

**POLİMER (PVA&PAM) VE HÜMİK ASİT (HA)
UYGULAMALARININ DONMA-ÇÖZÜLME
SÜREÇLERİNE MARUZ KALAN TOPRAKLARIN
STABİLİTE ÖLÇÜTLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Ekrem Lütfi AKSAKAL

**Doktora Tezi
Toprak Anabilim Dalı
Prof. Dr. Taşkın ÖZTAŞ
2009**

Her hakkı saklıdır

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

POLİMER (PVA&PAM) VE HÜMİK ASİT (HA) UYGULAMALARININ
DONMA-ÇÖZÜLME SÜREÇLERİNE MARUZ KALAN
TOPRAKLARIN STABİLİTE ÖLÇÜTLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Ekrem Lütfi AKSAKAL

TOPRAK ANABİLİM DALI

ERZURUM
2009

Her hakkı saklıdır

Prof. Dr. Taşkın ÖZTAŞ danışmanlığında, Ekrem Lütü AKSAKAL tarafından hazırlanan bu çalışma 05/06/2009 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Toprak Anabilim Dalı'nda Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Taşkın ÖZTAŞ

İmza:

Üye: Prof. Dr. Mustafa Yıldırım CANBOLAT

İmza:

Üye: Doç. Dr. Coşkun GÜLSER

İmza:

Üye: Doç. Dr. Metin TURAN

İmza:

Üye: Yrd. Doç. Dr. Adil AYDIN

İmza:

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Ömer AKBULUT
Enstitü Müdürü

ÖZET

Doktora Tezi

POLİMER (PVA&PAM) VE HÜMİK ASİT (HA) UYGULAMALARININ DONMA-ÇÖZÜLME SÜREÇLERİNE MARUZ KALAN TOPRAKLARIN STABİLİTE ÖLÇÜTLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Ekrem Lütfi AKSAKAL

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Taşkın ÖZTAŞ

Toprağın fiziksel ve hidrolojik özelliklerini etkileyen süreçler arasında donma-çözülme (DÇ) olayları büyük önem taşımaktadır. Bu araştırma, DÇ süreçlerinin sıkça görüldüğü Erzurum yöresinde yaygın olarak bulunan dört büyük toprak grubunda, polivinilalkol (PVA), hümik asit (HA) ve poliakrilamid (PAM)'in bazı fiziksel ve hidrolojik toprak özellikleri üzerine etkisi ile DÇ süreçlerinde PVA, HA ve PAM'ın etkinlik derecelerini ortaya koymak amacıyla yapılmıştır. Toprak örnekleri ağırlık esasına göre %0,05 PVA, %0,01 HA ve %0,001 PAM uygulandıktan sonra farklı nem (HK, TK, %90 saturasyon), DÇ sayısı (3, 6, 9) ve donma sıcaklıklarında (-4°C, -18°C) DÇ süreçlerine tabi tutulmuşlardır. PVA, HA ve PAM uygulamalarının toprakların geometrik ortalama agregat stabilitesi (GOAS), hava (HG) ve su (SG) geçirgenliği, hidrolik iletkenlik (Hİ), tarla kapasitesi ve yarayışlı nem miktarını artırdığı, dispersiyon oranı (DO), hacim ağırlığı ve mekaniksel stabilite (MS) değerlerini ise önemli düzeyde azalttığı belirlenmiştir. Ayrıca, her üç muamele faktörünün toprakların geometrik ortalama çap (GOÇ) ve farklı agregat büyüklük sınıfında yer alan agregatların stabilitesini çok önemli düzeyde arttırdığı ve oransal olarak en fazla artışın <0,42 mm agregat sınıfında meydana geldiği tespit edilmiştir. DÇ süreçlerinin DO, hacim ağırlığı, penetrasyon direnci (PD) ve GOÇ değerlerini çok önemli düzeyde arttırdığı; GOAS, HG, SG, Hİ ve MS'yi ise çok önemli düzeyde düşürdüğü ve söz konusu parametreler üzerinde genelde donma anındaki %90 saturasyon nem içeriği, 9 kez DÇ sayısı ve -18°C'deki donma uygulamalarının daha fazla etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, DÇ süreçlerinin <0,42 mm ve >12,7 mm agregat fraksiyonlarının miktarlarını artırırken diğer fraksiyonların miktarlarını azalttığı ve 2-6,4 mm ile 6,4-12,7 mm agregat fraksiyonlarının AS değerlerini artırırken diğer fraksiyonların AS değerlerini genel olarak azalttığı tespit edilmiştir. Bu çalışmada, topraklara PVA, HA ve PAM uygulamasıyla DÇ süreçlerinin olumsuz etkilerinin azaltılabileceği açıkça ortaya konulmuş ve muamelelerin etkinlik sıralaması PVA>PAM>HA olarak belirlenmiştir.

2009, 349 sayfa

Anahtar Kelimeler: Polivinilalkol (PVA), poliakrilamid (PAM), hümik asit (HA), donma-çözülme süreçleri, toprak fiziksel ve hidrolojik özellikleri

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

EFFECTS OF POLYMER (PVA&PAM) AND HUMIC ACID (HA) APPLICATION ON STABILITY PARAMETERS OF SOILS UNDER FREEZING AND THAWING PROCESSES

Ekrem Lütfi AKSAKAL

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Soil Science

Supervisor: Prof. Dr. Taşkın ÖZTAŞ

Freezing and thawing processes (F/T) have great importance on physical and hydrological soil properties. The objectives of this study were to determine effects of polyvinylalcohol (PVA), humic acid (HA) and polyacrylamide (PAM) on physical and hydrological properties of soil from four soil-great groups commonly distributed in Erzurum in where F/T processes are often seen, and to obtain effectiveness of treatment agents on reducing the negative effects of F/T processes on measured soil properties. Soil samples were treated with %0,05 PVA, %0,01 HA and %0,001 PAM on weight basis, and left for F/T processes under different moisture (air dry, field capacity, 90% saturation), F/T cycles (3, 6, 9) and freezing temperatures (-4°C, -18°C). Results indicated that PVA, HA and PAM applications significantly increased geometric mean aggregate stability (GMAS), air (AP) and water (WP) permeability, hydraulic conductivity (HC), field capacity and plant-available water content, but significantly decreased dispersion ration, (DR), bulk density and mechanical stability (MS) of soils. Geometric mean diameter (GMD) and aggregate stability of each aggregate size group also significantly increased by all three treatment application, being the highest increase in aggregate size smaller than 0,42 mm. The F/T processes significantly increased dispersion ratio (DR), bulk density, penetration resistance (PR) and GMD, but significantly reduced GMAS, AP, WP, HC and MS of soils at the most effective levels of 90% saturation moisture level, 9 F/T cycles and -18°C' frezing temperature. The F/T cycles also increased the amount of <0,42 mm and >12,7 mm aggregate size fractions, but decreased the others, and similarly increased AS of 2-6,4 mm and 6,4-12,7 mm aggregate size fraction. The results of this study clearly indicated that PVA, HA and PAM application to soil reduced negative effects of F/T processes on physical and hydrological properties of soil. The order of effectiveness was defined as PVA>PAM>HA.

2009, 349 pages

Keywords: Polyvinylalcohol (PVA), polyacrylamide (PAM), humic acid (HA), freezing-thawing processes, soil physical and hydrological properties

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans aşamasından itibaren danışmanlığımı yürüten, hem akademik düzeydeki çalışmalarımın hem de araştırma çalışmalarımın her döneminde bilimsel ve kişisel katkı ve yardımlarını esirgemeyen değerli hocam, tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Taşkın ÖZTAŞ'a şükranlarımı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tez konusunun belirlenme aşamasından itibaren bilimsel birikimlerinden ve kıymetli fikirlerinden yararlandığım değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. Mustafa Yıldırım CANBOLAT'a ve Sayın Prof. Dr. Hakan ÖZER'e de teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Çalışmalarım esnasında bilimsel katkılarından ve yardımlarından dolayı başta Sayın hocalarım Yrd. Doç. Dr. Müdahir ÖZGÜL ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Kenan BARİK olmak üzere Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü öğretim üyelerine, araştırma görevlilerine ve laboratuvar çalışanlarına şükranlarımı sunarım.

Çalışmalarım boyunca destekleri ve gösterdikleri sabırdan dolayı eşime ve çocuklarıma sevgilerimi ve teşekkürlerimi sunarım.

Ekrem Lütfi AKSAKAL

Haziran 2009

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	6
2.1. Donma-Çözülme ile İlgili Çalışmalar	7
2.2. Polivinilalkol (PVA), Poliakrilamid (PAM) ve Hümik Asit (HA) ile İlgili Çalışmalar	13
3. MATERYAL ve YÖNTEM	20
3.1. Materyal	20
3.1.1. Araştırma toprakları	20
3.1.2. Toprak örneklerinin alındığı alanın coğrafi konumu	20
3.1.3. Toprak örneklerinin alındığı alanların toprak özellikleri	20
3.1.4. Toprak örneklerinin alındığı alanın iklim özellikleri	22
3.1.5. Toprak örneklerinin alınması ve analize hazırlanması	24
3.1.6. Araştırmada kullanılan Polivinilalkol (PVA)'ün özellikleri	24
3.1.7. Araştırmada kullanılan Poliakrilamid (PAM)'in özellikleri	25
3.1.8. Araştırmada kullanılan Hümik Asit (HA)'in özellikleri	25
3.2. Yöntemler	26
3.2.1. Laboratuvar analiz yöntemleri	26
3.2.1.a. Toprak tekstürü	26
3.2.1.b. Kaba iskelet fraksiyonu	26
3.2.1.c. Toprak reaksiyonu	27
3.2.1.d. Kireç	27
3.2.1.e. Organik madde	27
3.2.1.f. Katyon değişim kapasitesi	27

3.2.1.g. Değişebilir katyonlar	27
3.2.1.h. Fosfor	28
3.2.1.i. Toplam azot	28
3.2.1.j. Elektriksel iletkenlik	28
3.2.1.k. Tane yoğunluğu	28
3.2.1.l. Hacim ağırlığı	28
3.2.1.m. Toplam porozite	28
3.2.1.n. Tarla kapasitesi (TK), solma noktası (SN) ve yarayışlı nem (YN)	29
3.2.1.o. Agregat stabilitesi (AS)	29
3.2.1.p. Geometrik ortalama agregat stabilitesi (GOAS)	29
3.2.1.r. Dispersiyon oranı (DO)	30
3.2.1.s. Geometrik ortalama çap (GOÇ)	30
3.2.1.t. Hava Geçirgenliği	31
3.2.1.u. Su Geçirgenliği	31
3.2.1.v. Hidrolik iletkenlik	32
3.2.1.y. Penetrasyon direnci	32
3.2.1.z. Mekaniksel stabilite (MS)	33
3.2.2. Denemelerin kurulması ve yürütülmesi	33
3.2.2.1. Polivinilalkol (PVA), Poliakrilamid (PAM) ve Hüyük asit (HA) uygulamaları	33
3.2.2.2. Donma-çözülme süreçleri	34
3.2.3. İstatistiksel değerlendirme	35
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	36
4.1. Toprak Özellikleri	36
4.1.1. Fiziksel ve kimyasal özellikler	36
4.2. Polivinilalkol (PVA), Hüyük Asit (HA) ve Poliakrilamid (PAM) Uygulamalarının İncelenen Toprak Özellikleri Üzerine Etkileri	42
4.2.1. 1-2 mm agregat fraksiyonu AS değeri	46
4.2.2. Geometrik ortalama agregat stabilitesi (GOAS)	49
4.2.3. Dispersiyon oranı (DO)	52
4.2.4. Hacim ağırlığı	54
4.2.5. Hava geçirgenliği (HG)	57

4.2.6. Su geçirgenliği (SG)	60
4.2.7. Hidrolik iletkenlik (HI)	62
4.2.8. Geometrik ortalama ap (GO)	65
4.2.9. Mekaniksel stabilite (MS)	68
4.2.10. Tarla kapasitesi (TK)	71
4.2.11. Yarayışlı nem (YN)	73
4.3. Polivinilalkol (PVA), Hümik Asit (HA) ve Poliakrilamid (PAM) Uygulamalarının Toprak Agregat Büyüklüğü Dağılımı (Wi) Üzerine Etkileri	76
4.4. Polivinilalkol (PVA), Hümik Asit (HA) ve Poliakrilamid (PAM) Uygulamalarının Agregat Stabilitesi (AS) Üzerine Etkileri	91
4.5. Donma-özölme Süreçlerinin Toprak Özellikleri Üzerine Etkileri	107
4.5.1. 1-2 mm agregat fraksiyonu agregat stabilitesi	107
4.5.2. Geometrik ortalama agregat stabilitesi (GOAS)	118
4.5.3. Dispersiyon oranı (DO)	128
4.5.4. Hacim ağırlığı	139
4.5.5. Hava geçirgenliği (HG)	150
4.5.6. Su geçirgenliği (SG)	161
4.5.7. Hidrolik iletkenlik (HI)	172
4.5.8. Penetrasyon direnci (PD)	183
4.5.9. Geometrik ortalama ap (GO)	193
4.5.10. Mekaniksel stabilite (MS)	204
4.5.11. Agregat büyüklüğü dağılımı (Wi)	215
4.5.12. Agregat stabilitesi (AS)	246
5. TARTIşMA ve SONUÇ	301
KAYNAKLAR	311
EKLER	321
EK 1	321
EK 2	322
EK 3	323
EK 4	324

EK 5	325
EK 6	326
EK 7	327
EK 8	328
EK 9	329
EK 10	330
EK 11	331
EK 12	340
ÖZGEÇMİŞ	349

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

AS	Agregat stabilitesi
DÇ	Donma-çözülme
DO	Dispersiyon oranı
GOAS	Geometrik ortalama agregat stabilitesi
GOÇ	Geometrik ortalama çap
HA	Hümik asit
HG	Hava geçirgenliği
Hİ	Hidrolik iletkenlik
MS	Mekaniksel stabilite
PAM	Poliakrilamid
PVA	Polivinilalkol
SG	Su geçirgenliği
SN	Solma noktası
TK	Tarla kapasitesi
YN	Yarayışlı nem

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1. Agregat büyüklükleri ile agregat stabilitesi arasındaki ilişkiler	41
Şekil 4.2. Toprak ordolarının ortalama agregat stabilitesi değerleri	42
Şekil 4.3. Topraklar, muameleler ve 1-2 mm AS değerleri arasındaki ilişkiler	47
Şekil 4.4. Toprak ordolarının kontrol ve muameleler ortalaması 1-2 mm AS değerleri	47
Şekil 4.5. Ortalama kontrol ve muameleler ortalama 1-2 mm AS değerleri	48
Şekil 4.6. Topraklar, muameleler ve GOAS değerleri arasındaki ilişkiler	49
Şekil 4.7. Toprak ordolarının kontrol ve muameleler ortalaması GOAS değerleri ...	50
Şekil 4.8. Ortalama kontrol ve muameleler ortalaması GOAS değerleri	51
Şekil 4.9. Topraklar, muameleler ve DO değerleri arasındaki ilişkiler	52
Şekil 4.10. Toprak ordolarının kontrol ve muameleler ortalaması DO değerleri	53
Şekil 4.11. Ortalama kontrol ve muameleler ortalaması DO değerleri	54
Şekil 4.12. Topraklar, muameleler ve hacim ağırlığı değerleri arasındaki ilişkiler ...	55
Şekil 4.13. Toprak ordolarının kontrol ve muameleler ortalama hacim ağırlığı değerleri	56
Şekil 4.14. Ortalama kontrol ve muameleler ortalama hacim ağırlığı değerleri	56
Şekil 4.15. Topraklar, muameleler ve hava geçirgenliği arasındaki ilişkiler	58
Şekil 4.16. Toprak ordolarının kontrol ve muameleler ortalaması HG değerleri	58
Şekil 4.17. Ortalama kontrol ve muameleler ortalama HG değerleri	59
Şekil 4.18. Topraklar, muameleler ve su geçirgenliği arasındaki ilişkiler	60
Şekil 4.19. Toprak ordolarının kontrol ve muameleler ortalama SG değerleri	61
Şekil 4.20. Ortalama kontrol ve muameleler ortalaması SG değerleri	62
Şekil 4.21. Topraklar, muameleler ve hidrolik iletkenlik arasındaki ilişkiler	63
Şekil 4.22. Toprak ordolarının kontrol ve muameleler ortalama Hİ değerleri	64
Şekil 4.23. Ortalama kontrol ve muameleler ortalama Hİ değerleri	64
Şekil 4.24. Topraklar, muameleler ve geometrik ortalama çap arasındaki ilişkiler ...	66
Şekil 4.25. Toprak ordolarının kontrol ve muameleler ortalama GOÇ değerleri	67
Şekil 4.26. Ortalama kontrol ve muameleler ortalama GOÇ değerleri	68
Şekil 4.27. Topraklar, muameleler ve mekaniksel stabilite arasındaki ilişkiler	69
Şekil 4.28. Toprak ordolarının kontrol ve muameleler ortalaması MS değerleri	69

Şekil 4.29. Ortalama kontrol ve muameleler ortalama MS değerleri	70
Şekil 4.30. Topraklar, muameleler ve tarla kapasitesi arasındaki ilişkiler	71
Şekil 4.31. Toprak ordolarının kontrol ve muameleler ortalama TK değerleri	72
Şekil 4.32. Ortalama kontrol ve muameleler ortalama TK değerleri	73
Şekil 4.33. Topraklar, muameleler ve yarayışlı nem arasındaki ilişkiler	74
Şekil 4.34. Toprak ordolarının kontrol ve muameleler ortalama YN değerleri	75
Şekil 4.35. Ortalama kontrol ve muameleler ortalama YN değerleri	76
Şekil 4.36. Vertisol ordosu toprağında muameleler ile agregat fraksiyonlarının miktarları arasındaki ilişkiler	80
Şekil 4.37. Vertisol ordosu toprağında kontrol ve muameleler ortalaması W_i değerleri	81
Şekil 4.38. Entisol ordosu toprağında muameleler ile agregat fraksiyonlarının miktarları arasındaki ilişkiler	82
Şekil 4.39. Entisol ordosu toprağında kontrol ve muameleler ortalaması W_i değerleri	83
Şekil 4.40. Mollisol ordosu toprağında muameleler ile agregat fraksiyonlarının miktarları arasındaki ilişkiler	84
Şekil 4.41. Mollisol ordosu toprağında kontrol ve muameleler ortalaması W_i değerleri	85
Şekil 4.42. Aridisol ordosu toprağında muameleler ile agregat fraksiyonlarının miktarları arasındaki ilişkiler	87
Şekil 4.43. Aridisol ordosu toprağında kontrol ve muameleler ortalaması W_i değerleri	88
Şekil 4.44. Araştırma topraklarında muameleler ortalaması ve muameleler genel ortalaması ile agregat fraksiyonlarının miktarları arasındaki ilişkiler	89
Şekil 4.45. Araştırma topraklarının kontrol ortalama ve muameleler genel ortalama W_i değerleri	90
Şekil 4.46. Vertisol ordosu toprağında muameleler ile fraksiyonlarının agregat stabilitesi değerleri arasındaki ilişkiler	95
Şekil 4.47. Vertisol ordosu toprağında kontrol ve muameleler ortalaması AS değerleri	96
Şekil 4.48. Entisol ordosu toprağında muameleler ile fraksiyonlarının agregat stabilitesi değerleri arasındaki ilişkiler	97
Şekil 4.49. Entisol ordosu toprağında kontrol ve muameleler ortalaması AS değerleri	98

Şekil 4.50. Mollisol ordosu toprağında muameleler ile fraksiyonlarının agregat stabilitesi değerleri arasındaki ilişkiler	99
Şekil 4.51. Mollisol ordosu toprağında kontrol ve muameleler ortalaması AS değerleri	100
Şekil 4.52. Aridisol ordosu toprağında muameleler ile fraksiyonlarının agregat stabilitesi değerleri arasındaki ilişkiler	102
Şekil 4.53. Aridisol ordosu toprağında kontrol ve muameleler ortalaması AS değerleri	103
Şekil 4.54. Araştırma topraklarının muameleler ortalaması ile fraksiyonların agregat stabilitesi değerleri arasındaki ilişkiler	104
Şekil 4.55. Araştırma topraklarının kontrol genel ortalama ve muameleler genel ortalama AS değerleri	105
Şekil 4.56. Araştırma topraklarının muamelelere göre genel ortalama agregat stabilitesi değerlerindeki değişimleri	106
Şekil 4.57. Topraklarda farklı DÇ nem seviyeleri ile 1-2 mm AS değerleri arasındaki ilişkiler	108
Şekil 4.58. Farklı nem seviyelerinde ile ortalama 1-2 mm AS değerleri arasındaki ilişkiler	109
Şekil 4.59. Topraklarda farklı DÇ sayıları ile 1-2 mm AS değerleri arasındaki ilişkiler	110
Şekil 4.60. Farklı DÇ sayıları ile ortalama 1-2 mm AS değerleri arasındaki ilişkiler	112
Şekil 4.61. Topraklarda farklı donma sıcaklıkları ile 1-2 mm AS değerleri arasındaki ilişkiler	113
Şekil 4.62. Farklı donma sıcaklıkları ile ortalama 1-2 mm AS değerleri arasındaki ilişkiler	115
Şekil 4.63. Topraklarda farklı DÇ nem seviyeleri ile GOAS değerleri arasındaki ilişkiler	119
Şekil 4.64. Farklı nem seviyeleri ile ortalama GOAS değerleri arasındaki ilişkiler ...	120
Şekil 4.65. Topraklarda farklı DÇ sayıları ile GOAS değerleri arasındaki ilişkiler ...	121
Şekil 4.66. Farklı DÇ sayıları ile ortalama GOAS değerleri arasındaki ilişkiler	123
Şekil 4.67. Topraklarda farklı DÇ sıcaklıkları ile GOAS değerleri arasındaki ilişkiler	124

Şekil 4.68. Farklı DÇ sıcaklıkları ile ortalama GOAS değerleri arasındaki ilişkiler ..	126
Şekil 4.69. Topraklarda farklı DÇ nem seviyeleri ile DO değerleri arasındaki ilişkiler	129
Şekil 4.70. Farklı nem seviyeleri ile ortalama DO değerleri arasındaki ilişkiler	130
Şekil 4.71. Topraklarda farklı DÇ sayıları ile DO değerleri arasındaki ilişkiler	131
Şekil 4.72. DÇ sayıları ile ortalama DO değerleri arasındaki ilişkiler	133
Şekil 4.73. Topraklarda farklı DÇ sıcaklıkları ile DO değerleri arasındaki ilişkiler ..	135
Şekil 4.74. Farklı DÇ sıcaklıkları ile ortalama DO değerleri arasındaki ilişkiler	136
Şekil 4.75. Topraklarda farklı DÇ nem seviyeleri ile hacim ağırlığı değerleri arasındaki ilişkiler	140
Şekil 4.76. Farklı nem seviyeleri ile ortalama hacim ağırlığı değerleri arasındaki ilişkiler	141
Şekil 4.77. Topraklarda farklı DÇ sayıları ile hacim ağırlığı değerleri arasındaki ilişkiler	142
Şekil 4.78. DÇ sayıları ile ortalama hacim ağırlığı değerleri arasındaki ilişkiler	144
Şekil 4.79. Topraklarda farklı DÇ sıcaklıkları ile hacim ağırlığı değerleri arasındaki ilişkiler	145
Şekil 4.80. Farklı DÇ sıcaklıkları ile ortalama hacim ağırlığı değerleri arasındaki ilişkiler	147
Şekil 4.81. Topraklarda farklı DÇ nem seviyeleri ile HG değerleri arasındaki ilişkiler	151
Şekil 4.82. Farklı nem seviyeleri ile ortalama HG değerleri arasındaki ilişkiler	152
Şekil 4.83. Topraklarda farklı DÇ sayıları ile HG değerleri arasındaki ilişkiler	153
Şekil 4.84. Farklı DÇ sayıları ile ortalama HG değerleri arasındaki ilişkiler	155
Şekil 4.85. Topraklarda farklı DÇ sıcaklıkları ile HG değerleri arasındaki ilişkiler ..	156
Şekil 4.86. Farklı DÇ sıcaklıkları ile ortalama HG değerleri arasındaki ilişkiler	158
Şekil 4.87. Topraklarda farklı DÇ nem seviyeleri ile SG değerleri arasındaki ilişkiler	162
Şekil 4.88. Farklı nem seviyeleri ile ortalama SG değerleri arasındaki ilişkiler	163
Şekil 4.89. Topraklarda farklı DÇ sayıları ile SG değerleri arasındaki ilişkiler	164
Şekil 4.90. Farklı DÇ sayıları ile ortalama SG değerleri arasındaki ilişkiler	166

Şekil 4.91. Topraklarda farklı DÇ sıcaklıkları ile SG değerleri arasındaki ilişkiler ..	167
Şekil 4.92. Farklı DÇ sıcaklıkları ile ortalama SG değerleri arasındaki ilişkiler	169
Şekil 4.93. Topraklarda farklı DÇ nem seviyeleri ile Hİ değerleri arasındaki ilişkiler	173
Şekil 4.94. Farklı nem seviyeleri ile ortalama Hİ değerleri arasındaki ilişkiler	174
Şekil 4.95. Topraklarda farklı DÇ sayıları ile Hİ değerleri arasındaki ilişkiler	176
Şekil 4.96. Farklı DÇ sayıları ile ortalama Hİ değerleri arasındaki ilişkiler	177
Şekil 4.97. Topraklarda farklı DÇ sıcaklıkları ile Hİ değerleri arasındaki ilişkiler ..	178
Şekil 4.98. Farklı DÇ sıcaklıkları ile ortalama Hİ değerleri arasındaki ilişkiler	180
Şekil 4.99. Topraklarda farklı DÇ nem seviyeleri ile penetrasyon direnci değerleri arasındaki ilişkiler	184
Şekil 4.100. Farklı DÇ nem seviyeleri ile ortalama penetrasyon direnci değerleri arasındaki ilişkiler	185
Şekil 4.101. Topraklarda farklı DÇ sayıları ile PD değerleri arasındaki ilişkiler	186
Şekil 4.102. DÇ sayıları ile ortalama PD değerleri arasındaki ilişkiler	188
Şekil 4.103. Topraklarda farklı DÇ sıcaklıkları ile PD değerleri arasındaki ilişkiler	189
Şekil 4.104. Farklı DÇ sıcaklıkları ile ortalama PD değerleri arasındaki ilişkiler ...	190
Şekil 4.105. Topraklarda farklı DÇ nem seviyeleri ile GOÇ değerleri arasındaki ilişkiler	194
Şekil 4.106. Farklı nem seviyeleri ile ortalama GOÇ değerleri arasındaki ilişkiler ...	195
Şekil 4.107. Topraklarda farklı DÇ sayıları ile GOÇ değerleri arasındaki ilişkiler ...	196
Şekil 4.108. DÇ sayıları ile ortalama GOÇ değerleri arasındaki ilişkiler	198
Şekil 4.109. Topraklarda farklı DÇ sıcaklıkları ile GOÇ değerleri arasındaki ilişkiler	199
Şekil 4.110. Farklı DÇ sıcaklıkları ile ortalama GOÇ değerleri arasındaki ilişkiler ...	201
Şekil 4.111. Topraklarda farklı DÇ nem seviyeleri ile MS değerleri arasındaki ilişkiler	205
Şekil 4.112. Farklı nem seviyeleri ile ortalama MS değerleri arasındaki ilişkiler ...	206
Şekil 4.113. Topraklarda farklı DÇ sayıları ile MS değerleri arasındaki ilişkiler	208
Şekil 4.114. Farklı DÇ sayıları ile ortalama MS değerleri arasındaki ilişkiler	209
Şekil 4.115. Topraklarda farklı DÇ sıcaklıkları ile MS değerleri arasındaki ilişkiler	211
Şekil 4.116. Farklı DÇ sıcaklıkları ile ortalama MS değerleri arasındaki ilişkiler ...	212
Şekil 4.117. Vertisol ordosu toprağında DÇ nem seviyeleri ile agregat fraksiyonları miktarları arasındaki ilişkiler	216

Şekil 4.118. Entisol ordosu toprağında DÇ nem seviyeleri ile agregat fraksiyonları miktarları arasındaki ilişkiler	217
Şekil 4.119. Mollisol ordosu toprağında DÇ nem seviyeleri ile agregat fraksiyonları miktarları arasındaki ilişkiler	218
Şekil 4.120. Aridisol ordosu toprağında DÇ nem seviyeleri ile agregat fraksiyonları miktarları arasındaki ilişkiler	219
Şekil 4.121. DÇ nem seviyeleri ile agregat fraksiyonları ortalama miktarları arasındaki ilişkiler	220
Şekil 4.122. Vertisol ordosu toprağında DÇ sayıları ile agregat fraksiyonları miktarları arasındaki ilişkiler	222
Şekil 4.123. Entisol ordosu toprağında DÇ sayıları ile agregat fraksiyonları miktarları arasındaki ilişkiler	223
Şekil 4.124. Mollisol ordosu toprağında DÇ sayıları ile agregat fraksiyonları miktarları arasındaki ilişkiler	224
Şekil 4.125. Aridisol ordosu toprağında DÇ sayıları ile agregat fraksiyonları miktarları arasındaki ilişkiler	225
Şekil 4.126. DÇ sayısı ile agregat fraksiyonları ortalama miktarları arasındaki ilişkiler	226
Şekil 4.127. Vertisol ordosu toprağında DÇ sıcaklıkları ile agregat fraksiyonları miktarları arasındaki ilişkiler	228
Şekil 4.128. Entisol ordosu toprağında DÇ sıcaklıkları ile agregat fraksiyonları miktarları arasındaki ilişkiler	229
Şekil 4.129. Mollisol ordosu toprağında DÇ sıcaklıkları ile agregat fraksiyonları miktarları arasındaki ilişkiler	230
Şekil 4.130. Aridisol ordosu toprağında DÇ sıcaklıkları ile agregat fraksiyonları miktarları arasındaki ilişkiler	231
Şekil 4.131. DÇ sıcaklığı ile agregat fraksiyonları ortalama miktarları arasındaki ilişkiler	232
Şekil 4.132. Vertisol ordosu toprağında DÇ nem seviyeleri ile agregat fraksiyonlarının AS değerleri arasındaki ilişkiler	248
Şekil 4.133. Vertisol ordosu toprağının farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının AS değerlerinde meydana gelen değişim oranları	248

Şekil 4.134. Entisol ordosu toprağında DÇ nem seviyeleri ile agregat fraksiyonlarının AS değerleri arasındaki ilişkiler	250
Şekil 4.135. Entisol ordosu toprağının farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının AS değerlerinde meydana gelen değişim oranları	250
Şekil 4.136. Mollisol ordosu toprağında DÇ nem seviyeleri ile agregat fraksiyonlarının AS değerleri arasındaki ilişkiler	252
Şekil 4.137. Mollisol ordosu toprağının farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının AS değerlerinde meydana gelen değişim oranları	252
Şekil 4.138. Aridisol ordosu toprağında DÇ nem seviyeleri ile agregat fraksiyonlarının AS değerleri arasındaki ilişkiler	254
Şekil 4.139. Aridisol ordosu toprağının farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının AS değerlerinde meydana gelen değişim oranları	254
Şekil 4.140. Araştırma topraklarında DÇ nem seviyeleri ile agregat fraksiyonlarının ortalama AS değerleri arasındaki ilişkiler	256
Şekil 4.141. Araştırma topraklarının farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının ortalama AS değerlerinde meydana gelen değişim oranları	256
Şekil 4.142. Vertisol ordosu toprağında DÇ sayıları ile agregat fraksiyonlarının AS değerleri arasındaki ilişkiler	260
Şekil 4.143. Vertisol ordosu toprağının farklı sayılarda DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının AS değerlerinde meydana gelen değişim oranları	260
Şekil 4.144. Entisol ordosu toprağında DÇ sayıları ile agregat fraksiyonlarının AS değerleri arasındaki ilişkiler	262
Şekil 4.145. Entisol ordosu toprağının farklı sayılarda DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının AS değerlerinde meydana gelen değişim oranları	262
Şekil 4.146. Mollisol ordosu toprağında DÇ sayıları ile agregat fraksiyonlarının AS değerleri arasındaki ilişkiler	264
Şekil 4.147. Mollisol ordosu toprağının farklı sayılarda DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının AS değerlerinde meydana gelen değişim oranları	264
Şekil 4.148. Aridisol ordosu toprağında DÇ sayıları ile agregat fraksiyonlarının AS değerleri arasındaki ilişkiler	266

Şekil 4.149. Aridisol ordosu toprağının farklı sayılarda DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının AS değerlerinde meydana gelen değişim oranları	266
Şekil 4.150. Araştırma topraklarında DÇ sayıları ile agregat fraksiyonlarının ortalama AS değerleri arasındaki ilişkiler	268
Şekil 4.151. Araştırma topraklarının farklı sayılarda DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının ortalama AS değerlerinde meydana gelen değişim oranları	268
Şekil 4.152. Vertisol ordosu toprağında DÇ sıcaklıkları ile agregat fraksiyonlarının AS değerleri arasındaki ilişkiler	271
Şekil 4.153. Vertisol ordosu toprağının farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının AS değerlerinde meydana gelen değişim oranları	271
Şekil 4.154. Entisol ordosu toprağında DÇ sıcaklıkları ile agregat fraksiyonlarının AS değerleri arasındaki ilişkiler	273
Şekil 4.155. Entisol ordosu toprağının farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının AS değerlerinde meydana gelen değişim oranları	273
Şekil 4.156. Mollisol ordosu toprağında DÇ sıcaklıkları ile agregat fraksiyonlarının AS değerleri arasındaki ilişkiler	275
Şekil 4.157. Mollisol ordosu toprağının farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının AS değerlerinde meydana gelen değişim oranları	275
Şekil 4.158. Aridisol ordosu toprağında DÇ sıcaklıkları ile agregat fraksiyonlarının AS değerleri arasındaki ilişkiler	277
Şekil 4.159. Aridisol ordosu toprağının farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının AS değerlerinde meydana gelen değişim oranları	277
Şekil 4.160. Araştırma topraklarında DÇ sıcaklıkları ile agregat fraksiyonlarının ortalama AS değerleri arasındaki ilişkiler	279
Şekil 4.161. Araştırma topraklarının farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının ortalama AS değerlerinde meydana gelen değişim oranları	279

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Erzurum ilinin uzun yıllar ortalama iklim verileri	23
Çizelge 3.2. Araştırmada kullanılan Polivinilalkole (PVA) ilişkin bazı fiziksel ve kimyasal özellikler	24
Çizelge 3.3. Araştırmada kullanılan Poliakrilamid (PAM) ilişkin bazı fiziksel ve kimyasal özellikler	25
Çizelge 3.4. Araştırmada kullanılan hümik aside (HA) ilişkin bazı fiziksel ve kimyasal özellikler	26
Çizelge 4.1. Araştırma konusu topraklara ait bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları	37
Çizelge 4.2. Toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin ANOVA ve Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	38
Çizelge 4.3. Farklı agregat büyüklüklerinin (W_i) toprak kütlesi içerisindeki dağılımları	40
Çizelge 4.4. Toprakların agregat büyüklüğü fraksiyonlarına göre AS değerlerinin varyans analizi ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları	40
Çizelge 4.5. PVA, HA ve PAM uygulamaları sonrası incelenen toprak özelliklerinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	43
Çizelge 4.6. PVA, HA ve PAM uygulamaları sonrası muamelelerin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	44
Çizelge 4.7. PVA, HA ve PAM uygulamaları sonrası bazı toprak özelliklerinde kontrole göre meydana gelen %'de değişimler	45
Çizelge 4.8. Muameleler ile toprak özellikleri arasındaki korelasyon	46
Çizelge 4.9. PVA, HA ve PAM uygulamaları sonrası toprakların W_i değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	78
Çizelge 4.10. PVA, HA ve PAM uygulamaları sonrası toprakların W_i değerlerinde meydana gelen %'de değişim oranları	79
Çizelge 4.11. PVA, HA, PAM uygulamaları sonrası toprakların AS değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	92

Çizelge 4.12. PVA, HA ve PAM uygulamaları sonrası toprakların AS değerlerinde meydana gelen %'de değişim oranları	94
Çizelge 4.13. Toprakların farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonucu 1-2 mm AS değerleri	107
Çizelge 4.14. Farklı nem seviyelerinde DÇ sonucu 1-2 mm AS değerleri	109
Çizelge 4.15. Toprakların farklı sayılarda DÇ süreçleri sonucu 1-2 mm AS değerleri	110
Çizelge 4.16. Farklı DÇ sayıları sonucu 1-2 mm AS değerleri	112
Çizelge 4.17. Toprakların farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonucu 1-2 mm AS değerleri	113
Çizelge 4.18. Farklı donma sıcaklıklarında 1-2 mm AS değerleri	115
Çizelge 4.19. Topraklarda muamelelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrasında 1-2 mm AS değerleri	116
Çizelge 4.20. Topraklarda DÇ süreçleri sonrasında kontrol ile muameleler ortalama 1-2 mm AS değerleri arasındaki farklılıklar	117
Çizelge 4.21. Toprakların farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonucu GOAS değerleri	118
Çizelge 4.22. Farklı nem seviyelerinde DÇ sonucu GOAS değerleri	120
Çizelge 4.23. Toprakların farklı sayılarda DÇ süreçleri sonucu GOAS değerleri ...	121
Çizelge 4.24. Farklı DÇ sayıları sonucu GOAS değerleri	123
Çizelge 4.25. Toprakların farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonucu GOAS değerleri	124
Çizelge 4.26. Farklı DÇ sıcaklıklarında GOAS değerleri	125
Çizelge 4.27. Topraklarda muamelelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrasında GOAS değerleri	126
Çizelge 4.28. Topraklarda DÇ süreçleri sonrasında kontrol ile muameleler ortalama GOAS değerleri ve arasındaki farklılıklar	128
Çizelge 4.29. Toprakların farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonucu DO değerleri	128
Çizelge 4.30. Farklı nem seviyelerinde DÇ sonucu DO değerleri	130
Çizelge 4.31. Toprakların farklı sayılarda DÇ süreçleri sonucu DO değerleri	131
Çizelge 4.32. Farklı DÇ sayıları sonucu DO değerleri	133
Çizelge 4.33. Toprakların farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonucu DO değerleri	134
Çizelge 4.34. Farklı DÇ sıcaklıklarında DO değerleri	135

Çizelge 4.35. Topraklarda muamelelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrasında DO değerleri	136
Çizelge 4.36. Topraklarda DÇ süreçleri sonrasında kontrol ile muameleler ortalama DO değerleri ve arasındaki farklılıklar	138
Çizelge 4.37. Toprakların farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonucu hacim ağırlığı değerleri	139
Çizelge 4.38. Farklı nem seviyelerinde DÇ sonucu hacim ağırlığı değerleri	140
Çizelge 4.39. Toprakların farklı sayılarda DÇ süreçleri sonucu hacim ağırlığı değerleri	142
Çizelge 4.40. Farklı DÇ sayıları sonucu hacim ağırlığı değerleri	144
Çizelge 4.41. Toprakların farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonucu hacim ağırlığı değerleri	145
Çizelge 4.42. Farklı DÇ sıcaklıklarında hacim ağırlığı değerleri	146
Çizelge 4.43. Topraklarda muamelelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrasında hacim ağırlığı değerleri	148
Çizelge 4.44. Topraklarda DÇ süreçleri sonrasında kontrol ile muameleler ortalama hacim ağırlığı değerleri ve arasındaki farklılıklar	149
Çizelge 4.45. Toprakların farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonucu HG değerleri	150
Çizelge 4.46. Farklı nem seviyelerinde DÇ sonucu HG değerleri	152
Çizelge 4.47. Toprakların farklı sayılarda DÇ süreçleri sonucu HG değerleri	153
Çizelge 4.48. Farklı DÇ sayıları sonucu ortalama HG değerleri	155
Çizelge 4.49. Toprakların farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonucu HG değerleri ...	156
Çizelge 4.50. Farklı DÇ sıcaklıklarında HG değerleri	157
Çizelge 4.51. Topraklarda muamelelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrasında HG değerleri	159
Çizelge 4.52. Topraklarda DÇ süreçleri sonrasında kontrol ile muameleler ortalama HG değerleri ve arasındaki farklılıklar	160
Çizelge 4.53. Toprakların farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonucu SG değerleri	161
Çizelge 4.54. Farklı nem seviyelerinde DÇ sonucu SG değerleri	163
Çizelge 4.55. Toprakların farklı sayılarda DÇ süreçleri sonucu SG değerleri	164

Çizelge 4.56. Farklı DÇ sayıları sonucu ortalama SG değerleri	166
Çizelge 4.57. Toprakların farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonucu SG değerleri ...	167
Çizelge 4.58. Farklı DÇ sıcaklıklarında SG değerleri	168
Çizelge 4.59. Topraklarda muamelelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrasında SG değerleri	170
Çizelge 4.60. Topraklarda DÇ süreçleri sonrasında kontrol ile muameleler ortalama SG değerleri ve arasındaki farklılıklar	171
Çizelge 4.61. Toprakların farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonucu Hİ değerleri	172
Çizelge 4.62. Farklı nem seviyelerinde DÇ sonucu Hİ değerleri	174
Çizelge 4.63. Toprakların farklı sayılarda DÇ süreçleri sonucu Hİ değerleri	175
Çizelge 4.64. Farklı DÇ sayıları sonucu ortalama Hİ değerleri	177
Çizelge 4.65. Toprakların farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonucu Hİ değerleri	178
Çizelge 4.66. Farklı DÇ sıcaklıklarında Hİ değerleri	179
Çizelge 4.67. Topraklarda muamelelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrasında Hİ değerleri	181
Çizelge 4.68. Topraklarda DÇ süreçleri sonrasında kontrol ile muameleler ortalama Hİ değerleri ve arasındaki farklılıklar	182
Çizelge 4.69. Toprakların farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonucu penetrasyon direnci değerleri	183
Çizelge 4.70. Farklı nem seviyelerinde DÇ sonucu penetrasyon direnci değerleri ..	184
Çizelge 4.71. Toprakların farklı sayılarda DÇ süreçleri sonucu PD değerleri	186
Çizelge 4.72. Farklı DÇ sayıları sonucu PD değerleri	187
Çizelge 4.73. Toprakların farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonucu PD değerleri	188
Çizelge 4.74. Farklı DÇ sıcaklıklarında PD değerleri	190
Çizelge 4.75. Topraklarda muamelelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrasında penetrasyon direnci değerleri	191
Çizelge 4.76. Topraklarda DÇ süreçleri sonrasında kontrol ile muameleler ortalama PD değerleri ve arasındaki farklılıklar	192
Çizelge 4.77. Toprakların farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonucu GOÇ değerleri	193
Çizelge 4.78. Farklı nem seviyelerinde DÇ sonucu GOÇ değerleri	194
Çizelge 4.79. Toprakların farklı sayılarda DÇ süreçleri sonucu GOÇ değerleri	196

Çizelge 4.80. Farklı DÇ sayıları sonucu GOÇ değerleri	198
Çizelge 4.81. Toprakların farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonucu GOÇ değerleri ...	199
Çizelge 4.82. Farklı DÇ sıcaklıklarında GOÇ değerleri	201
Çizelge 4.83. Topraklarda muamelelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrasında GOÇ değerleri	202
Çizelge 4.84. Topraklarda DÇ süreçleri sonrasında kontrol ile muameleler ortalama GOÇ değerleri ve arasındaki farklılıklar	203
Çizelge 4.85. Toprakların farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonucu MS değerleri	204
Çizelge 4.86. Farklı nem seviyelerinde DÇ sonucu MS değerleri	206
Çizelge 4.87. Toprakların farklı sayılarda DÇ süreçleri sonucu MS değerleri	207
Çizelge 4.88. Farklı DÇ sayıları sonucu MS değerleri	209
Çizelge 4.89. Toprakların farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonucu MS değerleri ...	210
Çizelge 4.90. Farklı DÇ sıcaklıklarında MS değerleri	212
Çizelge 4.91. Topraklarda muamelelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrasında MS değerleri	213
Çizelge 4.92. Topraklarda DÇ süreçleri sonrasında kontrol ile muameleler ortalama MS değerleri arasındaki farklılıklar	214
Çizelge 4.93. Araştırma topraklarının farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonucu Wi değerleri	215
Çizelge 4.94. Araştırma topraklarının farklı sayılarda DÇ süreçleri sonucu Wi değerleri	221
Çizelge 4.95. Araştırma topraklarının farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonucu Wi değerleri	227
Çizelge 4.96. Vertisol ordosunda muamelelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrasında Wi değerleri ve değişim oranları	233
Çizelge 4.97. Vertisol ordosunda DÇ süreçleri sonrasında kontrol ile muameleler ortalama Wi değerleri arasındaki farklılıklar	235
Çizelge 4.98. Entisol ordosunda muamelelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrasında Wi değerleri ve değişim oranları	236
Çizelge 4.99. Entisol ordosunda DÇ süreçleri sonrasında kontrol ile muameleler ortalama Wi değerleri arasındaki farklılıklar	237

Çizelge 4.100. Mollisol ordosunda muamelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrasında Wi değerleri ve değişim oranları	239
Çizelge 4.101. Mollisol ordosunda DÇ süreçleri sonrasında kontrol ile muameleler ortalama Wi değerleri arasındaki farklılıklar	240
Çizelge 4.102. Aridisol ordosunda muamelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrasında Wi değerleri ve değişim oranları	241
Çizelge 4.103. Aridisol ordosunda DÇ süreçleri sonrasında kontrol ile muameleler ortalama Wi değerleri arasındaki farklılıklar	243
Çizelge 4.104. Araştırma topraklarında muamelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrasında ortalama Wi değerleri ve değişim oranları	244
Çizelge 4.105. Araştırma topraklarının DÇ süreçleri sonrasında kontrol ile muameleler genel ortalama Wi değerleri arasındaki farklılıklar	246
Çizelge 4.106. Araştırma topraklarının farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonrası fraksiyonların AS değerleri	247
Çizelge 4.107. Araştırma topraklarının farklı sayılarda DÇ süreçleri sonrası fraksiyonların AS değerleri	258
Çizelge 4.108. Araştırma topraklarının farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonrası fraksiyonların AS değerleri	270
Çizelge 4.109. Vertisol ordosu toprağında muamelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrasında agregat fraksiyonlarının AS değerleri ve değişim oranları	282
Çizelge 4.110. Vertisol ordosu toprağında DÇ süreçleri sonrası kontrol ile muameleler ortalaması AS değerleri ve aralarındaki farklılıklar	284
Çizelge 4.111. Entisol ordosu toprağında muamelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrasında agregat fraksiyonlarının AS değerleri ve değişim oranları	285
Çizelge 4.112. Entisol ordosu toprağında DÇ süreçleri sonrası kontrol ile muameleler ortalaması AS değerleri ve aralarındaki farklılıklar	288
Çizelge 4.113. Mollisol ordosu toprağında muamelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrasında agregat fraksiyonlarının AS değerleri ve değişim oranları	289
Çizelge 4.114. Mollisol ordosu toprağında DÇ süreçleri sonrası kontrol ile muameleler ortalaması AS değerleri ve aralarındaki farklılıklar	292
Çizelge 4.115. Aridisol ordosu toprağında muamelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrasında agregat fraksiyonlarının AS değerleri ve değişim oranları	293

Çizelge 4.116. Aridisol ordosu toprağında DÇ süreçleri sonrası kontrol ile muameleler ortalaması AS değerleri ve aralarındaki farklılıklar	296
Çizelge 4.117. Araştırma topraklarının muamelelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrasında agregat fraksiyonlarının ortalama AS değerleri ve değişim oranları	297
Çizelge 4.118. Araştırma topraklarının DÇ süreçleri sonrası kontrol ortalaması ile muameleler genel ortalaması AS değerleri ve aralarındaki farklılıklar	300

1. GİRİŞ

Toprak sınırlı ve yenilenemeyen bir kaynaktır. Potansiyel kullanılabilir sınırlı araziler artan insan ve hayvan nüfusunun ihtiyaçlarına cevap veremeyecek durumdadır. Bu nedenle toprak degradasyonuna yol açan olay, süreç ve faktörlerin anlaşılması, degrade olmuş toprakların ıslahı ve üretkenliğin yeniden sağlanabilmesi temel ihtiyaçtır. Ayrıca, sadece toprağın yapısını bozmadan en yüksek ürünü almak yeterli değil, aynı zamanda bozulan dengenin yeniden sağlanması da esastır. Bu ise ancak toprak erozyonunun önlenmesi, biyolojik aktivitenin hızlandırılması, toprağın bozulan besin elementi dengesinin yeniden sağlanması ile mümkün olabilir.

Toprak degradasyonu, toprağın üretkenliğinde ve toprağın çevresel dengeleme kapasitesinde uzun süreli bozulmaya işaret eder (Lal 1994; 1997). Yani; toprak degradasyonu, toprak kalitesinin bozulması veya toprağın insanlar için değerli olan özel fonksiyonları ve davranışlarında zayıflamayı ifade eder (Doran and Parkin 1994; Doran and Jones 1996; Johnson *et al.* 1997; Karlen *et al.* 1997; Lal 1997).

İstatistiksel değerler, dünya üzerinde yaklaşık 2 milyar hektar alanın toprak degradasyonuna meyilli olduğunu ve bunun 562 milyon hektarının (%29,7) tarım alanı, 685 milyon hektarının (%34,8) mera ve 719 milyon hektarının (%35,5) ise orman ve ağaçlık alan olduğunu göstermektedir (Oldeman *et al.* 1991). Bu yüzden, toprak degradasyonu modern çağın ciddi bir problemidir (Blaikie and Brookfield 1987) ve 21. yüzyılda da ciddi bir problem olarak kalmaya devam edecektir.

Toprak degradasyonu, sosyo-ekonomik ve politik faktörler tarafından şiddetlendirilen bio-fiziksel bir süreçtir. Fiziksel, kimyasal ve biyolojik olmak üzere başlıca üç toprak degradasyon süreci vardır. Fiziksel süreçler; hacim ağırlığı artışı, toplam ve makro porozite ile infiltrasyonda azalma, yüzey akış ve erozyonunun artması ile toprak strüktürünün bozulmasını içermektedir. Toprak degradasyon süreçlerinin derecesi çok sayıda doğal ve antropojenik faktörler tarafından yönlendirilmektedir. Doğal faktörler

toprak, iklim, vejetasyon ve diğler bölgesel karakteristikleri içermektedir. Önemli antropojenik faktörler ise arazi kullanımı, toprak yönetimi, bitkisel yönetim sistemleri, kıymet takdiri, pazarlama ve kurumsal desteklerdir. Toprak degradasyonu fakirlikle birlikte vurgulanmakta ve bilimsel tabanlı girdiler ile yapılan entansif tarımdan ziyade girdilerin uygulanmadığı ekstansif tarım sisteminde daha ciddi problemlere sebep olabileceğı belirtilmektedir (Lal 2001).

Toprak fiziksel özelliklerinin üretim düzeyini olumsuz yönde etkileyecek ölçüde bozulması olan fiziksel degradasyon; sıkışma, kaymak bağlama, uzun süreli ıslaklık/kuraklık ve hızlandırılmış erozyon gibi olaylar sonucu toprağın yoğunluğunun artması ve strüktürünün bozulmasıyla ortaya çıkmaktadır (Öztaş 1997).

Strüktür, toprakların su ve hava geçirgenliklerini, su ve hava kapasitelerini, bitki besin maddelerinin yararışlılık derecelerini, mikroorganizmaların aktivitesini, kök nüfuzunu, toprağın işlenme kolaylığını önemli ölçüde etkilemektedir. Toprak strüktürü bir bitki büyüme faktörü olmamasına rağmen, bitki büyümesi ile dolaylı olarak yakından ilgilidir. Bu nedenle, toprak strüktürü üzerine etkili olan faktörlerin incelenmesine ve bilinmesine ihtiyaç vardır.

Toprakta agregasyon oluşumu kadar, bu agregatların mekaniksel dış kuvvetlere ve suya karşı dayanıklılıkları da bitki yetiştiriciliğı açısından çok önemlidir. Toprağın su tutma kapasitesi, su iletkenliğı ve havalanma durumu toprak strüktürünün agregasyon derecesi ile yakından ilgilidir. Diğler yandan, primer toprak tanelerinin bağlanma dereceleri, agregatların su karşısında dağılmaya karşı olan dirençleri, gözeneklerin stabilitesi ve devamlılığı toprak erozyonu açısından büyük önem taşımaktadır (Öztaş vd. 1998).

İklimin iki ögesi olan sıcaklık ve yağış, topraktaki ayrışma ve yıkanma olaylarını yönlendirerek agregat oluşumunu etkilediğı gibi, ıslanma-kuruma ve donma-çözülme olayları sonucunda da toprak strüktürel durumunu ve agregat stabilitesini etkilemektedir. Kış periyodunun uzun ve sert geçtiğı bölgelerde toprak uzun süreli donmakta ve bu durum toprağın hidrolojik özelliklerinde ve erozyona uğrama

eğiliminde önemli değişmelere yol açmaktadır. Geç sonbahar ve erken ilkbaharda birbirini takip eden donma-çözölme süreçleri, toprağın donma anındaki nem içeriği ve donma süresine bağlı olarak genellikle toprak strüktürü ve agregasyonu bozucu bir etkiye sahip olmakla birlikte ağır bünyeli ve kötü strüktürlü toprakların durumunun iyileşmesi yönünde de olumlu etki yapmaktadır.

Toprak ıslakken oluşan donma-çözölme olayları büyük keseklerin doğal yolla daha küçük parçalara ayrılmasına neden olmaktadır. Su donduğunda hacmi %9 oranında arttığından dolayı, boşluklarda suyun donmasıyla oluşan buz kristalleri toprak taneleri tarafından adsorbe edilmiş suyu kendilerine çekip hacimlerini daha da büyütürken bir yandan çevrelerine büyük bir basınç uygulayarak boşlukları genişletmekte ve giderek büyük keseklerin daha küçük parçalar ve agregatlar halinde dağılmasına neden olmaktadır. Mevsimsel iklim değişiklikleri yada sulama işlemleri sonucunda meydana gelen ve toprağın strüktürel yapısı ile agregat stabilitesi üzerine etkili olan en yaygın doğal süreçler arasında donma-çözölme ve ıslanma-kuruma olayları önemli yer tutmaktadır (Utomo and Dexter 1982; Hussein and Adey 1995; Piccolo *et al.* 1997a). Donma-çözölme ve ıslanma-kuruma süreçleri sonucunda oluşan mikroagregatlar dispersiyona ve erozyona karşı daha hassastırlar. Islanma-kuruma sürecinde meydana gelen şişme ve büzölme olaylarının bir sonucu olarak makro agregatlar mikro agregatlar halinde parçalanmakta ve dağılmaktadır (Mbagwu and Bazzoffi 1988; Shiel *et al.* 1988; Singer *et al.* 1992).

Benoit *et al.* (1988), dünyanın bir çok bölgesinde toprağın donduğunu, bu durumun toprağın mekaniksel, yapısal ve tarımsal kullanımını etkilediğini açıklayarak; donma olayının toprağın bazı fiziksel özelliklerini değiştirdiğini belirtmektedirler. Aynı araştırmacılar, toprağın strüktürel stabilitesinin erozyona duyarlılığı üzerine önemli bir etken olduğunu bildirmektedirler. Ayrıca, donmanın toprağın fiziksel özelliklerine etkisinin toprağın strüktürüne, donma anındaki nem içeriğine ve toprağın strüktürel durumuna bağlı olduğu kaydedilmektedir.

Donma-çözülme ve ıslanma-kuruma süreçlerinin toprağın agregat stabilitesi ve diğer bazı strüktürel özellikleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmalarda, bu süreçlerin toprağın organik madde içeriği, mineralojisi, tekstürü, donma hızı, nem içeriği, donma-çözülme ve ıslanma-kuruma olayları sayısına bağlı olarak olumlu veya olumsuz yönde olabileceği belirtilmektedir (Benoit 1973; Mostaghimi *et al.* 1988; Lehrs *et al.* 1991; Staricka and Benoit 1995; Piccolo *et al.* 1997b; Lehrs 1998; Oztas and Fayetorbay 2003; Kvaerno and Oygarden 2006; Seguel and Horn 2006).

Çağımızda gelişen ve değişen teknolojik olanaklar tarımsal faaliyetleri de etkilemiştir. Yaklaşık 3000 yıldır tarım yapılan ülkemiz topraklarının bilinçsiz tarım teknikleri nedeniyle organik madde bakımından giderek yoksullaşması, strüktürel yapının ve agregasyonun bozularak yapısal degradasyona uğraması, toprak sıkışabilirliğini, yüzeyde kaymak tabakası oluşumunu ve toprağın erozyona uğrama hassasiyetini artırmıştır. Bunun doğal bir sonucu olarak ülke topraklarının üretkenlik potansiyelleri önemli ölçüde azalmıştır.

Bitkisel üretimde verimi ve kaliteyi yükseltmek agronomistlerin temel amaçlarından biridir. Bunun için ise çeşitli çalışmalar ve sonuçlarında da tavsiyeler ortaya konulmaktadır. Toprak fiziksel degradasyonunun azaltılması ve korunması da bunlardan biridir.

Toprak ortamında birbirini takip eden donma-çözülme (D/Ç) ve ıslanma-kuruma (I/K) süreçleri toprağın strüktürel özelliklerinde genellikle ciddi bozulmalara yol açmaktadır. Strüktürel açıdan bozulmuş topraklarda agregasyonu sağlamak ve agregat stabilitesini artırmak için üst toprak içerisine organik atıkların karıştırılması en yaygın yol olarak izlenmektedir. Bu toprakların rehabilitasyonunda fazla miktarda organik girdiye ihtiyaç duyulması ve topraktaki inkübasyon sürecinin uzun olması bu alanda sentetik organik toprak düzenleyicilerinin alternatif kullanım olanaklarının araştırılmasına yön vermiş ve bu alanda poliakrilamid (PAM) ve polivinilalkol (PVA)'in kullanımı yoğun olarak araştırılmaya başlanmıştır.

1970’li yıllardan günümüze kadar polisakkaritler ve nişasta kopolimerleri başta olmak üzere birçok sentetik organik polimerler toprakların strüktürel stabilitesini sağlamak amacıyla araştırmalara konu edilmektedir. Bu konuda yapılan çalışmalarda, sentetik polimerlerin toprak yüzeyine çok düşük dozlarda uygulanmasının bile agregat stabilitesi ve strüktürel yapıyı geliştirme bakımından önemli pozitif etkiler yapabileceği genel bir sonuç olarak vurgulanmaktadır (Gabriels 1990; Bryan 1992; De Boodt 1993; Mukhopadhyay *et al.* 1994; Sojka and Lentz 1994; Zhao and Xu 1995; Nadler *et al.* 1996; Amezketa 1999; Sivapalan 2002; Imbufe *et al.* 2005).

Gelişmiş ülkelerde toprak kaynaklarının korunmasında toprak düzenleyicileri yaygın olarak kullanılmaktadır. Doğal organik ürünlerin yanı sıra sentetik organik polimerlerin toprak yüzeyine serpilerek veya karıştırılarak uygulanmasının toprağın strüktürel yapısını önemli düzeyde geliştirerek toprak geçirgenliğini arttırdığı bilinmektedir. Son dönemlerde ise, yapay organik polimerlerin strüktür düzenleyici olarak; stabil agregat oluşumu, toprak havalanması ve su geçirgenliği, kabuk bağlama, yüzey akış ve erozyon üzerindeki etkinliğinin belirlenmesi önemli çalışma konuları olarak dikkat çekmektedir. Bu bağlamda, topraklara polimer uygulanması ile toprakların fiziksel degradasyonuna neden olan olay ve süreçlere karşı daha dirençli bir hale getirilebileceği, bozulan strüktürel özelliklerinin düzeltilebileceği ve bunun sonucunda bu topraklarda su ve hava hareketinin önemli ölçüde artırılabilmesi tahmin edilmektedir.

Bu çalışmanın amacı; Erzurum yöresinde yaygın olarak bulunan dört büyük toprak grubunda, polivinilalkol (PVA), poliakrilamid (PAM) ve hümik asit (HA) uygulamalarının bazı fiziksel ve hidrolojik toprak özellikleri üzerine etkisi ile toprakların fiziksel degradasyonuna yol açan D/Ç süreçlerinin toprağın yapısal özellikleri üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılmasında organik polimerler (PVA ve PAM) ve hümik asit (HA)’in kullanım etkinliğinin belirlenmesidir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Toprak insanlığın geleceği için sürdürülebilir bir şekilde yönetilme zorunluluğu olan doğal bir kaynaktır. Uzun dönemde toprak kaynaklarının korunması ve sürdürülebilir yönetimi temel gerekliliktir. Bu gereklilik politikacılar, bilimsel komiteler ve özellikle zirai komitelerde global bir konu olarak özel dikkat çeken “Sürdürülebilir Tarım” kavramını ön plana çıkarmaktadır. Uluslararası Tarımsal Araştırma Değerlendirme Grubu Teknik Danışma Komitesine göre, “sürdürülebilir tarım doğal kaynakların korunması ve çevre kalitesinin korunup geliştirilmesi aşamasında değişen insan ihtiyaçlarını uygun bir şekilde karşılayabilecek başarılı kaynak yönetimini zorunlu kılar” (Lal and Pierce 1991; Amezketa 1999). Bu kapsamda; toprak strüktürü, çevre kalitesinin kabul edilebilir standartlarda sürdürülebilir tarımsal üretkenlik için toprak kaynaklarının yönetiminde anahtar bir rol oynar.

İyi toprak strüktürü, agregasyonda tüm hiyerarşik düzenlere göre iyi bir şekilde gelişmiş, dışsal mekanik stresler/kuvvetlere ve suyun etkilerine karşı stabil bir yapı olarak tanımlanmaktadır (Dexter 1988). İyi toprak strüktürü, çevre kalitesinin korunması ve tarımsal üretimin devamlılığı için en çok tercih edilen toprak karakteristiğidir. Agregatların stabilitesi ve agregatlar arasındaki porlar toprakta suyun depolanması ve hareketini, havalanmayı, erozyonu, biyolojik aktiviteyi ve bitkilerin büyümesini etkiler. Agregat stabilitesini yükseltmek için uygulanan toprak yönetimi; üretkenliğinin korunması, erozyon ve degradasyonun minimize edilmesi ayrıca toprak degradasyonundan kaynaklanan çevre kirliliğinin azaltılması için zorunludur. İyi gelişmiş toprak strüktürü ile yüksek agregat stabilitesi sürdürülebilir tarım ve toprağın sürdürülebilir kullanımı için gerekli şarttır (Amezketa 1999).

2.1. Donma-Çözülme ile İlgili Çalışmalar

İklim; toprağın tipini, strüktürel yapısını ve agregasyon derecesini önemli ölçüde etkileyen toprak oluşum faktörlerinden biridir. Toprak su içeriğinin değişmesiyle meydana gelen ıslanma-kuruma ve hava sıcaklığın değişmesiyle meydana gelen donma-çözülme olayları toprak strüktürünün şekillenmesi ve/veya bozulmasında etkilidir. Topraklar mevsimsel değişimlere bağlı olarak farklı sıcaklık ve nem rejimlerine maruz kalmaktadırlar ve bu değişimler toprakların fiziksel durumlarını ve özelliklerini etkilemektedir. Toprak nem durumundaki değişimler yağış, sulama, kapillar yükselme, güneşlenme ve rüzgara bağlı olarak ıslanma ve kuruma ile sonuçlanmaktadır. Sıcaklık tarafından etkilenen bu süreçler donma-çözülme olaylarında da etkili olmaktadır (Utomo and Dexter 1982; Rajaram and Erbach 1998; Six *et al.* 2004; Lipson and Schmidt 2004; De Oliveira *et al.* 2005; Sjursen *et al.* 2005).

Literatürlerde donma-çözülme süreçlerinin toprak strüktürü üzerine etkileri hakkında çeşitli görüşler olup, Lynch and Bragg (1985) ve Oades (1993) toprak strüktürünün şekillenmesinde donma-çözülme gibi fiziksel güçlerin etkin olduğunu ifade etmektedirler.

Toprak sistemi içerisinde iklim koşullarına bağlı olarak meydana gelen ve toprağın dinamik yapısı üzerinde etkili olan en önemli olaylardan biri de donma-çözülmedir. Yapılan araştırmalar donma-çözülme süreçlerinin, toprak fiziksel durumunu, özellikle strüktür ve agregat yapısını etkilediğini göstermektedir (Benoit 1973; Bullock *et al.* 1988; Mostaghimi *et al.* 1988; Sönmez 1994; Şahin vd. 1999; Cruse *et al.* 2001; Bronick and Lal 2005; Kvaerno and Oygarden 2006). Toprak strüktürel durumu ve agregat yapısının etkilenmesi, toprakta gözenek büyüklük dağılımının, hidrolik iletkenliğin, infiltrasyon hızının, yüzey akış ve toprak erodibilitesinin değişmesi ile sonuçlanmaktadır (Lehrsch *et al.* 1991; Kvaerno and Oygarden 2006).

Toprağın erozyon potansiyelinin en fazla olduğu, çevresel şartlar tarafından strüktürel özellikleri ile agregat yapısının en fazla değişebileceği dönemler, bir bitki örtüsü

tarafından korunmadığı geç sonbahar, kış ve erken ilkbahar dönemleridir. Bu dönemlerde çevresel şartlar toprağın donma-çözülme sayısını ve donma anındaki su içeriğini etkilemektedir (Staricka and Benoit 1995).

Donma-çözülme ile toprağın strüktürel yapısı ve agregat stabilitesi arasındaki ilişkiyi toprak tipi, başlangıç agregat büyüklüğü ile agregat stabilitesi, donma hızı, donma anındaki toprak nem içeriği ve donma-çözülme sayısı etkilemektedir (Benoit 1973; Mostaghimi *et al.* 1988; Lehrs *et al.* 1991; Edwards 1991; Oztas and Fayetorbay 2003).

Donma-çözülmenin toprak fiziksel özellikleri üzerindeki etkisi bütün topraklarda aynı düzeyde olmayıp toprağın tekstürüne bağlı olarak değişim göstermektedir. Bu etki, kaba bünyeli topraklarda az, orta ve ağır bünyeli topraklarda ise daha fazla olmaktadır (Demiralay 1977; Pikul and Allmaras 1985; Mbagwu and Bazzoffi 1989).

Lehrs *et al.* (1991), tarafından altı farklı tekstürdeki toprakta yapılan çalışmada, ince ve orta bünyeli topraklarda donma anındaki nem içeriği artışıyla agregat stabilitesinin doğrusal olarak azaldığı, donma-çözülme sayısının agregasyon üzerindeki etkisinin toprak tekstürüne bağlı olarak farklılık gösterdiği tespit edilmiştir.

Donma esnasında gözeneklerde oluşan buz kristalleri gözenek çapını genişleterek toprak kütle yoğunluğunun azalmasına sebep olmasına rağmen, bu olay, doğal olarak stabil olmayan gözeneklerin ortaya çıkmasına neden olmakta, buz kristallerinin erimesi ve toprağın drenajı ile gözenek geometrisinde tekrar bir değişim izlenmektedir (Kay *et al.* 1985).

Yavaş donmada büyük kristaller oluşurken, hızlı donmada agregatların kırılmasına neden olan çok sayıda küçük kristaller oluşmaktadır (Demiralay 1977; Henry 2007). Yavaş donma, bir taraftan topraktaki suyun donması esnasında oluşan kristallerin etrafına basınç yapıp keseklerin kırılmasını sağlaması, diğer taraftan da buz

kristallerinin etrafından su moleküllerinin çekilmesine ortam hazırlaması sebebiyle yeni agregatların oluşumunda etkin rol oynamaktadır (Ergene 1993).

Toprak nem içeriğinin düşük olması, donma-çözülmenin agregasyon üzerine etkisinin az veya önemsiz olmasına neden olmaktadır. Don olayı başlangıcında toprağın aşırı su içermesi ve çözülme anında da yağışın varlığı agregatlaşmış materyali dahi dispers edebilmektedir (Demiralay 1977).

Donma anında daha ıslak olan topraklarda donun etkisi daha belirgin olmaktadır (Voorhees 1983). Bullock *et al.* (1988), yaptıkları çalışmada, donma anındaki nem seviyesi ile agregat stabilitesi arasında negatif bir ilişki belirlemişlerdir.

Donma-çözülme sayısı ile agregat stabilitesi arasındaki ilişki ile ilgili değişik sonuçlar, farklı araştırmacılar tarafından saptanmıştır. Richardson (1976), Perfect *et al.* (1990), Lehrsch *et al.* (1991) ve Lehrsch (1998) ilk birkaç donma-çözülme döngüsü ile agregat stabilitesinin arttığını belirtirlerken pek çok araştırmacı ise (Bullock *et al.* 1988; Benoit 1991; Edwards 1991; Mulla *et al.* 1992; Staricka and Benoit 1995; Dagesse *et al.* 1997; Bajracharya *et al.* 1998; Oztas and Fayetorbay 2003; Kvaerno and Oygarden 2006) donma-çözülme sayısı arttıkça agregat stabilitesi değerinin azaldığını ifade etmektedir.

Özdemir ve Akgül (1995) ile Fitzhugh *et al.* (2001) tarafından yapılan çalışmalarda, donma-çözülme olaylarının toprakların suya stabil agregatlar miktarı ile strüktürel stabilite ölçütü değerini önemli ölçüde azalttığını, dispersiyon oranı ile erozyon oranı değerlerini ise önemli ölçüde arttırdığı ve bu azalış ile artışların donma-çözülme sayısı tarafından önemli ölçüde etkilendiği bildirilmektedir. Ayrıca, donma-çözülme olaylarının toprakların strüktürel dayanıklılığını azaltarak erozyona karşı duyarlılığını artırdığı vurgulanmaktadır.

Mostaghimi *et al.* (1988), toprak tipinin (tınlı, siltli tın ve killi tın) donma anında toprağın sahip olduğu nem içeriğinin, donma hızının ve donma-çözülme olayları sayısının agregat stabilitesi üzerindeki etkilerini incelemiş; donma hızının agregat

stabilitesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığını, donma olayının genelde toprak agregatlarını parçaladığını ve donma-çözülme olayı sayısının ise toprak tipine bağlı olarak etkisinin değiştiğini bildirmişlerdir. Donma anında toprağın sahip olduğu nem içeriği ile agregat stabilitesi arasında ters ilişki olmasına karşın zayıf agregatlaşmış toprakların donma-çözülme sürecinde daha stabil olduklarını belirtmişlerdir. Bu araştırmacılar, donma-çözülme süreç sayısı arttıkça killi-tınlı toprağın agregat stabilitesinin azaldığını, siltli-tınlı toprakta ise 1-3 arasında oluşan donma-çözülme olaylarının agregat stabilitesini artırdığını ancak 6'dan fazla donma-çözülmeden sonra agregat stabilitesinin azaldığını belirtmektedirler.

Benoit and Bornstein (1970) tarafından yapılan çalışmada, donma-çözülme etkisiyle büyük agregatların parçalandığı ve hidrolik iletkenliğin azaldığı, strüktürün bozulma derecesinin donma anındaki su içeriği artışıyla, agregat büyüklüğü artışıyla ve daha düşük donma derecelerinde arttığı belirlenmiştir. Bundan dolayı da donma-çözülme olaylarının gerçekleştiği bölgelerin ıslak topraklarında drenaj problemlerinin arttığı ifade edilmektedir.

Benoit (1973) tarafından, genel olarak maksimum su tutma kapasitesinde suya dayanıklı agregatlarda dağılımın istatistiksel olarak daha fazla olduğu, daha düşük donma derecesinde, yüksek su içeriğinde ve agregat büyüklüğünün fazla olduğu durumlarda donma-çözülmenin düşey infiltrasyon hızında en fazla azalmaya neden olduğu bildirilmektedir.

Şahin vd. (1999), orta bünyeli bir toprakta farklı nem içeriklerinde (0.01, 0.33 ve 0.65 atm) farklı donma-çözülme döngüleri (3, 6, 9, 12 ve 15) uyguladıkları çalışmalarında, nem düzeyindeki azalma porozite ve hidrolik iletkenlik değerlerini artırırken, kuru elemeye ait ortalama ağırlık çapı, kütle yoğunluğu, tarla kapasitesi ve yarayıslı nem değerlerini azalttığını bulmuşlardır. Ayrıca, donma-çözülme sayısındaki artışa bağlı olarak agregat stabilitesi, ıslak elemeye ait ortalama ağırlık çap, kütle yoğunluğu, tarla kapasitesi ve yarayıslı nem değerlerinde genel olarak bir azalma, porozite ve hidrolik iletkenlik değerlerinde ise genel olarak bir artışın olduğunu bildirmektedirler.

Oztas and Fayetörbay (2003), farklı ana materyallerden oluşmuş 4 toprak örneğinde 3 farklı agregat büyüklüğü (0-1, 1-2 ve 2-4 mm), 3 farklı nem seviyesi (HK, TK ve 0,9xSN), 2 farklı donma sıcaklığı (-4 ve -18°C) ve 3 farklı donma-çözülme sayısı (3, 6, 9 kez) uyguladıkları çalışmalarında, donma-çözülme süreçlerinin agregat stabilitesi üzerinde genellikle bozucu etki yaptığını belirtmektedirler. Ayrıca, donma-çözülmenin agregat stabilitesi üzerine etkisinin toprağın başlangıç agregasyon durumu, donma anında toprağın sahip olduğu nem içeriği, donma-çözülme süreç sayısı ve donma sıcaklığı tarafından önemli derecede etkilendiğini vurgulamaktadırlar.

Donma-çözülme süreçleri erozyon açısından son derece önemlidir. Erken ilkbaharda bir birini takip eden donma-çözülme süreçleri toprak üst katmanında özellikle makro agregatların parçalanmasına neden olarak agregat büyüklüğünü önemli ölçüde azaltmakta ve zaten doygun durumda olan yüzey topraklarının erozyona uğrama eğilimlerini ve yüzey akışla kayıplarını artırmaktadır (Benoit 1973; Mostaghimi *et al.* 1988).

Wischeimer and Smith (1978), donmuş katman üzerinde uzanan hemen hemen doygun haldeki çözülmüş katmanın erozyona uğrama potansiyelinin çok daha büyük olduğunu bildirmektedirler. Ayrıca, çözülmeye başlamış katman üzerine düşen yağış veya mevcut karın erimesinin daha şiddetli erozyona yol açacağını belirtmektedirler.

Özdemir ve Akgül (1995), donma-çözülmenin toprağın strüktürel dayanıklılığı ve erozyona duyarlılığı üzerine yapmış oldukları bir çalışmada, donma-çözülme sayısındaki artışa bağlı olarak toprakların strüktürel dayanıklılıklarının azaldığını ve erozyona duyarlılıklarının arttığını kaydetmişlerdir. Bullock *et al.* (1999)'da yaptıkları çalışmalarında agregat parçalanmasının arttığını ve dolayısıyla toprakların rüzgar erozyonuna uğrama risklerinin arttığını belirtmektedirler.

Bajracharya and Lal (1992), siltli tın tekstürdeki bir toprakta mevsimsel toprak kayıpları ile toprağın aşınmaya karşı duyarlılığındaki değişimi incelemişler ve donma-çözülme ile

ıslak şartların hakim olduğu kış-ilkbahar aylarında toprak kayıplarının ve toprakların aşınmaya karşı duyarlılıklarının en yüksek düzeyde olduğunu ortaya koymuşlardır.

Froese and Cruse (1997) ve Chow *et al.* (2000), çözünme süreci boyunca yüzey toprağın strüktür ve hidrolojik özelliklerinin değiştiğini ve yağışın erozyona uğrama hassasiyetini daha da arttırabileceğini bildirmektedirler.

Aldrich and Slaughter (1983) yaptıkları çalışmada, ilkbahar aylarında kar erimelerinden oluşan yüzey akışın, toplam yüzey akışın %40'ını oluşturmasına karşın toplam toprak kayıplarının %90'ını oluşturduğunu belirtmişlerdir. Aynı konuda, Kirby and Mehuys (1987) yürüttükleri bir araştırmada, ince tekstürlü topraklarda toprak kaybının %90'ının kış aylarında meydana geldiğini açıklamışlardır.

Pikul and Allmaras (1985), siltli-tınlı topraklarda bir birini takip eden ıslanma-kuruma ve donma-çözülme süreçlerinin agregatların parçalanmasına ve bunun bir sonucu olarak kaymak tabakası oluşumuna ve infiltrasyonun azalmasına neden olduğunu rapor etmişlerdir.

Toprakta donma ve çözülme olaylarının etkinliğini azaltan her hangi bir toprak ve bitki koruma önlemi (bitki artıklı tarım gibi) infiltrasyonun artmasına ve dolayısıyla erozyonun azalmasına yol açar. Pikul and Almaras (1985), yüzey örtüsünün son kış dönemindeki donma ve çözülme süreçlerini azaltan önemli bir yönetim önlemi olduğunu belirtmektedirler. Bu araştırmacılar çalışmalarında, mart ayında 7 kez donma olayının yaşandığını, bitki artıklarıyla örtülmüş durumda toprak yüzeyinin donmadığını, buna karşılık çıplak toprak yüzeyinin her seferinde yaklaşık 1,5 cm donduğunu kaydetmektedirler.

2.2. Polivinilalkol (PVA), Poliakrilamid (PAM) ve Hümik Asit (HA) ile İlgili Çalışmalar

Topraklar sahip oldukları farklı özelliklerinden dolayı suyun dispersleştirme ve mekaniksel dış kuvvetlerin parçalama etkilerine karşı değişik ölçülerde duyarlılık gösterirler. Bu özelliklerin başında ise toprağın agregasyon derecesi ve topraktaki stabil agregatların yüzdesi gelmektedir. Toprağın strüktürel stabilitesini geliştirmek ve agregasyon derecesini artırmak için doğal kaynaklı organik materyal kullanımı yanısıra yapay organik polimerlerin kullanılmasında mümkündür. Polimer moleküllerinin kil yüzeyinde adsorpsiyonu sonucu kil taneleri arasındaki itici kuvvetleri azalttığı ve polimer moleküllerinin toprak partikülleri arasında köprü görevi görerek toprak tanelerini birbirine bağladığı, dolayısıyla toprak agregasyonuna neden olduğu 1950'li yıllardan beri bilinmektedir (Harris *et al.* 1966).

Son yıllarda toprak fiziksel özelliklerini istenilen yönde değiştirmek; toprak strüktür oluşumunu ve stabil agregatların oranını arttırarak bitkilere daha uygun bir gelişme ortamı sağlamak amacıyla yapay kimyasal kompleksler ile doğal katkı maddeleri geniş ölçüde deneme ve uygulamaya alınmıştır. Topraktaki organik artıkların biyolojik ve kimyasal ayrışma ürünleri olan polisakkarit ve poliüronidlerin granülasyon oluşumunda etken faktörler oldukları düşüncesinin ışığı altında bir çok araştırmacı, toprak strüktürünü ıslah etmede poliüronid asit tuzları veya poliüretanlar ile polisakkaritlerin ilave edilmesi ile topraklarda stabil agregat oluşumunu deneysel olarak araştırmaya başlamışlardır (Tuncay 1983).

Organik polimerler toprak agregatlarının oluşumunda çimentolayıcı veya yapıştırıcı olarak strüktürel yapının ortaya çıkmasında çok önemli bir işlevi yerine getirmektedir (Tisdall and Oades 1982). Katyonik organik polimerlerin kil mineralleri üzerindeki negatif elektrostatik yük dengesini sağladığı ve böylece koagüle edici özellik taşıdığı bilinmektedir. Polimer moleküllerinin agregat boşlukları arasındaki hareketinin ve penetrasyonunun agregatların stabilizasyonu sağladığı ifade edilmektedir (Ben-Hur and Keren 1997). Flokulant materyallerin, taneler arasında bağlanma kuvvetlerini arttırarak

agregatları parçalayıcı ve yıkıcı kuvvetlerin olumsuz etkilerini azalttığı bildirilmektedir (Heitner 1994; Sharma *et al.* 2006).

Stefanson (1973), sentetik organik polimerlerle toprağın strüktürel stabilitesinin sağlanması üzerine yapılan ilk çalışmalarında PVA'nın diğer birçok organik polimer kadar etkili olduğunu belirtmekte ve yüzey toprağının strüktürel yapısının toprak organik maddesi tarafından korunduğu sürece PVA uygulamasının toprağın strüktürel yapısını etkili bir şekilde stabilize ettiğine dikkat çekmektedir. Ayrıca, bozulmamış toprak kolonları üzerine ağırlık esasına göre %0,005 oranında PVA uygulamasının bile suni yağmur koşulları altında toprak tarafından infiltre edilen yağış miktarının iki katına çıkarılabileceğini bildirmektedir.

Uysal (1986), Gediz havzasında yer alan büyük toprak gruplarına ait su erozyonuna maruz kalan eğimli tarım alanlarında polimer kullanarak yapmış olduğu çalışmada, solüsyon halindeki PVA'nın çok küçük miktarının toprağa uygulanması ile işlenen toprakların zayıf strüktürlerinin ıslah edilebildiğini, agregatlaşmanın artırdığını, su hareketinin ve havalanmanın önemli ölçüde değiştiğini tespit etmiştir. Diğer bir çalışmada Uysal ve Taysun (1995), toprağa hidrofobik özellikte kümeleşmeyi sağlayan PVA ve PAM uygulanmasının yüzey akışı ve toprak kayıplarının önemli ölçüde azalttığını belirlemişlerdir.

Painuli and Pagliali (1990), kil ve tın bünyeli topraklara sentetik stabilizatör olarak bilinen polivinil alkol, dekstran ve hümik asidi %0-%0.5-%1.0 ve %2.5 oranlarında ilave ederek strüktürel değişimlerini incelemiş, PVA ve dekstran uygulaması ile toprak yapısını önemli derecede geliştirebildiğini ve suda dispers olabilen silt+kil miktarının önemli oranlarda azaldığını belirtmektedirler. Ayrıca, Barry *et al.* (1991), toprağa uygulamış oldukları PVA'nın 7 gün inkübasyon sonunda toprağın dağılılırlığını önemli derecede azalttığını belirlemişlerdir.

Sen *et al.* (1995), laboratuvar ve sera koşullarında kumlu toprağa sentetik ve organik toprak düzenleyicilerini farklı oranlarda uygulayarak, toprak agregasyonu, porozite,

toprak su oranı, hidrolik iletkenlik ve bitki gelişimi üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Topraklara artan dozlarda PVA uygulamasının toprağın suya dayanıklı agregat miktarını ve su tutma kapasitesini önemli düzeylerde artırdığını belirlemişlerdir.

Zlatkovic and Raskovic (1998), PVA, PAM ve Carboxymethylcellulose'ün toprak agregasyonu ve bitki gelişimi üzerine etkisini incelemiş suda çözünen polimerlerin 1-2 ve 5 ppm konsantrasyonlarında agregasyonun gelişimi ve bitki gelişimi üzerine artan dozlarla önemli pozitif etkiler yarattığını belirlemişlerdir.

Chiellini *et al.* (2000), PVA'nın montmorillonit, kuvars kumu ve çiftlik toprağı tarafından adsorbsiyonunu inceledikleri çalışmalarında, en yüksek adsorbsiyon oranının montmorillonit tarafından yapıldığını, buna karşılık kuvars kumunun PVA adsorbsiyonu bakımından hiçbir afinite göstermediğini belirlemişlerdir. Toprakta adsorbe edilen PVA'nın adsorbe edilmemeyene oranla çok daha yavaş mineralize olduğunu, bu nedenle toprakta PVA'nın kil bileşikleri tarafından geri dönüşümsüz olarak adsorbe edildiği ve bu durumda PVA'nın biodegradasyonunu engellediğini vurgulamaktadırlar.

Chiellini *et al.* (2003), toprağa uygulanan PVA'ün yıkanma ile kaybı üzerine yapmış oldukları çalışmada, toprağa 5-10 gr/m² oranlarında uygulanan PVA'in toprak tarafından tamamen tutulduğunu ve yıkama solüsyonunda PVA'e rastlanmadığını tespit etmişlerdir.

Azzam (1980), asidik, nötral veya bazik herhangi bir toprağın az miktarda kil içermesi durumunda polimerlerin böyle topraklar üzerinde düzenleyici etkiye sahip olabildiklerini belirtmektedir.

Vleeschauwer *et al.* (1978), bitüm ve PAM'ın toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkisinin incelendiği bir araştırmada, uygulamaların fiziksel özelliklere çok fazla etki ettiği fakat kimyasal özelliklerin değişmediği saptanmıştır. Uygulamaların toprağın porozite ve infiltrasyon oranını artırdığı, bitüm ve PAM'ın toprak agregasyonuna pozitif etki yaptığı belirlenmiştir.

Levy *et al.* (1992), sulama suyuna ilave edilen polimerlerin toprağın infiltrasyon oranını, agregat stabilitesini ve agregatların su karşısında dağılmaya karşı dirençlerini artırdığını tespit etmişlerdir.

Aslan (2004), yaptığı bir çalışmada toprağa uygulanan HJ (hidrojeller)'in toprağın su tutma kapasitesini, tarla kapasitesini, yarayışlı nem kapasitesini, agregat stabilitesini, hidrolik iletkenliğini, bitkinin su kullanım etkinliğini, bitkide kuru madde miktarını artırdığını, daimi solma noktasını etkilemediğini, toprak tuzluluğunun bitki gelişimindeki olumsuz etkilerini ise azalttığını belirlemiştir.

Dodd *et al.* (2004), sodik ve sodik olmayan topraklara ağırlık esasına göre %0,2-%0,001 ve %0,00005 oranında PAM uygulamış ve polimer uygulamasının toprağın suya dayanıklı agregat yüzdesini, infiltrasyonunu ve hidrolik iletkenlik değerini önemli derecede artırdığını kaydetmişlerdir.

Inyang and Bae (2005), toprakların strüktürel stabiliteilerinin sağlanmasının birçok çevre amenajman projesi ve özellikle su ve rüzgar erozyonu kontrolü için polimer kullanımının yüksek bir etkinlik sağlayabildiğine dikkat çekmektedirler.

Lentz and Sojka (1994), PAM kullanımının erozyon üzerine etkilerini incelerken, PAM uygulamalarının aynı zamanda yüzey akış suyunda toplam fosfor, nitrat, sediment konsantrasyonunu azaltarak yüzey akış suyu kalitesini iyileştirdiğini belirlemiştir.

Trankel *et al.* (1995) siltli tınlı tektüre sahip bir toprakta 0.11 g m^{-2} PAM uygulaması ve 16.8 g m^{-2} malçlamanın sediment taşınımı ve infiltrasyon üzerine etkisini incelemiş, malçlamanın sediment taşınımını %33, PAM uygulamasının %61 ve Malç+PAM uygulamasının ise %91 oranında azalttığını belirlemiştir. PAM uygulamasının toprağa sızan su miktarına etkisi görülmezken malçlamanın %42-45, Malç+PAM uygulamasının ise %42-56 oranında artırdığı belirtilmiştir.

Ben-Hur and Keren (1997) toprakların agregasyon derecesi infiltrasyon hızları üzerine P-101, CP-14 ve CG gibi farklı polimerlerin etkisini inceledikleri bir çalışmada, 50-75 kg/ha uygulama dozunda ve 40 mm toplam yağış altında araştırma konusu toprakların infiltrasyon hızlarının ve agregasyonlarının arttığını ve bu artışta P-101 polimerinin diğer iki polimerden daha etkili olduğunu rapor etmişlerdir. Benzer bir çalışmada, Green *et al.* (2000), farklı dozlarda poliakrilamid (PAM) uyguladıkları toprakların infiltrasyon hızlarının arttığını ve farklı yağış yoğunluğu altında su ile aşınıp taşınan toprak miktarının da azaldığı belirtilmiştir.

Uysal *et al.* (1998), PAM uygulamasının farklı tekstürel bileşime sahip topraklarda agregat stabilitesi, süspansiyon yüzdesi, dispersiyon oranı ve perkolasyon oranı gibi toprak erodibilitesini belirleyen özellik ve parametreleri önemli derecede etkilediğini, başlangıçta %33.49 dispersiyon oranına (DO) sahip olan bir toprağın DO değerinin PAM uygulamasından sonra %3.44'e kadar düşürebildiğini, toprakların agregat stabilitesi değerlerinin ise %30 dolayından %100'e kadar çıkarabildiğini belirtmektedir.

Orts *et al.* (2000), chitosan, starch xanthate, cellulose xanthate ve acid-hydrolyzed cellulose microfibrils'den oluşan bir seri biopolimeri ve sentetik PAM polimerini sulama suyuna katarak laboratuvar ortamında kanal içerisinde taşınan toprak kayıplarının azaltılması üzerine etkinliğini incelemiş ve biopolimerler arasında hiçbirinin sentetik polimer kadar yüzey akış sediment kaybını azaltmadığını oysa 5 ppm gibi çok düşük konsantrasyonlarda uygulanan PAM'in bile bu kayıpları %90'dan daha fazla bir oranla azaltabildiğini belirlemişlerdir.

Santos and Serralheiro (2000), erozyona karşı duyarlı Akdeniz topraklarında 1 mg l^{-1} PAM'ın sulama suyu ile toprağa uygulanması sonucu toprağın hidrolik iletkenlik değerinin %168 kat arttırılabileceğine dikkat çekmektedirler.

Lentz *et al.* (2001) karık sulama yönteminin yaygın kullanma olanağı, düşük maliyet ve enerji ihtiyacı olması avantajı yanında fazla yüzey akış, erozyon ve derine sızma kayıplarının olduğunu belirtmişlerdir. Bu sakıncaları ortadan kaldırmak, ayrıca besin

maddelerinin taşınımını incelemek amacıyla, sulama suyuna 10 mg/L PAM katmışlardır. Çalışmada PAM uygulanmasında kontrol sulamaya göre sediment taşınımında %90, toplam fosfor taşınımında %92 ve kimyasal oksijen isteğinde ise %85 azalma olmuştur.

Nishimura *et al.* (2005), jips ve PAM'in asit toprakların infiltrasyonu ve erodibilitesi üzerine etkisini incelemiş, 40 mm h⁻¹ yapay yağış uygulamasıyla 2,5 ton ha⁻¹ jips ve 15 kg ha⁻¹ PAM uygulanmış topraklarda, jips uygulanan toprakların dispersleştiği, buna karşılık PAM uygulamasının infiltrasyonu hızlandırarak sediment kayıplarını azalttığını saptamışlardır.

Piccolo *et al.* (1997a), farklı kil tiplerine sahip topraklarda ıslanma-kuruma süreçlerinin agregat stabilitesi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, ıslanma-kuruma süreçlerinin agregat stabilitesi üzerine olumsuz etki yaptığını belirtmektedirler. Ayrıca aynı çalışmada, hümik asidin 0.1 g/kg'a kadar olan dozlarının agregat stabilitesini arttırdığı ve toprakları ıslanma-kuruma süreçlerine karşı daha dirençli hale getirdiği de vurgulanmaktadır.

Piccolo *et al.* (1997b), erozyona uğrayan toprak kayıplarını minimize etmek için doğal ve sentetik toprak düzenleyicilerin kullanımının etkisini incelemiş, toprağa uygulanan 0,05 gr kg⁻¹ (yaklaşık 100 kg ha⁻¹) hümik asidin bile toprak kayıplarını %36 oranında azalttığını, agregat stabilitesini ve su tutma kapasitesini artırarak yüzey akışın ve drenajın başlaması için geçen süreyi uzattığını belirlemişlerdir.

Imbufe *et al.* (2005), asidik ve sodik topraklarda ıslanma-kuruma süreçlerinin agregat stabilitesi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında potasyum humate kullanmışlar ve kullanılan ıslah maddesinin toprakların agregat stabilitesini artırdığını ve toprakların agregat stabilitesinin ıslanma-kuruma süreçlerine karşı daha dirençli olduklarını belirlemişlerdir.

Yüzeye serpilerek veya sulama sularında çözündürülerek toprağa uygulanan polimerlerin ve humik asidin; toprak hidrolik iletkenliğini (El-Morsy *et al.* 1991), ve infiltrasyonu önemli derecede artırdığı (Mitchell 1986; Wallace and Wallace 1986; Wallace and Nelson 1986; Shainberg *et al.* 1990; Abu-Zreig 2006; Sojka *et al.* 2007), kaba bünyeli topraklarda strüktürü düzelttiği ve toprakların su tutma kapasitelerini arttığı (Gehring and Lewis 1980; Dehgan *et al.* 1994; Abd El-Rehim *et al.* 2004; Abedi-Koupai and Asadkazemi 2006), agregat stabilitesini %17'lerden %90'lara kadar çıkarabildiği (Chaney and Swift 1986a; Terry and Nelson 1986; Fitch *et al.* 1989; Fortun *et al.* 1989; Mbagwu and Piccolo 1989; Shainberg and Levy 1994; Bronick and Lal 2005; Chizoba and Chinyere 2006; Kukal *et al.* 2007), kaymak bağlama, akma ve dispersiyona karşı toprak yüzeyinin stabilitesini sağladığı (Agrawal and Sharma 1984; Mitchell 1986; Wallace and Nelson 1986; Shainberg and Levy 1994; Sen *et al.* 1995; Fox *et al.* 2004; Bronick and Lal 2005), yüzey akış ve toprak kayıplarını önemli ölçüde azalttığı (Wallace and Nelson 1986; Malik *et al.* 1991; Zhang and Miller 1993; Abu-Zreig 2006; Sojka *et al.* 2007) belirtilmektedir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma toprakları

Araştırmada, Erzurum yöresinde yaygın olarak bulunan bazaltik, kireçtaşı, kollüvial ve organo-mineral ana materyal üzerinde oluşmuş, benzer toprak nem ve sıcaklık rejimine sahip, %2-9 hafif eğimli tarım arazilerinden; Daphan Ovasından Vertisol ordosu Typic Ustert, Karasu civarından Entisol ordosu Fluvaquent, Pasinler Ovasından Mollisol ordosu Argiustoll ve Palandöken dağının kuzey eteğinden Aridisol ordosu Calciorthid büyük toprak gruplarından 0-20 cm'lik işleme katmanından alınan 4 farklı toprak grubuna ait örnekler kullanılmıştır. Örnekleme noktaları Akgül (1992) ve Özgül (2003) tarafından yapılan çalışma sonuçları dikkate alınarak belirlenmiştir.

3.1.2. Toprak örneklerinin alındığı alanın coğrafi konumu

Erzurum, Doğu Anadolu Bölgesinde 39°10'-40°57' kuzey enlemleri ve 40°15'-42°30' doğu boylamları arasında yer almaktadır. İl, kuzeyden Artvin-Rize, kuzeydoğudan Ardahan, batıdan Gümüşhane-Erzincan, güneyden Bingöl-Muş, doğudan Ağrı-Kars illeri ile çevrilmiş olup genel sınırları içinde kalan alan 24 768 km², merkez ilçenin alanı ise 2 892 km²'dir.

3.1.3. Toprak örneklerinin alındığı alanların toprak özellikleri

Erzurum Ovası allüviyal karakterde olup, Karasu civarındaki organo-mineral topraklar hariç, arazinin büyük kısmının toprağı Halosen genç allüviyonlardan oluşmaktadır. Allüviyal materyalin bileşimi; aglomera, bazalt, volkanik tuf, konglomera ve kireç taşının parçalanma ayrışma ürünlerini içermektedir (Atalay 1978).

Palandöken Dağları eteğinden alınan kollüviyal toprak; dik eğimlerin eteklerinde yerçekimi, toprak kayması, yüzey akış veya yan dereler ile kısa mesafelerden taşınarak biriktirilmiş ve kolüvyum denen materyal üzerinde oluşmuş genç, (A)C profilli topraklardır. Toprak karakteristikleri daha çok çevredeki yüksek arazi topraklarına benzemektedir. Bu toprakların rengi, oluştukları materyalin rengine bağlıdır. Bünyeleri genellikle kabadır. Eğim ve bünyeleri dolayısıyla drenajları iyidir. Tuzluluk ve alkalilik problemi göstermezler. Profildeki çakıllar, kısa mesafelerden taşındığı için köşelidir (Anonymous 1984)

Daphan ovası toprakları zonal toprak gruplarından kestanerengi ve kahverengi büyük toprak grubuna girmektedirler. Ova topraklarının büyük bir bölümü ağır bünyeli olup üst horizonları hafif ve orta derecede alkalın sınıfına girmektedir. Yüzey topraklarının organik madde içerikleri %1.0- 3.6 arasındadır. Düz kesimlerde kireç yüzey horizonlarından yıkanmış olup değişebilir sodyum yüzdesi %1.5'in altındadır. Bitkiye elverişli potasyum bakımından zengin olan ova toprakları, fosfor bakımından ise gübrelemeye ihtiyaç göstermektedir. Ovada tuzluluk problemi yoktur (Akgül 1994).

Pasinler ovası toprakları kollüviyal ve allüviyal olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Kollüviyal topraklar genellikle ovanın yamaç arazilerinde yüzeysel akımla veya yan derelerin kısa mesafelerden taşıyarak meyilin azalmış olduğu yerlerde biriktirdikleri materyallerin meydana getirdiği (A)C profilli topraklardır. Yağışın şiddeti ve eğimin derecesine göre muhtelif parça büyüklüklerini ihtiva eden katlar içermektedirler. Bu katlar allüviyal topraklar gibi birbirine paralel olmayıp düzensiz bir görünümlü olarak gözlenmektedirler. Bu topraklar organik maddece fakir, geçirgen ve sığ bir toprak yapısı göstermektedirler (Anonymous 1998; Barik 2004).

Allüviyal topraklar ise ovanın taban arazileri olarak nitelendirilen bölgelerinde yüzey sularının tabanlarında veya tesir sahalarında akarsular tarafından taşınarak birikmiş olan genç sedimentler üzerinde yer alan düz veya düze yakın eğime sahip (A)C profilli azonal topraklardır. Bu topraklar organik maddece normal, orta geçirgen ve derin profillidirler (Anonymous 1998; Barik 2004).

3.1.4. Toprak örneklerinin alındığı alanın iklim özellikleri

Erzurum ili Türkiye'nin sıcaklık ortalaması en düşük illerinden birisi olup, karasal iklim tipine sahiptir. Kış mevsimi soğuk ve kar yağışlı, yaz ayları ise serin ve kurak geçmektedir. Gece ile gündüz, yaz ile kış mevsimleri arasındaki sıcaklık farkı oldukça yüksek olup, yüksek basınç şartları etkili olduğundan dolayı kış aylarının şiddeti fazladır. Toprak aylarca karla kaplı kalmakla birlikte donlu günlerin sayısı fazladır. İklimin bu özelliği bitki örtüsü üzerine olumsuz etki yapmaktadır. Dolayısıyla tarım yapılan bitki paterni sınırlı kalmaktadır. Ekim ayının sonlarından mayıs ayına kadar yörede egemen olan kuru ve soğuk hava bu aydan sonra yavaş yavaş ısınmaya başlamaktadır. Erzurum ili uzun yıllar (1975-2005) ortalama iklim verileri Çizelge 3.1. de verilmiştir. Erzurum'un otuz yıllık iklim verilere göre yıllık ortalama yağış 435,6 mm'dir. Aylık ortalama yağış en fazla Mayıs (71,7 mm) en az Ağustos (17,9 mm) ayında düşmektedir. Sıcaklık ortalaması 5,7°C, en sıcak aylar Temmuz (19,3°C) ve Ağustos (19,4°C), en soğuk ay ise Ocak (-9,1°C) ayıdır. Yıllık buharlaşma 987,2 mm, ortalama nispi nem %63,9, ortalama donlu gün sayısı 112 gündür. İlk don olayı Ekim ayının sonlarında, son don olayı da Nisan ayının ortalarında görülmektedir (Anonymous 2006).

Çizelge 3.1. Erzurum ili uzun yıllar (1975-2005) ortalama iklim verileri (Anonymous 2006)

İklim verileri	AYLAR												Yıllık Ort./Top.	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
Ortalama yağış, mm	22,8	27,0	35,6	53,6	71,7	49,7	28,4	17,9	24,7	45,5	35,2	23,5	435,6	
Ortalama sıcaklık, °C	-9,1	-7,7	-2,8	5,2	10,6	14,4	19,3	19,4	14,7	8,1	1,1	-5,4	5,7	
Ortalama maksimum sıcaklık, °C	-4,0	-2,5	2,1	10,6	16,6	21,4	26,2	26,8	22,4	14,9	6,6	-1,0	11,7	
Ortalama minimum sıcaklık, °C	-13,7	-12,5	-7,3	0,2	4,5	7,5	11,3	11,2	6,7	1,9	-3,4	-9,7	-0,2	
Extrem maksimum sıcaklık, °C	8,0	10,6	21,4	23,5	29,6	32,2	35,6	35,4	32,0	27,0	20,7	12,3	35,6	
Extrem minimum sıcaklık, °C	-36,0	-37,0	-33,2	-18,5	-7,0	-5,6	-1,8	-1,1	-6,8	-12,6	-34,3	-37,2	-37,2	
Toprak sıcaklığı, °C	5 cm	-10,6	-8,6	1,8	8,6	12,6	19,7	25,2	23,4	17,9	10,2	2,3	-5,8	8,1
	10 cm	-10,5	-8,6	1,2	8,1	12,1	19,0	24,3	23,2	18,0	10,3	2,5	-5,4	7,8
	20 cm	-10,0	-8,2	0,1	7,1	11,2	17,6	22,7	22,1	17,5	10,4	3,1	-4,3	7,4
Ortalama nispi nem, %	76,2	75,2	74,2	65,3	61,2	56,3	50,3	47,5	50,3	61,5	72,2	76,5	63,9	
Ortalama buharlaşma, mm	0,0	0,0	0,0	11,3	119,1	160,9	237,9	235,8	168,6	55,3	0,0	0,0	987,2	
Ortalama rüzgar hızı, m s ⁻¹	1,9	2,2	2,5	3,2	3,0	2,8	3,0	3,0	2,7	2,6	2,2	2,0	2,6	
Kar yağışlı günler sayısı	11,4	10,6	10,5	3,4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	3,9	10,0	50,6	
Karla örtülü gün sayısı	28,5	26,5	21,7	3,8	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	6,5	23,3	111,2	
En yüksek kar örtüsü, cm	63,0	102,0	77,0	54,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,0	41,0	68,0		

3.1.5. Toprak örneklerinin alınması ve analize hazırlanması

Araştırmada kullanılmak üzere Daphan ovasından Typic Ustert, Erzurum ovasından Fluvaquent ile Calciorthid ve Pasinler ovasından Argiustoll büyük toprak gruplarına ait alanlardan 0-20 cm'lik işleme katmanından bozulmuş toprak örnekleri alınmıştır.

Alınan örnekler plastik torbalara konulup etiketlendikten sonra laboratuvara getirilerek oda sıcaklığında kurutulmuş ve 4.76 mm'den elenmiştir. Ayrıca, her toprak örneği için 2 mm'lik elekten geçirilmiş alt örneklerde toprakların bazı fiziksel ve kimyasal analizleri yapılmıştır.

3.1.6. Araştırmada kullanılan Polivinilalkol (PVA)'ün özellikleri

Denemede kullanılan Polivinilalkole (PVA) ilişkin bazı fiziksel ve kimyasal özellikler Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Araştırmada kullanılan Polivinilalkole (PVA) ilişkin bazı fiziksel ve kimyasal özellikler (Çataltaş 1985)

Görünüm	Beyaz granüler
Kimyasal formülü	$[-CH_2CHOH-]_n$
Moleküler ağırlığı, $g\ mol^{-1}$	72000
Hacim ağırlığı, $g\ cm^{-3}$	0.4 – 0.6
Tane yoğunluğu, $g\ cm^{-3}$	1.2 – 1.3
pH	5 – 7
Çözünme sıcaklığı, °C	58 ~ 85
Çözünebilirliği, %	97.5-99.5
Erime noktası, °C	~265
Depolanma uygunluğu	Nemden korunduğu sürece
Renk (% 10 solüsyonda)	APHA 20'den daha az
Parçacık büyüklüğü	14-120 mesh içerisinde %95'den fazla

3.1.7. Araştırmada kullanılan Poliakrilamid (PAM)'in özellikleri

Poliakrilamid yüksek molekül ağırlığına sahip sentetik bir polimerdir. Moleküler yapısındaki farklılıktan dolayı düz ve çapraz bağlı PAM olarak iki sınıfa ayrılmaktadırlar. Çapraz bağlı PAM granüller kristal yapıda olup kendi ağırlığının yüzlerce katı suyu absorbe edebilmektedir. Düz bağlı PAM ise suda tamamen çözünerek toprak taneleri arasında bağlayıcılık görevi gördüğü için 1995 yılından beri gelişmiş ülkelerde yaygın olarak toprak düzenleyici ve özellikle etkili bir erozyon azaltıcı silah olarak kullanılmaktadır. Araştırmamızda kullandığımız düz bağlı PAM'a ait bazı özellikler Çizelge 3.3'de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Araştırmada kullanılan Poliakrilamid (PAM) ilişkin bazı fiziksel ve kimyasal özellikler

Kimyasal formülü	$[-CH_2CHCONH_2-]_n$
Moleküler ağırlığı, Mg mol ⁻¹	~10000 Mg/mol (suda %50 konsantrasyonda)
Yoğunluğu, g cm ⁻³	1,189
pH	4-6
Çözünübilirliği	Suda çözünebilir
Işığ kırıncılık indeksi	n _{20/D} 1.438
Viskosite	5,5-9 cP (%15 suda)

3.1.8. Araştırmada kullanılan Hümik Asit (HA)'in özellikleri

Araştırmada Leonardit kaynaklı, toplam %26 hümik ve fülvik asit içeren, suda çözünebilir, sıvı formda hümik asit kullanılmıştır. Kullanılan hümik aside ait bazı özellikler Çizelge 3.4'de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Araştırmada kullanılan hümik aside (HA) ilişkin bazı fiziksel ve kimyasal özellikler

Toplam hümik asit, % (w/w)	15,0
Toplam fülvik asit, %	11,0
pH	10,9
Toplam kül, %	4,0
C, %	62,9
K, %	4,8
Ca, %	0,05
Na, %	0,09
N, %	1,9
H, %	3,0
Fe, %	0,5

3.2. Yöntemler

3.2.1. Laboratuvar analiz yöntemleri

3.2.1.a. Toprak tekstürü

Toprakların tekstürleri Bouyoucos hidrometre yöntemiyle belirlenmiştir (Gee and Bauder 1986).

3.2.1.b. Kaba iskelet fraksiyonu

Tartılan 100'er gr'lık toprak örnekleri 500 ml'lik beherlere aktarılarak 200 ml saf su ve %10'luk calgondan 10 ml ilave edilip bir gece bekletilmiştir. Daha sonra örnekler mikserde 5 dakika karıştırılmış ve 2 mm'lik elekte ıslak elemeye tabi tutulmuştur. Elek üzerinde kalan kaba iskelet fraksiyonu behere yıkanarak etüvde kurutulduktan sonra toprak içerisindeki % oranı hesaplanmıştır (Tinsley 1970).

3.2.1.c. Toprak reaksiyonu

Toprakların pH'ları 1:2.5'luk toprak-su süspansiyonunda cam elektrotlu pH metre ile ölçülmüştür (Mc Lean 1982).

3.2.1.d. Kireç

Toprakların kireç içerikleri Scheibler kalsimetresi ile volümetrik olarak saptanmıştır (Nelson 1982).

3.2.1.e. Organik madde

Toprakların organik madde içerikleri Smith-Weldon yöntemiyle belirlenmiştir (Nelson and Sommers 1982).

3.2.1.f. Katyon değişim kapasitesi

Toprakların katyon değişim kapasiteleri, örneklerde sodyum asetatla (1 N, pH=8.2) sodyum adsorbsiyonu sağlandıktan sonra, amonyum asetatla (1 N, pH=7.0) ekstrakte edilen solusyonlarda Na miktarı ICP OES (Optima 2100 DV Perkin Elmer) spektrofotometresinde okunmak suretiyle tespit edilmiştir (Rhoades 1982a).

3.2.1.g. Değişebilir katyonlar

Toprakların değişebilir katyonları amonyum asetatla (1 N, pH=7.0) çalkalanıp ekstrakte edildikten sonra ICP OES spektrofotometresinde okunmak suretiyle tespit edilmiştir (Thomas 1982).

3.2.1.h. Fosfor

Molibdofosforik mavi renk yöntemine göre oluşturulan mavi renkli çözeltinin ışık absorpsiyonu 660 nm dalga boyuna ayarlı spektrofotometrede okunarak belirlenmiştir (Olsen and Sommers 1982).

3.2.1.i. Toplam azot

Toprakların toplam azot içerikleri, sülfürik asit tuz karışımında yaş yakmaya tabi tutulduktan sonra azotun damıtılması esasına dayanan mikro Kjeldahl yöntemiyle belirlenmiştir (Bremner and Mulvaney 1982).

3.2.1.j. Elektriksel iletkenlik

Hazırlanan saturasyon macunlarından elde edilen ekstraksiyon süzüklerinde elektriki kondüktivite aleti ile $\mu\text{mhos/cm}$ olarak belirlenmiştir (Rhoades 1982b).

3.2.1.k. Tane yoğunluğu

Toprak örneklerinin tane yoğunluğu piknometre yöntemiyle belirlenmiştir (Blake and Hartge 1986a).

3.2.1.l. Hacim ağırlığı

Toprakların hacim ağırlıkları kesek yöntemiyle belirlenmiştir (Blake and Hartge 1986b).

3.2.1.m. Toplam porozite

Toprakların tane yoğunlukları ve hacim ağırlıkları kullanılarak hesaplanmıştır (Danielson and Sutherland 1986).

3.2.1.n. Tarla kapasitesi (TK), solma noktası (SN) ve yarayışlı nem (YN)

Tarla kapasitesi ve solma noktası 0.033 MPa ve 1.5 MPa tansiyon altında Cassel ve Nielson (1986)'ya göre WP4 aleti ile belirlenmiştir. Yarayışlı nem miktarı ise, tarla kapasitesi değerlerinden solma noktası değerlerinin çıkartılmasıyla elde edilmiştir (Cassel and Nielson 1986).

3.2.1.o. Agregat stabilitesi (AS)

Toprakların agregat stabilitesi değerleri hava kurusu <0.42, 0.42-0.84, 0.84-2, 1-2, 2-6.4, 6.4-12.7 ve >12.7 mm. büyüklüğündeki agregat fraksiyonlarında 0.25 mm. elek açıklığında, 12.7 mm. darbe uzunluğu ve 42 devir/dak. darbe frekansına sahip Yoder tipi ıslak eleme aleti kullanılarak belirlenmiştir (Kemper and Rosenau 1986).

$$AS = \frac{P_1 - P_2}{P - P_2} \times 100$$

AS: Agregat stabilitesi, %

P₁: Stabil agregat + Kum miktarı, g

P₂: Kum miktarı, g

P: Fırın kuru toprak miktarı, g

3.2.1.p. Geometrik ortalama agregat stabilitesi (GOAS)

Geometrik ortalama agregat stabilitesi değerleri, her bir agregat büyüklüğü fraksiyonunun agregat stabilitesi değeri ile söz konusu fraksiyonun toprak kütlesi içerisindeki oran değerinin çarpılarak elde edilen değerlerin toplamından belirlenmiştir (Aksakal 2009).

$$GOAS = \sum_{i=1}^n AS_i \cdot W_i$$

GOAS: Geometrik ortalama agregat stabilitesi, %

AS_i: i. agregat büyüklük fraksiyonunun agregat stabilitesi değeri, %

W_i: i. agregat büyüklük fraksiyonunun toprak kütlesi içerisindeki oran katsayısı

n: Agregat büyüklük fraksiyonu sayısı

3.2.1.r. Dispersiyon oranı (DO)

Toprak örneklerinin su içerisinde disperse edilmesinden önce ve sonra, 50 mikrondan daha küçük fraksiyonların hidrometre yardımıyla ölçülmesi ve aşağıdaki eşitliğin kullanılmasıyla hesaplanmıştır (Bryan 1968; Lal 1988).

$$DO = \frac{\text{Süspansiyonda ölçülen toplam (silt + kil), \%}}{\text{Mekanik analizde ölçülen toplam (silt + kil), \%}} \times 100$$

3.2.1.s. Geometrik ortalama çap (GOÇ)

Agregat büyüklük dağılımının indeks değeri olarak Rotary eleği ile agregatlara ait çeşitli büyüklük gruplarının her birinin miktarı tayin edilmiş ve aşağıdaki eşitlik yardımıyla bulunmuştur (Kemper and Rosenau 1986).

$$GOÇ = \exp [\sum w_i \log_{x_i} / \sum w_i]$$

w_i: X_i ortalama çaptaki büyüklük sınıfına ait agregatların ağırlığı, g

X_i: Ortalama agregat büyüklük çapı, mm

3.2.1.t. Hava Geçirgenliği

Bozulmamış toprak örneği alma silindirleri içerisine yerleştirilmiş toprak örneklerinde Kmoch aygıtı kullanılarak belirlenmiştir (Corey 1986)

$$K_a = \frac{n * V * L}{t * P * A}$$

Ka: Hava geçirgenliği, cm²

n: Ölçümün yapıldığı andaki sıcaklıktaki havanın vizkozitesi, dyne.sn cm⁻²

V: Hava deposunun hacmi, cm³

L: Toprak sütununun kalınlığı, cm

t: Havanın topraktan geçme süresi, sn

P: uygulanan hava basıncı, dyne cm⁻²

A: Toprak sütununun taban alanı, cm²

3.2.1.u. Su Geçirgenliği

Hava geçirgenliğinde kullanılmış olan pirinç silindirler üzerine uzun plastik silindirler takılıp toprak yüzeyine kaba filtre kağıdı konulduktan sonra, pirinç kaplar geçirgenlik sehpaları üzerine oturtularak ve sabit su seviyesi sağlayacak düzenek yardımıyla toprak üzerinde belli bir kalınlıkta su göllendirilmiştir. Su damlamaya başladıktan sonra damlayan suyun hacmi ölçülü bir kaptaki biriktirilmiş ve suyun hacmi her 10 dakikada bir ölçülerek kaydedilmiştir. Bu işleme su hacmi sabitleşinceye kadar devam edilmiş ve su geçirgenliği aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır (Klute and Dirksen 1986).

$$K_w = \frac{n}{q * g} * \frac{Q * L}{t * h * A}$$

K_w: Su geçirgenliği, cm²

Q: 10 dakikalık aralıklarla sızan suyun hacmi, ml

L: Toprak sütununun yüksekliği, cm

h: Toprak sütununun tabanından serbest su düzeyine olan uzaklık, cm

A: Toprak sütununun taban alanı, cm²

g: Yerçekimi ivmesi, g cm⁻²

n: Ölçümün yapıldığı andaki sıcaklıktaki suyun vizkozitesi, dyne.sn cm⁻²

q: Ölçümün yapıldığı andaki sıcaklıktaki suyun yoğunluğu, g cm⁻³

t: Topraktan Q hacminde suyun geçmesi için gerekli süre, sn

3.2.1.v. Hidrolik iletkenlik

Toprakların hidrolik iletkenlikleri sabit su seviyeli permeametre yöntemi ile belirlenmiştir (Klute and Dirksen 1986). Belli bir zaman (t) içerisinde toprak örneği içinden sızan suyun hacmi (Q), toprak kolonunun yüksekliği (L), sabit hidrolik yük (h) ve silindirlerin kesit alanından (A) yararlanılarak, ölçüm yapılan sıcaklıktaki (t) hidrolik iletkenlik katsayısı aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$K_r = \frac{Q * L}{A * t * h}$$

Laboratuvar koşullarındaki, düzeltilmiş hidrolik iletkenlik değerleri (K_s) suyun T sıcaklığındaki vizkozitesi (n_T) standart sıcaklık derecesindeki (20°C) suyun vizkozitesi (n₂₀) ve K_T değerlerinden yararlanılarak,

$$K_s = K_r * \left(\frac{n_T}{n_{20}}\right) \text{ belirlenmiştir.}$$

3.2.1.y. Penetrasyon direnci

Toprakların giriş penetrasyon direnci değerleri pocket penetrometre kullanılarak kg cm⁻² olarak belirlenmiştir (Öztaş vd. 1999).

3.2.1.z. Mekaniksel stabilite (MS)

Toprakların mekaniksel stabiliteleri, Rotary eleğinde birinci (W_1) ve ikinci (W_2) elemelerde elde edilen 0.84 mm'den daha büyük agregatlar yüzdesinden aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Demiralay 1993).

$$MS = (W_2/W_1) \times 100$$

3.2.2. Denemelerin kurulması ve yürütülmesi

3.2.2.1. Polivinilalkol (PVA), Poliakrilamid (PAM) ve Hümik asit (HA) uygulamaları

Laboratuara getirilen ve 4,76 mm'lik elekten geçirilen toprak örneklerinden plastik deneme kaplarına fırın kuru ağırlık esasından 2'şer kg tartılarak PVA, PAM ve HA ile muamele edilmişlerdir.

Toprak örneklerine uygulanacak, PVA, PAM ve HA miktarları bu konuda daha önce yapılmış etkin doz deneme sonuçlarına göre belirlenmiş olup; bu oranlar kuru ağırlık esasına göre PVA için %0,05 g/g (Chiellini *et al.* 2003; Öztaş ve Aksakal 2003; Öztaş vd. 2002; Painuli and Pagliali 1990), PAM için %0,001 g/g (10 ppm) (Dodd *et al.* 2004; Öztaş ve Aksakal 2003; Green *et al.* 2000) ve HA için ise %0,01 g/g (200 l ha⁻¹) (Perry 2006; Imbufe *et al.* 2005; Öztaş ve Aksakal 2003; Piccolo *et al.* 1997a; Piccolo *et al.* 1997b) olarak belirlenmiştir.

Deneme kapları içerisindeki toprakları tarla kapasitesi nem içeriğine getirebilecek su miktarları içerisinde PAM ve HA doğrudan doğruya PVA ise 70°C'de eritildikten sonra toprak örnekleri üzerine uygulanmıştır. Toprak örneklerinin buharlaşma kaybını önlemek için üzerleri streç film ile kapatılarak laboratuvar sıcaklığında 48 saat süreyle inkubasyona bırakılmıştır. Laboratuarda 48 saatlik süre boyunca tarla kapasitesi nem

seviyesinde bekletilen toprakların üzerleri bu süre sonunda açılmış ve kurumaya bırakılmıştır.

3.2.2.2. Donma-çözülme süreçleri

Havada kurutulmuş ve 4.76 mm'den elenmiş PVA, PAM ve HA uygulaması yapılmış donma-çözülme süreçlerine tabi tutulacak topraklara TK ve %90 saturasyon nem seviyesine getirmek için belirlenen miktarlarda su uygulandıktan sonra buharlaşma kayıplarını önlemek için deneme kapların yüzeyleri streç filmlerle kapatılmış ve bantlanmıştır. Bu şekilde hazırlanan örnekler verilen su ile dengeye gelmesi için 48 saat bekletildikten sonra donma-çözülme süreçlerine tabi tutulmuşlardır.

Bu çalışma, 4 farklı toprak örneği, 4 farklı muamele (kontrol, PVA, PAM ve HA), 3 farklı nem seviyesi (hava kurusu (HK), tarla kapasitesi (TK) ve %90 saturasyon yüzdesi), 3 farklı donma-çözülme sayısı (3, 6 ve 9 kez) ve 2 farklı donma sıcaklığı (-4 ve -18 °C) etkisinde faktöriyel deneme düzenine göre yürütülmüştür. Her bir donma-çözülme döngüsü, toprak örneklerinin -4 ve -18 °C'de 24 saat süreyle donma sürecini ve müteakibinde 24 saat süreyle laboratuvar sıcaklığında ağızları kapalı olarak çözülme sürecini kapsamaktadır¹.

¹ Yavaş donma -4°C ve hızlı donma -18°C'dir. Erzurum yöresinde donma-çözülme süreçlerinin ardışık olarak gerçekleştiği ay Nisan ayıdır. Bu dönemde 30 yıllık meteorolojik verilere göre en düşük 10 günlük sıcaklıklar -18.5°C ve -5.6°C arasındadır. Bu nedenle denemede ön görülen -4 ve -18°C donma sıcaklıkları doğal koşullara son derece yakındır. Donma-çözülme sayıları ise 6, 12, 18 güne karşılık gelebilecek şekilde 3, 6 ve 9 kez olarak belirlenmiştir.

3.2.3. İstatistiksel değerlendirme

Faktöriyel deneme desenine uygun olarak planlanan bu çalışmada toprak grupları, D/ süreçleri ve muamele faktörlerinin incelenen özellikler üzerindeki etki değerlerinin belirlenmesinde ANOVA ve Duncan'ın çoklu karşılaştırma test yöntemi uygulanmıştır (SPSS 1999).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Toprak Özellikleri

4.1.1. Fiziksel ve kimyasal özellikler

Araştırmada kullanılan topraklara ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler Çizelge 4.1’de, toprak özelliklerinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları da Çizelge 4.2’de verilmiştir. Deneme toprakları arasında en yüksek kil içeriği %67,52 ile Vertisol ordosunda ve en düşük kil %25,36 ile Aridisol ordosunda yer alan toprak örneklerinde tespit edilmiştir. Buna karşılık en yüksek kum içeriği %45,10 ile Aridisol ordosunda, en düşük kum içeriği ise %16,78 ile Vertisol ordosunda yer alan toprak örneğinde saptanmıştır. Topraklar kaba iskelet maddesi içeriği bakımından Aridisol, Entisol, Vertisol ve Mollisol şeklinde sıralanırken, kabaiskelet maddesi içeriğinin %16,05 ile Aridisolde en fazla, %1,01 ile Mollisolde en az olduğu belirlenmiştir. Topraklar kil, silt, kum ve kaba iskelet maddesi içerikleri bakımından birbirlerinden istatistiki bakımdan çok önemli ($p<0,01$) düzeyde farklılık göstermektedirler.

Toprakların pH değerlerinin 7,09 ile 7,96 arasında değişmekte olduğu ve reaksiyon bakımından nötr ile orta derecede alkalın karakter gösterdikleri, ayrıca Entisol ile Mollisol arasında istatistiki fark olmadığı, diğer ordoların kendi aralarında ve söz konusu iki ordo arasında çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklılık gösterdikleri belirlenmiştir. Kireç içerikleri ise %0,28 ile %15,83 arasında olup, kireç içerikleri bakımından Vertisol ve Aridisol ordoları çok az, Mollisol ordosu az sınıfa girerken Entisol ordosu fazla sınıfa girmektedir.

Organik madde içerikleri Vertisol ordosunda %1,26, Mollisol ordosunda %1,87, Entisol ordosunda %2,66 ve Aridisol ordosunda %2,92 olup, Vertisol ile Mollisol az sınıfa girerken, Entisol ve Aridisol ordoları orta sınıfa girmektedirler. Topraklar organik

madde içerikleri bakımından birbirlerinden çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklılık göstermektedirler.

Çizelge 4.1. Araştırma konusu topraklara ait bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Toprak Özellikleri		Vertisol	Entisol	Mollisol	Aridisol
Mekanik analiz	Kil, %	67,52	42,44	31,44	25,36
	Silt, %	15,70	29,90	33,72	29,54
	Kum, %	16,78	27,66	34,84	45,10
Tekstür sınıfı		Kil	Kil	Killi tn	Tın
Kaba iskelet maddesi, %		2,21	3,20	1,01	16,05
pH (1:2,5 su)		7,59	7,96	7,96	7,09
EC, $\mu\text{mhos cm}^{-1}$		180	295	315	235
Organik madde, %		1,26	2,66	1,87	2,92
Kireç, %		0,42	15,83	2,53	0,28
KDK, cmol kg^{-1}		47,09	42,84	36,63	40,24
Değişebilir kationlar, cmol kg^{-1}	Ca^{++}	25,35	24,19	24,30	19,10
	Mg^{++}	2,53	2,40	2,35	2,45
	K^{+}	1,67	1,48	1,24	1,46
	Na^{+}	0,19	0,25	0,27	0,19
Toplam azot, %		0,049	0,130	0,083	0,120
Fosfor, ppm		19,67	26,65	40,67	12,78
Tane yoğunluğu, g cm^{-3}		2,70	2,58	2,64	2,66
Hacim ağırlığı, g cm^{-3}		1,17	1,12	1,23	1,25
Tarla kapasitesi (TK), %		40,81	31,09	31,53	29,96
Solma noktası (SN), %		27,41	16,18	11,13	10,53
Yarayışlı nem (YN), %		13,40	14,91	20,40	19,44
Agregat stabilitesi, %	<0,42	6,81	22,78	8,43	11,09
	0,42-0,84	12,68	30,69	37,86	35,72
	0,84-2	24,49	41,00	44,47	58,76
	1-2	26,93	45,68	41,11	52,91
	2-6,4	21,61	42,51	52,53	54,26
Agregat büyüklük dağılımı, %	<0,42	35,91	41,47	37,55	34,18
	0,42-0,84	13,08	13,03	12,38	12,97
	0,84-2	22,47	22,43	21,26	26,14
	2-6,4	28,54	23,08	28,82	26,72
Geometrik ortalama agregat stabilitesi (GOAS), %		15,77	32,46	32,43	38,27
Dispersiyon oranı (DO), %		32,93	24,76	27,46	21,60
Hava geçirgenliği, μ^2		125,27	91,17	91,87	128,72
Su geçirgenliği, μ^2		0,30	0,74	1,37	2,26
Hidrolik iletkenlik, cm h^{-1}		0,97	2,36	4,44	7,62
Geometrik ortalama çap, mm		1,68	1,46	1,67	1,65
Mekaniksel stabilite, %		99,52	98,93	99,47	99,63

Çizelge 4.2. Toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Toprak özellikleri	Vertisol	Entisol	Mollisol	Aridisol
Kil, %	67,52a	42,44b	31,44c	25,36d
Silt, %	15,70d	29,90b	33,72a	29,54c
Kum, %	16,78d	27,66c	34,84b	45,10a
Kaba iskelet maddesi, %	2,21c	3,20b	1,01d	16,05a
pH, (1:2,5 su)	7,59b	7,96a	7,96a	7,09c
EC, $\mu\text{mhos cm}^{-1}$	180c	295a	315a	235b
Organik madde, %	1,26d	2,66b	1,87c	2,92a
Kireç, %	0,42c	15,83a	2,53b	0,28c
TK, %	40,81a	31,09b	31,53b	29,96b
SN, %	27,41a	16,18b	11,13c	10,53c
YN, %	13,40c	14,91b	20,40a	19,44a
1-2 mm AS, %	26,93c	45,68b	41,11b	52,91a
GOAS, %	15,77c	32,46b	32,43b	38,27a
DO, %	32,93	24,76	27,46	21,60
Hacim ağırlığı, g cm^{-3}	1,17ab	1,12b	1,23a	1,25a
Hava geçirgenliği, μ^2	125,27	91,17	91,87	128,72
Su geçirgenliği, μ^2	0,30c	0,74c	1,37b	2,26a
Hidrolik iletkenlik, cm h^{-1}	0,97d	2,36c	4,44b	7,62a
GOÇ, mm	1,68a	1,46b	1,67a	1,65a
Mekaniksel stabilite, %	99,52	98,93	99,47	99,63

Toprakların TK değerleri %40,81 ile %29,96 arasında, SN değerleri %27,41 ile %10,53 arasında değişirken, YN miktarları %20,40 ile %13,40 arasında değişmektedir. Topraklar TK, SN ve YN bakımından birbirlerinden çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) farklılık göstermektedirler.

Araştırma topraklarının 1-2 mm. arası agregat fraksiyonlarının agregat stabilitesi değerleri Aridisolde %52,91 ile en yüksek bulunurken, %26,93 ile Vertisolde en düşük bulunmuştur. Geometrik ortalama agregat stabilitesi (GOAS) değerleri de %38,27 ile %15,77 arasında değişmekte olup, toprakların her iki agregat stabilitesi parametresi bakımından birbirlerinden istatistik olarak çok önemli ($p < 0,01$) düzeyde farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir.

Toprakların dispersiyon oranları %32,93 ile %21,60 arasında, hava geçirgenlikleri $125,27\mu^2$ ile $91,17\mu^2$ arasında ve mekaniksel stabilite değerlerinin %99,63 ile %98,93 arasında değiştiği ve bu üç parametre bakımından topraklar arasında istatistiki açıdan farklılık olmadığı ($p>0,05$) belirlenmiştir.

Toprakların su geçirgenliği değerleri $2,26 \mu^2$ ile Aridisolde oldukça hızlı, Mollisolde $1,37 \mu^2$, Entisolde $0,74\mu^2$ ile orta ve Vertisolde $0,30 \mu^2$ ile oldukça yavaş bulunmuştur. Hidrolik iletkenlik değerleri de su geçirgenliğine benzer şekilde Aridisolde en yüksek ($7,62 \text{ cm h}^{-1}$), Vertisolde en düşük ($0,97 \text{ cm h}^{-1}$) bulunmuştur. Topraklar, su geçirgenliği ve hidrolik iletkenlik bakımından birbirlerinden istatistiki açıdan çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklılık göstermektedirler.

Toprakların geometrik ortalama çaplarının (GOÇ) 1,68 mm ile 1,46 mm arasında değiştiği ve Entisol ordosu toprağının diğer üç topraktan farklılık gösterdiği, ancak diğer üç toprağın GOÇ bakımından kendi aralarında farklılık göstermediği belirlenmiştir.

Farklı agregat büyüklüklerinin toprak kütlesi içerisindeki yüzde dağılımlarına (W_i) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.3'de verilmiştir. Agregat büyüklüklerinin toprak kütlesi içerisinde nispi değerleri incelendiğinde 0,42-0,84 mm agregat büyüklük fraksiyonu bakımından topraklar arasında fark olmadığı, diğer agregat büyüklükleri bakımından ise topraklar arasında çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklılıklar olduğu görülmektedir.

Her bir toprak içerisinde agregat büyüklüğü W_i değerleri açısından çok önemli düzeyde farklılıklar göstermektedir. Agregat büyüklüğü W_i ortalamaları dikkate alındığında toprak kütlesi içerisinde %37,28'lik oranıyla 0,42 mm'den küçük agregat fraksiyonu en fazla bulunurken, %12,86'lık oranıyla 0,42-0,84 mm agregat fraksiyonu en az bulunmaktadır. Agregat büyüklüklerinin toprak kütlesi içerisindeki nispi oranları arasında çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklılıklar olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. Farklı agregat büyüklüklerinin (W_i) toprak kütlesi içerisindeki dağılımları

Agregat büyüklüğü, mm	Vertisol	Entisol	Mollisol	Aridisol	Ortalama
<0,42	35,91c*A**	41,47aA	37,55bA	34,18dA	37,28A
0,42-0,84	13,08D	13,03C	12,38D	12,97C	12,86D
0,84-2	22,47bC	22,43bB	21,26cC	26,14aB	23,07C
2-6,4	28,54aB	23,08cB	28,82aB	26,72bB	26,79B
Ortalama	25,00	25,00	25,00	25,00	

*a: Küçük harfler topraklar arasında (Yatay doğrultuda karşılaştırma)

**A: Büyük harfler toprakların kendi içerisinde (Dikey doğrultuda karşılaştırma)

Her bir toprak içerisinde farklı agregat büyüklüklerinin nispi miktarları bakımından topraklar arasında çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklılıklar gözlenmesine rağmen toprak ortalamalarının %25,00 ve varyansların homojen çıkması nedeniyle toprak ortalamaları arasında fark olmadığı görülmektedir. Toprak örneklerinin agregat büyüklük fraksiyonlarına göre AS değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.4'de, agregat büyüklükleri ile agregat stabilitesi arasındaki ilişkiler Şekil 4.1'de verilmiştir. İncelenen bütün topraklarda en düşük AS değeri 0,42 mm'den küçük agregat fraksiyonlarında bulunmuştur. Bu agregat fraksiyonunda AS değeri en yüksek (%22,78) Entisol ordosunda, en düşük (%6,81) Vertisol ordosunda bulunmuştur. AS değerleri diğer fraksiyonlarda sırasıyla; 0,42-0,84 mm agregat büyüklüğünde %37,86 (Mollisol) ile %12,68 (Vertisol) arasında, 0,84-2 mm fraksiyonunda %58,76 (Aridisol) ile %24,49 (Vertisol) arasında, 1-2 mm fraksiyonunda %52,91 (Aridisol) ile %26,93 (Vertisol) arasında ve 2-6,4 mm fraksiyonunda %54,26 (Aridisol) ile %21,61 (Vertisol) arasında değişmektedir.

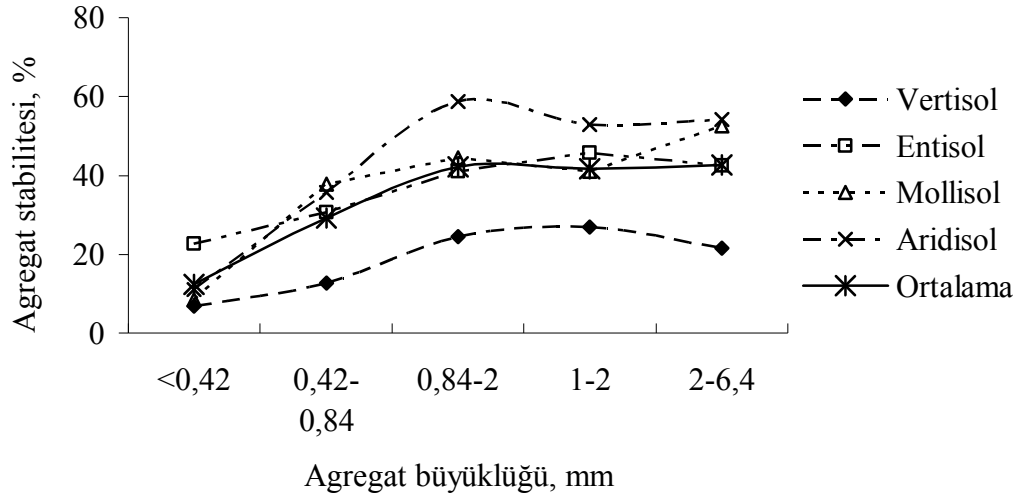
Çizelge 4.4. Toprakların agregat büyüklüğü fraksiyonlarına göre AS değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Agregat büyüklüğü, mm	Vertisol	Entisol	Mollisol	Aridisol	Ortalama
<0,42	6,81c*B**	22,78aB	8,43bcC	11,09bcC	12,28C
0,42-0,84	12,68bB	30,69aB	37,86aB	35,72aB	29,24B
0,84-2	24,49cA	41,00bA	44,47bB	58,76aA	42,18A
1-2	26,93cA	45,68bA	41,11bB	52,91aA	41,66A
2-6,4	21,61cA	42,51bA	52,53abA	54,26aA	42,73A
Ortalama	18,50C	36,53B	36,88B	42,55A	

a: Küçük harfler topraklar arasında (Yatay doğrultuda karşılaştırma)

A: Büyük harfler toprakların kendi içerisinde (Dikey doğrultuda karşılaştırma)

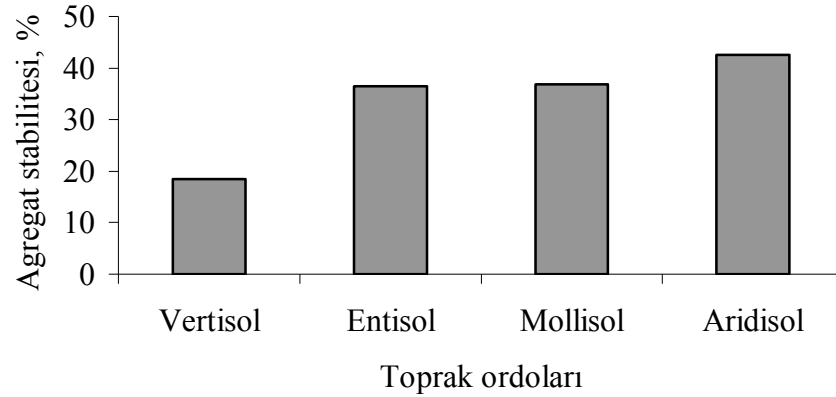
Agregat büyüklük fraksiyonları, AS değerleri açısından hem topraklar arasında hem de her toprağın kendi içerisinde çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklılıklar göstermektedirler.



Şekil 4.1. Agregat büyüklükleri ile agregat stabilitesi arasındaki ilişkiler

Genelde fraksiyon büyüklüğünün artması ile AS değerleri de artmaktadır. Tüm topraklarda en yüksek AS değeri genelde 0,84-2 mm agregat fraksiyonunda belirlenmiş olup, özellikle 0,42 mm'den küçük agregatlar ile 0,42 mm'den büyük fraksiyonların AS değerleri arasında çok önemli farklılıklar olduğu görülmektedir.

Ortalama değerler incelendiğinde de en düşük AS değerinin 0,42 mm'den küçük fraksiyonlarda (%12,28) olduğu görülmektedir. Fraksiyon büyüklüğünün artması ile AS değerinin arttığı ve bu artışın özellikle 0,84 mm'den büyük fraksiyonlara kadar çok önemli artış gösterdiği görülmektedir. Söz konusu fraksiyon büyüklüğünden daha büyük fraksiyonlar arasında AS değeri bakımından aralarında fark olmadığı belirlenmiştir. Ortalama olarak en yüksek AS değeri (%42,73) en büyük agregat fraksiyonunda (2-6,4) belirlenmiştir.



Şekil 4.2. Toprak ordolarının ortalama agregat stabilitesi değerleri

Toprak ordolarının ortalama AS değerleri Çizelge 4.4 ve Şekil 4.2’de görülmektedir. Ortalama AS değerleri bakımından toprak ordoları arasında çok önemli ($p < 0,01$) düzeyde fark olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.4). Ortalama olarak en yüksek AS değeri %42,55 ile Aridisol ordosunda, en düşük AS değeri ise %18,50 ile Vertisol ordosunda olduğu görülmektedir. Entisol ve Mollisol ordolarının ortalama AS değerleri ise sırasıyla %36,53 ve %36,88 olarak belirlenmiştir.

4.2. Polivinilalkol (PVA), Hümik Asit (HA) ve Poliakrilamid (PAM) Uygulamalarının İncelenen Toprak Özellikleri Üzerine Etkileri

Kontrol düzeyindeki toprak özellikleri Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2’de görülmektedir. Araştırma topraklarına PVA, HA ve PAM uygulamalarının incelenen toprak özellikleri üzerine etki katsayılarını gösteren varyans analizi ve Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.6’da verilmiştir. PVA, HA ve PAM uygulamaları sonrası toprak özelliklerinde kontrol seviyesine göre meydana gelen %’de değişimler Çizelge 4.7’de verilmiştir. Ayrıca, muameleler ile toprak özellikleri arasındaki korelasyon katsayıları da Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.5. PVA, HA ve PAM uygulamaları sonrası incelenen toprak özelliklerinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

	TOPRAKLAR											
	Vertisol			Entisol			Mollisol			Aridisol		
Muameleler	PVA	HA	PAM	PVA	HA	PAM	PVA	HA	PAM	PVA	HA	PAM
Toprak Özellikleri												
1-2 mm AS	58,46a	39,34b	46,16b	88,47a	57,61b	61,81b	87,84a	58,89b	63,73b	91,52a	69,06b	67,20b
	47,99C			69,29B			70,15B			75,92A		
GOAS	53,24a	25,57b	24,21b	80,15a	50,11b	52,06b	83,03a	47,54b	45,42b	84,60a	60,77b	63,22b
	34,34C			60,77B			58,66B			69,53A		
DO	3,44b	8,20a	6,82ab	1,22b	3,62a	2,80ab	1,31b	5,78a	4,36a	1,02b	4,70ab	5,85a
	6,15A			2,55B			3,81B			3,86B		
Hacim ağırlığı	0,80b	0,93a	0,88a	0,84b	0,92a	0,85b	0,88	0,91	0,89	0,94b	1,05a	0,99b
	0,87B			0,87B			0,89B			0,99A		
Hava geçirgenliği	243,71b	314,66a	269,76ab	208,67a	197,52a	153,79b	199,96a	168,16ab	128,40b	297,72a	288,87a	227,51b
	276,04A			186,66B			165,51B			271,36A		
Su geçirgenliği	1,31a	0,40b	0,47b	2,55a	1,04b	1,74ab	4,36a	2,13b	2,99ab	4,78a	3,32b	2,79c
	0,72D			1,77C			3,16B			3,63A		
Hidrolik iletkenlik	5,50a	1,39b	1,75b	10,40a	3,68b	6,58ab	17,70a	7,58b	11,26ab	21,32a	12,28b	11,00b
	2,88D			6,89C			12,18B			14,87A		
GOÇ	4,05c	6,47a	5,31b	3,09b	3,85a	3,69a	4,35	5,80	4,28	2,69b	4,12a	3,34ab
	5,28A			3,54B			4,81A			3,38B		
Mekaniksel stabilite	97,31b	99,63a	98,63ab	95,10b	96,64a	94,65b	95,60b	97,96a	96,29ab	93,74	96,44	94,13
	98,52A			95,46C			96,61B			94,77C		
TK	49,30a	45,73b	48,89a	39,02a	37,36b	37,97b	44,93a	41,15b	44,08a	46,93a	41,89c	44,94b
	47,97A			38,12D			43,38C			44,59B		
YN	21,89a	18,32b	21,48a	22,84	21,18	21,79	33,80a	30,02b	32,95a	36,41a	31,37b	34,41a
	20,56D			21,94C			32,25B			34,06A		

Çizelge 4.6. PVA, HA ve PAM uygulamaları sonrası muamelelerin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

	MUAMELELER											
	PVA				HA				PAM			
Topraklar Toprak özellikleri	Vertisol	Entisol	Mollisol	Aridisol	Vertisol	Entisol	Mollisol	Aridisol	Vertisol	Entisol	Mollisol	Aridisol
1-2 mm AS	58,46b	88,47a	87,84a	91,52a	39,34b	57,61a	58,89a	67,20a	46,16b	61,81a	63,73a	69,06a
	81,57A				55,76C				60,19B			
GOAS	53,24b	80,15a	83,03a	84,60a	25,57b	50,11a	47,54a	60,77a	24,21b	52,06a	45,42ab	63,22a
	75,26A				45,99B				46,23B			
DO	3,44a	1,22ab	1,31ab	1,02b	8,20a	3,62b	5,78ab	4,70b	6,82a	2,80b	4,36ab	5,85ab
	1,75B				5,57A				4,96A			
Hacim ağırlığı	0,80c	0,84bc	0,88b	0,94a	0,93b	0,92b	0,91b	1,05a	0,88b	0,85b	0,89b	0,99a
	0,86C				0,95A				0,90B			
Hava geçirgenliği	243,71ab	208,67b	199,96b	297,72a	314,66a	197,52b	168,16b	288,87a	269,76a	153,79b	128,40b	227,51a
	237,51A				242,30A				194,86B			
Su geçirgenliği	1,31b	2,55b	4,36a	4,78a	0,40d	1,04c	2,13b	3,32a	0,47c	1,74b	2,99a	2,79a
	3,25A				1,72B				1,99B			
Hidrolik iletkenlik	5,50b	10,40b	17,70a	21,32a	1,39d	3,68c	7,58b	12,28a	1,75c	6,58b	11,26a	11,00a
	13,72A				6,23C				7,65B			
GOÇ	4,05a	3,09ab	4,36a	2,69b	6,47a	3,85b	5,80a	4,12b	5,31a	3,69b	4,28b	3,34b
	3,54C				5,06A				4,16B			
Mekaniksel stabilite	97,31a	95,10ab	95,60ab	93,74b	99,63a	96,64b	97,96ab	96,44b	98,63a	94,65bc	96,29b	94,13c
	95,44B				97,67A				95,92B			
TK	49,30a	39,02d	44,93c	46,93b	45,73a	37,36c	41,15b	41,89b	48,89a	37,97c	44,08b	44,94b
	45,05A				41,53C				43,97B			
YN	21,89c	22,84c	33,80b	36,41a	18,32c	21,18b	30,02a	31,37a	21,48b	21,79b	32,95a	34,41a
	28,73A				25,22C				27,66B			

Çizelge 4.7. PVA, HA ve PAM uygulamaları sonrası bazı toprak özelliklerinde kontrole göre meydana gelen %'de değişimler

Toprak özellikleri	Vertisol			Entisol			Mollisol			Aridisol		
	Kontrol	PVA,HA ve PAM ortalaması	Kontrole göre değişim, %	Kontrol	PVA, HA ve PAM ortalaması	Kontrole göre değişim, %	Kontrol	PVA, HA ve PAM ortalaması	Kontrole göre değişim, %	Kontrol	PVA, HA ve PAM ortalaması	Kontrole göre değişim, %
1-2 mm AS	26,93	47,99	78,2	45,68	69,29	51,7	41,11	70,15	70,6	52,91	75,92	43,5
GOAS	15,77	34,34	117,8	32,46	60,77	87,2	32,43	58,66	80,9	38,27	69,53	81,7
DO	32,93	6,15	-81,3	24,76	2,55	-89,7	27,46	3,81	-86,1	21,6	3,86	-82,1
Hacim ağırlığı	1,17	0,87	-25,6	1,12	0,87	-22,3	1,23	0,89	-27,6	1,25	0,99	-20,8
Hava geçir.	125,27	276,04	120,4	91,17	186,66	104,7	91,87	165,51	80,2	128,72	271,36	110,8
Su geçirgenliği	0,30	0,72	140,0	0,74	1,77	139,2	1,37	3,16	130,7	2,26	3,63	60,6
Hid. iletkenlik	0,97	2,88	196,9	2,36	6,89	191,9	4,44	12,18	174,3	7,62	14,87	95,1
GOÇ	1,68	5,28	214,3	1,46	3,54	142,5	1,67	4,81	188,0	1,65	3,38	104,8
Mek. Stab.	99,52	98,52	-1,0	98,93	95,46	-3,5	99,47	96,61	-2,9	99,63	94,77	-4,9
TK	40,81	47,97	17,5	31,09	38,12	22,6	31,53	43,38	37,6	29,96	44,59	48,8
YN	13,40	20,56	53,4	14,91	21,94	47,1	20,4	32,25	58,1	19,44	34,06	75,2

Çizelge 4.8. Muameleler ile toprak özellikleri arasındaki korelasyon

Toprak özellikleri	PVA	PAM	HA
1-2 mm AS	0,862**	0,714**	0,577*
GOAS	0,898**	0,567*	0,591*
DO	-0,958**	-0,943**	-0,938**
Hacim ağırlığı	-0,952**	-0,940**	-0,904**
Hava geçirgenliği	0,892**	0,706**	0,824**
Su geçirgenliği	0,677**	0,426	0,282
Hidrolik iletkenlik	0,720**	0,502*	0,329
GOÇ	0,875**	0,920**	0,907**
Mekaniksel stabilite	-0,893**	-0,805**	-0,665**
TK	0,818**	0,788**	0,738**
YN	0,758**	0,744**	0,674**

*: %5 düzeyinde önemli

**: %1 düzeyinde önemli

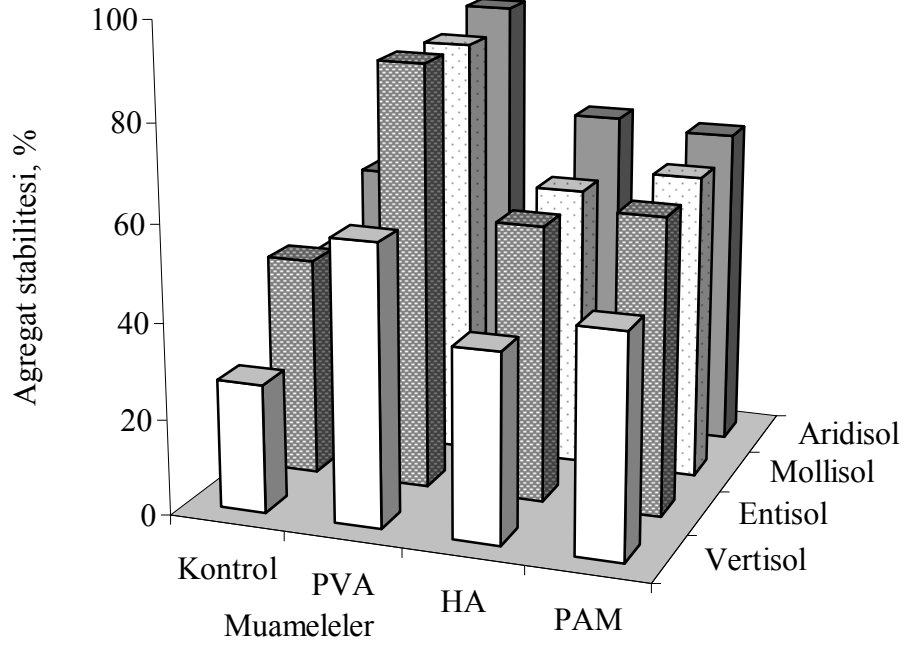
4.2.1. 1-2 mm agregat fraksiyonu AS değeri

Araştırma toprakları ile muameleler ve 1-2 mm AS değerleri arasındaki ilişkiler Şekil 4.3'de verilmiştir. Şekil ve Çizelgelerden görüleceği üzere kontrol düzeyinde AS değeri %26,93 (Vertisol) ile %52,91 (Aridisol) arasında değişmektedir. Her dört toprakta da PVA, HA ve PAM uygulaması 1-2 mm AS değerlerini arttırmıştır.

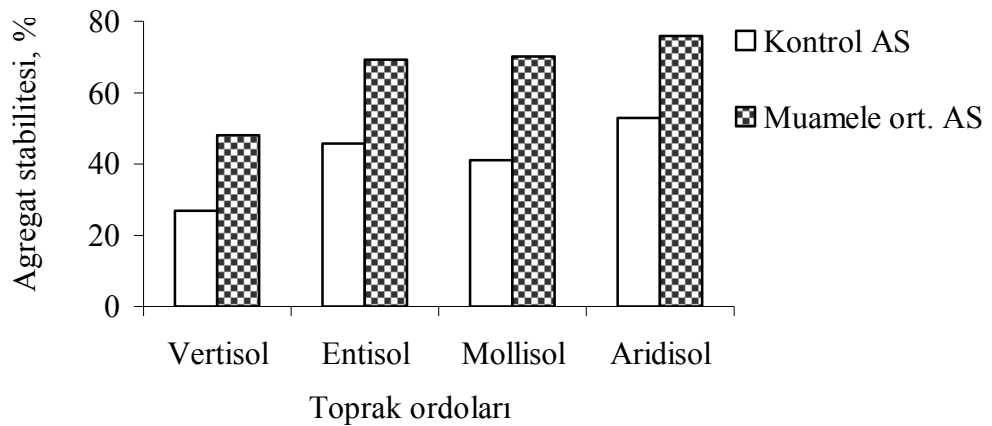
Vertisol ordosu kontrol düzeyindeki AS değeri (%26,93) PVA, HA ve PAM uygulamaları sonrası sırasıyla %58,46, %39,34 ve %46,16 olarak belirlenmiştir. Uygulamalar sonrası AS değerleri Entisolde %88,47, %57,61 ve %61,81 olarak; Mollisolde %87,84, %58,89 ve %63,73 olarak ölçülürken Aridisol ordosunda %91,52, %69,06 ve %67,20 olarak ölçülmüştür. Muamelelerin 1-2 mm AS değerleri üzerine çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) etkili olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.5; Şekil 4.3).

Muameleler sonrası toprakların ortalama 1-2 mm AS değerleri (PVA, HA, PAM ortalaması) Vertisolde %47,99, Entisolde %69,29, Mollisolde %70,15 ve Aridisolde %75,92 olduğu görülmektedir (Çizelge 4.5). Muameleler sonrası 1-2 mm AS

değerlerinde kontrole göre Vertisolde %78,2, Entisolde %51,7, Mollisolde %70,6 ve Aridisolde %43,5'lik artışlar olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.7; Şekil 4.4).



Şekil 4.3. Topraklar, muameleler ve 1-2 mm AS değerleri arasındaki ilişkiler

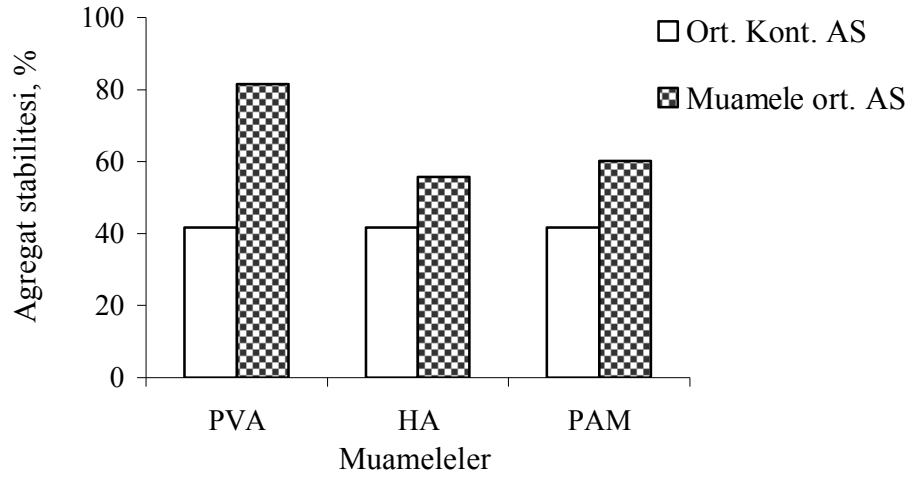


Şekil 4.4. Toprak ordolarının kontrol ve muameleler ortalaması 1-2 mm AS değerleri

Muameleler sonrası kontrole göre en fazla artış, kontrol AS değerinin en düşük (%26,93) olduğu Vertisol ordosunda %78,2 oranında ve en az artış kontrol AS

değerinin en yüksek (%52,91) olduğu Aridisol ordosunda %43,5 oranında gerçekleşmiştir (Çizelge 4.7; Şekil 4.4).

PVA uygulaması sonrası 1-2 mm AS değerleri Vertisol, Entisol, Mollisol ve Aridisol ordolarında sırasıyla %58,46, %88,47, %87,47 ve %91,52 olarak belirlenirken PVA ortalamasının %81,57 olduğu bulunmuştur. HA uygulaması ile toprakların AS değerleri %39,34, %57,61, %58,89 ve %67,20 iken HA ortalaması %55,76 olarak belirlenmiştir. PAM uygulaması ile söz konusu değerler %46,16, %61,81, %63,73 ve %69,06 bulunurken PAM ortalaması %60,19 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.6). Toprakların kontrol durumunda 1-2 mm AS değerleri %26,93, %45,68, %41,11 ve %52,91 olup ortalama AS değeri %41,66'dır (Çizelge 4.2; 4.7).



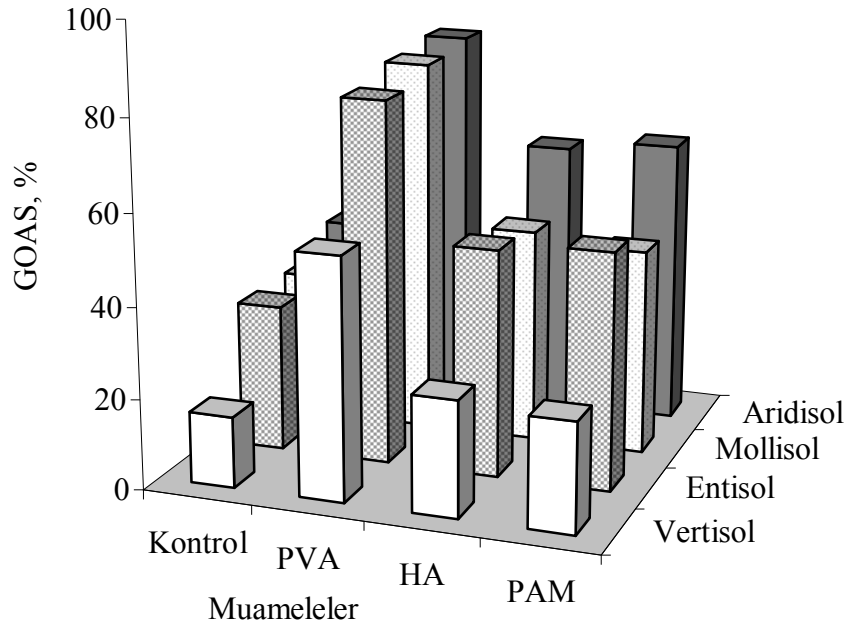
Şekil 4.5. Ortalama kontrol ve muameleler ortalama 1-2 mm AS değerleri

Şekil 4.5'den görüldüğü gibi toprakların ortalama kontrol 1-2 mm AS değeri %41,66 iken PVA muamelesi ile bu değer %81,57'ye yükselmiş ve %95,8'lik artış meydana gelmiştir. HA uygulaması ile ortalama AS değeri %55,76 olurken %33,8 oranında artış, PAM uygulaması ile %60,19 olarak belirlenmiş %44,5'lik artış meydana gelmiştir. Muameleler arasında istatistiki anlamda çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) farklar olduğu ve 1-2 mm AS değeri üzerine PVA'nın HA ve PAM'dan çok daha etkili olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.6).

4.2.2. Geometrik ortalama agregat stabilitesi (GOAS)

Araştırma toprakları ile muameleler ve GOAS değerleri arasındaki ilişkiler Şekil 4.6'da verilmiştir. Şekil 4.6 ve Çizelge 4.2 ile 4.7'den görüleceği üzere kontrol düzeyinde GOAS değerleri Vertisol ordosunda %15,77, Entisolde %32,46, Mollisolde %32,43 ve Aridisolde %38,27 olarak belirlenmiştir.

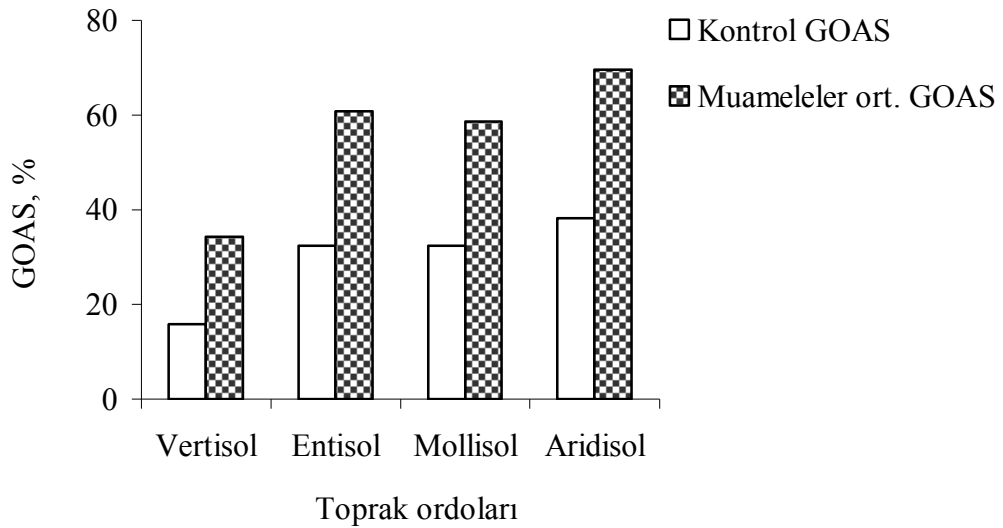
PVA, HA ve PAM uygulamaları GOAS değerlerini her dört ordoda da arttırmıştır. Vertisol ordosu kontrol düzeyindeki GOAS değeri (%15,77) PVA, HA ve PAM uygulamaları sonrası sırasıyla %53,24, %25,57 ve %24,21 olarak belirlenmiştir. Uygulamalar sonrası GOAS değerleri Entisolde %80,15 %50,11 ve %52,06 olarak; Mollisolde %83,03, %47,54 ve %45,42 olarak ölçülürken Aridisol ordosunda %84,60, %60,77 ve %63,22 olarak ölçülmüştür. Muamelelerin GOAS değerleri üzerine çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) etkili olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.5; Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Topraklar, muameleler ve GOAS değerleri arasındaki ilişkiler

Muameleler sonrası toprakların ortalama GOAS değerleri (PVA, HA, PAM ortalaması) Vertisolde %34,34, Entisolde %60,77, Mollisolde %58,66 ve Aridisolde %69,53 olduğu görülmektedir (Çizelge 4.5). Muameleler sonrası GOAS değerlerinde kontrole göre Vertisolde %117,8, Entisolde %87,2, Mollisolde %80,9 ve Aridisolde %81,7'lik artışlar olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.7; Şekil 4.7).

Muameleler sonrası kontrole göre en fazla artış, kontrol GOAS değerinin en düşük (%15,77) olduğu Vertisol ordosunda %117,8 oranında ve en az artış da kontrol GOAS değerinin %32,43 olduğu Mollisol ordosunda %80,9 oranında gerçekleşmiştir (Çizelge 4.7; Şekil 4.7).

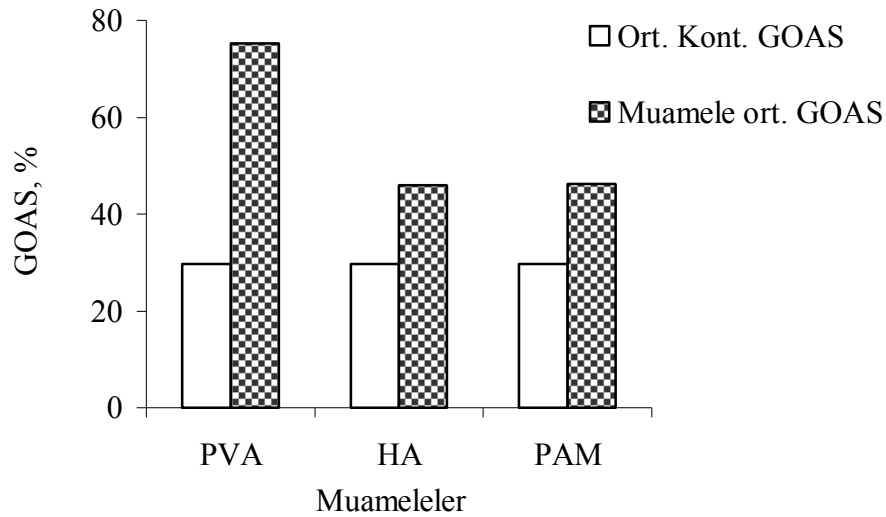


Şekil 4.7. Toprak ordolarının kontrol ve muameleler ortalaması GOAS değerleri

PVA uygulaması sonrası GOAS değerleri Vertisol, Entisol, Mollisol ve Aridisol ordolarında sırasıyla %53,24, %80,15, %83,03 ve %84,60 olarak belirlenirken PVA ortalamasının %75,26 olduğu bulunmuştur. HA uygulaması ile toprakların GOAS değerleri %25,57, %50,11, %47,54 ve %60,77 iken HA ortalaması %45,99 olarak belirlenmiştir. PAM uygulaması ile söz konusu değerler %24,21, %52,06, %45,42 ve %63,22 bulunurken PAM ortalaması %46,23 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.6).

Toprakların kontrol durumunda GOAS değerleri %15,77, %32,46, %32,43 ve %38,27 olup ortalama GOAS değeri %29,73 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.2; 4.7).

Şekil 4.8'den görüldüğü gibi toprakların ortalama kontrol GOAS değeri %29,73 iken PVA muamelesi ile ortalama olarak bu değer %75,26'ya yükselmiş ve %153,1'lik artış meydana gelmiştir. HA uygulaması ile ortalama GOAS değeri %45,99 olurken %54,7 oranında artış, PAM uygulaması ile %46,23 olarak belirlenmiş %55,5'lik artış meydana gelmiştir. Muameleler arasında istatistiki anlamda çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) farklar olduğu ve GOAS değeri üzerine PVA'nın HA ve PAM'dan çok daha etkili olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.6; Şekil 4.8).



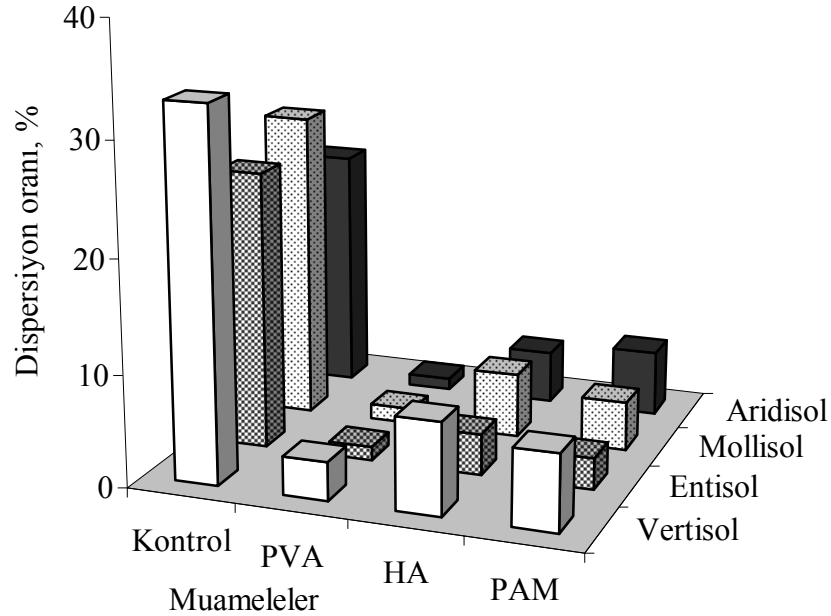
Şekil 4.8. Ortalama kontrol ve muameleler ortalaması GOAS değerleri

Muameleler ile 1-2 mm AS ve GOAS değerleri arasında pozitif ilişkiler tespit edilmiş olup aralarındaki pozitif ilişki korelasyon analizi sonucunda da görülmektedir (Çizelge 4.8).

4.2.3. Dispersiyon oranı (DO)

Araştırma toprakları ile muameleler ve DO arasındaki ilişkiler Şekil 4.9’da verilmiştir. Şekil 4.9 ve Çizelge 4.2; ile 4.7’den görüleceği üzere kontrol düzeyinde DO değerleri Vertisol ordosunda %32,93, Entisolde %24,76, Mollisolde %27,46 ve Aridisolde %21,60 olarak belirlenmiştir.

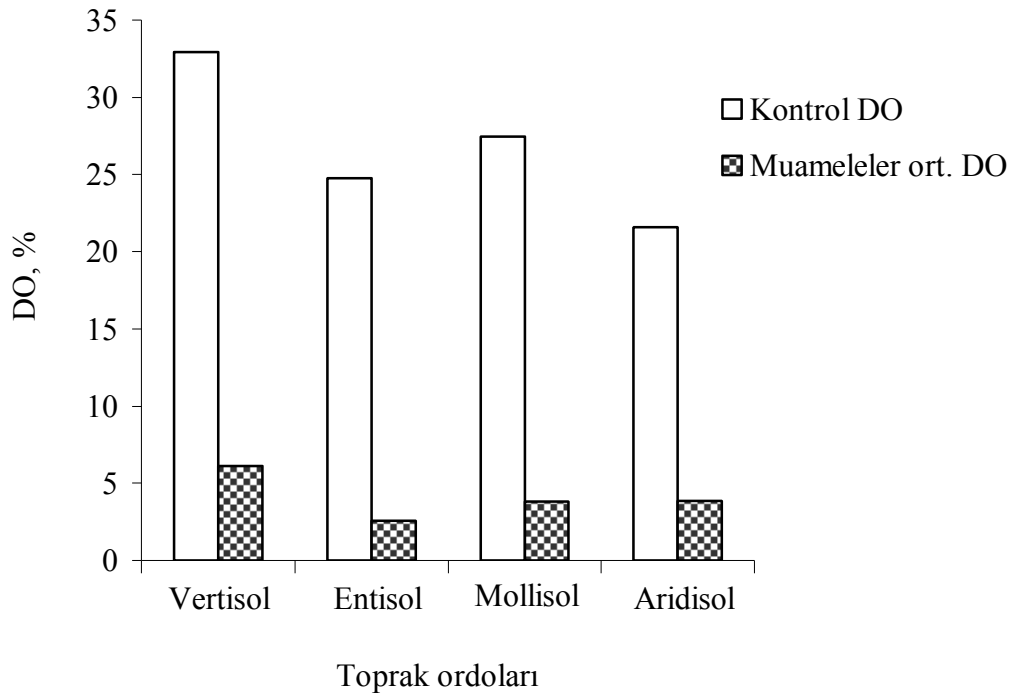
PVA, HA ve PAM uygulamaları DO’nını her dört ordoda da çok önemli düzeyde düşürmüştür. Vertisol ordosu kontrol düzeyindeki DO değeri (%32,93) PVA, HA ve PAM uygulamaları sonrası sırasıyla %3,44, %8,20 ve %6,82’ya düşmüştür. Uygulamalar sonrası DO değerleri Entisolde %1,22 %3,62 ve %2,80 olarak; Mollisolde %1,31, %5,78 ve %4,36 olarak belirlenirken Aridisol ordosunda %1,02, %4,70 ve %5,85 olarak ölçülmüştür. Muamelelerin DO değerleri üzerine çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkili olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.5, 4.6; Şekil 4.9).



Şekil 4.9. Topraklar, muameleler ve DO değerleri arasındaki ilişkiler

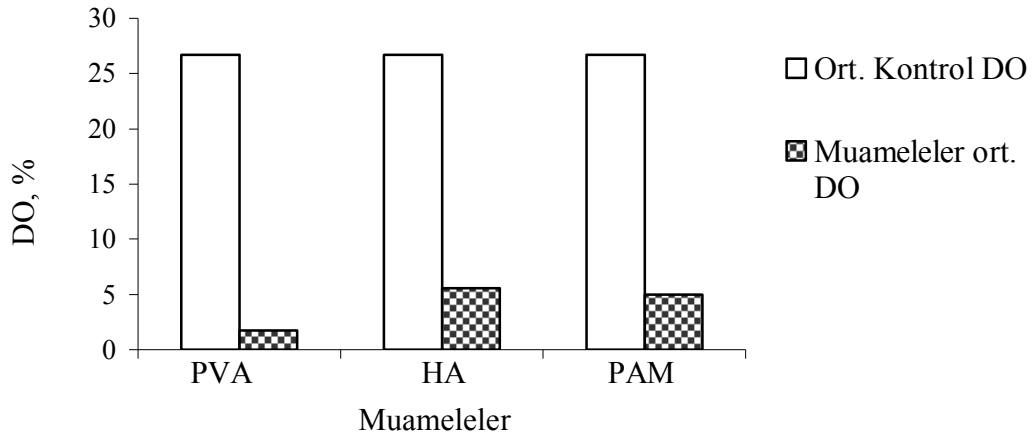
Muameleler sonrası toprakların ortalama DO değerleri (PVA, HA, PAM ortalaması) Vertisolde %6,15, Entisolde %2,55, Mollisolde %3,81 ve Aridisolde %3,86 olduğu görülmektedir (Çizelge 4.5). Muameleler sonrası DO değerlerinde kontrole göre Vertisolde %81,3, Entisolde %89,7, Mollisolde %86,1 ve Aridisolde %82,1 oranlarında azalışlar olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.7; Şekil 4.10). Muameleler sonrası kontrole göre en fazla düşüş, kontrol DO değerinin %24,76 olduğu Entisol ordosunda %89,7 oranında ve en az düşüş de kontrol DO değerinin %32,93 olduğu Vertisol ordosunda %81,3 oranında gerçekteleşmiştir (Çizelge 4.7; Şekil 4.10).

DO değerleri PVA uygulaması sonrası Vertisol, Entisol, Mollisol ve Aridisol ordolarında sırasıyla %3,44, %1,22, %1,31 ve %1,02 olarak belirlenirken PVA muamelesinin ortalama DO değerinin %1,75 olduğu bulunmuştur. HA uygulaması sonrası toprakların DO değerleri %8,20, %3,62, %5,78 ve %4,70 olarak belirlenirken HA ortalaması %5,57 olmuştur. PAM uygulaması ile söz konusu değerler %6,82, %2,80, %4,36 ve %5,85 bulunurken PAM ortalaması %4,96 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.6). Toprakların kontrol durumunda DO değerleri %32,93, %24,76, %27,46 ve %21,60 olup ortalama DO değeri %26,7 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.2; 4.7).



Şekil 4.10. Toprak ordolarının kontrol ve muameleler ortalaması DO değerleri

Şekil 4.11'den görüldüğü gibi toprakların ortalama kontrol DO değeri %26,7 iken PVA muamelesi ile bu değer ortalama olarak %1,75'e düşmüş ve %93,4'lük azalış meydana gelmiştir. HA uygulaması ile ortalama DO değeri %5,57'ye düşerken %79,1 oranında azalma ve PAM uygulaması ile %4,96'ya düşerken %81,4 oranında azalma meydana gelmiştir. Muameleler arasında istatistiki anlamda çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) farklar olduğu ve DO değeri üzerine PVA'nın HA ve PAM'dan çok daha etkili olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.6; Şekil 4.11).



Şekil 4.11. Ortalama kontrol ve muameleler ortalaması DO değerleri

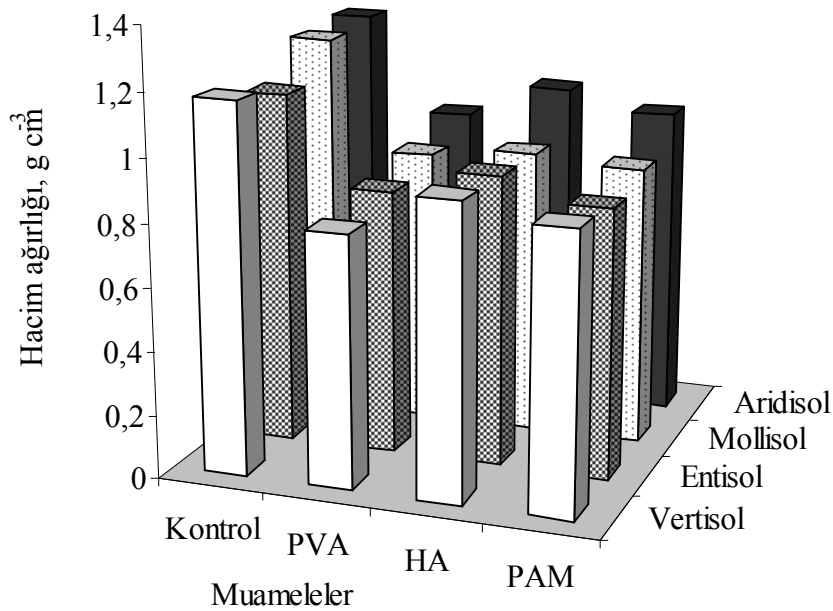
Muameleler ile DO arasında çok önemli düzeyde negatif ilişkiler tespit edilmiş olup, bu negatif ilişki korelasyon analizi sonucunda da görülmektedir (Çizelge 4.8).

4.2.4. Hacim ağırlığı

Araştırma toprakları, muameleler ve hacim ağırlığı değerleri arasındaki ilişkiler Şekil 4.12'de verilmiştir. Şekil 4.12 ve Çizelge 4.2; ile 4.7'den görüleceği üzere kontrol düzeyinde hacim ağırlığı değerleri Vertisol ordosunda 1,17, Entisolde 1,12, Mollisolde 1,23 ve Aridisolde 1,25 g cm^{-3} olarak belirlenmiştir.

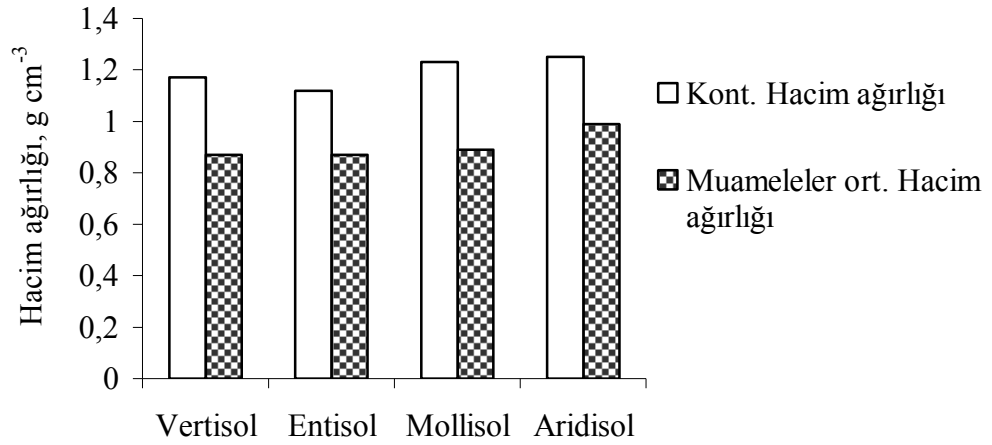
PVA, HA ve PAM uygulamaları hacim ağırlığı değerlerini her dört ordoda da çok önemli düzeyde düşürmüştür. Vertisol ordosu kontrol düzeyindeki hacim ağırlığı değeri

(1,17 g cm⁻³) PVA, HA ve PAM uygulamaları sonrası sırasıyla 0,80, 0,93 ve 0,88gcm⁻³ e düşmüştür. Uygulamalar sonrası hacim ağırlığı değerleri Entisolde 0,84, 0,92 ve 0,87 g cm⁻³ olarak; Mollisolde 0,88, 0,91 ve 0,89 g cm⁻³ olarak belirlenirken Aridisol ordosunda 0,94, 1,05 ve 0,99 g cm⁻³ ölçülmüştür. Muamelelerin hacim ağırlığı değerleri üzerine çok önemli düzeyde (p<0,01) etkili olduğu görülmektedir (Çizelge 4.5, 4.6; Şekil 4.12).



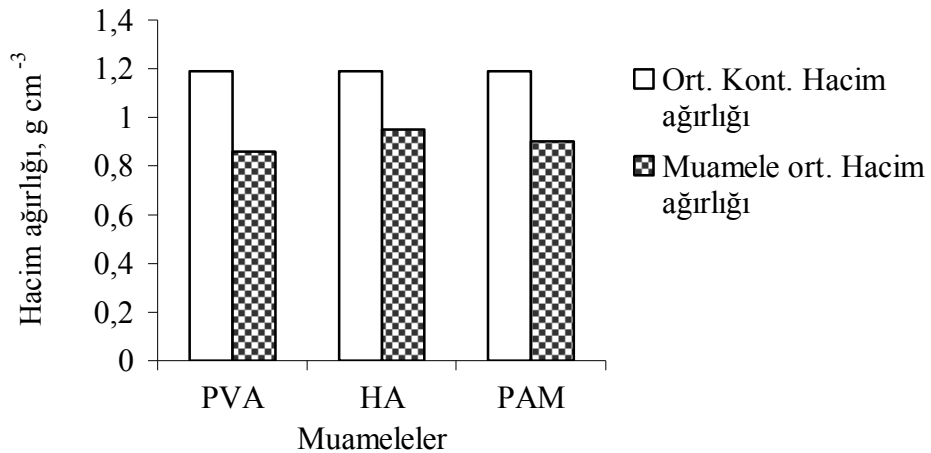
Şekil 4.12. Topraklar, muameleler ve hacim ağırlığı değerleri arasındaki ilişkiler

Muameleler sonrası toprakların ortalama hacim ağırlığı değerlerinin (PVA, HA, PAM ortalaması) Vertisol ile Entisolde 0,87, Mollisolde 0,89 ve Aridisolde 0,99 g cm⁻³ olduğu görülmektedir (Çizelge 4.5). Muameleler sonrası hacim ağırlığı değerlerinde kontrole göre Vertisolde %25,6, Entisolde %22,3, Mollisolde %27,6 ve Aridisolde %20,8 oranlarında azalışlar meydana gelmiştir (Çizelge 4.7; Şekil 4.13). Muameleler sonrası kontrole göre en fazla düşüş, kontrol hacim ağırlığı değerinin 1,23 g cm⁻³ olduğu Mollisol ordosunda %27,6 oranında ve en az düşüş de kontrol hacim ağırlığı değerinin 1,25 g cm⁻³ olduğu Aridisol ordosunda %20,8 oranında gerçekleşmiştir (Çizelge 4.7; Şekil 4.13).



Şekil 4.13. Toprak ordolarının kontrol ve muameleler ortalama hacim ağırlığı değerleri

Hacim ağırlığı değerleri PVA uygulaması sonrası Vertisol, Entisol, Mollisol ve Aridisol ordolarında sırasıyla 0,80, 0,84, 0,88 ve 0,94 g cm⁻³ olarak belirlenirken PVA muamelesinin ortalama hacim ağırlığı değerinin 0,86 g cm⁻³ olduğu bulunmuştur. HA uygulaması sonrası toprakların hacim ağırlığı değerleri 0,93, 0,92, 0,91 ve 1,05 g cm⁻³ olarak belirlenirken HA uygulamasının ortalama hacim ağırlığı 0,95 g cm⁻³ olmuştur. PAM uygulaması ile söz konusu değerler sırasıyla 0,88, 0,85, 0,89 ve 0,99 g cm⁻³ bulunurken PAM uygulamasının ortalaması 0,90 g cm⁻³ olarak bulunmuştur (Çizelge 4.6). Toprakların kontrol durumunda hacim ağırlığı değerleri 1,17, 1,12, 1,23 ve 1,25 g cm⁻³ olup kontrol ortalama hacim ağırlığı 1,19 g cm⁻³'dür (Çizelge 4.2; 4.7).



Şekil 4.14. Ortalama kontrol ve muameleler ortalama hacim ağırlığı değerleri

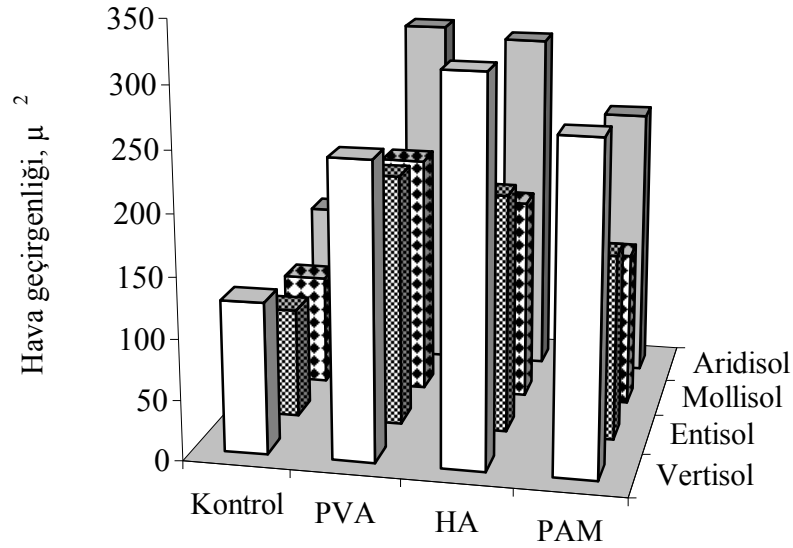
Şekil 4.14'den görüldüğü gibi toprakların ortalama kontrol hacim ağırlığı değeri 1,19 g cm⁻³ iken PVA muamelesi ile bu değer ortalama olarak 0,86 g cm⁻³'e düşmüş ve %27,7'lik azalış meydana gelmiştir. HA uygulaması ile ortalama hacim ağırlığı değeri 0,95 g cm⁻³'e düşerken %20,2 oranında azalma ve PAM uygulaması ile 0,90 g cm⁻³'e düşerken %24,4 oranında azalma meydana gelmiştir. Muameleler arasında istatistiki anlamda çok önemli düzeyde (p<0,01) farklar olduğu ve hacim ağırlığı değeri üzerine muamelelerin etkinlik derecesi bakımından PVA, PAM ve HA şeklinde sıralandığı görülmektedir (Çizelge 4.6; Şekil 4.14).

Muameleler ile hacim ağırlığı arasında çok önemli düzeyde negatif ilişkiler olduğu tespit edilmiş olup, bu negatif ilişki korelasyon analizinde de görülmektedir (Çizelge 4.8).

4.2.5. Hava geçirgenliği (HG)

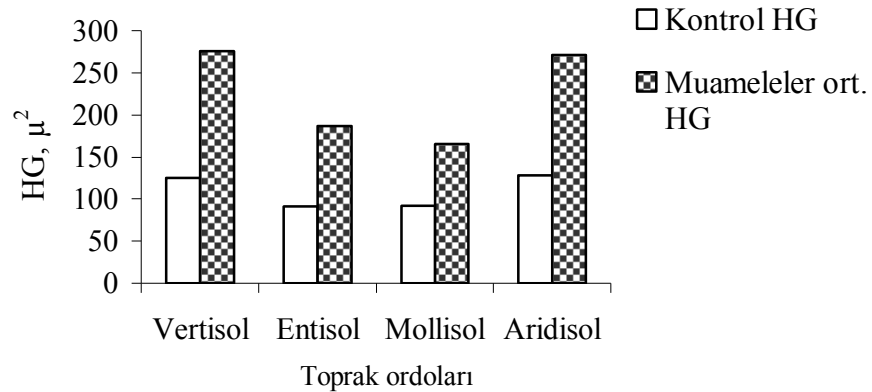
Araştırma toprakları ile muameleler ve hava geçirgenliği arasındaki ilişkiler Şekil 4.15'de verilmiştir. Şekil 4.15 ve Çizelge 4.2; ile 4.7'den görüleceği üzere kontrol düzeyinde HG değerleri Vertisol ordosunda 125,27, Entisolde 91,17, Mollisolde 91,87 ve Aridisolde 128,82 μ^2 olarak ölçülmüştür.

PVA, HA ve PAM uygulamaları HG'ni her dört ordoda da çok önemli düzeyde artırmıştır. Vertisol ordosu kontrol düzeyindeki HG değeri (125,27 μ^2) PVA, HA ve PAM uygulamaları sonrası sırasıyla 243,71, 314,66 ve 269,76 μ^2 'ye yükseltmiştir. Uygulamalar sonrası HG değerleri Entisolde 91,17 μ^2 'den 208,67, 197,52 ve 153,79 μ^2 'ye, Mollisolde 91,87 μ^2 'den 199,96, 168,16 ve 128,40 μ^2 'ye yükselirken Aridisol ordosunda 128,72 μ^2 'den, 297,72, 288,87 ve 227,51 μ^2 'ye yükseltmişlerdir. Muamelelerin HG değerleri üzerine çok önemli düzeyde (p<0,01) etkili olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.5, 4.6; Şekil 4.15).



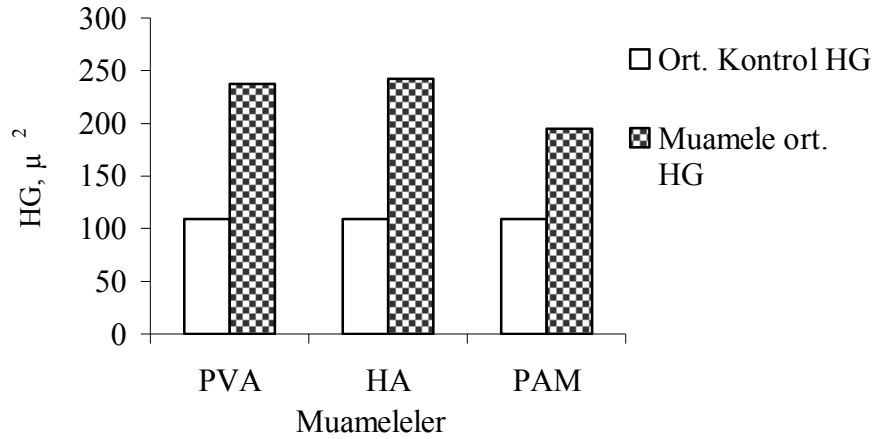
Şekil 4.15. Topraklar, muameleler ve hava geçirgenliği arasındaki ilişkiler

Muameleler sonrası toprakların ortalama HG değerlerinin (PVA, HA, PAM ortalaması) Vertisolde 276,04, Entisolde 186,66, Mollisolde 165,51 ve Aridisolde 271,36 μ^2 olduğu görülmektedir (Çizelge 4.5). Muameleler sonrası HG değerleri Vertisol ordosunda 125,27 μ^2 'den 276,04 μ^2 'ye yükselmiş ve kontrole göre %120,4'lük artış meydana gelmiştir. Entisolde %104,7'lik, Mollisolde %80,2'lik ve Aridisolde %110,8'lik artışlar meydana gelmiştir (Çizelge 4.7; Şekil 4.16). Muameleler sonrası kontrole göre en fazla artış Vertisol ordosunda (%120,4) oranında ve en az artış da Mollisol ordosunda (%80,2) gerçekleşmiştir (Çizelge 4.7; Şekil 4.16).



Şekil 4.16. Toprak ordolarının kontrol ve muameleler ortalaması HG değerleri

Hava geçirgenliği değerleri PVA uygulaması sonrası Vertisol, Entisol, Mollisol ve Aridisol ordolarında sırasıyla 243,71, 208,67, 199,96 ve 297,72 μ^2 olarak belirlenirken PVA muamelesinin ortalama HG değerinin 237,51 μ^2 olduğu bulunmuştur. HA uygulaması sonrası toprakların HG değerleri 314,66, 197,52, 168,16 ve 288,87 μ^2 olarak belirlenirken HA uygulamasının ortalama HG 242,30 μ^2 olmuştur. PAM uygulaması ile söz konusu değerler sırasıyla 269,76, 153,79, 128,40 ve 227,51 μ^2 bulunurken PAM uygulamasının ortalaması 194,86 μ^2 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.6). Toprakların kontrol durumunda HG değerleri 125,27, 91,17, 91,87 ve 128,72 μ^2 olup kontrol ortalama HG 109,3 μ^2 'dir (Çizelge 4.2; 4.7).



Şekil 4.17. Ortalama kontrol ve muameleler ortalama HG değerleri

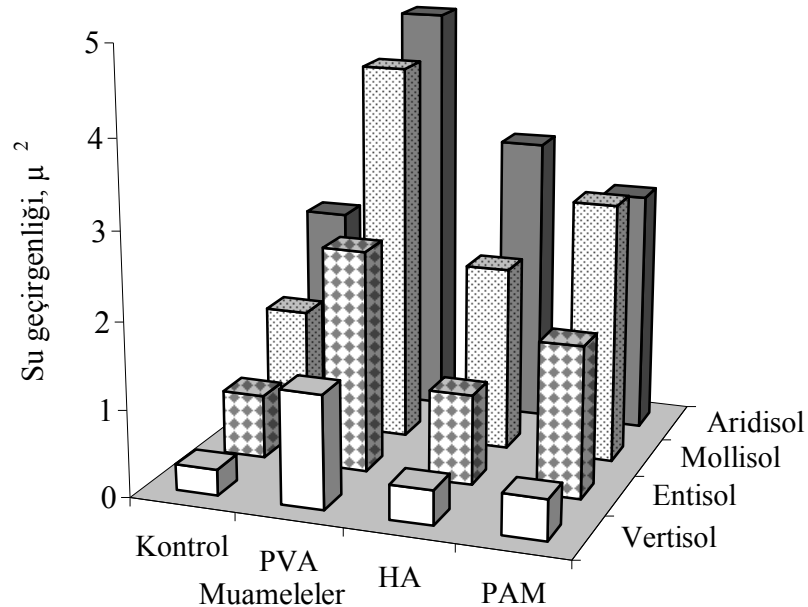
Şekil 4.17'den görüldüğü gibi toprakların ortalama kontrol HG değeri 109,3 μ^2 iken PVA muamelesi ile bu değer ortalama olarak 237,51 μ^2 'ye yükselmiş ve %117,3'lük artış meydana gelmiştir. HA uygulaması ile ortalama HG değeri 242,30 μ^2 'ye yükselirken %121,7 oranında artış ve PAM uygulaması ile 194,86 μ^2 'ye yükselirken %78,3 oranında artış meydana gelmiştir. Muameleler arasında istatistiki anlamda çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) fark olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.6; Şekil 4.17).

Muameleler ile HG arasında çok önemli düzeyde pozitif ilişkiler tespit edilmiş olup, bu pozitif ilişki korelasyon analizinde de görülmektedir (Çizelge 4.8).

4.2.6. Su geçirgenliği (SG)

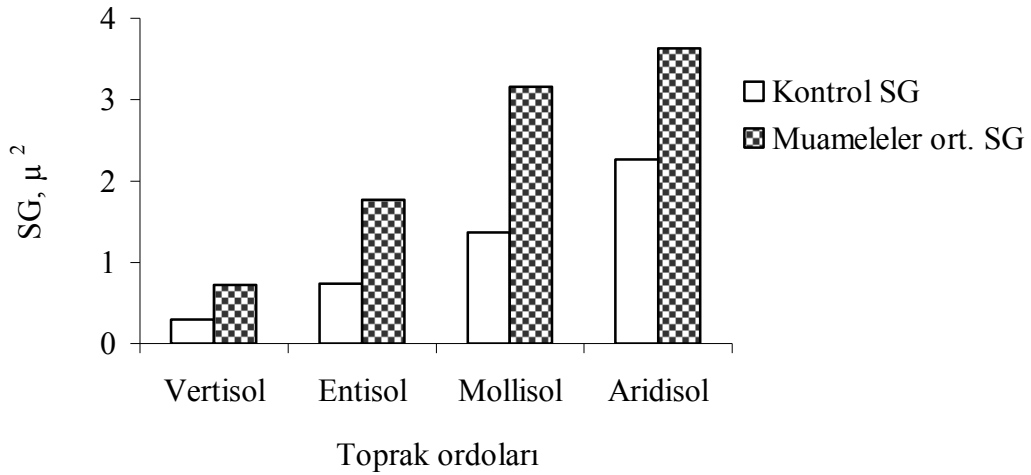
Araştırma toprakları ile muameleler ve su geçirgenliği arasındaki ilişkiler Şekil 4.18’de verilmiştir. Şekil 4.18 ve Çizelge 4.2; ile 4.7’den görüleceği üzere kontrol düzeyinde SG değerleri Vertisol ordosunda 0,30, Entisolde 0,74, Mollisolde 1,37 ve Aridisolde 2,26 μ^2 olarak ölçülmüştür.

PVA, HA ve PAM uygulamaları SG’ni her dört ordoda da çok önemli düzeyde artırmıştır. Vertisol ordosu kontrol düzeyindeki SG değeri (0,30 μ^2) PVA, HA ve PAM uygulamaları sonrası sırasıyla 1,31, 0,40 ve 0,47 μ^2 ’ye yükseltmiştir. Uygulamalar sonrası SG değerleri Entisolde 0,74 μ^2 ’den 2,55, 1,04 ve 1,74 μ^2 ’ye, Mollisolde 1,37 μ^2 ’den 4,36, 2,13 ve 2,99 μ^2 ’ye yükselirken Aridisol ordosunda 2,26 μ^2 ’den, 4,78, 3,32 ve 2,79 μ^2 ’ye yükseltmişlerdir. Muamelelerin SG değerleri üzerine çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkili olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.5, 4.6; Şekil 4.18).



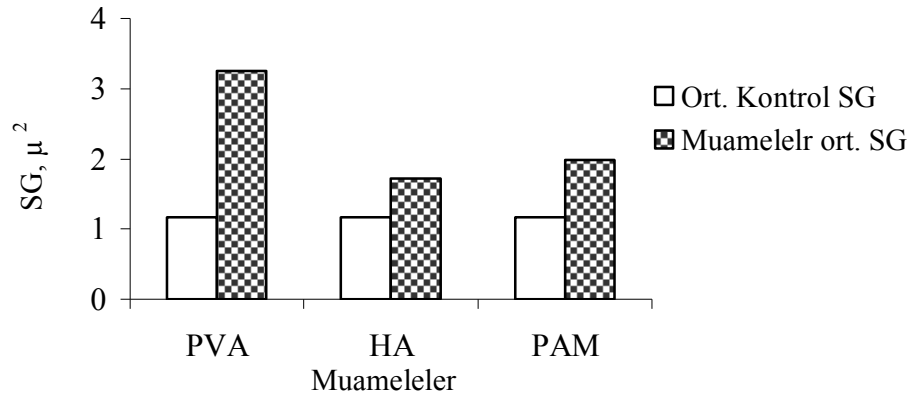
Şekil 4.18. Topraklar, muameleler ve su geçirgenliği arasındaki ilişkiler

Muameleler sonrası toprakların ortalama SG değerlerinin (PVA, HA, PAM ortalaması) Vertisolde 0,72, Entisolde 1,77, Mollisolde 3,16 ve Aridisolde 3,63 μ^2 olduğu görülmektedir (Çizelge 4.5). Muameleler sonrası SG değerleri Vertisol ordosunda 0,30 μ^2 'den 0,72 μ^2 'ye yükselmiş ve kontrole göre %140,0'lık artış meydana gelmiştir. Entisolde %139,2'lik, Mollisolde %130,7'lik ve Aridisolde %60,6'lık artışlar meydana gelmiştir (Çizelge 4.7; Şekil 4.19). Muameleler sonrası kontrole göre en fazla artış Vertisol ve Entisol ordolarında (%140,0 ve %139,2) oranında ve en az artış da Aridisol ordosunda (%60,6) gerçekleşmiştir (Çizelge 4.7; Şekil 4.19).



Şekil 4.19. Toprak ordolarının kontrol ve muameleler ortalama SG değerleri

Su geçirgenliği değerleri PVA uygulaması sonrası Vertisol, Entisol, Mollisol ve Aridisol ordolarında sırasıyla 1,31, 2,55, 4,36 ve 4,78 μ^2 olarak belirlenirken PVA muamelesinin ortalama SG değeri 3,25 μ^2 olarak bulunmuştur. HA uygulaması sonrası toprakların SG değerleri 0,40, 1,04, 2,13 ve 3,32 μ^2 olarak belirlenirken HA uygulamasının ortalama SG 1,72 μ^2 olmuştur. PAM uygulaması ile söz konusu değerler sırasıyla 0,47, 1,74, 2,99 ve 2,79 μ^2 bulunurken PAM uygulamasının ortalaması 1,99 μ^2 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.6). Toprakların kontrol durumunda SG değerleri 0,30, 0,74, 1,37 ve 2,26 μ^2 olup kontrol ortalama SG 1,17 μ^2 'dir (Çizelge 4.2; 4.7).



Şekil 4.20. Ortalama kontrol ve muameleler ortalaması SG değerleri

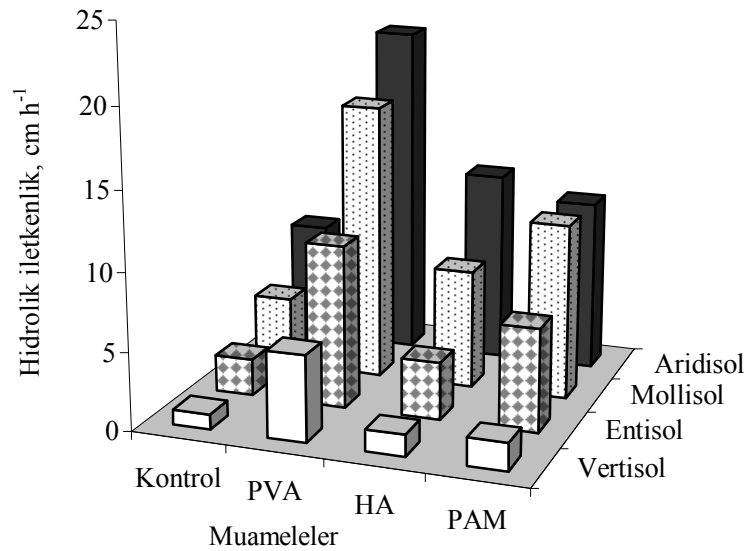
Şekil 4.20'den görüldüğü gibi toprakların ortalama kontrol SG değeri $1,17 \mu^2$ iken PVA muamelesi ile bu değer ortalama olarak $3,25 \mu^2$ 'ye yükselmiş ve %177,8'lik artış meydana gelmiştir. HA uygulaması ile ortalama SG değeri $1,72 \mu^2$ 'ye yükselirken %47,0 oranında artış ve PAM uygulaması ile $1,99 \mu^2$ 'ye yükselirken %70,1 oranında artış meydana gelmiştir. Muameleler arasında istatistiki anlamda çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) farklar olduğu ve su geçirgenliği üzerine muamelelerin etkinlik derecesi bakımından PVA, PAM ve HA şeklinde sıralandığı görülmektedir (Çizelge 4.6; Şekil 4.20).

Muameleler ile SG arasındaki korelasyon ilişkisi dikkate alındığında PVA ile SG arasında çok önemli düzeyde pozitif ($0,677^{**}$) bir ilişkinin olduğu tespit edilirken, HA ile PAM'ın su geçirgenliği üzerine etkisinin olmadığı görülmektedir (Çizelge 4.8).

4.2.7. Hidrolik iletkenlik (Hİ)

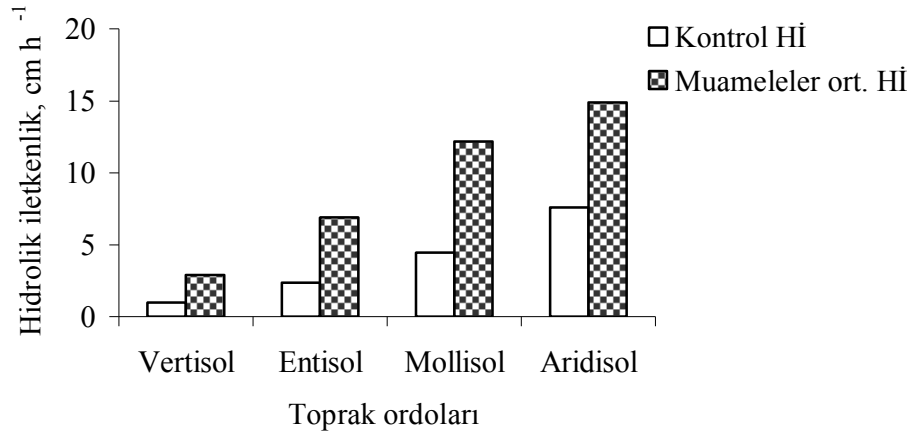
Araştırma toprakları ile muameleler ve hidrolik iletkenlik arasındaki ilişkiler Şekil 4.21'de verilmiştir. Şekil 4.21 ve Çizelge 4.2; ile 4.7'den görüleceği üzere kontrol düzeyinde Hİ değerleri Vertisol ordosunda 0,97, Entisolde 2,36, Mollisolde 4,44 ve Aridisolde $7,62 \text{ cm h}^{-1}$ olarak ölçülmüştür.

PVA, HA ve PAM uygulamaları Hİ'yi her dört ordoda da çok önemli düzeyde artırmıştır. Vertisol ordosu kontrol düzeyindeki Hİ değeri (0,97) PVA, HA ve PAM uygulamaları sonrası sırasıyla 5,50, 1,39 ve 1,75 cm h⁻¹'e yükseltmiştir. Uygulamalar sonrası Hİ değerleri Entisolde 2,36 cm h⁻¹'den 10,40, 3,68 ve 6,58 cm h⁻¹'e, Mollisolde 4,44 cm h⁻¹'den 17,70, 7,58 ve 11,26 cm h⁻¹'ye yükselirken Aridisol ordosunda 7,62 cm h⁻¹'den, 21,32, 12,28 ve 11,00 cm h⁻¹'e yükseltmişlerdir. Muamelelerin Hİ değerleri üzerine çok önemli düzeyde (p<0,01) etkili olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.5, 4.6; Şekil 4.21).



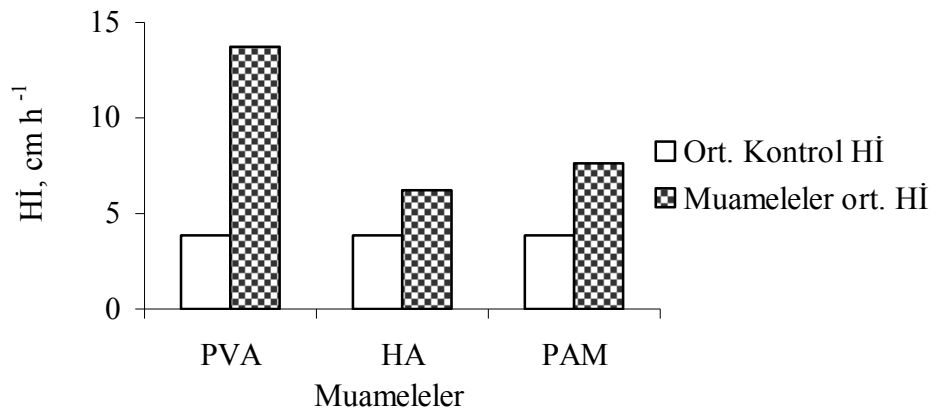
Şekil 4.21. Topraklar, muameleler ve hidrolik iletkenlik arasındaki ilişkiler

Muameleler sonrası toprakların ortalama Hİ değerlerinin (PVA, HA, PAM ortalaması) Vertisolde 2,88, Entisolde 6,89, Mollisolde 12,18 ve Aridisolde 14,87 cm h⁻¹ olduğu görülmektedir (Çizelge 4.5). Muameleler sonrası Hİ değerleri Vertisol ordosunda 0,97 cm h⁻¹'den 2,88 cm h⁻¹'e yükselmiş ve kontrole göre %196,9'luk artış meydana gelmiştir. Entisolde 2,36 cm h⁻¹'den 6,89 cm h⁻¹'e yükselerek %191,9'luk, Mollisolde 4,44 cm h⁻¹'den 12,18 cm h⁻¹'e yükselerek %174,3'lük ve Aridisolde 7,62 cm h⁻¹'den 14,87 cm h⁻¹'e yükselerek %95,1'lik artışlar meydana gelmiştir (Çizelge 4.7; Şekil 4.22). Muameleler sonrası kontrole göre en fazla artış Vertisol ve Entisol ordolarında (%196,9 ve %191,9) oranında ve en az artış da Aridisol ordosunda (%95,1) gerçekleşmiştir (Çizelge 4.7; Şekil 4.22).



Şekil 4.22. Toprak ordolarının kontrol ve muameleler ortalama Hİ değerleri

Hidrolik iletkenlik değerleri PVA uygulaması sonrası Vertisol, Entisol, Mollisol ve Aridisol ordolarında sırasıyla 5,50, 10,40, 17,70 ve 21,32 cm h⁻¹ olarak belirlenirken PVA muamelesinin ortalama Hİ değeri 13,72 cm h⁻¹ olarak bulunmuştur. HA uygulaması sonrası toprakların Hİ değerleri 1,39, 3,68, 7,58 ve 12,28 cm h⁻¹ olarak belirlenirken HA uygulamasının ortalama Hİ 6,23 cm h⁻¹ olmuştur. PAM uygulaması ile söz konusu değerler sırasıyla 1,75, 6,58, 11,26 ve 11,00 cm h⁻¹ bulunurken PAM uygulamasının ortalaması 7,65 cm h⁻¹ olarak bulunmuştur (Çizelge 4.6). Toprakların kontrol durumunda Hİ değerleri 0,97, 2,36, 4,44 ve 7,62 cm h⁻¹ olup kontrol ortalama Hİ 3,85 cm h⁻¹ bulunmuştur (Çizelge 4.2; 4.7).



Şekil 4.23. Ortalama kontrol ve muameleler ortalama Hİ değerleri

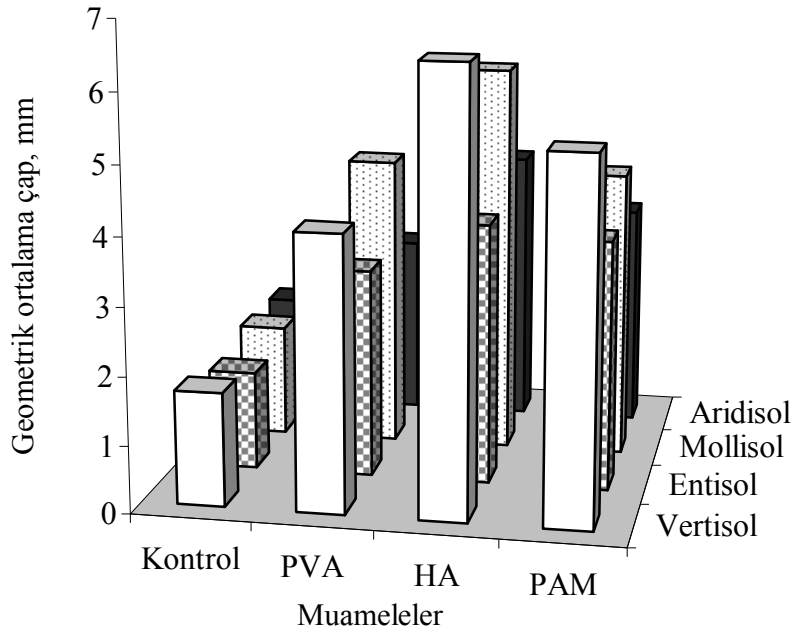
Şekil 4.23'den görüldüğü gibi toprakların ortalama kontrol Hİ değeri $3,85 \text{ cm h}^{-1}$ iken PVA muamelesi ile bu değer ortalama olarak $13,72 \text{ cm h}^{-1}$ 'e yükselmiş ve %256,4'lük artış meydana gelmiştir. HA uygulaması ile ortalama Hİ değeri $6,23 \text{ cm h}^{-1}$ 'e yükselirken %61,8 oranında artış ve PAM uygulaması ile $7,65 \text{ cm h}^{-1}$ 'e yükselirken %98,7 oranında artış meydana gelmiştir. Muameleler arasında istatistiki anlamda çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklar olduğu ve hidrolik iletkenlik üzerine muamelelerin etkinlik derecesi bakımından PVA, PAM ve HA şeklinde sıralandığı görülmektedir (Çizelge 4.6; Şekil 4.23).

Hidrolik iletkenlik ile muameleler arasındaki korelasyon ilişkileri dikkate alındığında Hİ ile PVA arasında çok önemli düzeyde ($0,720^{**}$), PAM ile önemli düzeyde pozitif ($0,502^*$) ilişkinin olduğu tespit edilirken, HA ile Hİ arasında ilişkinin olmadığı görülmektedir (Çizelge 4.8).

4.2.8. Geometrik ortalama çap (GOÇ)

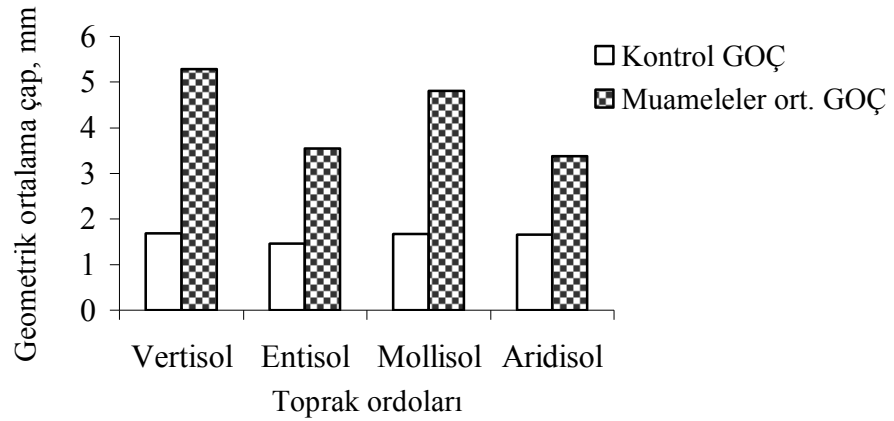
Araştırma toprakları ile muameleler ve geometrik ortalama çap değerleri arasındaki ilişkiler Şekil 4.24'de verilmiştir. Şekil 4.24 ve Çizelge 4.2; ile 4.7'den görüleceği üzere kontrol düzeyinde GOÇ değerleri Vertisol ordosunda 1,68, Entisolde 1,46, Mollisolde 1,67 ve Aridisolde 1,65 mm olarak belirlenmiştir.

PVA, HA ve PAM uygulamaları GOÇ'ı her dört ordoda da çok önemli düzeyde artırmıştır. Vertisol ordosu kontrol düzeyindeki GOÇ değeri (1,68 mm) PVA, HA ve PAM uygulamaları sonrası sırasıyla 4,05, 6,47 ve 5,31'ye mm'ye yükseltmiştir. Uygulamalar sonrası GOÇ değerleri Entisolde 1,46 mm'den ve 3,09, 3,85 ve 3,69 mm'ye, Mollisolde 1,67 mm'den 4,35, 5,80 ve 4,28 mm'ye yükselirken Aridisol ordosunda 1,65 mm'den, 2,69, 4,12 ve 3,34 mm'ye yükseltmişlerdir. Muamelelerin GOÇ değerleri üzerine çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkili olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.5, 4.6; Şekil 4.24).



Şekil 4.24. Topraklar, muameleler ve geometrik ortalama çap arasındaki ilişkiler

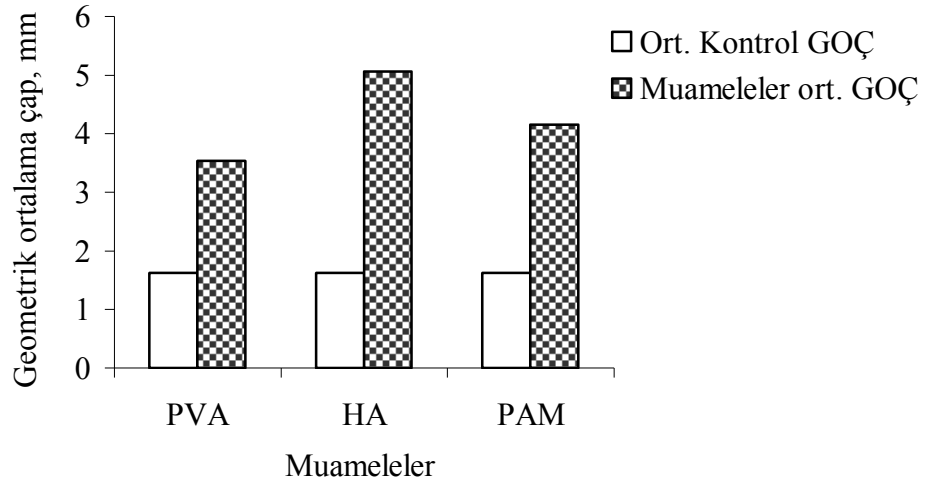
Muameleler sonrası toprakların ortalama GOÇ değerlerinin (PVA, HA, PAM ortalaması) Vertisolde 5,28, Entisolde 3,54, Mollisolde 4,81 ve Aridisolde 3,38 mm olduğu görülmektedir (Çizelge 4.5). Muameleler sonrası GOÇ değerleri Vertisol ordosunda 1,68 mm'den 5,28 mm'ye yükselmiş ve kontrole göre %214,3'lük artış meydana gelmiştir. Entisolde 1,46 mm'den 3,54 mm'ye yükselerek %142,5'lik, Mollisolde 1,67 mm'den 4,81 mm'ye yükselerek %188,0'lik ve Aridisolde 1,65 mm'den 3,38 mm'ye yükselerek %104,8'lik artış meydana gelmiştir (Çizelge 4.7; Şekil 4.25). Muameleler sonrası kontrole göre en fazla artış Vertisol ordosunda (%214,3) oranında ve en az artış da Aridisol ordosunda (%104,8) gerçekleşmiştir (Çizelge 4.7; Şekil 4.25).



Şekil 4.25. Toprak ordolarının kontrol ve muameleler ortalama GOÇ değerleri

Geometrik ortalama çap değerleri PVA uygulaması sonrası Vertisol, Entisol, Mollisol ve Aridisol ordolarında sırasıyla 4,05, 3,09, 4,36 ve 2,69 mm olarak belirlenirken PVA muamelesinin ortalama GOÇ değeri 3,54 mm olarak bulunmuştur. HA uygulaması sonrası toprakların GOÇ değerleri 6,47, 3,85, 5,80 ve 4,12 mm olarak belirlenirken HA uygulamasının ortalama GOÇ değeri 5,06 mm olmuştur. PAM uygulaması ile söz konusu değerler sırasıyla 5,31, 3,69, 4,28 ve 3,34 mm bulunurken PAM uygulamasının ortalaması 4,16 mm olarak bulunmuştur (Çizelge 4.6). Toprakların kontrol durumunda GOÇ değerleri 1,68, 1,46, 1,67 ve 1,65 mm olup kontrol ortalama GOÇ 1,62 mm bulunmuştur (Çizelge 4.2; 4.7).

Şekil 4.26'den görüldüğü gibi toprakların ortalama kontrol GOÇ değeri 1,62 mm iken PVA muamelesi ile bu değer ortalama olarak 3,54 mm'ye yükselmiş ve %118,5'lik artış meydana gelmiştir. HA uygulaması ile ortalama GOÇ değeri 5,06 mm'ye yükselirken %212,3 oranında artış ve PAM uygulaması ile 4,16 mm'ye yükselirken %156,8 oranında artış meydana gelmiştir. Muameleler arasında istatistiki anlamda çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) farklar olduğu ve GOÇ üzerine muamelelerin etkinlik derecesi bakımından HA, PAM ve PVA şeklinde sıralandığı görülmektedir (Çizelge 4.6; Şekil 4.26).



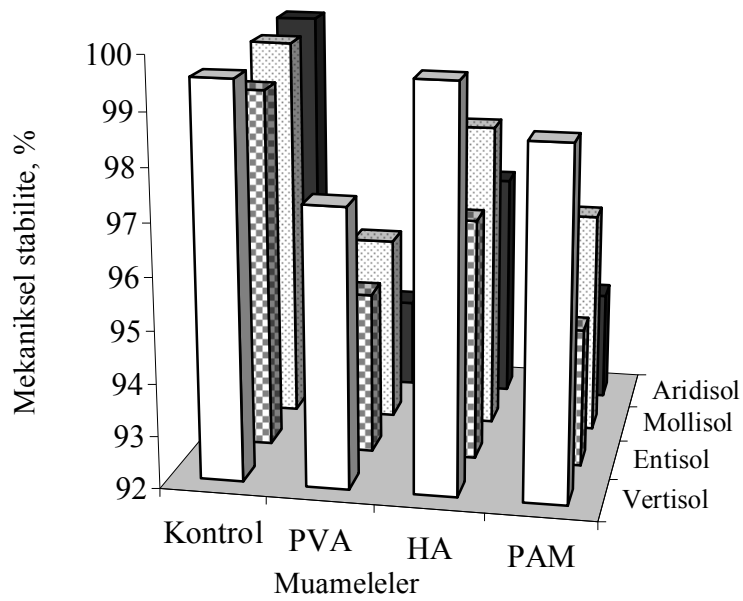
Şekil 4.26. Ortalama kontrol ve muameleler ortalama GOÇ değerleri

Geometrik ortalama çap ile muameleler arasında çok önemli düzeyde pozitif ilişkilerin olduğu görülmektedir (Çizelge 4.8).

4.2.9. Mekaniksel stabilite (MS)

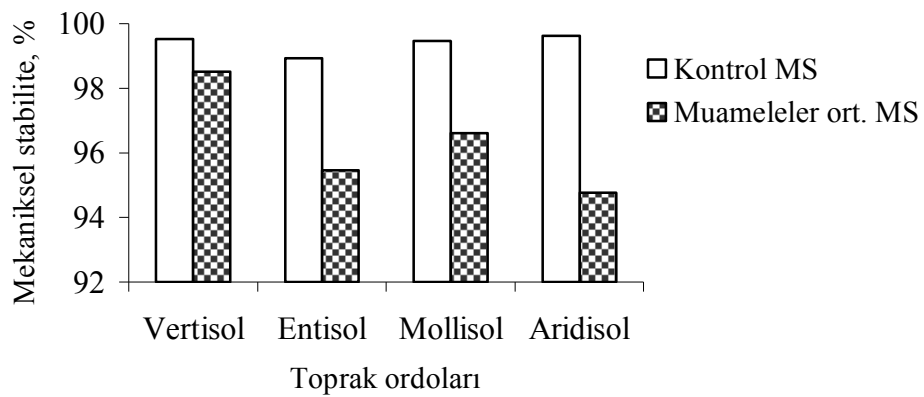
Araştırma toprakları ile muameleler ve mekaniksel stabilite arasındaki ilişkiler Şekil 4.27'de verilmiştir. Şekil 4.27 ve Çizelge 4.2; ile 4.7'den görüleceği üzere kontrol düzeyinde MS değerleri Vertisol ordosunda %99,52, Entisolde %98,93, Mollisolde %99,47 ve Aridisolde %99,63 olarak belirlenmiştir.

PVA, HA ve PAM uygulamaları MS üzerine her dört ordoda da önemli düzeyde etkili olduğu belirlenmiştir. Vertisol ordosu kontrol düzeyindeki MS değeri (%99,52) PVA, HA ve PAM uygulamaları sonrası sırasıyla %97,31, %99,63 ve %98,63 olarak belirlenmiştir. MS değerleri uygulamalar sonrası Entisolde %95,10, %96,64 ve %94,65 olarak, Mollisolde %95,60, %97,96 ve %96,26 olarak, Aridisol ordosunda %93,74, %96,44 ve %94,13 olarak tespit edilmiştir. Muameleler sonrası toprakların mekaniksel stabiliteleri genel bir düşüş göstermektedir. Sadece; Vertisol ordosuna HA uygulaması ile kontrolde %99,52 olan MS, uygulama sonrası %99,63 olarak belirlenmiş ve çok küçük bir artış oluştur (Çizelge 4.5, 4.6; Şekil 4.27).



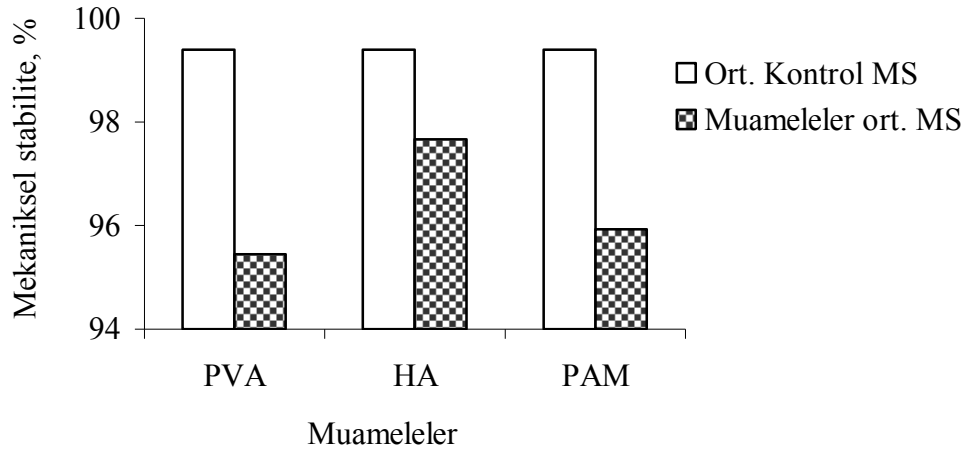
Şekil 4.27. Topraklar, muameleler ve mekaniksel stabilite arasındaki ilişkiler

Muameleler sonrası toprakların ortalama MS değerlerinin (PVA, HA, PAM ortalaması) Vertisolde %98,52, Entisolde %95,46, Mollisolde %96,61 ve Aridisolde %94,77 olduğu görülmektedir (Çizelge 4.5). Muameleler sonrası MS değerleri Vertisol ordosunda %99,52'den %98,52'ye düşmüş ve kontrole göre %1,0'lik azalış meydana gelmiştir. Entisolde %98,93'den %95,46'ya düşerek %3,5'lik, Mollisolde %99,47'den 96,61'e düşerek %2,9'luk ve Aridisolde %99,63'den %94,77'ye düşerek %4,9'luk azalış meydana gelmiştir (Çizelge 4.7; Şekil 4.28). Muameleler sonrası kontrole göre en fazla düşüş Aridisol ordosunda (%4,9) oranında ve en az azalış da Vertisol ordosunda (%1,0) gerçekleşmiştir (Çizelge 4.7; Şekil 4.28).



Şekil 4.28. Toprak ordolarının kontrol ve muameleler ortalaması MS değerleri

Mekaniksel stabilite değerleri PVA uygulaması sonrası Vertisol, Entisol, Mollisol ve Aridisol ordolarında sırasıyla %97,31, %95,10, %95,60 ve %93,74 olarak belirlenirken PVA muamelesinin ortalama MS değeri %95,44 olarak bulunmuştur. HA uygulaması sonrası toprakların MS değerleri %99,63, %96,64, %97,96 ve %96,44 olarak belirlenirken HA uygulamasının ortalama MS değeri %97,67 olmuştur. PAM uygulaması ile söz konusu değerler sırasıyla %98,63, %94,65, %96,29 ve %94,13 bulunurken PAM uygulamasının ortalaması %95,92 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.6). Toprakların kontrol durumunda MS değerleri %99,52, %98,93, %99,47 ve %99,63 olup kontrol ortalama MS %99,39 bulunmuştur (Çizelge 4.2; 4.7).



Şekil 4.29. Ortalama kontrol ve muameleler ortalama MS değerleri

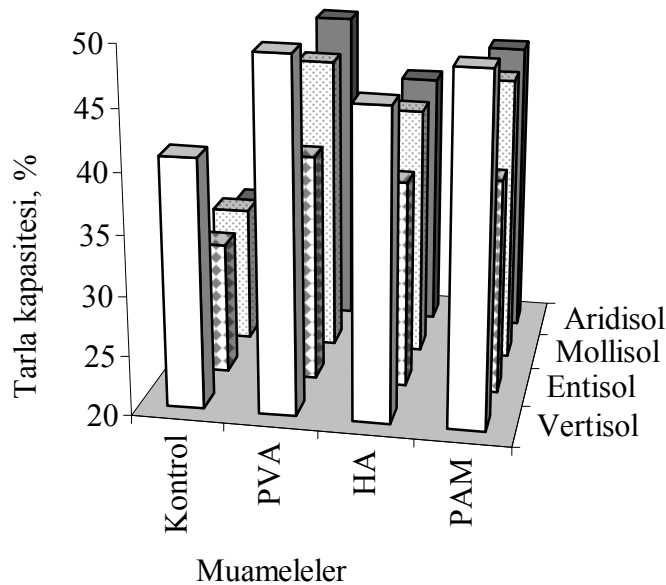
Şekil 4.29'dan görüldüğü gibi toprakların ortalama kontrol MS değeri %99,39 iken PVA muamelesi ile bu değer ortalama olarak %95,44'e düşmüş ve %4,0'lük azalma meydana gelmiştir. HA uygulaması ile ortalama MS değeri %97,67'ye düşerken %1,7 oranında azalış ve PAM uygulaması ile %95,92'ye düşerken %3,5 oranında azalış meydana gelmiştir. Muameleler arasında istatistiki anlamda çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) farklar olduğu görülmektedir (Çizelge 4.6; Şekil 4.29).

Mekaniksel stabilite ile muameleler arasında çok önemli düzeyde negatif ilişkinin olduğu görülmektedir (Çizelge 4.8).

4.2.10. Tarla kapasitesi (TK)

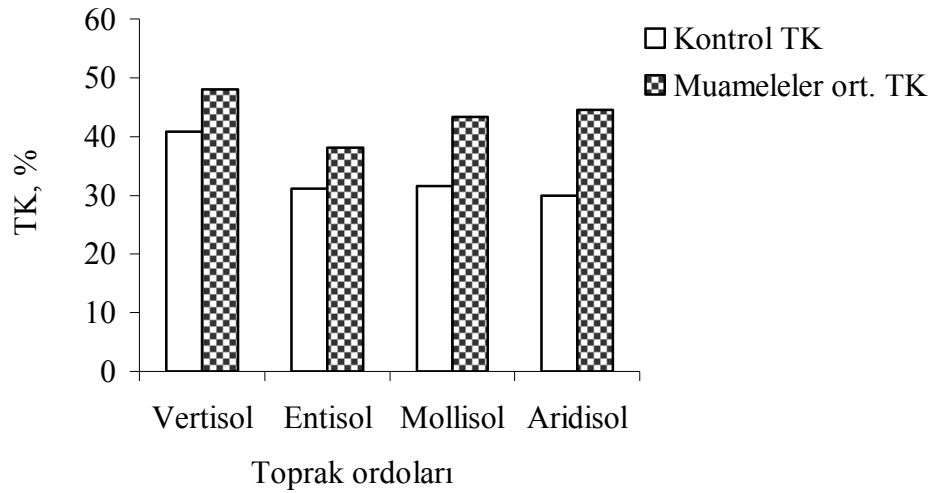
Araştırma toprakları ile muameleler ve tarla kapasitesi arasındaki ilişkiler Şekil 4.30'da verilmiştir. Şekil 4.30 ve Çizelge 4.2 ile 4.7'den görüleceği üzere kontrol düzeyinde TK değerleri Vertisol ordosunda %40,81, Entisolde %31,09, Mollisolde %31,53 ve Aridisolde %29,96 olarak belirlenmiştir.

PVA, HA ve PAM uygulamaları TK üzerine her dört ordoda da çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkili olduğu belirlenmiştir. Vertisol ordosu kontrol düzeyindeki TK değeri (%40,81) PVA, HA ve PAM uygulamaları sonrası sırasıyla %49,30, %45,73 ve %48,89 olarak belirlenmiştir. Uygulamalar sonrası TK değerleri Entisolde %31,09'dan %39,02, %37,36 ve %37,97'ye, Mollisolde %31,53'den %44,93, %41,15 ve %44,08'e, Aridisol ordosunda %29,96'dan %46,93, %41,89 ve %44,94'e yükselmiştir. Muamelelerin TK değerleri üzerine çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkili olduğu görülmektedir (Çizelge 4.5, 4.6; Şekil 4.30).



Şekil 4.30. Topraklar, muameleler ve tarla kapasitesi arasındaki ilişkiler

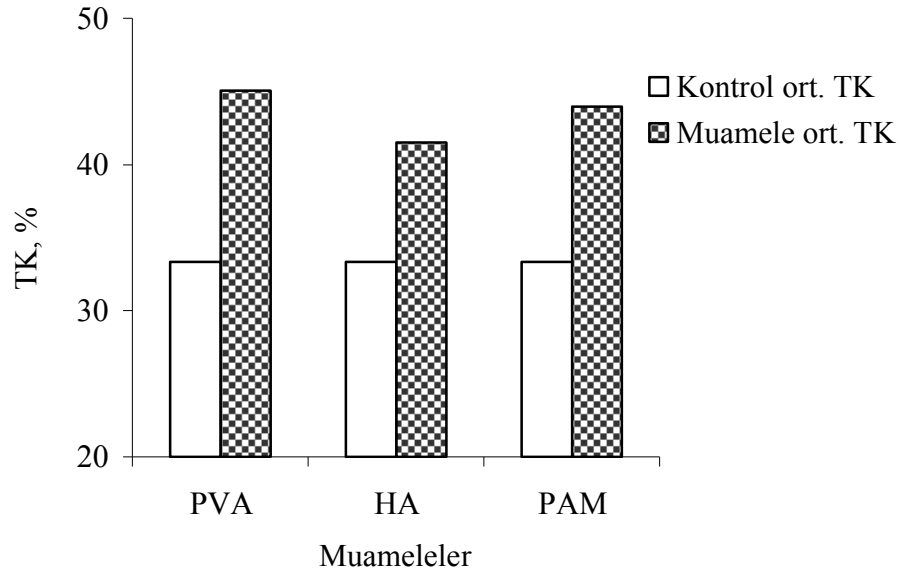
Muameleler sonrası toprakların ortalama TK değerlerinin (PVA, HA, PAM ortalaması) Vertisolde %47,97, Entisolde %38,12, Mollisolde %43,38 ve Aridisolde %44,59 olduğu görülmektedir (Çizelge 4.5). Muameleler sonrası TK değerleri Vertisol ordosunda %40,81'den %47,94'ye yükselmiş ve kontrole göre %17,5'lik artış meydana gelmiştir. Entisolde %31,09'dan %38,12'ye yükselerek %22,6'lık, Mollisolde %31,53'den %43,38'e yükselerek %37,6'lık ve Aridisolde %29,96'dan %44,59'a yükselerek %48,8'lik artış meydana gelmiştir (Çizelge 4.7; Şekil 4.31). Muameleler sonrası kontrole göre en fazla artış Aridisol ordosunda (%48,8) oranında ve en az artış da Vertisol ordosunda (%17,5) gerçekleşmiştir (Çizelge 4.7; Şekil 4.31).



Şekil 4.31. Toprak ordolarının kontrol ve muameleler ortalama TK değerleri

Tarla kapasitesi değerleri PVA uygulaması sonrası Vertisol, Entisol, Mollisol ve Aridisol ordolarında sırasıyla %49,30, %39,02, %44,93 ve %46,93 olarak belirlenirken PVA muamelesinin ortalama TK değeri %45,05 olarak bulunmuştur. HA uygulaması sonrası toprakların TK değerleri %45,73, %37,36, %41,15 ve %41,89 olarak belirlenirken HA uygulamasının ortalama TK %41,53 olmuştur. PAM uygulaması ile söz konusu değerler sırasıyla %48,89, %37,97, %44,08 ve %44,94 bulunurken PAM uygulamasının ortalaması %43,97 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.6). Toprakların kontrol durumunda TK değerleri %40,81, %31,09, %31,53 ve %29,96 olup kontrol ortalama TK %33,35 bulunmuştur (Çizelge 4.2; 4.7).

Şekil 4.32'den görüldüğü gibi toprakların ortalama kontrol TK değeri %33,35 iken PVA muamelesi ile bu değer ortalama olarak %45,05'e yükselmiş ve %35,1'lik artış meydana gelmiştir. HA uygulaması ile ortalama TK değeri %41,53'e yükselirken %24,5 oranında artış ve PAM uygulaması ile %43,97'ye yükselirken %31,8 oranında artış meydana gelmiştir. Muameleler arasında istatistiki anlamda çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklar olduğu ve tarla kapasitesi üzerine muamelelerin etkinlik derecesi bakımından PVA, PAM ve HA şeklinde sıralandığı görülmektedir (Çizelge 4.6; Şekil 4.32).



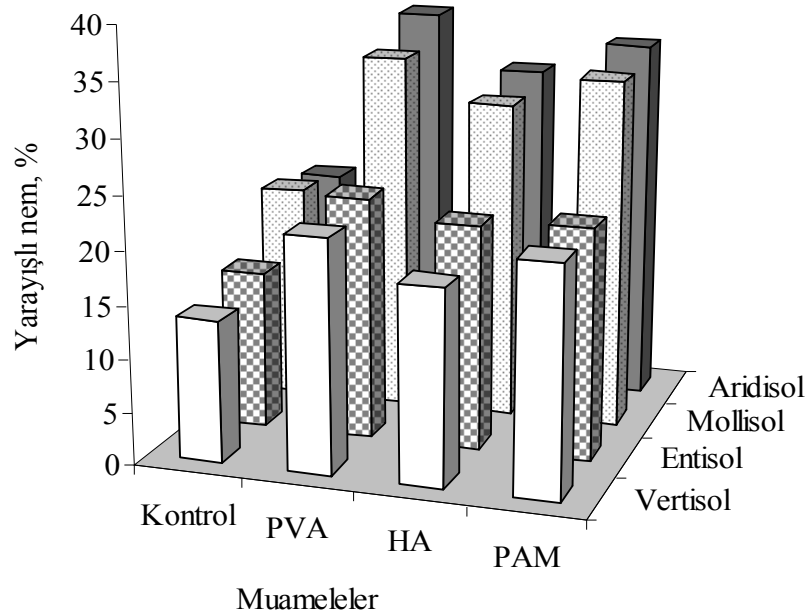
Şekil 4.32. Ortalama kontrol ve muameleler ortalama TK değerleri

Tarla kapasitesi ile muameleler arasında çok önemli düzeyde pozitif ilişkilerin olduğu görülmektedir (Çizelge 4.8).

4.2.11. Yarıyışlı nem (YN)

Araştırma toprakları ile muameleler ve yarıyışlı nem arasındaki ilişkiler Şekil 4.33'de verilmiştir. Şekil 4.33 ve Çizelge 4.2 ile 4.7'den görüleceği üzere kontrol düzeyinde YN değerleri Vertisol ordosunda %13,40, Entisolde %14,91, Mollisolde %20,40 ve Aridisolde %19,44 olarak belirlenmiştir.

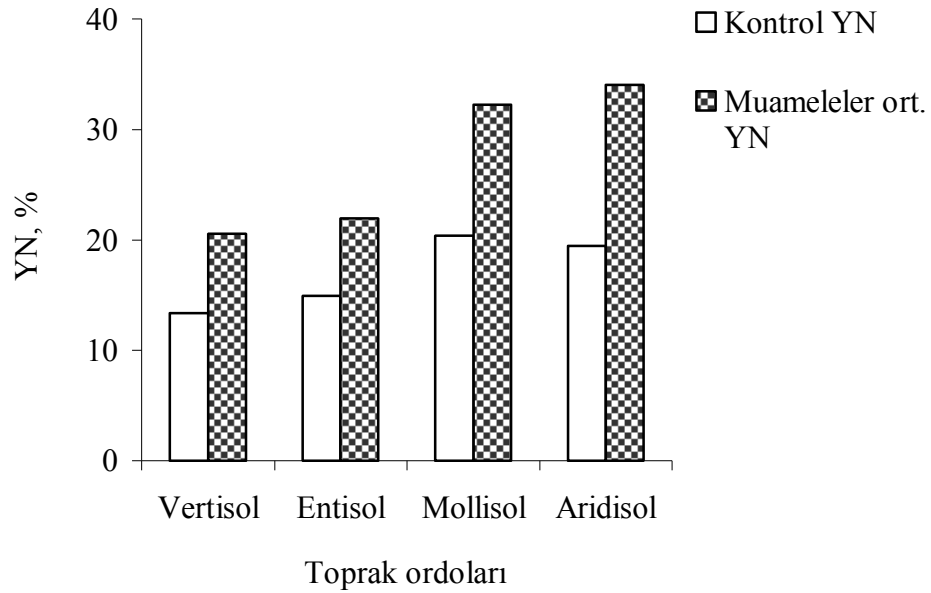
PVA, HA ve PAM uygulamaları YN üzerine her dört ordoda da çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkili olduğu belirlenmiştir. Vertisol ordosu kontrol düzeyindeki YN değeri (%13,40) PVA, HA ve PAM uygulamaları sonrası sırasıyla %21,89, %18,32 ve %21,48 olarak belirlenmiştir. Uygulamalar sonrası YN değerleri Entisolde %14,91'den %22,84, %21,18 ve %21,79'a, Mollisolde %20,40'dan %33,80, %30,02 ve %32,95'e, Aridisol ordosunda %19,44'den %36,41, %31,37 ve %34,41'e yükselmiştir. Muamelelerin YN değerleri üzerine çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkili olduğu görülmektedir (Çizelge 4.5, 4.6; Şekil 4.33).



Şekil 4.33. Topraklar, muameleler ve yarayırlı nem arasındaki ilişkiler

Muameleler sonrası toprakların ortalama YN değerlerinin (PVA, HA, PAM ortalaması) Vertisolde %20,56, Entisolde %21,94, Mollisolde %32,25 ve Aridisolde %34,06 olduğu görülmektedir (Çizelge 4.5). Muameleler sonrası YN değerleri Vertisol ordosunda %13,40'dan %20,56'ya yükselmiş ve kontrole göre %53,4'lük artış meydana gelmiştir. Entisolde %14,91'den %21,94'e yükselerek %47,1'lik, Mollisolde %20,40'dan %32,25'e yükselerek %58,1'lik ve Aridisolde %19,44'den %34,06'a yükselerek %75,2'lik artış meydana gelmiştir (Çizelge 4.7; Şekil 4.34). Muameleler sonrası

kontrole göre en fazla artış Aridisol ordosunda (%75,2) oranında ve en az artış da Entisol ordosunda (%47,1) gerçekleşmiştir (Çizelge 4.7; Şekil 4.34).

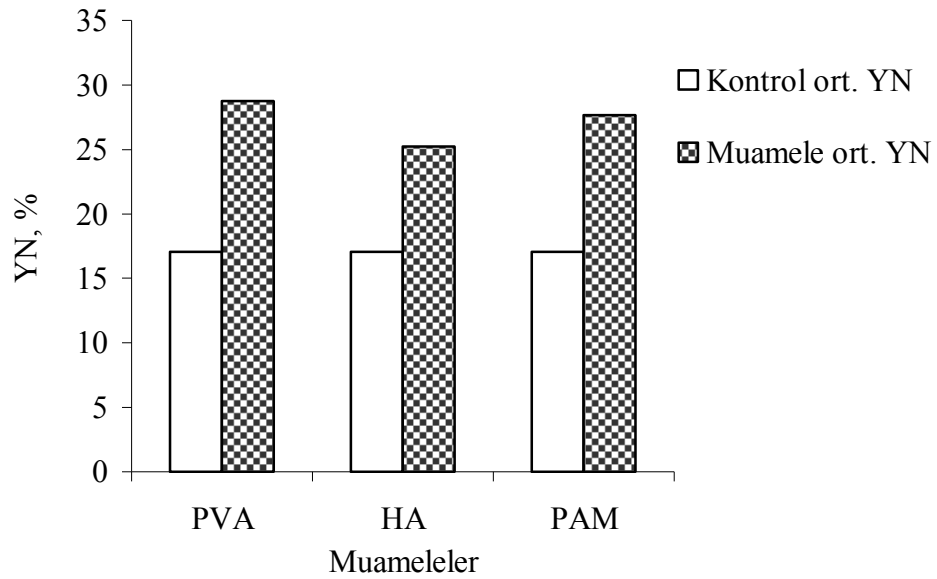


Şekil 4.34. Toprak ordolarının kontrol ve muameleler ortalama YN değerleri

Yarayışlı nem değerleri PVA uygulaması sonrası Vertisol, Entisol, Mollisol ve Aridisol ordolarında sırasıyla %21,89, %22,84, %33,80 ve %36,41 olarak belirlenirken PVA muamelesinin ortalama YN değeri %28,73 olarak bulunmuştur. HA uygulaması sonrası toprakların YN değerleri %18,32, %21,18, %30,02 ve %31,37 olarak belirlenirken HA uygulamasının ortalama YN %25,22 olmuştur. PAM uygulaması ile söz konusu değerler sırasıyla %21,48, %21,79, %32,95 ve %34,41 bulunurken PAM uygulamasının ortalaması %27,66 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.6). Toprakların kontrol durumunda YN değerleri %13,40, %14,91, %20,40 ve %19,44 olup kontrol ortalama YN %17,04 bulunmuştur (Çizelge 4.2; 4.7).

Şekil 4.35'den görüldüğü gibi toprakların ortalama kontrol YN değeri %17,04 iken PVA muamelesi ile bu değer ortalama olarak %28,73'e yükselmiş ve %68,6'lık artış meydana gelmiştir. HA uygulaması ile ortalama YN değeri %25,22'ye yükselirken %48,0 oranında artış ve PAM uygulaması ile %27,66'ya yükselirken %62,3 oranında

artış meydana gelmiştir. Muameleler arasında istatistiki anlamda çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklar olduğu ve yarıyışlı nem üzerine muamelelerin etkinlik derecesi bakımından PVA, PAM ve HA şeklinde sıralandığı görülmektedir (Çizelge 4.6; Şekil 4.35).



Şekil 4.35. Ortalama kontrol ve muameleler ortalama YN değerleri

Yarıyışlı nem ile muameleler arasındaki çok önemli düzeyde pozitif ilişkilerin olduğu görülmektedir (Çizelge 4.8).

4.3. Polivinilalkol (PVA), Hüyük Asit (HA) ve Poliakrilamid (PAM) Uygulamalarının Toprak Agregat Büyüklüğü Dağılımı (Wi) Üzerine Etkileri

Deneme topraklarının muameleler öncesi agregat fraksiyonlarının dağılım oranları Çizelge 4.3’de görülmektedir.

Araştırma topraklarına PVA, HA ve PAM uygulamalarının agregat büyüklük dağılımları üzerine etki katsayılarını gösteren varyans analizi ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.9’da ve muameleler sonrası toprakların agregat

büyüklik dağılımlarında kontrole göre meydana gelen %'de değişimler Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Vertisol ordosuna ait toprak ile muameleler ve agregat fraksiyonlarının miktarları arasındaki ilişkiler Şekil 4.36'da verilmiştir. Şekil 4.36 ve Çizelge 4.3 ile 4.9'dan görüleceği üzere kontrol düzeyinde sadece dört farklı agregat büyüklüğü bulunurken; PVA, HA ve PAM uygulamaları sonrası yeni agregatların (6,4-12,7 ve >12,7 mm) oluştuğu görülmektedir. Vertisol ordosu kontrol düzeyinde <0,42, 0,42-0,84, 0,84-2 ve 2-6,4 mm agregat fraksiyonları toprak içerisinde sırasıyla %35,91, %13,08, %22,47 ve %28,54 oranlarında iken PVA uygulaması sonrası söz konusu agregat fraksiyonlarının miktarları %9,58, %10,59, %24,03 ve %33,02 olmuştur. Ayrıca, %21,02 ve %1,78 oranlarında 6,4-12,7 ile >12,7 mm agregatların oluştuğu görülmektedir. PVA uygulaması ile <0,42 ve 0,42-0,84 mm agregat fraksiyonlarının azaldığı ve 0,84 mm'den büyük agregat fraksiyonları miktarlarının arttığı görülmektedir (Çizelge 4.3; 4.9, Şekil 4.36).

HA uygulaması sonucunda <0,42, 0,42-0,84 ve 0,84-2 mm agregat fraksiyonlarının miktarları önemli düzeyde düşerken 2 mm'den büyük agregat fraksiyonlarının miktarlarında önemli ölçüde artışlar olmuştur. Kontrol durumunda <0,42, 0,42-0,84 ve 0,84-2 mm agregat fraksiyonlarının miktarları sırasıyla %35,91, %13,08 ve %22,47 iken HA uygulaması sonrası %1,60, %1,64 ve %11,73'e düşerken, 2-6,4 mm agregat fraksiyonu %28,54'den %36,54'e yükselmiştir. Ayrıca, HA uygulaması sonrasında %44,58 ve %3,92 oranlarında kontrol düzeyinde bulunmayan 6,4-12,7 ile >12,7 mm agregat fraksiyonlarının oluştuğu görülmektedir (Çizelge 4.3; 4.9, Şekil 4.36).

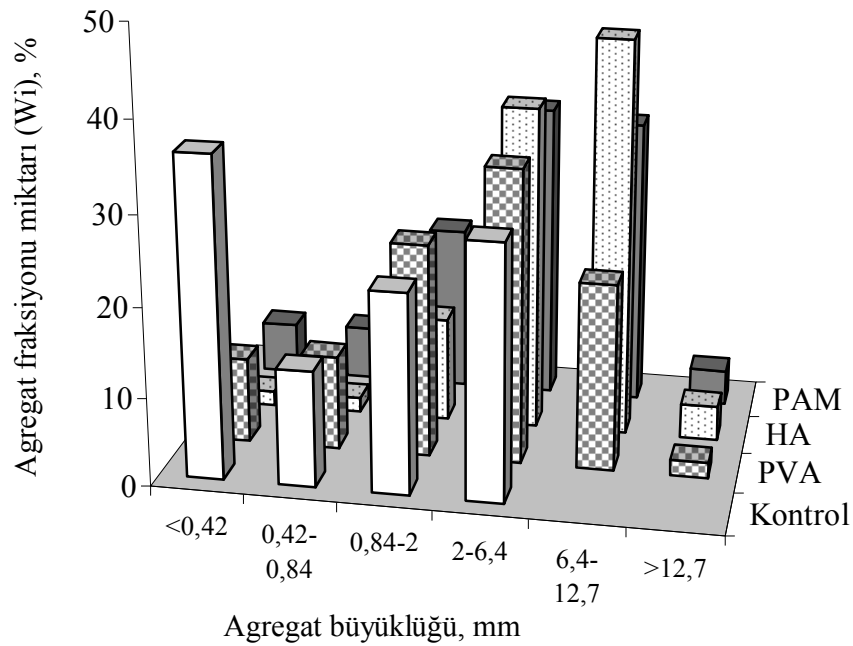
Çizelge 4.9. PVA, HA ve PAM uygulamaları sonrası toprakların Wi değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Toprak ordoları	Muameleler	<0,42	0,42-0,84	0,84-2	2-6,4	6,4-12,7	>12,7	Ortalama
Vertisol	PVA	9,58cA	10,59cA	24,03bA	33,02a	21,02bB	1,78d	16,67
	HA	1,60dB	1,64dB	11,73cB	36,54b	44,58aA	3,92d	16,67
	PAM	5,77cAB	5,99cC	18,56bAB	33,40a	32,33aAB	3,97c	16,67
Ortalama		5,65C	6,07C	18,10B	34,32A	32,64A	3,22C	16,67
Entisol	PVA	14,62c	11,51cd	22,44b	30,61aB	13,07cd	7,76dA	16,67
	HA	8,06d	9,15d	27,48b	34,85aA	18,51c	1,96eB	16,67
	PAM	12,35cd	9,98d	24,60b	35,11aA	15,99c	1,99eB	16,67
Ortalama		11,67D	10,21D	24,84B	33,52A	15,86C	3,90E	16,67
Mollisol	PVA	10,26c	9,63c	23,72abA	31,21a	18,22bcB	6,97c	16,67
	HA	4,50d	4,76cd	18,53bB	31,32a	32,19aA	8,71c	16,67
	PAM	11,89c	8,89c	21,32bAB	32,32a	22,51bB	3,08d	16,67
Ortalama		8,88C	7,76C	21,19B	31,62A	24,30B	6,25C	16,67
Aridisol	PVA	20,23cA	13,61dA	26,70b	30,22aB	8,55eB	0,70f	16,67
	HA	8,01cB	8,47cB	25,89b	35,34aA	20,09bA	2,23c	16,67
	PAM	13,82cAB	10,32cAB	26,40b	35,57aA	12,23cB	1,68d	16,67
Ortalama		14,02C	10,80D	26,32B	33,71A	13,62C	1,53E	16,67
Muamele Ortalaması	PVA	13,67dA	11,34eA	24,22bA	31,27aC	15,22cC	4,30fA	16,67
	HA	5,54eC	6,01dC	20,91cC	34,51aA	28,84bA	4,21fA	16,67
	PAM	10,96dB	8,80eB	22,72bB	34,10aB	20,77cB	2,68fB	16,67
Genel Ortalama		10,06C	8,71D	22,61B	33,29A	21,60B	3,73E	16,67

Çizelge 4.10. PVA, HA ve PAM uygulamaları sonrası toprakların W_i değerlerinde meydana gelen %'de değişim oranları

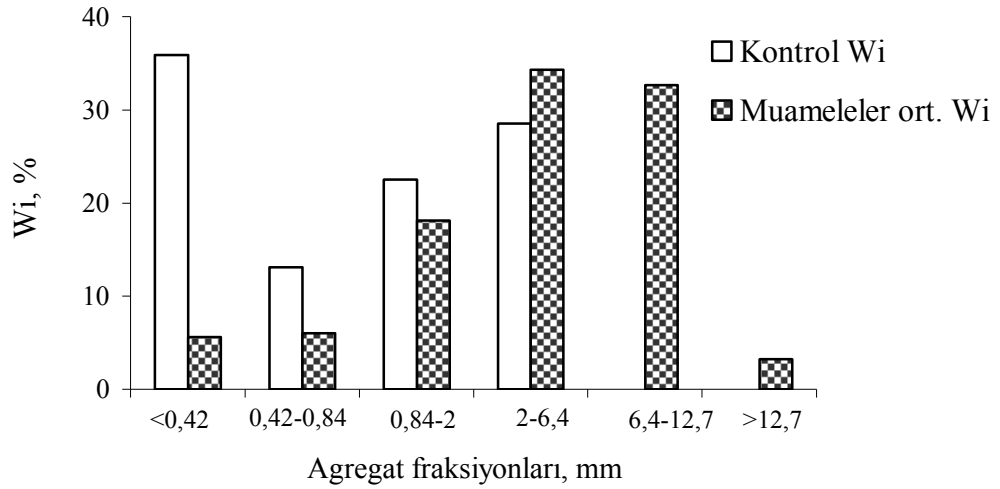
Toprak ordoları	Agregat büyüklüğü, mm	Kontrol W_i , %	PVA, HA, PAM ortalaması W_i , %	Kontrole göre değişim, %
Vertisol	<0,42	35,91	5,65	-84,3
	0,42-0,84	13,08	6,07	-53,6
	0,84-2	22,47	18,10	-19,4
	2-6,4	28,54	34,32	+20,3
	6,4-12,7	0,0	32,64	+∞
	>12,7	0,0	3,22	+∞
Entisol	<0,42	41,47	11,67	-71,9
	0,42-0,84	13,03	10,21	-21,6
	0,84-2	22,43	24,84	+10,7
	2-6,4	23,08	33,52	+45,2
	6,4-12,7	0,0	15,86	+∞
	>12,7	0,0	3,90	+∞
Mollisol	<0,42	37,55	8,88	-76,4
	0,42-0,84	12,38	7,76	-37,3
	0,84-2	21,26	21,19	-0,3
	2-6,4	28,82	31,62	+9,7
	6,4-12,7	0,0	24,30	+∞
	>12,7	0,0	6,25	+∞
Aridisol	<0,42	34,18	14,02	-59,0
	0,42-0,84	12,97	10,80	-16,7
	0,84-2	26,14	26,32	+0,7
	2-6,4	26,72	33,71	+26,2
	6,4-12,7	0,0	13,62	+∞
	>12,7	0,0	1,53	+∞
Genel ortalama	<0,42	37,28	10,06	-73,0
	0,42-0,84	12,86	8,71	-32,3
	0,84-2	23,07	22,61	-2,0
	2-6,4	26,79	33,29	+24,3
	6,4-12,7	0,0	21,60	+∞
	>12,7	0,0	3,73	+∞

PAM uygulaması sonucunda da $<0,42$, $0,42-0,84$ ve $0,84-2$ mm agregat fraksiyonlarının miktarları önemli düzeyde düşerken 2 mm'den büyük agregat fraksiyonlarının miktarlarında önemli ölçüde artışlar olduğu görülmektedir. Kontrol durumda $<0,42$, $0,42-0,84$ ve $0,84-2$ mm agregat fraksiyonlarının miktarları sırasıyla %35,91, %13,08 ve %22,47 iken PAM uygulaması sonrası %5,77, %5,99 ve %18,56'ya düşerken, 2-6,4 mm agregat fraksiyonu %28,54'den %33,40'a yükselmiştir. PAM uygulaması sonrasında %32,33 ve %3,97 oranlarında kontrol düzeyinde bulunmayan 6,4-12,7 ile $>12,7$ mm agregat fraksiyonlarının oluştuğu da görülmektedir (Çizelge 4.3; 4.9, Şekil 4.36).



Şekil 4.36. Vertisol ordosu toprağında muameleler ile agregat fraksiyonlarının miktarları arasındaki ilişkiler

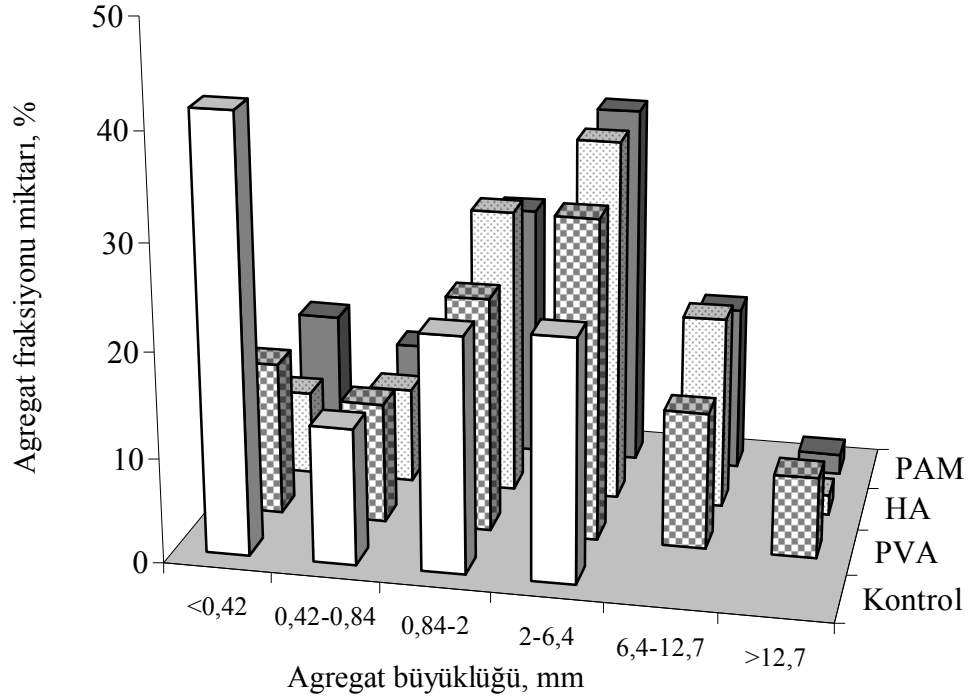
Vertisol ordosu kontrol düzeyinde $<0,42$, $0,42-0,84$, $0,84-2$, $2-6,4$, $6,4-12,7$ ve $>12,7$ mm agregat fraksiyonlarının miktarları sırasıyla %35,91, %13,08, %22,47, %28,54, %0,0 ve %0,0 iken PVA, HA ve PAM uygulamaları sonrası söz konusu değerler muamelelerin ortalaması olarak sırasıyla %5,65, %6,07, %18,10, %34,32, %32,64 ve %3,22 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.10; Şekil 4.37).



Şekil 4.37. Vertisol ordosu toprağında kontrol ve muameleler ortalaması W_i değerleri

Çizelge 4.10 ve Şekil 4.37'den görüleceği üzere PVA, HA ve PAM uygulamaları Vertisol ordosu toprağında <0,42, 0,42-0,84 ve 0,84-2 mm agregat fraksiyonları miktarını sırasıyla %84,3, %53,6 ve %19,4 oranlarında azaltırken 2-6,4 mm agregat fraksiyonu miktarını %20,3 oranında arttırmıştır. Ayrıca, %32,64 ve %3,22 oranlarında 6,4-12,7 ile >12,7 mm agregatlar oluşmasını sağlamıştır.

Entisol ordosuna ait toprak ile muameleler ve agregat fraksiyonlarının miktarları arasındaki ilişkiler Şekil 4.38'de verilmiştir. Şekil 4.38 ve Çizelge 4.3 ile 4.9'dan görüleceği üzere kontrol düzeyinde sadece dört farklı agregat büyüklüğü bulunurken; PVA, HA ve PAM uygulamaları sonrası yeni agregatların (6,4-12,7 ve >12,7 mm) oluştuğu görülmektedir. Entisol ordosu kontrol düzeyinde <0,42, 0,42-0,84, 0,84-2 ve 2-6,4 mm agregat fraksiyonları toprak içerisinde sırasıyla %41,47, %13,03, %22,43 ve %23,08 oranlarında iken PVA uygulaması sonrası söz konusu agregat fraksiyonlarının miktarları %14,62, %11,51, %22,44 ve %30,61 olmuştur. Ayrıca, %13,07 ve %7,76 oranlarında 6,4-12,7 ile >12,7 mm agregatların oluştuğu görülmektedir. PVA uygulaması ile <0,42 ve 0,42-0,84 mm agregat fraksiyonlarının azaldığı, 0,84-2 mm agregat fraksiyonu miktarının değişmediği ve 2-6,4 mm agregat fraksiyonu miktarının arttığı görülmektedir (Çizelge 4.3; 4.9, Şekil 4.38)



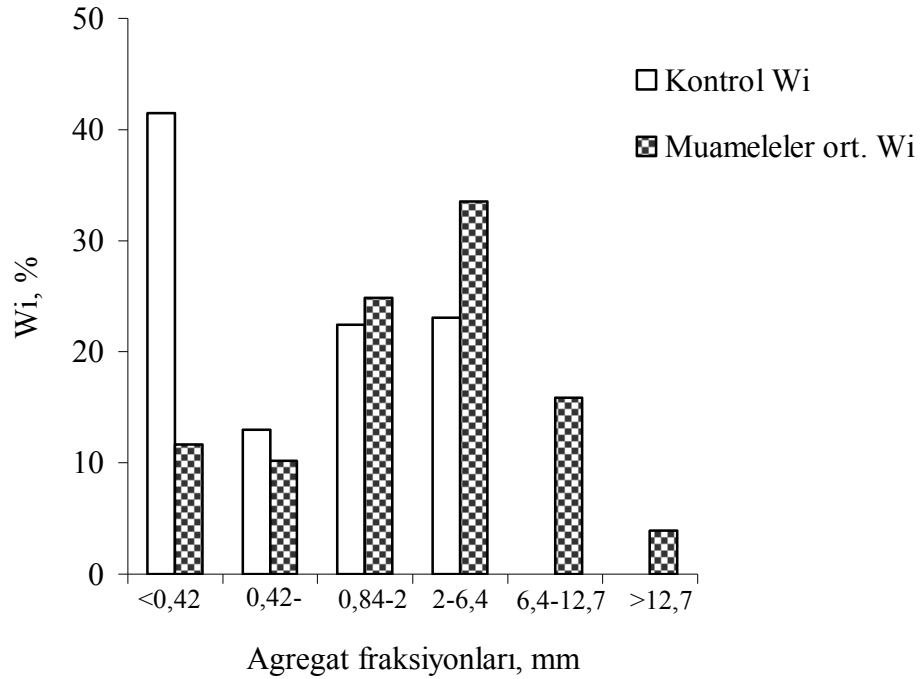
Şekil 4.38. Entisol ordosu toprağında muameleler ile agregat fraksiyonlarının miktarları arasındaki ilişkiler

HA uygulaması sonucunda <0,42 ve 0,42-0,84 mm agregat fraksiyonlarının miktarları önemli düzeyde düşerken 0,84 mm'den büyük agregat fraksiyonlarının miktarlarında önemli ölçüde artışlar olmuştur. Kontrol durumunda <0,42 ve 0,42-0,84 mm agregat fraksiyonlarının miktarları sırasıyla %41,47 ve %13,03 iken HA uygulaması sonrası %8,06 ve %9,15'e düşerken, 0,84-2 mm ile 2-6,4 mm agregat fraksiyonları %22,43'den %27,48'e ve %23,08'den %34,85'e yükselmiştir. Ayrıca, HA uygulaması sonrasında %18,51 ve %1,96 oranlarında kontrol düzeyinde bulunmayan 6,4-12,7 ile >12,7 mm agregat fraksiyonlarının olduğu görülmektedir (Çizelge 4.3; 4.9, Şekil 4.38).

PAM uygulaması sonucunda da <0,42 ve 0,42-0,84 mm agregat fraksiyonlarının miktarları önemli düzeyde düşerken 0,84 mm'den büyük agregat fraksiyonlarının miktarlarında önemli ölçüde artışlar olduğu görülmektedir. Kontrol durumunda <0,42 ve 0,42-0,84 mm agregat fraksiyonlarının miktarları %41,47 ve %13,03 iken PAM uygulaması sonrası %12,35 ve %9,98'e düşerken, 0,84-2 ve 2-6,4 mm agregat

fraksiyonları %22,43'den %24,60'a ve %23,08'den %35,11'e yükselmiştir. PAM uygulaması sonrasında %15,99 ve %1,96 oranlarında kontrol düzeyinde bulunmayan 6,4-12,7 ile >12,7 mm agregat fraksiyonlarının oluştuğu da görülmektedir (Çizelge 4.3; 4.9, Şekil 4.38).

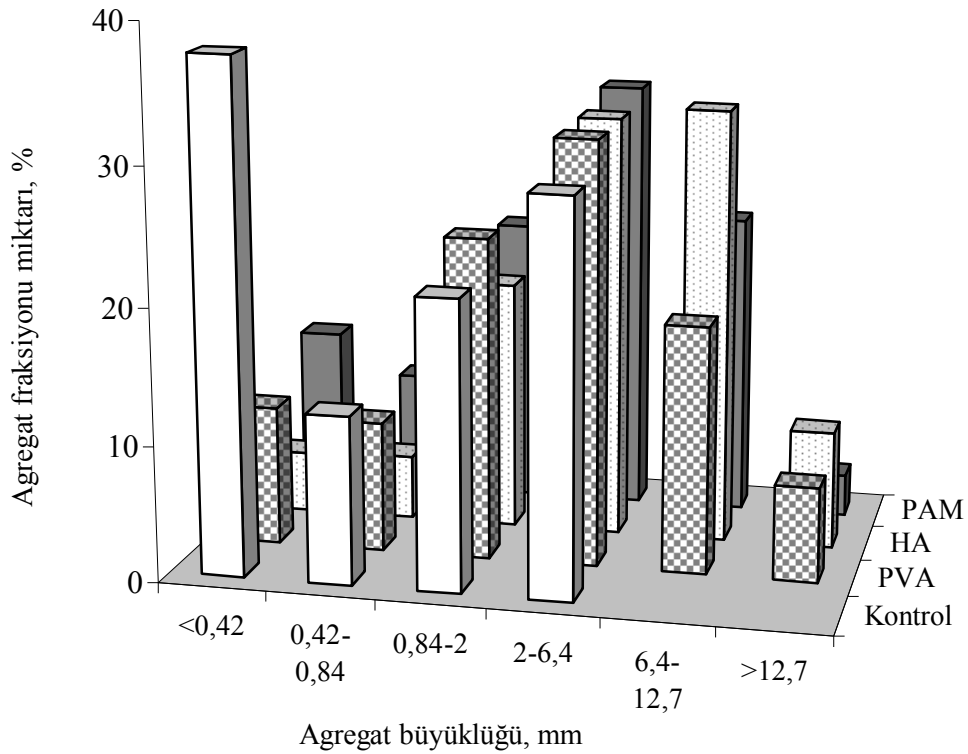
Entisol ordosu kontrol düzeyinde <0,42, 0,42-0,84, 0,84-2, 2-6,4, 6,4-12,7 ve >12,7 mm agregat fraksiyonlarının miktarları sırasıyla %41,47, %13,03, %22,43, %23,08, %0,0 ve %0,0 iken PVA, HA ve PAM uygulamaları sonrası söz konusu değerler muamelelerin ortalaması olarak sırasıyla %11,67, %10,21, %24,84, %33,52, %15,86 ve %3,90 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.10; Şekil 4.39).



Şekil 4.39. Entisol ordosu toprağında kontrol ve muameleler ortalaması Wi değerleri

Çizelge 4.10 ve Şekil 4.39'dan görüleceği üzere PVA, HA ve PAM uygulamaları Entisol ordosu toprağında <0,42 ile 0,42-0,84 mm agregat fraksiyonları miktarını sırasıyla %71,9 ve %21,6 oranlarında azaltırken 0,84-2 ve 2-6,4 mm agregat fraksiyonu miktarlarını %10,7 ve %45,2 oranlarında arttırmıştır. Ayrıca, %15,86 ve %3,90 oranlarında 6,4-12,7 ile >12,7 mm agregatlar oluşmasını sağlamıştır.

Mollisol ordosuna ait toprak ile muameleler ve agregat fraksiyonlarının miktarları arasındaki ilişkiler Şekil 4.40'da verilmiştir. Şekil 4.40 ve Çizelge 4.3 ile 4.9'dan görüleceği üzere kontrol düzeyinde sadece dört farklı agregat büyüklüğü bulunurken; PVA, HA ve PAM uygulamaları sonrası yeni agregatların (6,4-12,7 ve >12,7 mm) oluştuğu görülmektedir. Mollisol ordosu kontrol düzeyinde <0,42, 0,42-0,84, 0,84-2 ve 2-6,4 mm agregat fraksiyonları toprak içerisinde sırasıyla %37,55, %12,38, %21,26 ve %28,82 oranlarında iken PVA uygulaması sonrası söz konusu agregat fraksiyonlarının miktarları %10,26, %9,63, %23,72 ve %31,21 olmuştur. Ayrıca, %18,22 ve %6,97 oranlarında 6,4-12,7 ile >12,7 mm agregatların oluştuğu görülmektedir. PVA uygulaması ile <0,42 ve 0,42-0,84 mm agregat fraksiyonlarının azaldığı, 0,84-2 ile 2-6,4 mm agregat fraksiyonları miktarının arttığı görülmektedir (Çizelge 4.3; 4.9, Şekil 4.40)

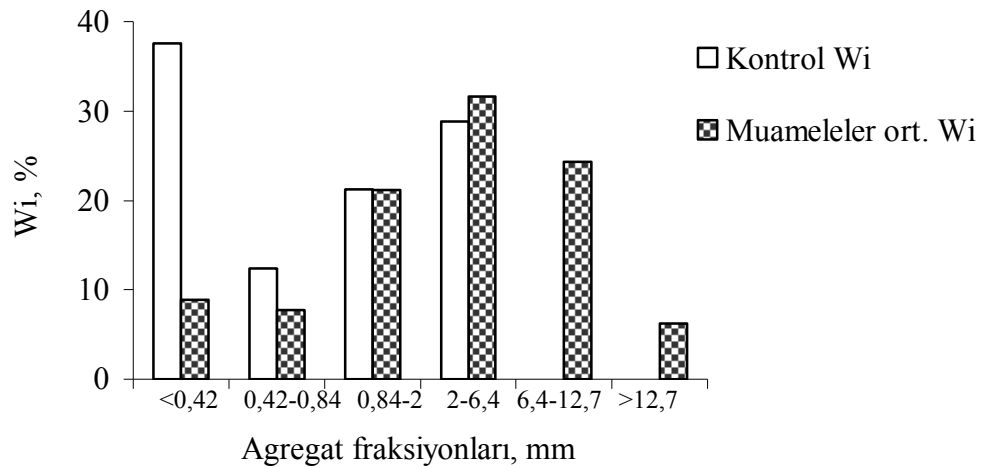


Şekil 4.40. Mollisol ordosu toprağında muameleler ile agregat fraksiyonlarının miktarları arasındaki ilişkiler

HA uygulaması sonucunda <0,42, 0,42-0,84 ve 0,84-2 mm agregat fraksiyonlarının miktarları önemli düzeyde düşerken 2 mm'den büyük agregat fraksiyonlarının miktarlarında önemli ölçüde artışlar olmuştur. Kontrol durumunda <0,42, 0,42-0,84 ve

0,84-2 mm agregat fraksiyonlarının miktarları sırasıyla %37,55, %12,38 ve %21,26 iken HA uygulaması sonrası %4,50, %4,76 ve %18,53'e düşerken, 2-6,4 mm agregat fraksiyonu miktarı %28,82'den %31,32'ye yükselmiştir. Ayrıca, HA uygulaması sonrasında %32,19 ve %8,71 oranlarında kontrol düzeyinde bulunmayan 6,4-12,7 ile >12,7 mm agregat fraksiyonlarının oluştuğu görülmektedir (Çizelge 4.3; 4.9, Şekil 4.40).

PAM uygulaması sonucunda da <0,42 ve 0,42-0,84 mm agregat fraksiyonlarının miktarları önemli düzeyde düşerken 0,84-2 mm agregat fraksiyonun miktarında değişiklik olmadığı ve 2-6,4 mm agregat fraksiyonun miktarının arttığı görülmektedir. Kontrol durumda <0,42 ve 0,42-0,84 mm agregat fraksiyonlarının miktarları %37,55 ve %12,38 iken PAM uygulaması sonrası %11,89 ve %8,89'a düşerken, 2-6,4 mm agregat fraksiyonunun %28,82'den %32,32'ye yükselmiştir. PAM uygulaması sonrasında %22,51 ve %3,08 oranlarında 6,4-12,7 ile >12,7 mm agregat fraksiyonlarının oluştuğu da görülmektedir (Çizelge 4.3; 4.9, Şekil 4.40).



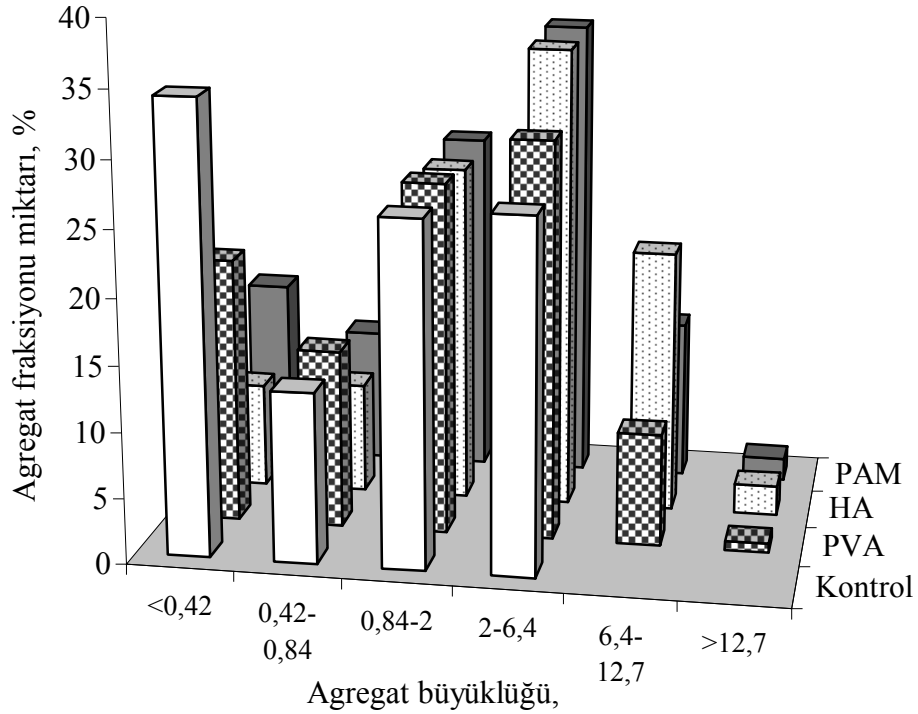
Şekil 4.41. Mollisol ordosu toprağında kontrol ve muameleler ortalaması W_i değerleri

Mollisol ordosu kontrol düzeyinde <0,42, 0,42-0,84, 0,84-2, 2-6,4, 6,4-12,7 ve >12,7 mm agregat fraksiyonlarının miktarları sırasıyla %37,55, %12,38, %21,26, %28,82, %0,0 ve %0,0 iken PVA, HA ve PAM uygulamaları sonrası söz konusu değerler muamelelerin ortalaması olarak sırasıyla %8,88, %7,76, %21,19, %31,62, %24,30 ve %6,25 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.10; Şekil 4.41).

Çizelge 4.10 ve Şekil 4.41'den görüleceği üzere PVA, HA ve PAM uygulamaları Mollisol ordosu toprağında <0,42 ile 0,42-0,84 mm agregat fraksiyonları miktarını sırasıyla %76,4 ve %37,3 oranlarında azaltırken 0,84-2 mm agregat fraksiyonunda değişiklik meydana getirmemiş (-%0,3), 2-6,4 mm agregat fraksiyonu miktarını ise %9,7 oranında arttırmıştır. Ayrıca, %24,30 ve %6,25 oranlarında 6,4-12,7 ile >12,7 mm agregatlar oluşmasını sağlamıştır.

Aridisol ordosuna ait toprak ile muameleler ve agregat fraksiyonlarının miktarları arasındaki ilişkiler Şekil 4.42'de verilmiştir. Şekil 4.42 ve Çizelge 4.3 ile 4.9'dan görüleceği üzere kontrol düzeyinde sadece dört farklı agregat büyüklüğü bulunurken; PVA, HA ve PAM uygulamaları sonrası yeni agregatların (6,4-12,7 ve >12,7 mm) oluştuğu görülmektedir. Aridisol ordosu kontrol düzeyinde <0,42, 0,42-0,84, 0,84-2 ve 2-6,4 mm agregat fraksiyonları toprak içerisinde sırasıyla %34,18, %12,97, %26,14 ve %26,72 oranlarında iken PVA uygulaması sonrası söz konusu agregat fraksiyonlarının miktarları %20,23, %13,61 %26,70 ve %30,22 olmuştur. Ayrıca, %8,55 ve %0,70 oranlarında 6,4-12,7 ile >12,7 mm agregatların oluştuğu görülmektedir. PVA uygulaması ile <0,42 ve 0,42-0,84 mm agregat fraksiyonlarının azaldığı, 0,84-2 mm agregat fraksiyonunun çok az 2-6,4 mm agregat fraksiyonunun önemli miktarda arttığı görülmektedir (Çizelge 4.3; 4.9, Şekil 4.42)

HA uygulaması sonucunda <0,42, 0,42-0,84 ve 0,84-2 mm agregat fraksiyonlarının miktarları azalırken 2-6,4 mm agregat fraksiyonları miktarlarında önemli ölçüde artışlar olmuştur. Kontrol durumda <0,42, 0,42-0,84 ve 0,84-2 mm agregat fraksiyonlarının miktarları sırasıyla %34,18, %12,97 ve %26,14 iken HA uygulaması sonrası %8,01, %8,47 ve %25,89'a düşerken, 2-6,4 mm agregat fraksiyonu miktarı %26,72'den %35,34'e yükselmiştir. Ayrıca, HA uygulaması sonrasında %20,09 ve %2,23 oranlarında kontrol düzeyinde bulunmayan 6,4-12,7 ile >12,7 mm agregat fraksiyonlarının oluştuğu görülmektedir (Çizelge 4.3; 4.9, Şekil 4.42).

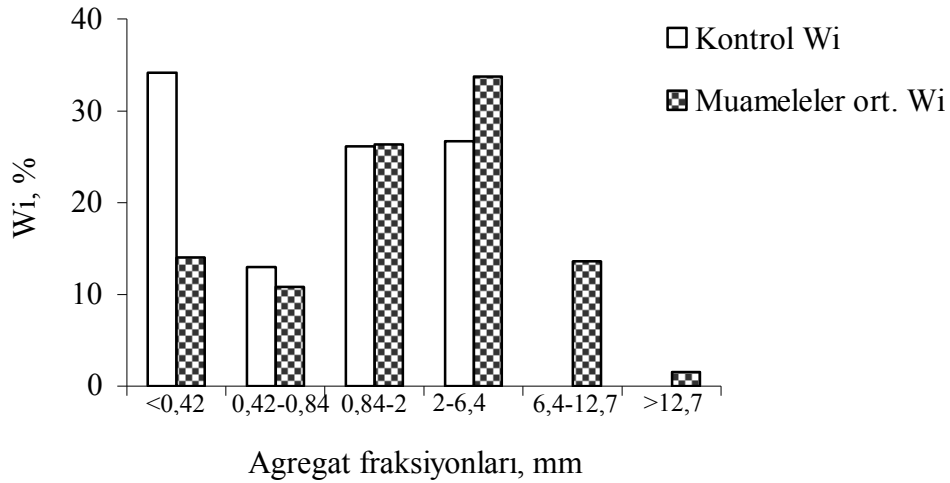


Şekil 4.42. Aridisol ordosu toprağında muameleler ile agregat fraksiyonlarının miktarları arasındaki ilişkiler

PAM uygulaması sonucunda da <0,42 ve 0,42-0,84 mm agregat fraksiyonlarının miktarları düşerken 0,84-2 mm agregat fraksiyonunun miktarında önemli bir değişiklik olmadığı ve 2-6,4 mm agregat fraksiyonunun miktarının arttığı görülmektedir. Kontrol durumunda <0,42 ve 0,42-0,84 mm agregat fraksiyonlarının miktarları %34,18 ve %12,97 iken PAM uygulaması sonrası %13,82 ve %10,32'ye düşerken, 2-6,4 mm agregat fraksiyonununun %26,72'den %35,57'ye yükselmiştir. PAM uygulaması sonrasında %12,23 ve %1,68 oranlarında 6,4-12,7 ile >12,7 mm agregat fraksiyonlarının oluştuğu da görülmektedir (Çizelge 4.3; 4.9, Şekil 4.42).

Aridisol ordosu kontrol düzeyinde <0,42, 0,42-0,84, 0,84-2, 2-6,4, 6,4-12,7 ve >12,7 mm agregat fraksiyonlarının miktarları sırasıyla %34,18, %12,97, %26,14, %26,72, %0,0 ve %0,0 iken PVA, HA ve PAM uygulamaları sonrası söz konusu değerler

muamelelerin ortalaması olarak sırasıyla %14,02, %10,80, %26,32, %33,71, %13,62 ve %1,53 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.10; Şekil 4.43).

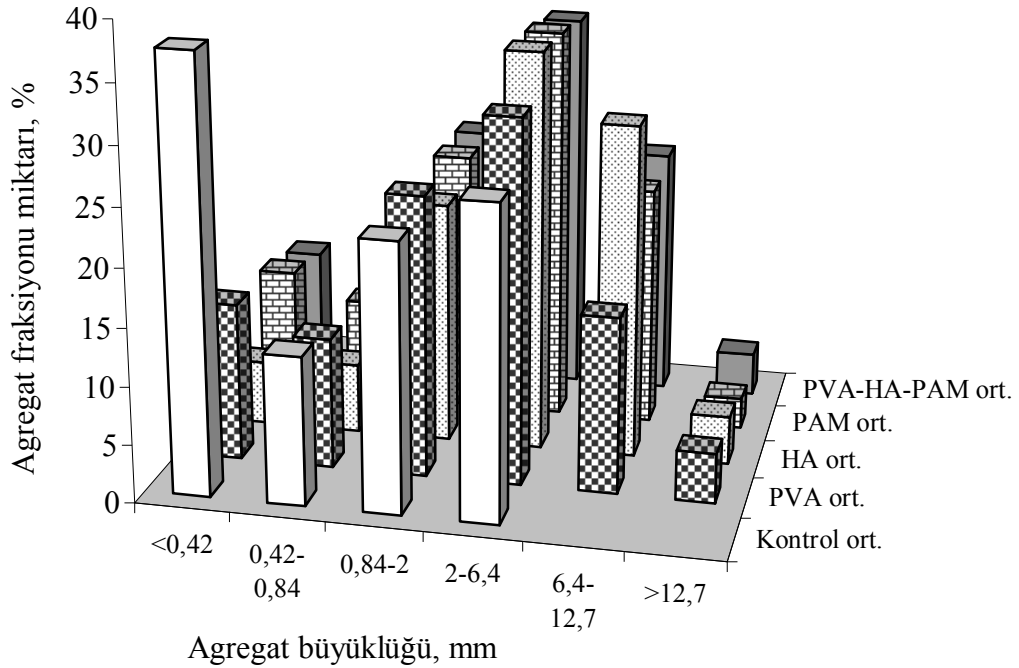


Şekil 4.43. Aridisol ordosu toprağında kontrol ve muameleler ortalaması W_i değerleri

Çizelge 4.10 ve Şekil 4.43'den görüleceği üzere PVA, HA ve PAM uygulamaları Aridisol ordosu toprağında <0,42 ile 0,42-0,84 mm agregat fraksiyonları miktarını sırasıyla %59,0 ve %16,7 oranlarında azaltırken 0,84-2 mm agregat fraksiyonu miktarında çok az (%0,7), 2-6,4 mm agregat fraksiyonu miktarında ise %26,2 oranında artış meydana gelmiştir. Ayrıca, %13,62 ve %1,53 oranlarında 6,4-12,7 ile >12,7 mm agregatlar oluşmasını sağlamıştır.

Araştırma topraklarının kontrol düzeyinde ortalama agregat fraksiyonları dağılımları ile PVA, HA, PAM uygulamalarının ortalaması ve genel ortalamada agregat fraksiyonlarının dağılımları Şekil 4.44'de verilmiştir. Şekil 4.44 ve Çizelge 4.9 ile 4.10'dan görüleceği üzere kontrol düzeyinde sadece dört farklı agregat büyüklüğü bulunurken; PVA, HA ve PAM uygulamaları sonrası yeni agregatların (6,4-12,7 ve >12,7 mm) oluştuğu görülmektedir. Toprakların kontrol düzeyinde ortalama olarak <0,42, 0,42-0,84, 0,84-2 ve 2-6,4 mm agregat fraksiyonları miktarları sırasıyla %37,28, %12,86, %23,07 ve %26,79 oranlarında iken PVA, HA ve PAM uygulamalarının genel

ortalaması olarak agregat fraksiyonlarının dağılımları %10,06, %8,71 %22,61 ve %33,29 olmuştur (Çizelge 4.9; 4.10, Şekil 4.44).

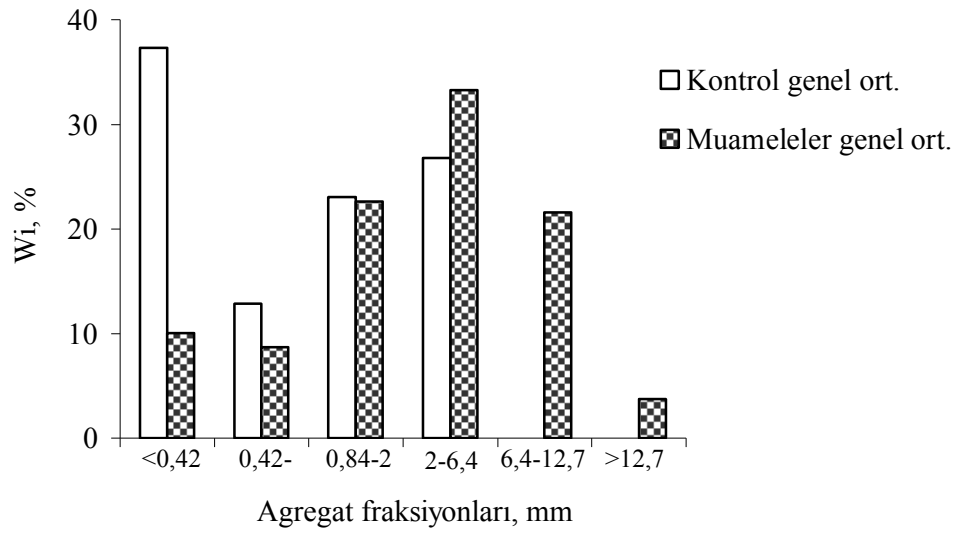


Şekil 4.44. Araştırma topraklarında muameleler ortalaması ve muameleler genel ortalaması ile agregat fraksiyonlarının miktarları arasındaki ilişkiler

Muameleler sonucunda <0,42, 0,42-0,84 ve 0,84-2 mm agregat fraksiyonlarının miktarları azalırken 2-6,4 mm agregat fraksiyonları miktarlarında önemli ölçüde artışlar olmuştur. Kontrol durumunda <0,42, 0,42-0,84 ve 0,84-2 mm agregat fraksiyonlarının ortalama miktarları sırasıyla %37,28, %12,86 ve %23,07 iken muameleler sonrası ortalama değerler %10,06, %8,71 ve %22,61'e düşerken, 2-6,4 mm agregat fraksiyonu miktarı %26,79'dan %33,29'a yükselmiştir. Ayrıca, muameleler sonrasında ortalama olarak %21,60 ve %3,73 oranlarında kontrol düzeyinde bulunmayan 6,4-12,7 ile >12,7 mm agregat fraksiyonlarının oluştuğu görülmektedir (Çizelge 4.9; 4.10, Şekil 4.44).

Çizelge 4.10 ve Şekil 4.45'den görüleceği üzere PVA, HA ve PAM uygulamaları araştırma topraklarında <0,42, 0,42-0,84 ve 0,84-2 mm agregat fraksiyonları miktarını sırasıyla %73,0, %32,3 ve %2,0 oranlarında azaltırken 2-6,4 mm agregat fraksiyonu

miktarında %24,3 oranında artırmıştır. Ayrıca, %21,60 ve %3,73 oranlarında 6,4-12,7 ile >12,7 mm agregatlar oluşmasını sağlamıştır.



Şekil 4.45. Araştırma topraklarının kontrol ortalama ve muameleler genel ortalama W_i değerleri

Farklı agregat fraksiyonları dağılımları üzerine muamelelerin çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) etkili olduğu Çizelge 4.9'da görülmektedir. Çizelgeden de görüleceği üzere muamelelerin her bir toprağın kendi içerisinde ve ortalama değerler üzerinden agregat fraksiyonlarının dağılımları üzerine çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) etkili olduğu görülmektedir.

Muameleler ortalaması ve topraklar ortalaması arasında fark olmadığı görülmektedir. Bunun nedeni; toprak kütlelerinin altı farklı agregat fraksiyonuna ayrılması sonucunda ortalamaların %16,67 çıkması ($100/6=16,67$) varyansların homojenliğine neden olduğundan dolayıdır.

4.4. Polivinilalkol (PVA), Hümik Asit (HA) ve Poliakrilamid (PAM) Uygulamalarının Agregat Stabilitesi (AS) Üzerine Etkileri

Deneme toprakların muameleler öncesi agregat büyüklüklerine göre agregat stabilite değerleri Çizelge 4.4'de, topraklarda agregat büyüklüğü ile agregat stabilitesi arasındaki ilişkiler Şekil 4.1'de ve toprakların ortalama agregat stabilitesi değerleri Şekil 4.2'de verilmiştir.

Araştırma topraklarına PVA, HA ve PAM uygulamalarının agregat büyüklüklerinde agregat stabilitesi değerleri üzerine etki katsayılarını gösteren varyans analizi ve Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.11'de ve muameleler sonrası toprakların agregat stabilitelelerinde kontrole göre meydana gelen %'de değişimler Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Vertisol ordosuna ait toprakta muameleler ile agregat fraksiyonların agregat stabilitesi değerleri arasındaki ilişkiler Şekil 4.46'da verilmiştir. Şekil 4.46 ile Çizelge 4.11 ve 4.12'den görüleceği üzere kontrol düzeyinde bulunan agregat fraksiyonlarının (<0,42, 0,42-0,84, 0,84-2, 1-2 ve 2-6,4) agregat stabiliteleleri sırasıyla %6,81, %12,68, %24,49, %26,93 ve %21,61 iken PVA, HA ve PAM uygulamaları sonrası tüm fraksiyonların agregat stabilitesi değerleri artmıştır. Söz konusu fraksiyonların agregat stabilitesi değerleri PVA uygulaması sonrası %36,18, %40,36, %51,05, %58,46 ve %64,07 olmuştur. Ayrıca, uygulama sonucunda yeni oluşan (6,4-12,7 ile >12,7 mm) fraksiyonların agregat stabiliteleleri %53,63 ve %55,32 olarak ölçülmüştür.

HA uygulaması ile de fraksiyonların agregat stabiliteleleri önemli düzeyde artmıştır. Kontrol durumunda %6,81, %12,68, %24,49, %26,93 ve %21,61 olan agregat stabiliteleleri sırasıyla %34,75, %36,44, %40,40, %39,34 ve %26,22'ye yükselmiştir. Ayrıca, 6,4-12,7 ile >12,7 mm agregat fraksiyonlarının stabiliteleleri %20,85 ve %20,54 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.11, Şekil 4.46).

Çizelge 4.11. PVA, HA, PAM uygulamaları sonrası toprakların AS değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Toprak ordoları	Muameleler	Agregat büyüklüğü, mm							Muamele ortalaması	Toprak ortalaması
		<0,42	0,42-0,84	0,84-2	1-2	2-6,4	6,4-12,7	>12,7		
Vertisol	PVA	36,18b	40,36b	51,05ab	58,46abA	64,07aA	53,63abA	55,32abA	51,29A	37,34C
	HA	34,75	36,44	40,40	39,34B	26,22B	20,85B	20,54B	31,22B	
	PAM	27,18c	45,72a	37,73b	46,16aAB	22,32dB	15,19eB	12,27eB	29,51B	
Ortalama		32,70CD	40,84ABC	43,06AB	47,99A	37,53BCD	29,89D	29,37D		
Entisol	PVA	48,10b	83,25aA	86,50aA	88,47aA	88,44aA	84,11aA	79,13aA	79,71A	58,95B
	HA	36,53b	44,28abB	53,12abB	57,61aB	55,67aB	45,43abB	38,71bB	47,33B	
	PAM	32,91c	52,74abB	53,33abB	61,81aB	61,17aB	45,00abcB	41,78bcB	49,82B	
Ortalama		39,17D	60,09ABC	64,31AB	69,29A	68,43AB	58,18BC	53,21C		
Mollisol	PVA	52,79cA	77,18bA	82,41abA	87,84ab	85,87abA	94,31abA	96,55aA	82,42A	57,17B
	HA	27,27bB	45,15abB	47,34abB	58,89a	57,36aB	44,78abB	33,12bB	44,84B	
	PAM	30,10cB	37,41bcB	56,88abB	63,73a	53,44abcB	36,68bcB	31,57cB	44,26B	
Ortalama		36,72C	53,24B	62,21AB	70,15A	65,55AB	58,59AB	53,75B		
Aridisol	PVA	62,86bA	90,82aA	91,33aA	91,52aA	88,79aA	90,25aA	84,97aA	85,79A	65,46A
	HA	28,70cB	51,79bB	73,21aB	67,20aB	69,84aB	47,86bB	34,73cB	53,33B	
	PAM	43,48bAB	65,52aAB	72,38aB	69,06aB	72,95aB	38,91bB	38,60bB	57,27B	
Ortalama		45,01D	69,37B	78,97A	75,92AB	77,19AB	59,01C	52,76CD		

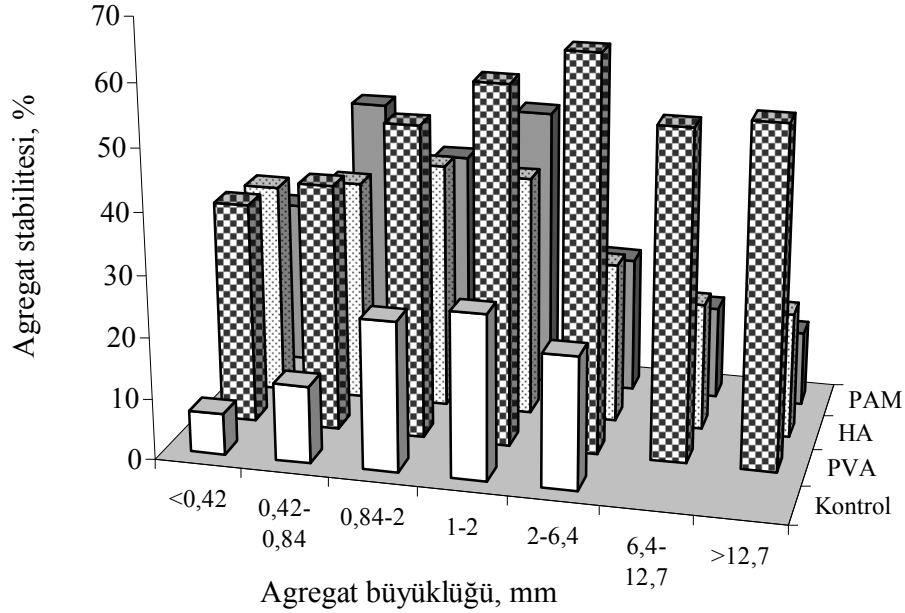
Çizelge 4.11. (devam)

Toprak ordoları	Muameleler	<0,42	0,42-0,84	0,84-2	1-2	2-6,4	6,4-12,7	>12,7	Muamele ortalaması	Toprak ortalaması
Muamele Ortalaması	PVA	49,98fA	72,90eA	77,83dA	81,57aA	81,79aA	80,58bA	78,99cA	74,81A	54,73
	HA	31,81fC	44,42dC	53,52bC	55,76aC	52,27cB	39,73eB	31,78fB	44,18C	
	PAM	33,42eB	50,35dB	55,08bB	60,19aB	52,47cB	33,95eC	31,06fB	45,22B	
Agr Büyük.Genel Ortalama		38,40D	55,89B	62,14A	65,84A	62,18A	51,42BC	47,27C		

Toprak ordoları	Muameleler			Topraklar Ortalaması
	PVA	HA	PAM	
Vertisol	51,29a	31,22b	29,51b	37,34C
Entisol	79,71a	47,33b	49,82b	58,95B
Mollisol	82,42a	44,84b	44,26b	57,17B
Aridisol	85,79a	53,33b	57,27b	65,46A
Muameleler Ortalaması	74,80A	44,18B	45,21B	

Çizelge 4.12. PVA, HA ve PAM uygulamaları sonrası toprakların AS değerlerinde meydana gelen %'de değişim oranları

Toprak ordoları	Agregat büyüklüğü, mm	Kontrol AS, %	PVA, HA ve PAM ortalaması AS, %	Kontrole göre değişim, %
Vertisol	<0,42	6,81	32,70	+380,2
	0,42-0,84	12,68	40,84	+222,1
	0,84-2	24,49	43,06	+75,8
	1-2	26,93	47,99	+78,2
	2-6,4	21,61	37,53	+73,7
	6,4-12,7	-	29,89	+∞
	>12,7	-	29,37	+∞
	Ortalama	18,50	37,34	+101,8
Entisol	<0,42	22,78	39,17	+71,9
	0,42-0,84	30,69	60,09	+95,8
	0,84-2	41,00	64,31	+56,9
	1-2	45,68	69,29	+51,7
	2-6,4	42,51	68,43	+61,0
	6,4-12,7	-	58,18	+∞
	>12,7	-	53,21	+∞
	Ortalama	36,53	58,95	+61,4
Mollisol	<0,42	8,43	36,72	+335,6
	0,42-0,84	37,86	53,24	+40,6
	0,84-2	44,47	62,21	+39,9
	1-2	41,11	70,15	+70,6
	2-6,4	52,53	65,55	+24,8
	6,4-12,7	-	58,59	+∞
	>12,7	-	53,75	+∞
	Ortalama	36,88	57,17	+55,0
Aridisol	<0,42	11,09	45,01	+305,9
	0,42-0,84	35,72	69,37	+94,2
	0,84-2	58,76	78,97	+34,4
	1-2	52,91	75,92	+43,5
	2-6,4	54,26	77,19	+42,3
	6,4-12,7	-	59,01	+∞
	>12,7	-	52,76	+∞
	Ortalama	42,55	65,46	+53,8
Genel Ortalama	<0,42	12,28	38,40	+212,8
	0,42-0,84	29,24	55,89	+91,1
	0,84-2	42,18	62,14	+47,3
	1-2	41,66	65,84	+58,0
	2-6,4	42,73	62,18	+45,5
	6,4-12,7	-	51,42	+∞
	>12,7	-	47,27	+∞
	Ortalama	33,62	54,73	+62,8



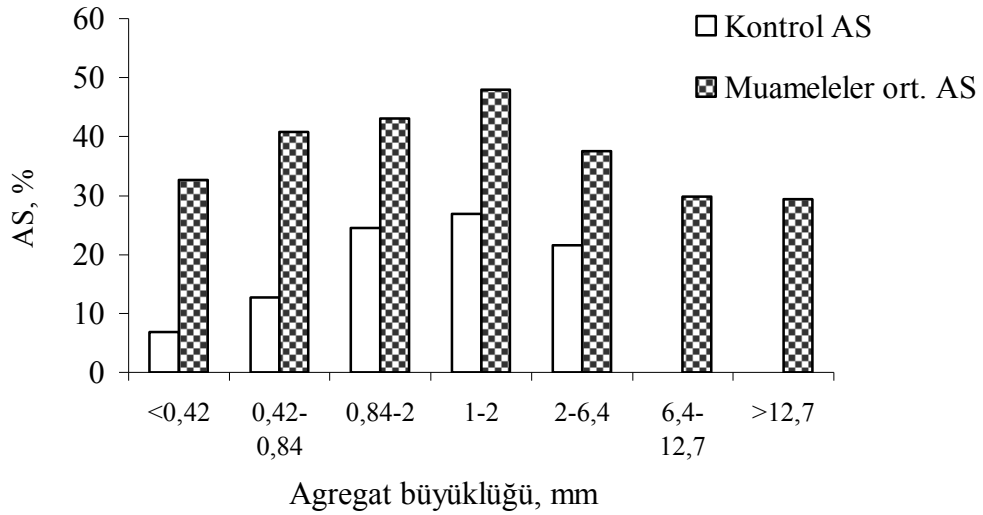
Şekil 4.46. Vertisol ordusu toprağında muameleler ile fraksiyonlarının agregat stabilitesi değerleri arasındaki ilişkiler

PAM uygulaması ile fraksiyonların agregat stabilitesi değerleri %6,81, %12,68, %24,49, %26,93 ve %21,61'den %27,18, %45,72, %37,73, %46,16 ve %22,32'ye yükselmiştir. 6,4-12,7 ile >12,7 mm agregat fraksiyonlarının stabiliteleleri %15,19 ve %12,27 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.11, Şekil 4.46).

PVA, HA ve PAM uygulamaları fraksiyonların agregat stabilitesi değerleri üzerine çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) etkili olduğu görülmektedir. Vertisol ordusu toprağının kontrol düzeyindeki ortalama AS değeri %18,50 iken PVA uygulaması ile ortalama AS %177,2 artarak %51,29 olmuştur. HA uygulaması ile %68,8 artış ile %31,22 ve PAM uygulaması ile %59,5 artış ile %29,51 olmuştur. Muamele ortalamaları bakımından HA ile PAM arasında fark görülmezken PVA uygulaması ile HA ve PAM arasında çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) fark ortaya çıkmıştır. Muameleler sonrası toprağın genel ortalama AS değeri kontrole göre %101,8 artarak %37,34 olmuştur.

Vertisol ordusu toprağının kontrol durumda bulunan agregat fraksiyonlarının (<0,42, 0,42-0,84, 0,84-2, 1-2 ve 2-6,4) AS değerleri %6,81, %12,68, %24,49, %26,93 ve

%21,61 iken PVA, HA ve PAM uygulamalarının ortalaması olarak sırasıyla %32,70, %40,84, %43,06, %47,99 ve %37,53'e yükselmiştir (Çizelge 4.12; Şekil 4.47).



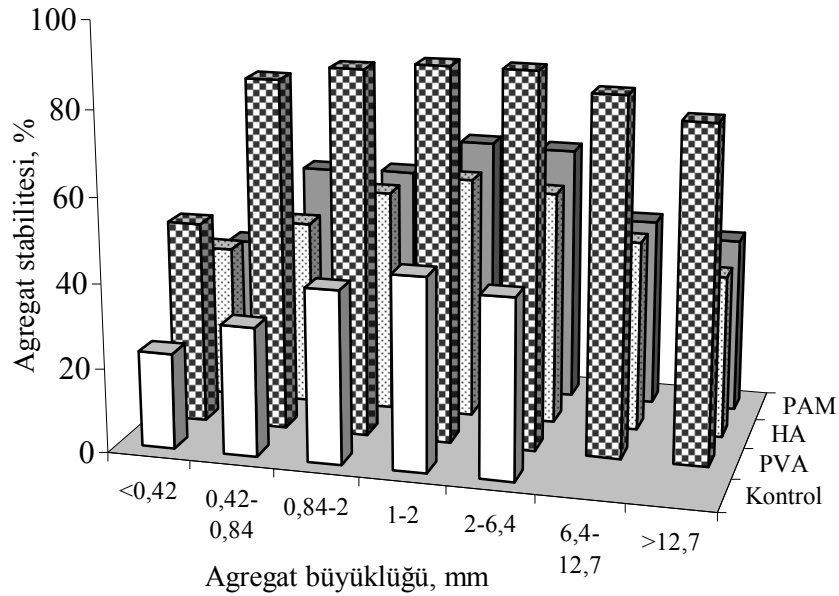
Şekil 4.47. Vertisol ordosu toprağında kontrol ve muameleler ortalaması AS değerleri

Çizelge 4.12 ve Şekil 4.47'den görüleceği üzere PVA, HA ve PAM uygulamaları Vertisol ordosu toprağında <0,42, 0,42-0,84, 0,84-2, 1-2 ve 2-6,4 mm agregat fraksiyonlarının AS değerlerini sırasıyla %380,2, %222,1, %75,8, %78,2 ve %73,7 oranlarında arttırmıştır. Ayrıca, 6,4-12,7 ile >12,7 mm agregatların muameleler ortalaması AS değerleri %29,89 ve %29,37 olarak belirlenmiştir. Muameleler, özellikle <0,42 ve 0,42-0,84 mm agregat fraksiyonlarının AS değerlerinde çok yüksek oranda (%380,2 ve %222,1) artışlar sağlamıştır.

Entisol ordosuna ait toprakta muameleler ile agregat fraksiyonların agregat stabilitesi değerleri arasındaki ilişkiler Şekil 4.48'de verilmiştir. Şekil 4.48 ile Çizelge 4.11 ve 4.12'den görüleceği üzere kontrol düzeyinde bulunan agregat fraksiyonlarının (<0,42, 0,42-0,84, 0,84-2, 1-2 ve 2-6,4) agregat stabiliteyi sırasıyla %22,78, %30,69, %41,00, %45,68 ve %42,51 iken PVA, HA ve PAM uygulamaları sonrası tüm fraksiyonların agregat stabilitesi değerleri artmıştır. Söz konusu fraksiyonların agregat stabilitesi değerleri PVA uygulaması sonrası %48,10, %83,25, %86,50, %88,47 ve %88,44

olmuştur. Ayrıca, uygulama sonucunda yeni oluşan (6,4-12,7 ile >12,7 mm) fraksiyonların agregat stabilitesi %84,11 ve %79,13 olarak ölçülmüştür.

HA uygulaması ile de fraksiyonların agregat stabilitesi önemli düzeyde artmıştır. Kontrol durumda %22,78, %30,69, %41,00, %45,68 ve %42,51 olan agregat stabilitesi sırasıyla %36,53, %44,28, %53,12, %57,61 ve %55,67'ye yükselmiştir. Ayrıca, 6,4-12,7 ile >12,7 mm agregat fraksiyonlarının stabilitesi %45,43 ve %38,71 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.11, Şekil 4.48).



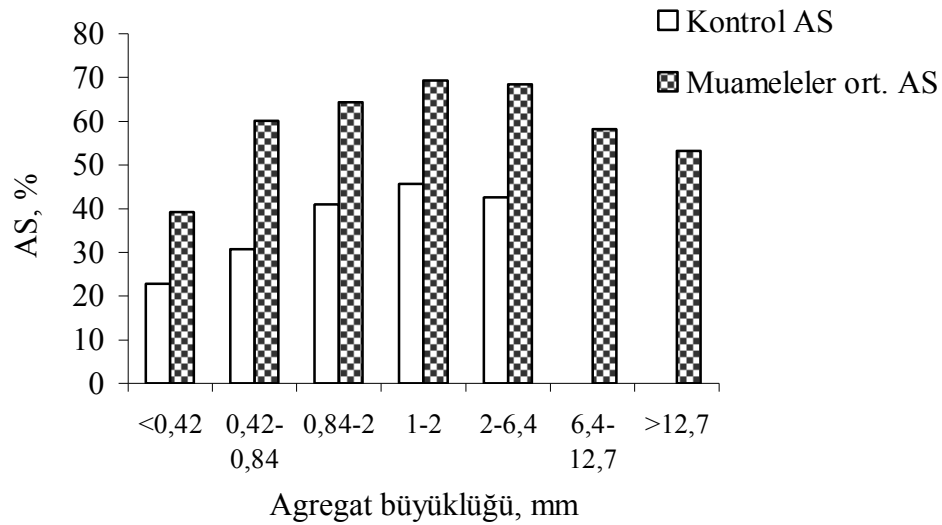
Şekil 4.48. Entisol ordosu toprağında muameleler ile fraksiyonlarının agregat stabilitesi değerleri arasındaki ilişkiler

PAM uygulaması ile fraksiyonların agregat stabilitesi değerleri %22,78, %30,69, %41,00, %45,68 ve %42,51'den %32,91, %52,74, %53,33, %61,81 ve %61,17'ye yükselmiştir. 6,4-12,7 ile >12,7 mm agregat fraksiyonlarının stabilitesi %45,00 ve %41,78 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.11, Şekil 4.48).

PVA, HA ve PAM uygulamalarının fraksiyonların agregat stabilitesi değerleri üzerine çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) etkili olduğu görülmektedir. Entisol ordusu toprağının

kontrol düzeyindeki ortalama AS değeri %36,53 iken PVA uygulaması ile ortalama AS %118,2 artarak %79,71 olmuştur. HA uygulaması ile %29,6 artış ile %47,33 ve PAM uygulaması ile %36,4 artış ile %49,82 olmuştur. Muamele ortalamaları bakımından HA ile PAM arasında fark görülmezken PVA uygulaması ile HA ve PAM arasında çok önemli düzeyde ($p<0,01$) fark ortaya çıkmıştır. Muameleler sonrası toprağın genel ortalama AS değeri kontrole göre %61,4 artarak %58,95 olmuştur.

Entisol ordosu toprağının kontrol durumda bulunan agregat fraksiyonlarının (<0,42, 0,42-0,84, 0,84-2, 1-2 ve 2-6,4) AS değerleri %22,78, %30,69, %41,00, %45,68 ve %42,51 iken PVA, HA ve PAM uygulamalarının ortalaması olarak sırasıyla %39,17, %60,09, %64,31, %69,29 ve %68,43'e yükselmiştir (Çizelge 4.12; Şekil 4.49).

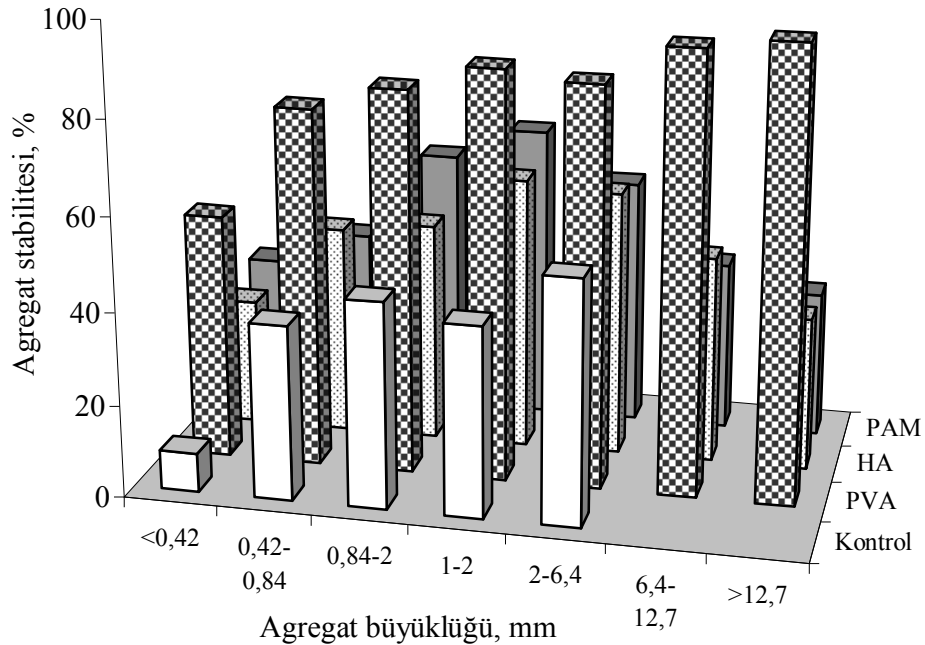


Şekil 4.49. Entisol ordosu toprağında kontrol ve muameleler ortalaması AS değerleri

Çizelge 4.12 ve Şekil 4.49'dan görüleceği üzere PVA, HA ve PAM uygulamaları Entisol ordosu toprağında <0,42, 0,42-0,84, 0,84-2, 1-2 ve 2-6,4 mm agregat fraksiyonlarının AS değerlerini sırasıyla %71,9, %95,8, %56,9, %51,7 ve %61,0 oranlarında arttırmıştır. Ayrıca, 6,4-12,7 ile >12,7 mm agregat fraksiyonlarının muameleler ortalaması olarak AS değerleri %58,18 ve %53,21 olarak belirlenmiştir.

Mollisol ordosuna ait toprakta muameleler ile agregat fraksiyonların agregat stabilitesi değerleri arasındaki ilişkiler Şekil 4.50’de verilmiştir. Şekil 4.50 ile Çizelge 4.11 ve 4.12’den görüleceği üzere kontrol düzeyinde bulunan agregat fraksiyonlarının (<0,42, 0,42-0,84, 0,84-2, 1-2 ve 2-6,4) agregat stabilitesi sırasıyla %8,43, %37,86, %44,47, %41,11 ve %52,53 iken PVA, HA ve PAM uygulamaları sonrası tüm fraksiyonların agregat stabilitesi değerleri artmıştır. Söz konusu fraksiyonların agregat stabilitesi değerleri PVA uygulaması sonrası %52,79, %77,18, %82,41, %87,84 ve %85,87 olmuştur. Ayrıca, uygulama sonucunda yeni oluşan (6,4-12,7 ile >12,7 mm) fraksiyonların agregat stabilitesi %94,31 ve %96,55 olarak ölçülmüştür.

HA uygulaması ile de fraksiyonların agregat stabilitesi önemli düzeyde artmıştır. Kontrol durumda %8,43, %37,86, %44,47, %41,11 ve %52,53 olan agregat stabilitesi sırasıyla %27,27, %45,15, %47,34, %58,89 ve %57,36’ya yükselmiştir. Ayrıca, 6,4-12,7 ile >12,7 mm agregat fraksiyonlarının stabilitesi %44,78 ve %33,12 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.11, Şekil 4.50).

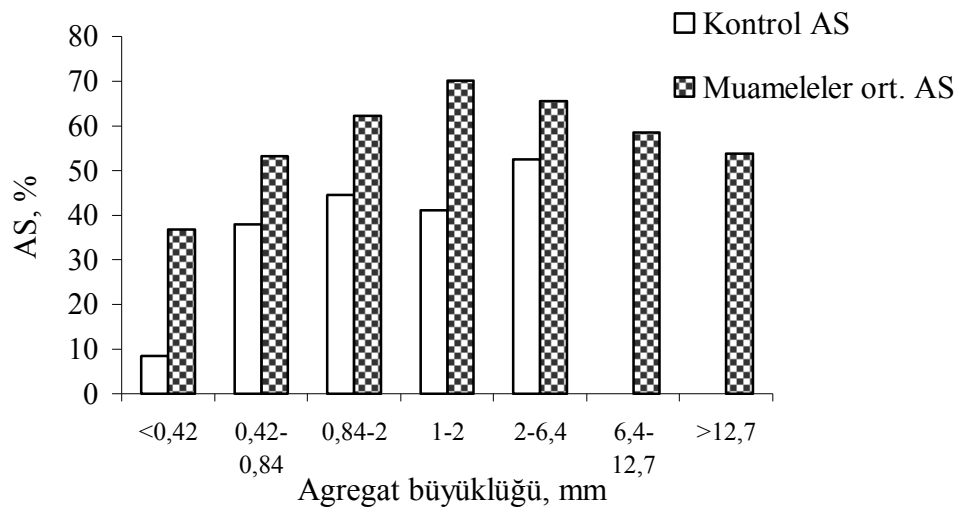


Şekil 4.50. Mollisol ordosu toprağında muameleler ile fraksiyonlarının agregat stabilitesi değerleri arasındaki ilişkiler

PAM uygulaması ile fraksiyonların agregat stabilitesi değerleri %8,43, %37,86, %44,47, %41,11 ve %52,53'den %30,10, %37,41, %56,88, %63,73 ve %53,44'e yükselmiştir. 6,4-12,7 ile >12,7 mm agregat fraksiyonlarının stabiliteeleri %36,68 ve %31,57 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.11, Şekil 4.50).

PVA, HA ve PAM uygulamalarının fraksiyonların agregat stabilitesi değerleri üzerine çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkili olduğu görülmektedir. Mollisol ordusu toprağının kontrol düzeyindeki ortalama AS değeri %36,88 iken PVA uygulaması ile ortalama AS %123,5 artarak %82,42 olmuştur. HA uygulaması ile %21,6 artış ile %44,84 ve PAM uygulaması ile %20,0 artış ile %44,26 olmuştur. Muamele ortalamaları bakımından HA ile PAM arasında fark görülmezken PVA uygulaması ile HA ve PAM arasında çok önemli düzeyde ($p<0,01$) fark ortaya çıkmıştır. Muameleler sonrası toprağın genel ortalama AS değeri kontrole göre %55,0 artarak %57,17 olmuştur.

Mollisol ordusu toprağının kontrol durumda bulunan agregat fraksiyonlarının (<0,42, 0,42-0,84, 0,84-2, 1-2 ve 2-6,4) AS değerleri %8,43, %37,86, %44,47, %41,11 ve %52,53 iken PVA, HA ve PAM uygulamalarının ortalaması olarak sırasıyla %36,72, %53,24, %62,21, %70,15 ve %65,55'e yükselmiştir (Çizelge 4.12; Şekil 4.51).

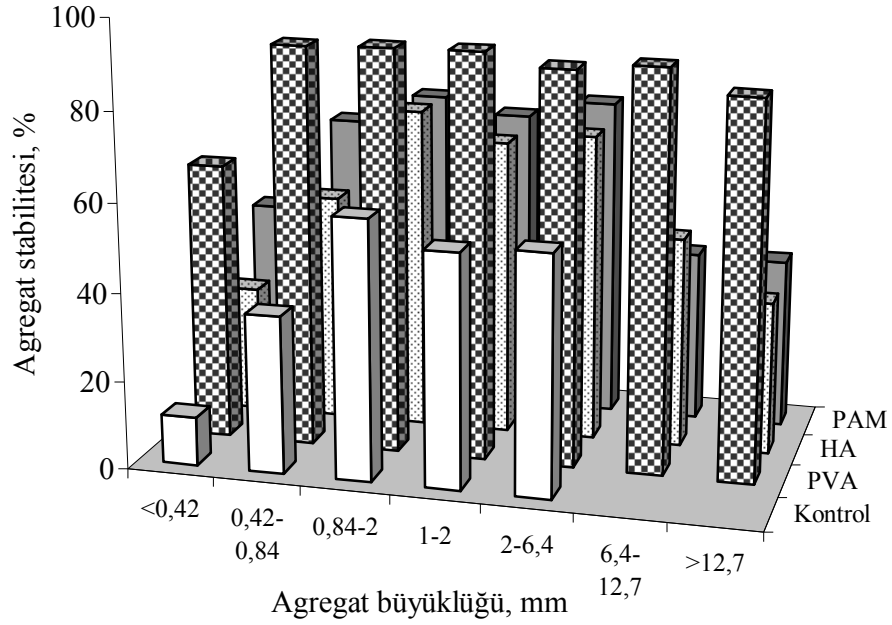


Şekil 4.51. Mollisol ordusu toprağında kontrol ve muameleler ortalaması AS değerleri

Çizelge 4.12 ve Şekil 4.51'den görüleceği üzere PVA, HA ve PAM uygulamaları Mollisol ordosu toprağında <0,42, 0,42-0,84, 0,84-2, 1-2 ve 2-6,4 mm agregat fraksiyonlarının AS değerlerini sırasıyla %335,6, %40,6, %39,9, %70,6 ve %24,8 oranlarında arttırmıştır. Ayrıca, 6,4-12,7 ile >12,7 mm agregat fraksiyonlarının muameleler ortalaması olarak AS değerleri %58,59 ve %53,75 olarak belirlenmiştir.

Aridisol ordosuna ait toprakta muameleler ile agregat fraksiyonların agregat stabilitesi değerleri arasındaki ilişkiler Şekil 4.52'de verilmiştir. Şekil 4.52 ile Çizelge 4.11 ve 4.12'den görüleceği üzere kontrol düzeyinde bulunan agregat fraksiyonlarının (<0,42, 0,42-0,84, 0,84-2, 1-2 ve 2-6,4) agregat stabiliteyi sırasıyla %11,09, %35,72, %58,76, %52,91 ve %54,26 iken PVA, HA ve PAM uygulamaları sonrası tüm fraksiyonların agregat stabilitesi değerleri artmıştır. Söz konusu fraksiyonların agregat stabilitesi değerleri PVA uygulaması sonrası %62,86, %90,82, %91,33, %91,52 ve %88,79 olmuştur. Ayrıca, uygulama sonucunda yeni oluşan (6,4-12,7 ile >12,7 mm) fraksiyonların agregat stabiliteyi %90,25 ve %84,97 olarak ölçülmüştür.

HA uygulaması ile de fraksiyonların agregat stabiliteyi önemli düzeyde artmıştır. Kontrol durumda %11,09, %35,72, %58,76, %52,91 ve %54,26 olan agregat stabiliteyi sırasıyla %28,70, %51,79, %73,21, %67,20 ve %69,84'e yükselmiştir. Ayrıca, 6,4-12,7 ile >12,7 mm agregat fraksiyonlarının stabiliteyi %47,86 ve %34,73 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.11, Şekil 4.52).

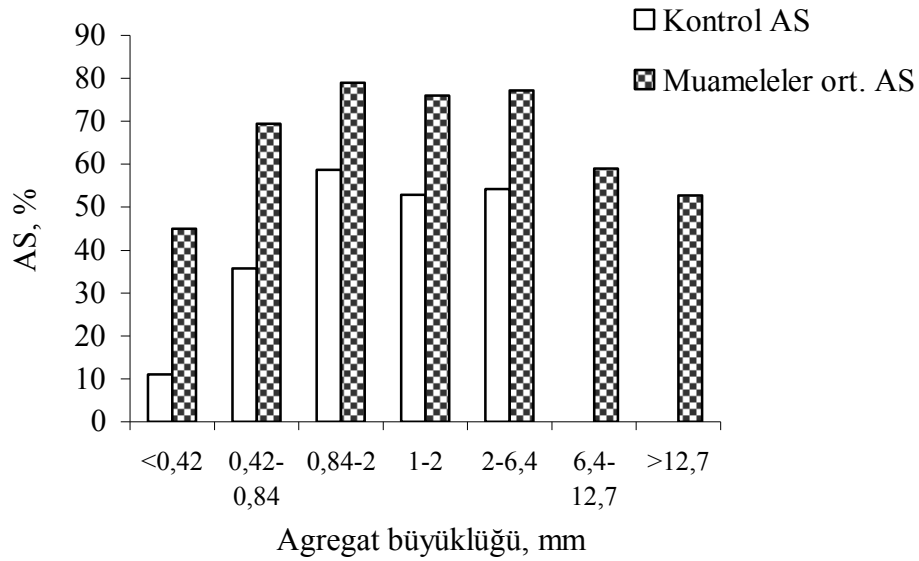


Şekil 4.52. Aridisol ordusu toprağında muameleler ile fraksiyonlarının agregat stabilitesi değerleri arasındaki ilişkiler

PAM uygulaması ile fraksiyonların agregat stabilitesi değerleri %11,09, %35,72, %58,76, %52,91 ve %54,26'dan %43,48, %65,52, %72,38, %69,06 ve %72,95'e yükselmiştir. 6,4-12,7 ile >12,7 mm agregat fraksiyonlarının stabiliteleleri %38,91 ve %38,60 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.11, Şekil 4.52).

PVA, HA ve PAM uygulamalarının fraksiyonların agregat stabilitesi değerleri üzerine çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkili olduğu görülmektedir. Aridisol ordusu toprağının kontrol düzeyindeki ortalama AS değeri %42,55 iken PVA uygulaması ile ortalama AS %101,6 artarak %85,79 olmuştur. HA uygulaması ile %25,3 artış ile %53,33 ve PAM uygulaması ile %34,6 artış ile %57,27 olmuştur. Muamele ortalamaları bakımından HA ile PAM arasında fark görülmezken PVA uygulaması ile HA ve PAM arasında çok önemli düzeyde ($p<0,01$) fark ortaya çıkmıştır. Muameleler sonrası toprağın genel ortalama AS değeri kontrole göre %53,8 artarak %65,46 olmuştur.

Aridisol ordosu toprağının kontrol durumunda bulunan agregat fraksiyonlarının (<0,42, 0,42-0,84, 0,84-2, 1-2 ve 2-6,4) AS değerleri %11,09, %35,72, %58,76, %52,91 ve %54,26 iken PVA, HA ve PAM uygulamalarının ortalaması olarak sırasıyla %45,01, %69,37, %78,97, %75,92 ve %77,19'a yükselmiştir (Çizelge 4.12; Şekil 4.53).



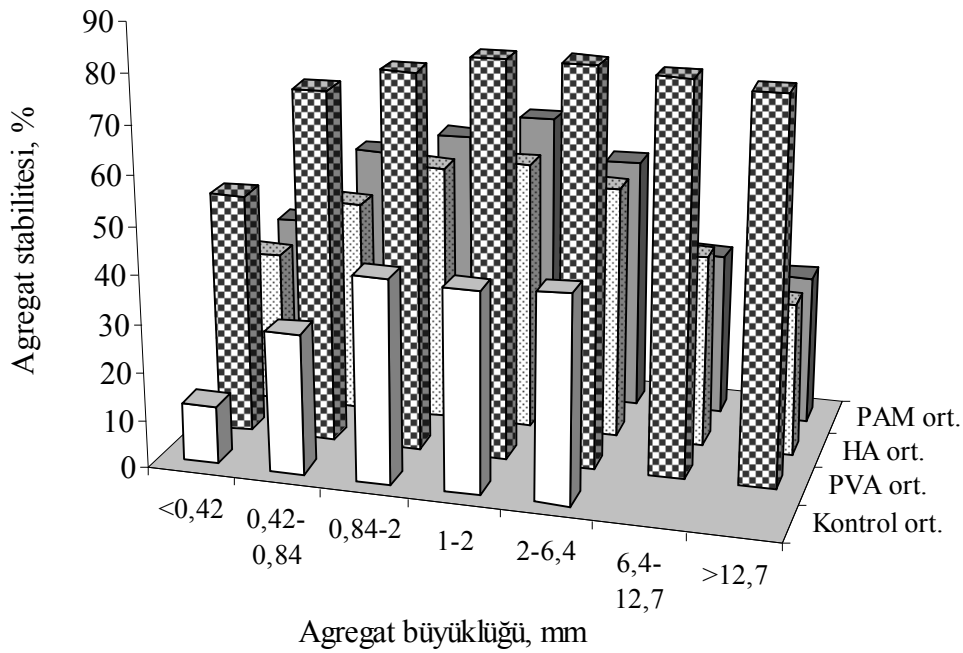
Şekil 4.53. Aridisol ordosu toprağında kontrol ve muameleler ortalaması AS değerleri

Çizelge 4.12 ve Şekil 4.53'den görüleceği üzere PVA, HA ve PAM uygulamaları Aridisol ordosu toprağında <0,42, 0,42-0,84, 0,84-2, 1-2 ve 2-6,4 mm agregat fraksiyonlarının AS değerlerini sırasıyla %305,9, %94,2, %34,4, %43,5 ve %42,3 oranlarında arttırmıştır. Ayrıca, 6,4-12,7 ile >12,7 mm agregat fraksiyonlarının muameleler ortalaması olarak AS değerleri %59,01 ve %52,76 olarak belirlenmiştir.

Araştırma konusu dört toprağın ortalaması olarak agregat fraksiyonları ile muamelenin ortalama agregat stabilitesi değerleri arasındaki ilişkiler Şekil 4.54'de verilmiştir. Şekil 4.54 ile Çizelge 4.11 ve 4.12'den görüleceği üzere kontrol düzeyinde bulunan agregat fraksiyonlarının (<0,42, 0,42-0,84, 0,84-2, 1-2 ve 2-6,4) ortalama agregat stabiliteyi sırasıyla %12,28, %29,24, %42,18, %41,66 ve %42,73 iken PVA, HA ve PAM uygulamaları sonrası tüm fraksiyonların agregat stabilitesi değerleri artmıştır. Söz konusu fraksiyonların agregat stabilitesi değerleri PVA uygulamasının ortalaması olarak

%49,98, %72,90, %77,83, %81,57 ve %81,79 belirlenmiştir. Ayrıca, 6,4-12,7 ile >12,7 mm fraksiyonların agregat stabiliteyi PVA ortalaması olarak %80,58 ve %78,99 belirlenmiştir.

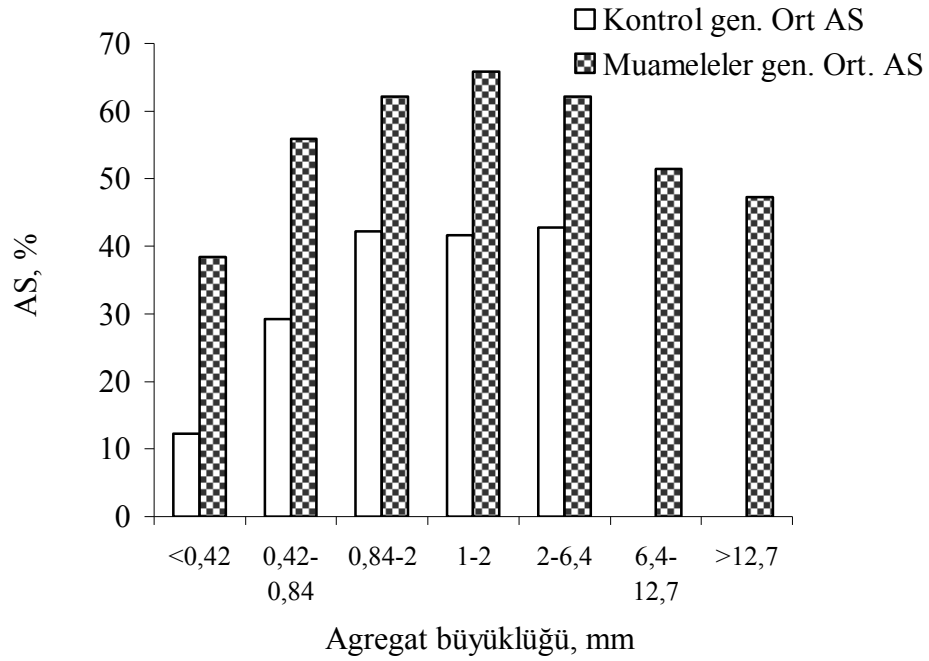
Söz konusu fraksiyonların HA uygulaması sonrası ortalama agregat stabiliteyi %31,81, %44,42, %53,52, %55,76 ve %52,27 olarak belirlenirken, 6,4-12,7 ile >12,7 mm agregat fraksiyonlarının stabiliteyi %39,73 ve %31,78 olarak belirlenmiştir. PAM uygulaması ortalama agregat stabiliteyi %33,42, %50,35, %55,08, %60,19, %52,47, %33,95 ve %31,06 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.11, Şekil 4.54).



Şekil 4.54. Araştırma topraklarının muameleler ortalaması ile fraksiyonların agregat stabiliteyi değerleri arasındaki ilişkiler

PVA, HA ve PAM uygulamalarının fraksiyonların agregat stabiliteyi değerleri üzerine çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) etkili olduğu görülmektedir. Toprakların kontrol düzeyindeki genel ortalama AS değeri %33,62 iken PVA uygulaması ile ortalama AS %122,5 artarak %74,81 olmuştur. HA uygulaması sonucu %31,4 artış ile %44,18 ve PAM uygulaması sonucu %34,5 artış ile %45,22 olmuştur. Ortalamalar dikkate

alındığında agregat stabilitesi üzerine muamelelerin etkinlik derecesi sıralamasının PVA, PAM ve HA olduğu ve muameleler arasında istatistiki açıdan çok önemli düzeyde ($p<0,01$) fark olduğu görülmektedir. Muameleler sonrası toprakların genel ortalama AS değeri kontrole göre %62,8 artarak %33,62'den %54,73'e yükselmiştir (Çizelge 4.11 ve 4.12).

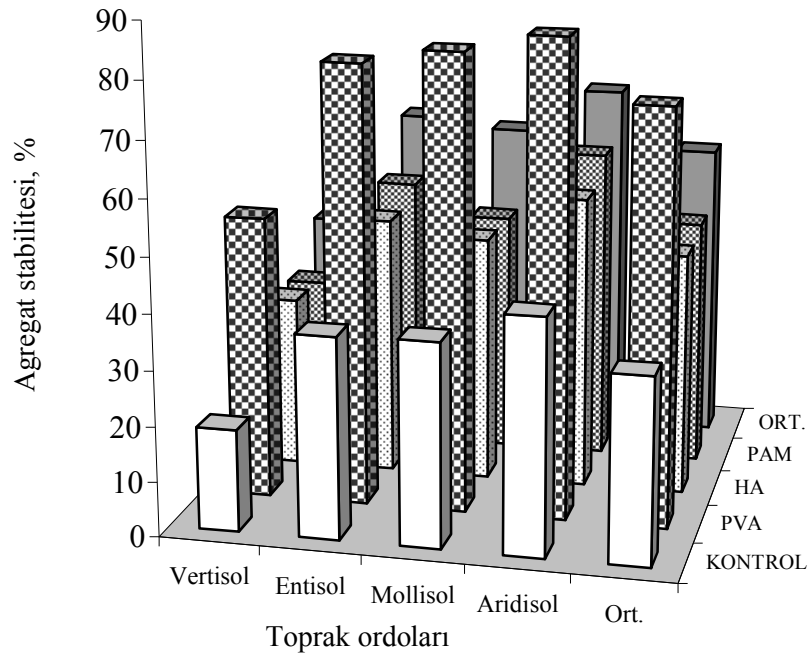


Şekil 4.55. Araştırma topraklarının kontrol genel ortalama ve muameleler genel ortalama AS değerleri

Çizelge 4.12 ve Şekil 4.55'den görüleceği üzere PVA, HA ve PAM uygulamaları <0,42, 0,42-0,84, 0,84-2, 1-2 ve 2-6,4 mm agregat fraksiyonlarının AS değerlerini genel ortalama olarak sırasıyla %212,8, %91,1, %47,3, %58,8 ve %45,5 oranlarında arttırarak %12,28, %29,24, %42,18, %41,66 ve %42,73'den %38,40, %55,89, %62,14, %65,84 ve %62,18'e yükseltmiştir. 6,4-12,7 ile >12,7 mm agregat fraksiyonlarının muameleler genel ortalaması olarak AS değerleri %51,42 ve %47,27 olarak belirlenmiştir.

Araştırma toprakları ile genel ortalama agregat stabilitesi değerleri arasındaki ilişkiler Şekil 4.56 ve Çizelge 4.11'de görülmektedir. Şekilden de görüleceği gibi Vertisol, Entisol, Mollisol ve Aridisol ordosu toprakların kontrol düzeyinde ortalama AS

değerleri sırasıyla %18,50, %36,53, %36,88 ve %42,55 olarak ölçülmüş ve araştırma topraklarının kontrol düzeyinde genel ortalama AS değeri %33,62 olarak hesaplanmıştır. PVA, HA, PAM uygulaması sonrasında ortalama AS değerlerinde önemli artışlar olmuş, PVA genel ortalaması %74,80, HA genel ortalaması %44,18 ve PAM genel ortalaması %45,21 olarak bulunmuştur.



Şekil 4.56. Araştırma topraklarının muamelelere göre genel ortalama agregat stabilitesi değerlerindeki değişimleri

Çizelge 4.11'den de görüldüğü üzere, muamelelerin farklı büyüklükteki agregat fraksiyonları AS değerleri ve toprakların ortalama AS değerleri üzerine çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, muameleler arasında da çok önemli düzeyde fark olup, AS üzerine PVA'nın daha etkin olduğu görülmektedir.

4.5. Donma-Çözülme Süreçlerinin Toprak Özellikleri Üzerine Etkileri

4.5.1. 1-2 mm agregat fraksiyonu agregat stabilitesi

Araştırma topraklarının farklı nem seviyelerinde (HK: hava kuru, TK: tarla kapasitesi, %90 Saturasyon) DÇ süreçleri sonucu elde edilen 1-2 mm AS değerleri Çizelge 4.13 ve 4.14'de verilmiştir.

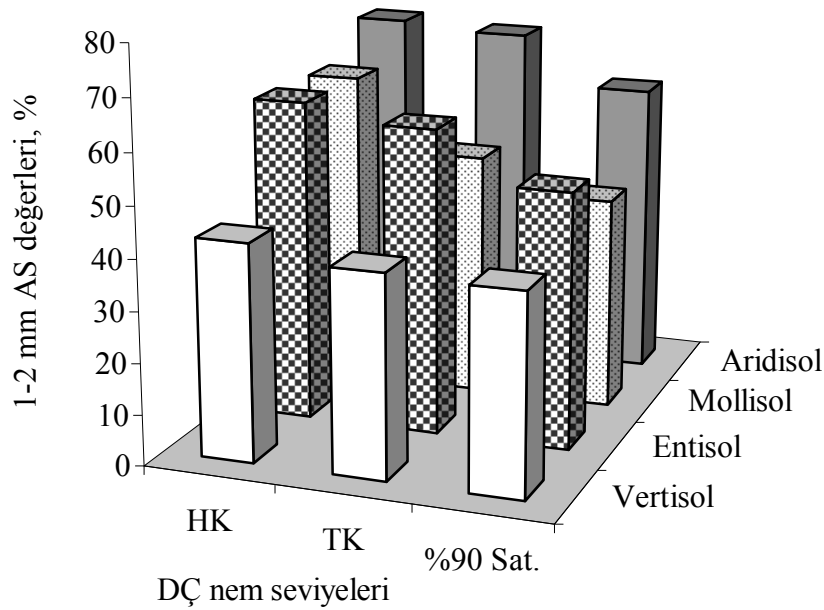
Çizelge 4.13. Toprakların farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonucu 1-2 mm AS değerleri

Toprak ordoları	DÇ Nem Seviyesi, %*		1-2 mm AS, %	Değişim, %
Vertisol	HK	8,54	42,72a	-
	TK	44,39	39,82b	-6,8
	%90 Sat.	56,00	39,31b	-8,0
Entisol	HK	5,16	63,39a	-
	TK	34,61	60,29b	-4,9
	%90 Sat.	55,29	50,49c	-20,4
Mollisol	HK	4,09	62,89a	-
	TK	37,46	48,63b	-22,7
	%90 Sat.	53,87	42,02c	-33,2
Aridisol	HK	3,45	70,17a	-
	TK	37,28	68,66a	-2,2
	%90 Sat.	52,11	58,70b	-16,3

*: Tabloda HK, TK ve %90 Saturasyon seviyeleri için verilen nem içeriği değerleri kontrol, PVA, HA ve PAM muamelelerinin ortalamasıdır.

Çizelge 4.13 ve Şekil 4.57'den de görüldüğü gibi toprak nem içeriğinin artmasına bağlı olarak 1-2 mm AS değerleri tüm topraklarda düşmektedir. Vertisol ordosu toprağında HK nem seviyesinde 1-2 mm AS değeri %42,72 iken DÇ nem seviyesinin TK ve %90 saturasyon durumlarında %39,82 ve 39,31'e düşerek %6,8 ve %8,0 oranlarında düşüşler olduğu belirlenmiştir. Entisol ordosunda %63,39'dan %60,29 ve %50,49'a düşerek %4,9 ve %20,4 oranlarında azalma; Mollisol ordosunda %62,89'dan %48,63 ve %42,02'ye düşerek %22,7 ve %33,2 oranlarında azalma; Aridisol ordosunda %70,17'den %68,66 ve %58,70'e düşerek %2,2 ile %16,3 oranlarında azalmalar olduğu belirlenmiştir.

Vertisol, Entisol ve Mollisol ordolarında HK nem içeriği ile diğer nem seviyeleri arasında çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklılık mevcuttur. Aridisol ordosunda HK ile TK arasında istatistiki anlamda fark görülmemektedir. Bunun nedeni Aridisol ordosu toprağının kum ve kaba iskelet maddesi içeriğinin diğer ordolardan daha fazla olmasına bağlanabilir.



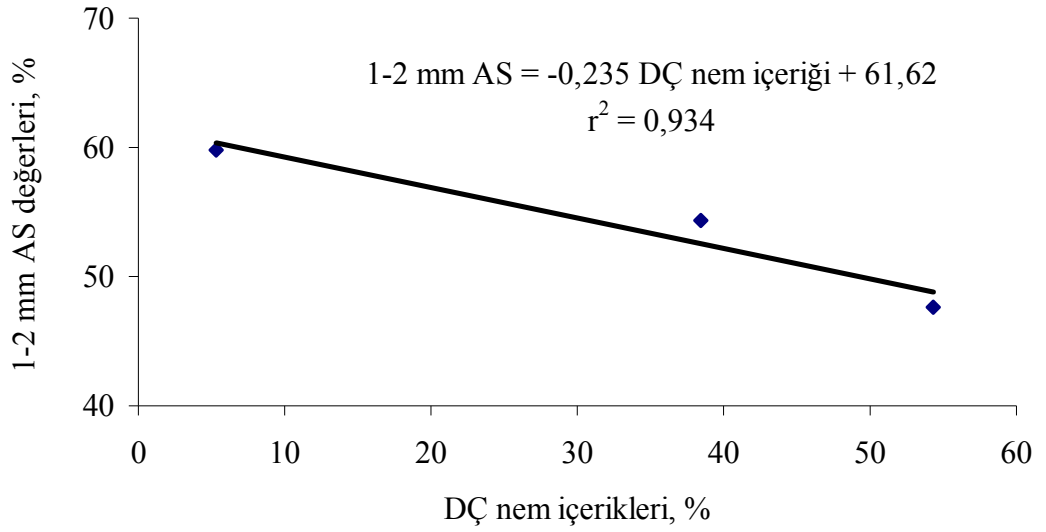
Şekil 4.57. Topraklarda farklı DÇ nem seviyeleri ile 1-2 mm AS değerleri arasındaki ilişkiler

Araştırma topraklarının artan nem seviyelerinde DÇ süreçlerine tabi tutulması ortalama 1-2 mm AS değerlerini düşürmüştür (Çizelge 4.14 ve Şekil 4.58). Çizelge ve Şekilden de görüldüğü gibi HK nem seviyesinde ortalama 1-2 mm AS değeri %59,79 iken donma neminin TK ve %90 saturasyon olduğu durumlarda %54,35 ve %47,63'e düşmüştür.

Donma nem seviyesinin HK seviyeden TK seviyesine çıkması sonucu 1-2 mm AS'de %9,1; %90 saturasyon nem seviyesine çıkması sonucu %20,3 oranında azalma meydana gelmiştir.

Çizelge 4.14. Farklı nem seviyelerinde DÇ sonucu 1-2 mm AS değerleri

Toprak ordoları	DÇ Nem Seviyesi, %		1-2 mm AS, %	Ortalama	Değişim, %	
Vertisol	HK	8,54	5,31	42,72c	59,79A	-
Entisol		5,16		63,39b		
Mollisol		4,09		62,89b		
Aridisol		3,45		70,17a		
Vertisol	TK	44,39	38,44	39,82d	54,35B	-9,1
Entisol		34,61		60,29b		
Mollisol		37,46		48,63c		
Aridisol		37,28		68,66a		
Vertisol	%90 Sat.	56,00	54,32	39,31d	47,63C	-20,3
Entisol		55,29		50,49b		
Mollisol		53,87		42,02c		
Aridisol		52,11		58,70a		

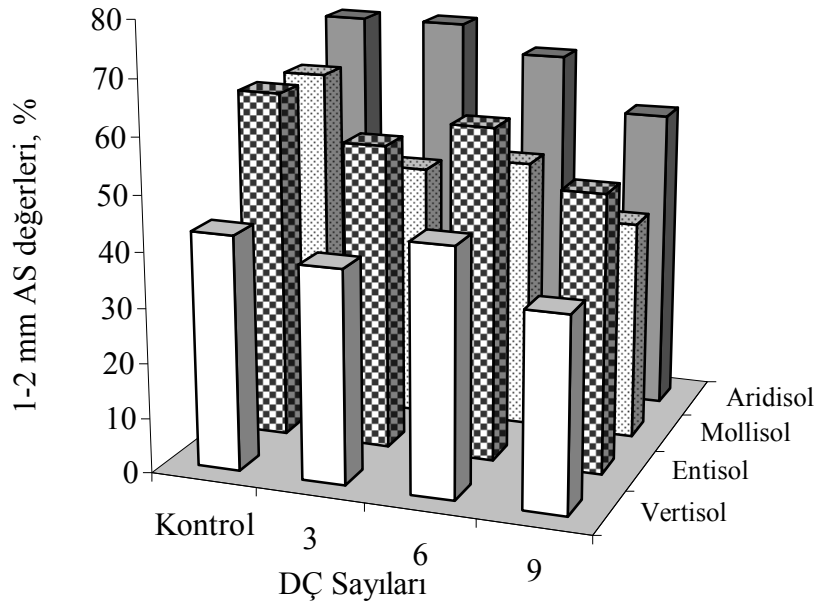
**Şekil 4.58.** Farklı nem seviyelerinde ile ortalama 1-2 mm AS değerleri arasındaki ilişkiler

Nem seviyelerinin 1-2 mm AS değerleri üzerine istatistiki olarak çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) etkili olduğu görülmektedir. Ayrıca, artan nem içeriği ile 1-2 mm AS değeri arasında negatif ilişkinin olduğu ($r^2 = 0,934$) belirlenmiştir. %90 saturasyon nem seviyesinde meydana gelen DÇ süreçlerinin TK nem seviyesinde meydana gelen DÇ süreçlerine göre 1-2 mm AS değerleri üzerine daha fazla olumsuz etki yaptığı görülmektedir.

Araştırma topraklarının farklı sayılarda (0 (Kontrol), 3, 6, 9) DÇ süreçleri sonucu elde edilen 1-2 mm AS değerleri Çizelge 4.15 ve Şekil 4.59'da verilmiştir.

Çizelge 4.15. Toprakların farklı sayılarda DÇ süreçleri sonucu 1-2 mm AS değerleri

Toprak ordoları	DÇ Sayısı	1-2 mm AS, %	Değişim, %
Vertisol	Kontrol	42,72b	-
	3	38,77c	-9,2
	6	44,74a	+4,7
	9	35,18d	-17,6
Entisol	Kontrol	63,39a	-
	3	55,48c	-12,5
	6	60,25b	-5,0
	9	50,43d	-20,4
Mollisol	Kontrol	62,89a	-
	3	46,67c	-25,8
	6	49,39b	-21,5
	9	39,92d	-36,5
Aridisol	Kontrol	70,17a	-
	3	70,23a	+0,1
	6	65,28b	-7,0
	9	55,52c	-20,9



Şekil 4.59. Topraklarda farklı DÇ sayıları ile 1-2 mm AS değerleri arasındaki ilişkiler

Çizelge 4.15 ve Şekil 4.59'dan görüleceği gibi DÇ sayısının artmasıyla genel olarak 1-2 mm AS değerlerinde düşüşler görülmektedir. Sadece Vertisol ordosunun 6 DÇ ve Aridisol ordosunun 3 kez DÇ'sinden sonra artışlar olduğu görülmektedir.

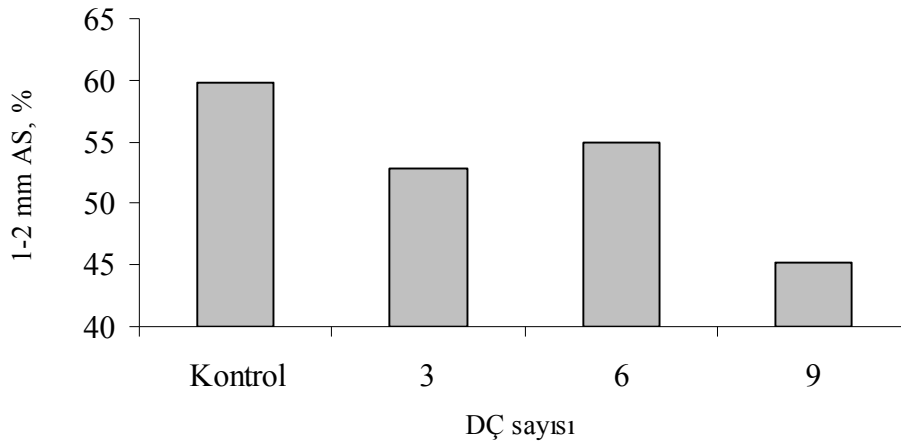
Vertisol ordosu kontrol grubunda 1-2 mm AS değeri %42,72 iken 3 DÇ'de %9,2 azalma meydana gelerek %38,77, 6 DÇ'de %4,7 artışla %44,74 ve 9 DÇ'de %17,6 azalma ile %35,18 olarak belirlenmiştir. Entisol ordosu kontrol grubunda %63,39 olan 1-2 mm AS değeri DÇ sayısının artışına göre sırasıyla %12,5, %5,0 ve %20,4 oranlarında azalarak %55,48, %60,25 ve %50,43 olarak; Mollisol ordosunda %62,89'dan %25,8, %21,5 ve %36,5 oranlarında azalarak %46,67, %49,39 ve %39,92 olarak belirlenmiştir. Aridisol ordosu kontrol grubunda %70,17 olan 1-2 mm AS 3 DÇ'de %0,1 oranın artarak %70,23 ve 6 ile 9 DÇ'de %7,0 ve %20,9 oranlarında düşerek %65,28 ve %55,52 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.15 ve Şekil 4.59'dan görüleceği üzere, Aridisol ordosu hariç, 6 DÇ'lerde 1-2 mm AS değeri 3 DÇ AS değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Vertisol ordosunda 3 ve 9 DÇ 1-2 mm AS değerini düşürürken 6 DÇ'nin AS değerini arttırdığı görülmektedir. Entisol ve Mollisol ordolarında DÇ sayısının artmasına bağlı olarak 1-2 mm AS değerleri düşmektedir. Fakat, sözkonusu ordolarda 6 DÇ'de elde edilen 1-2 mm AS değerleri 3 DÇ AS değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Aridisol ordosunda ise 3 DÇ 1-2 mm AS değerini çok az (%0,1) arttırırken, DÇ sayısının artmasıyla AS'de düşüşler meydana gelmiştir. Tüm ordolarda 9 kez DÇ'nin 1-2 mm AS üzerine en fazla olumsuz etkiye sahip olduğu görülmektedir.

Araştırma topraklarında DÇ sayılarının 1-2 mm AS üzerine istatistiki olarak çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkili olduğu belirlenmiştir..

Çizelge 4.16. Farklı DÇ sayıları sonucu 1-2 mm AS değerleri

DÇ sayısı	Toprak ordoları	1-2 mm AS, %	Ortalama	Değişim, %
Kontrol	Vertisol	42,72c	59,79A	-
	Entisol	63,39b		
	Mollisol	62,89b		
	Aridisol	70,17a		
3	Vertisol	38,77d	52,79C	-11,7
	Entisol	55,48b		
	Mollisol	46,67c		
	Aridisol	70,23a		
6	Vertisol	44,74d	54,92B	-8,1
	Entisol	60,25b		
	Mollisol	49,39c		
	Aridisol	65,28a		
9	Vertisol	35,18d	45,26D	-24,3
	Entisol	50,43b		
	Mollisol	39,92c		
	Aridisol	55,52a		

**Şekil 4.60.** Farklı DÇ sayıları ile ortalama 1-2 mm AS değerleri arasındaki ilişkiler

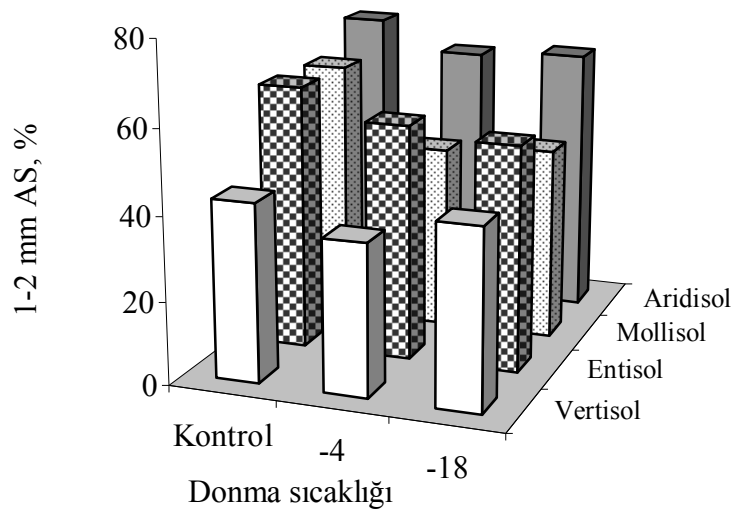
Araştırma topraklarının artan sayılarda DÇ süreçlerine tabi tutulması ortalama 1-2 mm AS değerlerini düşürmüştür (Çizelge 4.16 ve Şekil 4.60). Çizelge ve Şekilden de görüldüğü gibi kontrol grubu ortalama 1-2 mm AS değeri %59,79 iken 3 DÇ sayısında %11,7 azalarak %52,79; 6 DÇ'de %8,1 azalarak %54,92 ve 9 DÇ'de %24,3 azalarak %45,26 olarak belirlenmiştir. DÇ sayıları arasında istatistiki anlamda çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) farklılıklar tespit edilmiştir.

Çizelge ve Şekilden de görüleceği gibi 6 DÇ’de 1-2 mm AS değeri 3 DÇ AS değerinden daha yüksek bulunmuştur. 6 DÇ sonucunda elde edilen 1-2 mm AS değeri 3 DÇ AS değerinden %4,0 daha fazladır.

Araştırma topraklarının farklı sıcaklıklarda (-4°C ve -18°C) DÇ süreçleri sonucu elde edilen 1-2 mm AS değerleri Çizelge 4.17 ve Şekil 4.61’de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Toprakların farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonucu 1-2 mm AS değerleri

Toprak ordoları	DÇ sıcaklığı	1-2 mm AS, %	Değişim, %
Vertisol	Kontrol	42,72a	-
	-4	36,30b	-15,0
	-18	42,83a	+0,3
Entisol	Kontrol	63,39a	-
	-4	56,57b	-10,8
	-18	54,11c	-14,6
Mollisol	Kontrol	62,89a	-
	-4	44,31b	-29,5
	-18	46,34b	-26,3
Aridisol	Kontrol	70,17a	-
	-4	63,03b	-10,2
	-18	64,33b	-8,3



Şekil 4.61. Topraklarda farklı donma sıcaklıkları ile 1-2 mm AS değerleri arasındaki ilişkiler

Çizelge 4.17 ve Şekil 4.61'den görüleceği gibi toprakların donma anındaki sıcaklık derecelerindeki (-4°C ve -18°C) farklılıklar, kontrole göre genel olarak 1-2 mm AS değerlerinde düşüslere neden olurken, sadece Vertisol ordosunda -18°C 'de DÇ süreci AS değerinde çok az artışa neden olmuştur.

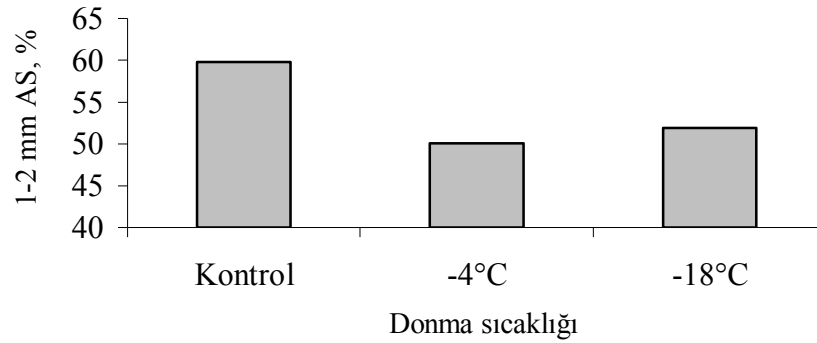
Vertisol ordosunda kontrol seviyesinde 1-2 mm AS değeri %42,72 iken -4°C 'de %15,0 azalma meydana gelerek %36,30, -18°C 'de ise %0,3 artışla %42,83 olarak belirlenmiştir. Entisol ordosu kontrolde %63,39 olan 1-2 mm AS değeri -4°C ve -18°C 'de sırasıyla %10,8, %14,6 oranlarında azalarak %56,57 ve %54,11 olarak; Mollisol ordosunda %62,89'dan %29,5 ve %26,3 oranlarında azalarak %44,31 ve %46,34 olarak belirlenmiştir. Aridisol ordosunda da %70,17 olan 1-2 mm AS değeri %10,2 ve %8,3 oranlarında azalarak %63,03 ve %64,33 olarak belirlenmiştir. AS'de kontrole göre en fazla düşüş Mollisol ordosunda -4°C 'de %29,5 oranında olmuştur.

Çizelge 4.17 ve Şekil 4.61'den görüleceği üzere, Entisol ordosu hariç, -18°C 'lerde 1-2 mm AS değeri -4°C AS değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Entisol ordosunda -4°C 'deki AS değeri -18°C 'deki AS değerinden daha yüksektir.

Araştırma topraklarında DÇ sıcaklık derecelerinin kontrole göre 1-2 mm AS üzerine istatistiki olarak çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkili olduğu belirlenmiştir. Vertisol ordosunda kontrol ile -18°C arasında; Mollisol ve Aridisol ordolarında -4°C ile -18°C arasında istatistiki olarak fark olmadığı görülmektedir. Entisol ordosunda ise tüm DÇ sıcaklıkları birbirinden istatistiki olarak çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklılık göstermektedir.

Çizelge 4.18. Farklı donma sıcaklıklarında 1-2 mm AS değerleri

DÇ Sıcaklığı	Toprak ordoları	1-2 mm AS, %	Ortalama	Değişim, %
Kontrol	Vertisol	42,72c	59,79A	-
	Entisol	63,39b		
	Mollisol	62,89b		
	Aridisol	70,17a		
-4°C	Vertisol	36,30d	50,08C	-16,2
	Entisol	56,57b		
	Mollisol	44,31c		
	Aridisol	63,03a		
-18°C	Vertisol	42,83d	51,90B	-13,2
	Entisol	54,11b		
	Mollisol	46,34c		
	Aridisol	64,33a		

**Şekil 4.62.** Farklı donma sıcaklıkları ile ortalama 1-2 mm AS değerleri arasındaki ilişkiler

Araştırma topraklarının -4°C ve -18°C’de DÇ süreçlerine tabi tutulması ortalama 1-2 mm AS değerlerini düşürmüştür (Çizelge 4.18 ve Şekil 4.62). Çizelge ve Şekilden de görüldüğü gibi kontrolde ortalama 1-2 mm AS değeri %59,79 iken -4°C’de DÇ sonucunda %16,2 azalarak %50,08 ve -18°C’de DÇ sonucunda %13,2 azalarak %51,90 olarak belirlenmiştir. DÇ sıcaklıkları arasında istatistiki anlamda çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) farklılıklar olduğu ve -4°C’nin -18°C’den daha fazla olumsuz etki gösterdiği belirlenmiştir.

Araştırma topraklarının muamelelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrası 1-2 mm AS değerleri ile arasındaki değişimler Çizelge 4.19’da verilmiştir.

Çizelge 4.19. Topraklarda muamelelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrasında 1-2 mm AS değerleri

Muameleler	DÇ süreci	Vertisol	Entisol	Mollisol	Aridisol	Ortalama
Kontrol	öncesi	26,93	45,68	41,11	52,91	41,66a
	sonrası	27,23d	48,21b	33,08c	52,01a	40,13bD
Değişim, %		+1,1	+5,5	-19,5	-1,7	-3,7
PVA	öncesi	58,46	88,47	87,84	91,52	81,57a
	sonrası	53,68d	72,16b	70,31c	84,34a	70,12bA
Değişim, %		-8,2	-18,4	-20,0	-7,8	-14,0
HA	öncesi	39,34	57,61	58,89	67,2	55,76a
	sonrası	40,36c	48,68b	40,72c	59,84a	47,40bC
Değişim, %		+2,6	-15,5	-30,9	-11,0	-15,0
PAM	öncesi	46,16	61,8	63,73	69,05	60,19a
	sonrası	37,97d	54,96b	42,61c	60,52a	49,02bB
Değişim, %		-17,7	-11,1	-33,1	-12,4	-18,6

Çizelgeden de görüleceği üzere DÇ süreçleri genel olarak 1-2 mm AS değerlerinin azalmasına neden olmuştur. DÇ süreçleri sadece Vertisol ordosu kontrol ve HA muamelesi ile Entisol ordosu kontrol düzeyinde artışlar sağlamıştır. DÇ süreçleri sonrası 1-2 mm AS değerlerinde en fazla düşüşlerin (-%19,5, -%20,0, -%30,9, -%33,1) Mollisol ordosunda meydana geldiği görülmektedir.

DÇ süreçleri sonucunda en düşük 1-2 mm AS değerleri kontrol muamelelerinde görülürken en yüksek AS değerleri PVA uygulamalarında görülmüştür. PVA, HA ve PAM uygulamalarında muamele kontrollerine göre düşüşler olmuş olsa bile söz konusu muamelelerin AS değerleri kontrol muamelesinden daha yüksektir.

Çizelge 4.19’da görüleceği üzere DÇ süreçleri öncesi kontrol muamele düzeyinde toprakların ortalama 1-2 mm AS değeri %41,66 iken DÇ süreçleri sonrasında %3,7 azalarak ortalama AS değeri %40,13 olmuştur. Muamelelerin DÇ süreçleri öncesi ve sonrası 1-2 mm AS değerlerindeki değişimler incelendiğinde; PVA muamelesinde

toprakların ortalama 1-2 mm AS değeri %81,57 iken DÇ s¼reęleri sonrasında %14,0 azalarak ortalama AS değeri %70,12; HA uygulamasında %55,76 iken %15,0 azalarak %47,40 ve PAM uygulamasında %60,19 iken %18,6 azalarak %49,02 olduğu belirlenmiştir. Her bir muamelede DÇ öncesi ve sonrası 1-2 mm AS değerleri arasında çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklar olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, DÇ s¼reęleri sonrasında da muamelelerin birbirinden çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklılıklar gösterdiği ve DÇ sonrasında muamelelerin etkinlik derecesi bakımından PVA, PAM ve HA şeklinde sıralandığı gör¼lmektedir.

DÇ s¼reęleri öncesi PVA, HA ve PAM muamelelerinin ortalama AS değeri %65,84 iken DÇ s¼reęleri sonrası %15,7 azalarak %55,51 olmuştur. DÇ s¼reęleri sonucunda muamele uygulanmış topraklarda daha fazla d¼řüş meydana gelmesine rağmen ortalama AS değeri kontrol düzeyindeki ortalama AS değerinden %38,3 daha fazladır (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.20. Topraklarda DÇ s¼reęleri sonrasında kontrol ile muameleler ortalama 1-2 mm AS değerleri arasındaki farklılıklar

Toprak ordoları	DÇ sonrası kontrol 1-2 mm AS, %	DÇ sonrası PVA, HA ve PAM ortalama 1-2 mm AS, %	Fark, %
Vertisol	27,23	44,00	+61,6
Entisol	48,21	58,60	+21,6
Mollisol	33,08	51,21	+54,8
Aridisol	52,01	68,23	+31,2
Ortalama	40,13	55,51	+38,3

Araştırma topraklarının DÇ s¼reęleri sonrası kontrol seviyesinde 1-2 mm AS değerleri %27,23, %48,21, %33,08 ve %52,01 iken PVA, HA ve PAM ortalama AS değerleri kontrole göre Vertisol ordosunda %61,6, Entisolde %21,6, Mollisolde %54,8 ve Aridisolde %31,2 daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Genel ortalama olarak DÇ s¼reęleri sonrası kontrol düzeyinde 1-2 mm AS değeri %40,13 iken muameleler genel ortalaması kontrolden %38,3 daha yüksek olup %55,51 bulunmuştur (Çizelge 4.20).

4.5.2. Geometrik ortalama agregat stabilitesi (GOAS)

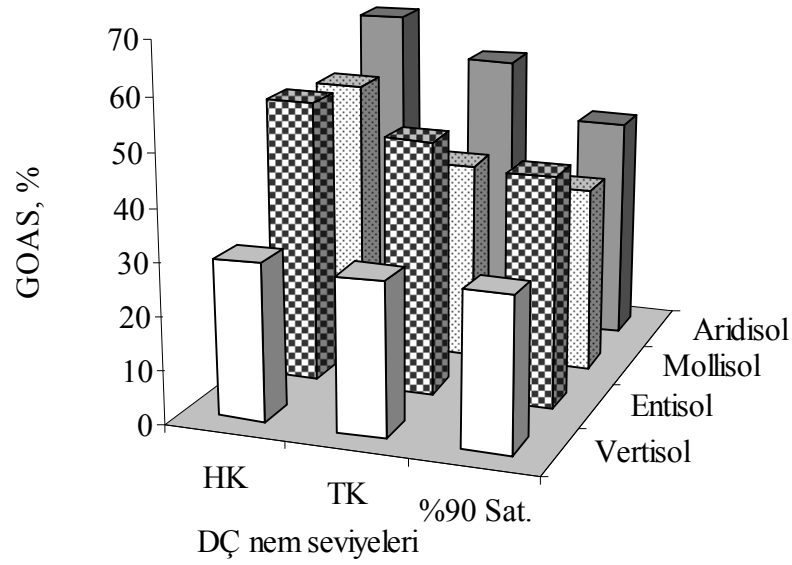
Araştırma topraklarının farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonucu elde edilen GOAS değerleri Çizelge 4.21 ve 4.22’de verilmiştir.

Çizelge 4.21. Toprakların farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonucu GOAS değerleri

Toprak ordoları	DÇ Nem Seviyesi, %		GOAS, %	Değişim, %
Vertisol	HK	8,54	29,69	-
	TK	44,39	28,88	-2,7
	%90 Sat.	56,00	28,97	-2,4
Entisol	HK	5,16	53,69a	-
	TK	34,61	48,28b	-10,1
	%90 Sat.	55,29	43,81c	-18,4
Mollisol	HK	4,09	52,10a	-
	TK	37,46	38,08b	-26,9
	%90 Sat.	53,87	35,28c	-32,3
Aridisol	HK	3,45	61,71a	-
	TK	37,28	54,04b	-12,4
	%90 Sat.	52,11	42,99c	-30,3

Çizelge 4.21 ve Şekil 4.63’den de görüldüğü gibi toprak nem içeriğinin artmasına bağlı olarak GOAS değerleri tüm topraklarda düşmektedir. Vertisol ordosu toprağında HK nem seviyesinde GOAS değeri %29,69 iken DÇ nem seviyesinin TK ve %90 saturasyon durumlarında %28,88 ve 28,97’ye düşerek %2,7 ve 2,4 oranlarında düşüşler olduğu belirlenmiştir. Entisol ordosunda %53,69’dan %48,28 ve 43,81’e düşerek %10,1 ve 18,4 oranlarında azalma; Mollisol ordosunda %52,10’dan %38,08 ve 35,28’e düşerek %26,9 ve %32,3 oranlarında azalma; Aridisol ordosunda %61,71’den %54,04 ve 42,99’a düşerek %12,4 ile 30,3 oranlarında azalmalar olduğu belirlenmiştir.

Entisol, Mollisol ve Aridisol ordolarında HK nem içeriği ile diğer nem seviyeleri arasında çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklılıklar olmasına rağmen, Vertisol ordosunda nem seviyeleri arasında istatistiki anlamda fark tespit edilmiştir.



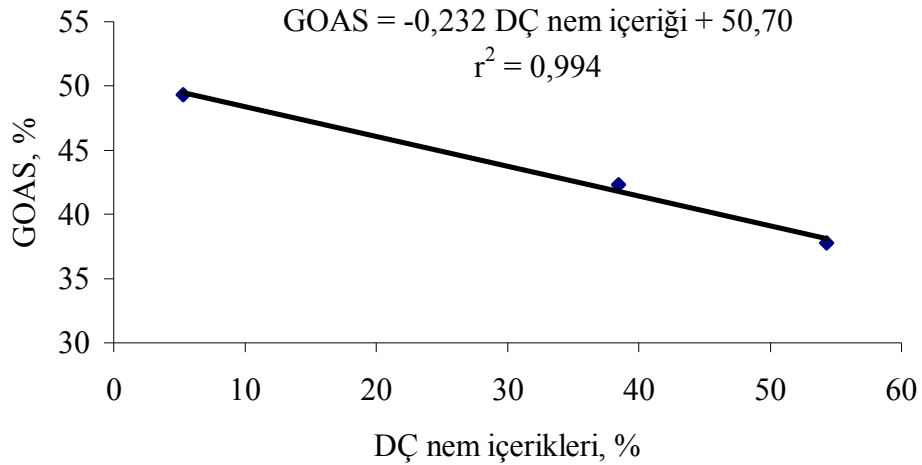
Şekil 4.63. Topraklarda farklı DÇ nem seviyeleri ile GOAS değerleri arasındaki ilişkiler

Araştırma topraklarının artan nem seviyelerinde DÇ süreçlerine tabi tutulması ortalama GOAS değerlerini düşürmüştür (Çizelge 4.22 ve Şekil 4.64). Çizelge ve Şekilden de görüldüğü gibi HK nem seviyesinde ortalama GOAS değeri %49,30 iken donma neminin TK ve %90 saturasyon olduğu durumlarda %42,32 ve %37,76'ya düşmüştür.

Donma nem seviyesinin HK seviyeden TK seviyesine çıkması sonucu GOAS'de %14,2; %90 saturasyon nem seviyesine çıkması sonucu %23,4 oranında azalma meydana gelmiştir.

Çizelge 4.22. Farklı nem seviyelerinde DÇ sonucu GOAS değerleri

Toprak ordoları	DÇ Nem Seviyesi, %		GOAS, %	Ortalama	Değişim, %	
Vertisol	HK	8,54	5,31	29,69c	49,30A	-
Entisol		5,16		53,69b		
Mollisol		4,09		52,10b		
Aridisol		3,45		61,71a		
Vertisol	TK	44,39	38,44	28,88d	42,32B	-14,2
Entisol		34,61		48,28b		
Mollisol		37,46		38,08c		
Aridisol		37,28		54,04a		
Vertisol	%90 Sat.	56,00	54,32	28,97c	37,76C	-23,4
Entisol		55,29		43,81a		
Mollisol		53,87		35,28b		
Aridisol		52,11		42,99a		

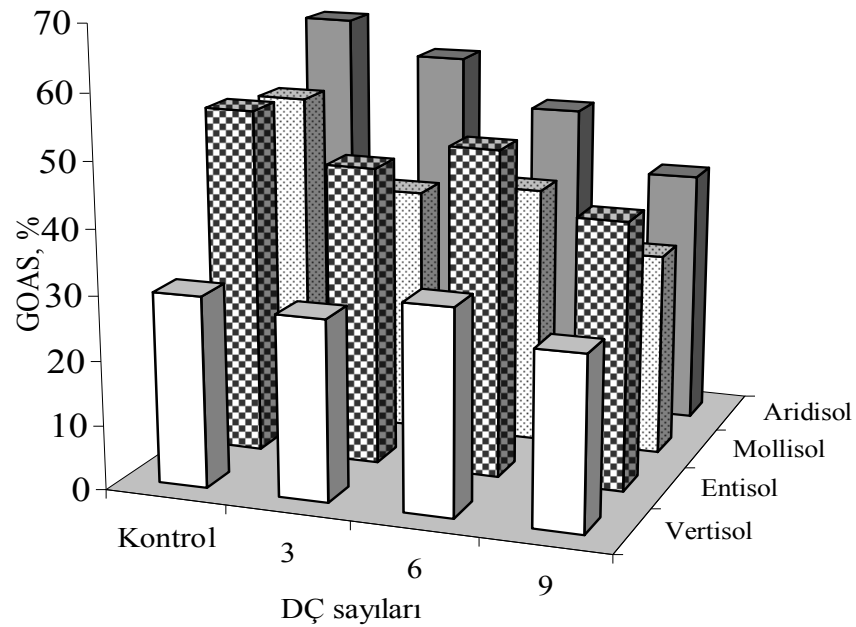
**Şekil 4.64.** Farklı nem seviyeleri ile ortalama GOAS değerleri arasındaki ilişkiler

Nem seviyelerinin GOAS değerleri üzerine istatistiki olarak çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) etkili olduğu görülmektedir. Ayrıca, artan nem içeriği ile GOAS değeri arasında negatif ilişkinin olduğu ($r^2 = 0,994$) belirlenmiştir. %90 saturasyon nem seviyesinde meydana gelen DÇ süreçlerinin TK nem seviyesinde meydana gelen DÇ süreçlerine göre GOAS değerleri üzerine daha fazla olumsuz etki yaptığı görülmektedir.

Araştırma topraklarının farklı sayılarda DÇ süreçleri sonucu elde edilen GOAS değerleri Çizelge 4.23 ve Şekil 4.65’de verilmiştir.

Çizelge 4.23. Toprakların farklı sayılarda DÇ süreçleri sonucu GOAS değerleri

Toprak ordoları	DÇ sayısı	GOAS, %	Değişim, %
Vertisol	Kontrol	29,69b	-
	3	28,13bc	-5,3
	6	31,78a	+7,0
	9	26,86c	-9,5
Entisol	Kontrol	53,69a	-
	3	46,26c	-13,8
	6	50,51b	-5,9
	9	41,34d	-23,0
Mollisol	Kontrol	52,10a	-
	3	38,37b	-26,4
	6	40,28b	-22,7
	9	31,40c	-39,7
Aridisol	Kontrol	61,71a	-
	3	56,51b	-8,4
	6	49,19c	-20,3
	9	39,84d	-35,4



Şekil 4.65. Topraklarda farklı DÇ sayıları ile GOAS değerleri arasındaki ilişkiler

Çizelge 4.23 ve Şekil 4.65'den görüleceği gibi DÇ sayısının artmasıyla genel olarak GOAS değerlerinde düşüşler görülmektedir. Sadece Vertisol ordosunun 6 kez DÇ sürecinden sonra artış olduğu görülmektedir.

Vertisol ordosu kontrol grubunda GOAS değeri %29,69 iken 3 DÇ'de %5,3 azalma meydana gelerek %28,13, 6 DÇ'de %7,0 artışla %31,78 ve 9 DÇ'de %9,5 azalma ile %26,86 olarak belirlenmiştir. Entisol ordosu kontrol grubunda %53,69 olan GOAS değeri DÇ sayısının artışına göre sırasıyla %13,8, %5,9 ve %23,0 oranlarında azalarak %46,26, %50,51 ve %41,34 olarak; Mollisol ordosunda %52,10'dan %26,4 %22,7 ve %39,7 oranlarında azalarak %38,37, %40,28 ve %31,40 olarak belirlenmiştir. Aridisol ordosu kontrol grubunda %61,71 olan GOAS 3 DÇ sonucunda %8,4 oranında azalarak %56,51 ve 6 ile 9 DÇ'de %20,3 ve %35,4 oranlarında azalarak %49,19 ve %39,84 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.23 ve Şekil 4.65'den görüleceği üzere, Aridisol ordosu hariç, 6 DÇ'lerde GOAS değeri 3 DÇ değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Vertisol ordosunda 3 ve 9 DÇ GOAS değerini düşürürken 6 DÇ'nin GOAS değerini arttırdığı görülmektedir. Entisol ve Mollisol ordolarında DÇ sayısının artmasına bağlı olarak GOAS değerleri düşmektedir. Fakat, sözkonusu ordolarda 6 DÇ'de elde edilen GOAS değerleri 3 DÇ GOAS değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Tüm ordolarda 9 kez DÇ'nin GOAS üzerine en fazla olumsuz etkiye sahip olduğu görülmektedir.

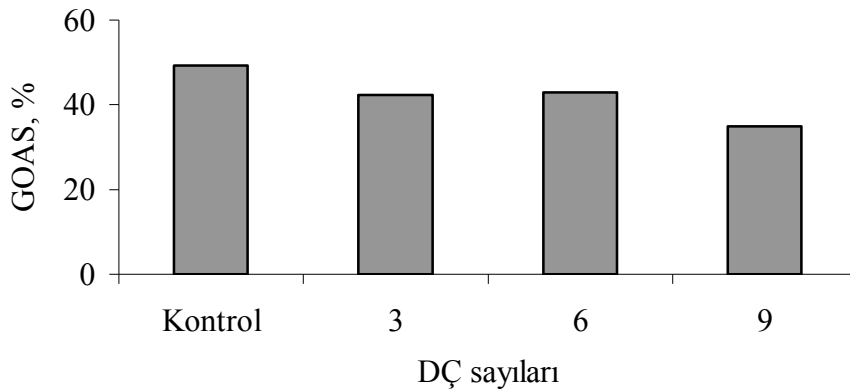
Araştırma topraklarında DÇ sayılarının GOAS üzerine istatistiki olarak çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkili olduğu belirlenmiştir.

Araştırma topraklarının artan sayılarda DÇ süreçlerine tabi tutulması ortalama GOAS değerlerini düşürmüştür (Çizelge 4.24 ve Şekil 4.66). Çizelge ve Şekilden de görüldüğü gibi kontrol grubu ortalama GOAS değeri %49,30 iken 3 DÇ sonucunda %14,2 azalarak %42,32; 6 DÇ'de %12,9 azalarak %42,94 ve 9 DÇ'de %29,3 azalarak %34,86 olarak belirlenmiştir. DÇ sayıları arasında istatistiki anlamda çok önemli düzeyde ($p<0,01$)

farklılıklar görülmektedir. Ancak, 3 ile 6 DÇ arasında fark yoktur. 6 DÇ'den sonra GOAS'de 3 DÇ'ye göre çok küçük bir artış meydana gelmiştir.

Çizelge 4.24. Farklı DÇ sayıları sonucu GOAS değerleri

DÇ sayısı	Toprak ordoları	GOAS, %	Ortalama	Değişim, %
Kontrol	Vertisol	29,69c	49,30A	-
	Entisol	53,69b		
	Mollisol	52,10b		
	Aridisol	61,71a		
3	Vertisol	28,13d	42,32B	-14,2
	Entisol	46,26b		
	Mollisol	38,37c		
	Aridisol	56,51a		
6	Vertisol	31,78d	42,94B	-12,9
	Entisol	50,51a		
	Mollisol	40,28c		
	Aridisol	49,19b		
9	Vertisol	26,86d	34,86C	-29,3
	Entisol	41,34a		
	Mollisol	31,40c		
	Aridisol	39,84b		



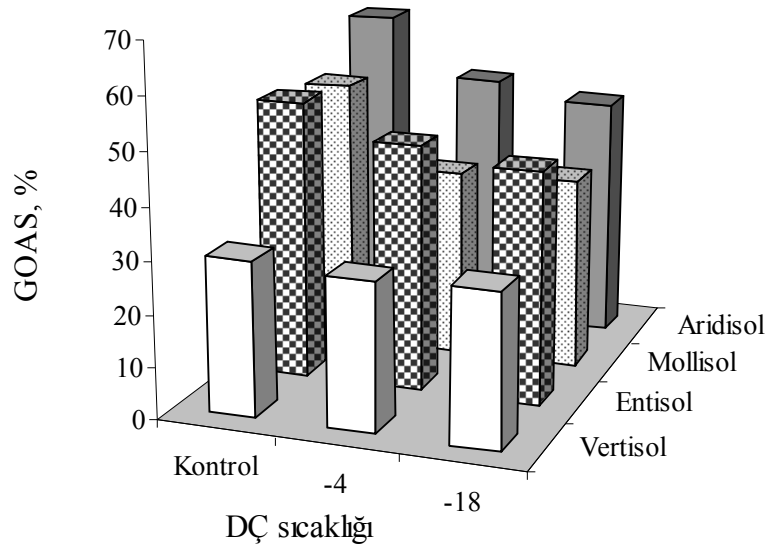
Şekil 4.66. Farklı DÇ sayıları ile ortalama GOAS değerleri arasındaki ilişkiler

Çizelge ve Şekilden de görüleceği gibi 6 DÇ'de GOAS değeri 3 DÇ GOAS değerinden daha yüksek bulunmuştur. 6 DÇ sonucunda elde edilen GOAS değeri 3 DÇ GOAS değerinden %1,5 daha fazladır.

Araştırma topraklarının farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonucu elde edilen GOAS değerleri Çizelge 4.25 ve Şekil 4.67’de verilmiştir.

Çizelge 4.25. Toprakların farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonucu GOAS değerleri

Toprak ordoları	DÇ sıcaklığı	GOAS, %	Değişim, %
Vertisol	Kontrol	29,69	-
	-4	28,47	-4,1
	-18	29,38	-1,0
Entisol	Kontrol	53,69a	-
	-4	47,40b	-11,7
	-18	44,68c	-16,8
Mollisol	Kontrol	52,10a	-
	-4	36,31b	-30,3
	-18	37,05b	-28,9
Aridisol	Kontrol	61,71a	-
	-4	50,07b	-18,9
	-18	46,96c	-23,9



Şekil 4.67. Topraklarda farklı DÇ sıcaklıkları ile GOAS değerleri arasındaki ilişkiler

Çizelge 4.25 ve Şekil 4.67’den görüleceği gibi toprakların donma anındaki sıcaklık (-4°C ve -18°C) farklılıkları, GOAS değerlerinde kontrole göre düşüslere neden olmuştur.

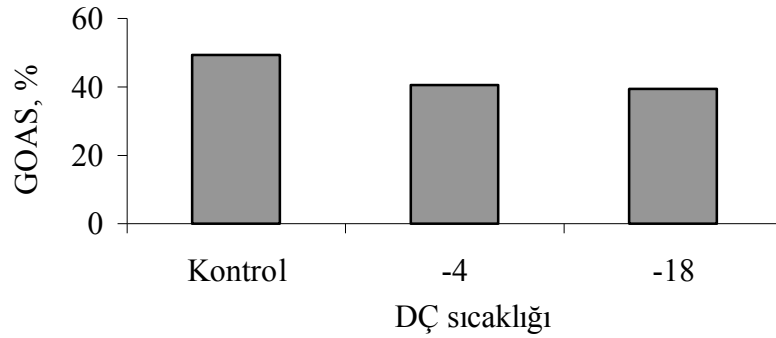
Vertisol ordosunda kontrol seviyesinde GOAS değeri %29,69 iken -4°C’de %4,1 azalma meydana gelerek %28,47, -18°C’de %1,0 azalma sonucunda %29,38 olarak belirlenmiştir. Entisol ordosu kontrolde %53,69 olan GOAS değeri -4°C ve -18°C’de sırasıyla %11,7, %16,8 oranlarında azalarak %47,40 ve %44,68 olarak; Mollisol ordosunda %52,10’dan %30,3 ve %28,9 oranlarında azalarak %36,31 ve %37,05 olarak belirlenmiştir. Aridisol ordosunda da %61,71 olan GOAS değeri %18,9 ve %23,9 oranlarında azalarak %50,07 ve %46,96 olarak belirlenmiştir. Kontrole göre en fazla düşüş Mollisol ordosunda -4°C’de %30,3 oranında olmuştur.

Çizelge 4.25 ve Şekil 4.67’den görüleceği üzere, Vertisol ve Mollisol ordolarında -18°C’lerde GOAS değerleri -4°C AS değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Entisol ve Aridisol ordolarında ise -4°C’deki GOAS değerleri -18°C’deki GOAS değerlerinden daha yüksektir.

Araştırma topraklarından Entisol, Mollisol ve Aridisol ordolarında kontrole göre DÇ sıcaklıklarının GOAS üzerine istatistiki olarak çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkili olduğu görülürken, Vertisol ordosunda DÇ sıcaklık dereceleri arasında istatistiki fark olmadığı belirlenmiştir. Mollisol ordosunda -4°C ile -18°C arasında istatistiki olarak fark olmadığı görülmektedir. Entisol ve Aridisol ordolarında ise tüm DÇ sıcaklıkları birbirinden istatistiki olarak çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklılık göstermektedir.

Çizelge 4.26. Farklı DÇ sıcaklıklarında GOAS değerleri

DÇ Sıcaklığı	Topraklar	GOAS, %	Ortalama	Değişim, %
Kontrol	Vertisol	29,69c	49,30A	-
	Entisol	53,69b		
	Mollisol	52,10b		
	Aridisol	61,71a		
-4°C	Vertisol	28,47d	40,56B	-17,7
	Entisol	47,40b		
	Mollisol	36,31c		
	Aridisol	50,07a		
-18°C	Vertisol	29,38d	39,52C	-19,8
	Entisol	44,68b		
	Mollisol	37,05c		
	Aridisol	46,96a		



Şekil 4.68. Farklı DÇ sıcaklıkları ile ortalama GOAS değerleri arasındaki ilişkiler

Araştırma topraklarının -4°C ve -18°C 'de DÇ süreçlerine tabi tutulması ortalama GOAS değerlerini istatistiksel olarak çok önemli düzeyde etkilemiştir (Çizelge 4.26 ve Şekil 4.68). Çizelge ve Şekilden de görüldüğü gibi kontrolde ortalama GOAS değeri %49,30 iken -4°C ve -18°C 'de sırasıyla %17,7 ve %19,8 oranında azalarak %40,56 ve %39,52 olarak belirlenmiştir. GOAS değerleri üzerine düşük sıcaklığın (-18°C) olumsuz etkisi daha fazla olmuştur.

Araştırma topraklarının muamelelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrası GOAS değerleri ile arasındaki değişimler Çizelge 4.27'de verilmiştir.

Çizelge 4.27. Topraklarda muamelelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrasında GOAS değerleri

Muameleler	DÇ süreci	Vertisol	Entisol	Mollisol	Aridisol	Ortalama
Kontrol	öncesi	15,77	32,46	32,43	38,27	29,73
	sonrası	19,34c	36,91a	25,95b	36,35a	29,64C
Değişim, %		+22,6	+13,7	-20,0	-5,0	-0,3
PVA	öncesi	53,24	80,15	83,03	84,60	75,26a
	sonrası	37,66d	61,70b	58,77c	69,92a	57,01bA
Değişim, %		-29,3	-23,0	-29,2	-17,4	-24,2
HA	öncesi	25,57	50,11	47,53	60,77	46,00a
	sonrası	30,15d	43,26b	32,48c	45,65a	37,89bB
Değişim, %		+17,9	-13,7	-31,7	-24,9	-17,6
PAM	öncesi	24,21	52,05	45,42	63,22	46,23a
	sonrası	28,77c	44,63a	34,27b	46,19a	38,47bB
Değişim, %		+18,8	-14,3	-24,5	-26,9	-16,8

Çizelgeden de görüleceği üzere DÇ süreçleri Vertisol ordosu kontrol, HA ve PAM muamelelerinde ayrıca Entisol ordosu kontrol muamelesi seviyesinde artışlar sağlanmasına rağmen DÇ süreçleri genel olarak GOAS değerlerinin azalmasına neden olmuştur. DÇ süreçleri sonrası GOAS değerlerinde en fazla düşüşlerin Mollisol ordosunda ve PVA muamelesinde meydana geldiği görülmektedir.

DÇ süreçleri sonucunda en düşük GOAS kontrol muamelelerinde görülürken en yüksek AS değerleri PVA uygulamalarında görülmüştür. PVA, HA ve PAM uygulamalarında muamele kontrollerine göre düşüşler olmuş olsa bile söz konusu muamelelerin AS değerleri kontrol muamelesinden daha yüksek olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.27'de görüleceği üzere DÇ süreçleri öncesi kontrol muamele düzeyinde toprakların ortalama GOAS değeri %29,73 iken DÇ süreçleri sonrasında %0,3 azalarak ortalama AS değeri %29,64 olarak tespit edilmiştir. Muamelelerin DÇ süreçleri öncesi ve sonrası ortalama GOAS incelendiğinde; PVA muamelesinde toprakların ortalama GOAS değeri %75,26 iken DÇ süreçleri sonrasında %24,2 azalarak ortalama AS değeri %57,01; HA uygulamasında %46,00 iken %17,6 azalarak %37,89 ve PAM uygulamasında %46,23 iken %16,8 azalarak %38,47 olduğu belirlenmiştir. Kontrol muamelesinde ortalama GOAS değerleri arasında istatistiki fark görülmezken; PVA, HA ve PAM muamelelerinde DÇ öncesi ve sonrası GOAS değerleri arasında çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) farklar olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, DÇ süreçleri sonrasında da muamelelerden PVA'nın HA ve PAM'dan çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) farklılıklar gösterdiği, HA ile PAM arasında fark olmadığı tespit edilmiştir.

DÇ süreçleri öncesi kontrol muamelelerinin ortalama GOAS değeri %29,73 iken DÇ süreçleri sonrası %0,3 azalarak %29,64 olarak tespit edilmiştir. PVA, HA ve PAM muamelelerinin DÇ süreçleri öncesi ortalama GOAS değeri %55,83 iken DÇ süreçleri sonrası %20,4 azalarak %44,46 olmuştur. DÇ süreçleri sonucunda muamele uygulanmış topraklarda daha fazla düşüş meydana gelmesine rağmen ortalama GOAS değeri kontrol düzeyindeki ortalama AS değerinden %50,0 daha fazladır (Çizelge 4.28).

Çizelge 4.28. Topraklarda DÇ süreçleri sonrasında kontrol ile muameleler ortalama GOAS değerleri ve arasındaki farklılıklar

Toprak ordoları	DÇ sonrası kontrol GOAS, %	DÇ sonrası PVA, HA ve PAM ortalama GOAS, %	Fark, %
Vertisol	19,34	32,19	+66,4
Entisol	36,91	49,87	+35,1
Mollisol	25,95	41,84	+61,2
Aridisol	36,35	53,92	+48,3
Ortalama	29,64	44,46	+50,0

Araştırma topraklarının DÇ süreçleri sonrası kontrol seviyesinde GOAS değerleri %19,34, %36,91, %25,95 ve %36,35 iken PVA, HA ve PAM ortalama GOAS değerleri kontrole göre Vertisol ordosunda %66,4, Entisolde %35,1, Mollisolde %61,2 ve Aridisolde %48,3 daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Genel ortalama olarak DÇ süreçleri sonrası kontrol düzeyinde GOAS değeri %29,64 iken muameleler genel ortalaması kontrolden %50,0 daha yüksek olup %44,46 bulunmuştur (Çizelge 4.28).

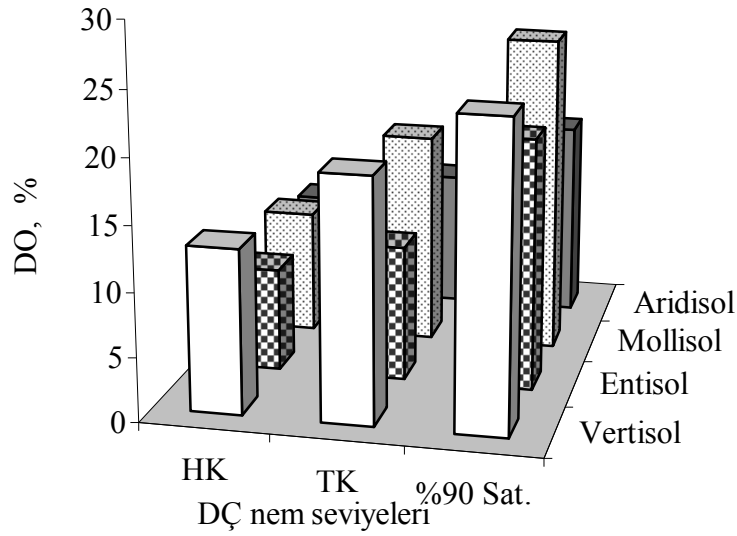
4.5.3. Dispersiyon oranı (DO)

Araştırma topraklarının farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonucu elde edilen DO değerleri Çizelge 4.29 ve 4.30'da verilmiştir.

Çizelge 4.29. Toprakların farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonucu DO değerleri

Toprak ordoları	DÇ Nem Seviyesi, %		DO, %	Değişim, %
Vertisol	HK	8,54	12,85c	-
	TK	44,39	18,93b	+47,3
	%90 Sat.	56,00	23,81a	+85,3
Entisol	HK	5,16	8,10c	-
	TK	34,61	10,60b	+30,9
	%90 Sat.	55,29	19,68a	+143,0
Mollisol	HK	4,09	9,72c	-
	TK	37,46	16,73b	+72,1
	%90 Sat.	53,87	25,05a	+157,7
Aridisol	HK	3,45	8,29c	-
	TK	37,28	10,82b	+30,5
	%90 Sat.	52,11	15,56a	+87,7

Çizelge 4.29 ve Şekil 4.69'dan da görüldüğü gibi toprak nem içeriğinin artmasına bağlı olarak DO değerleri tüm topraklarda yükselmektedir. Vertisol ordosu toprağında HK nem seviyesinde DO değeri %12,85 iken DÇ nem seviyesinin TK ve %90 saturasyon durumlarında %18,93 ve 23,81'e yükselerek %47,3 ve %85,3 oranlarında artışlar olduğu belirlenmiştir. Entisol ordosunda %8,10'dan %10,60 ve 19,68'e yükselerek %30,9 ve %143,0 oranlarında artış; Mollisol ordosunda %9,72'den %16,73 ve 25,05'e yükselerek %72,1 ve %157,7 oranlarında artış; Aridisol ordosunda %8,29'dan %10,82 ve 15,56'ya yükselerek %30,5 ile %87,7 oranlarında artışlar olduğu belirlenmiştir. DO değerleri açısından araştırma topraklarında nem içerikleri arasında çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklılıklar olduğu gözlemlenmiştir.

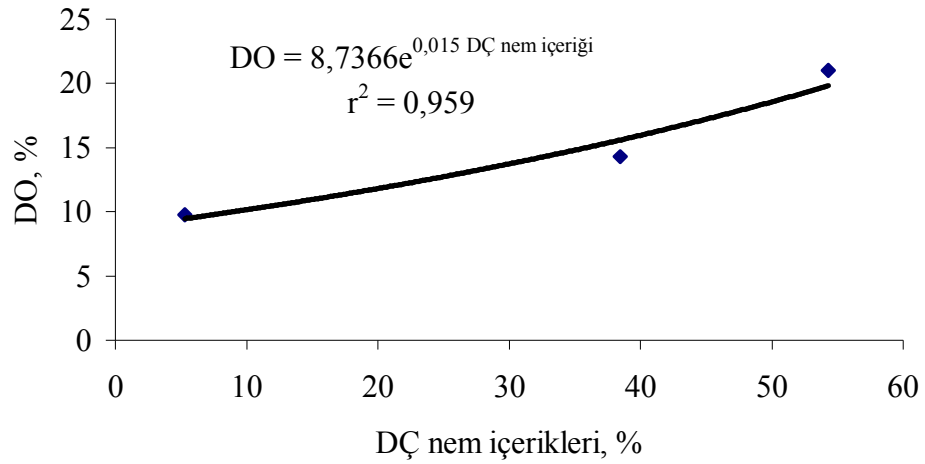


Şekil 4.69. Topraklarda farklı DÇ nem seviyeleri ile DO değerleri arasındaki ilişkiler

Araştırma topraklarının artan nem seviyelerinde DÇ süreçlerine tabi tutulması ortalama DO değerlerini arttırmıştır (Çizelge 4.30 ve Şekil 4.70). Çizelge ve Şekilden de görüldüğü gibi HK nem seviyesinde ortalama DO değeri %9,74 iken donma neminin TK ve %90 saturasyon olduğu durumlarda %14,27 ve %21,03'e yükselmiştir.

Çizelge 4.30. Farklı nem seviyelerinde DÇ sonucu DO değerleri

Toprak ordoları	DÇ Nem Seviyesi, %		DO, %	Ortalama	Değişim, %	
Vertisol	HK	8,54	5,31	12,85a	9,74C	-
Entisol		5,16		8,10b		
Mollisol		4,09		9,72ab		
Aridisol		3,45		8,29b		
Vertisol	TK	44,39	38,44	18,93a	14,27B	+46,5
Entisol		34,61		10,60c		
Mollisol		37,46		16,73b		
Aridisol		37,28		10,82c		
Vertisol	%90 Sat.	56,00	54,32	23,81b	21,03A	+115,9
Entisol		55,29		19,68c		
Mollisol		53,87		25,05a		
Aridisol		52,11		15,56d		

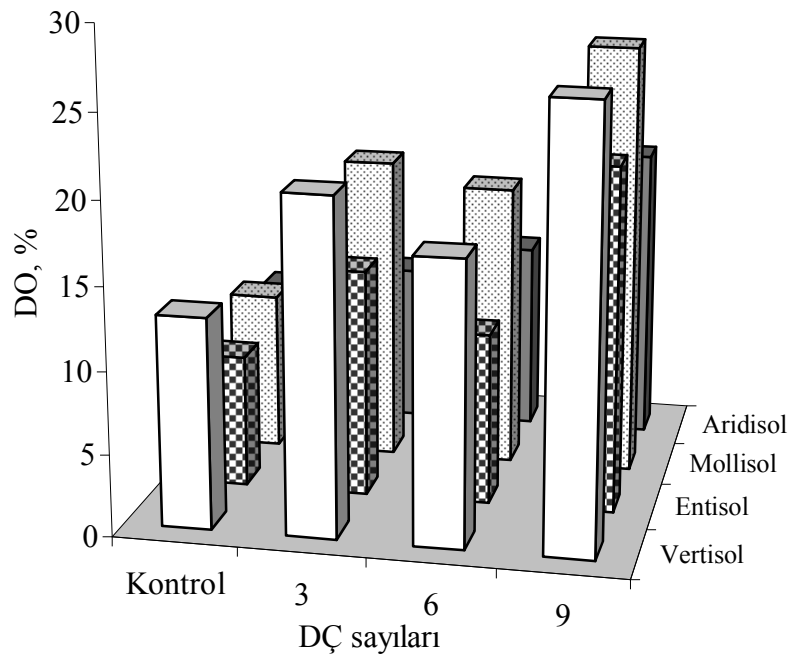
**Şekil 4.70.** Farklı nem seviyeleri ile ortalama DO değerleri arasındaki ilişkiler

Donma nem seviyesinin HK seviyeden TK seviyesine çıkması sonucu DO'da %46,5; %90 saturasyon nem seviyesine çıkması sonucu %115,9 oranında artışlar meydana gelmiştir. Nem seviyelerinin DO değerleri üzerine istatistiki olarak çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, artan nem içeriği ile DO değeri arasında pozitif ilişkinin olduğu ($r^2 = 0,959$) belirlenmiştir. %90 saturasyon nem seviyesinde meydana gelen DÇ süreçlerinin TK nem seviyesinde meydana gelen DÇ süreçlerine göre DO değerleri üzerine daha fazla olumsuz etki yaptığı görülmektedir.

Araştırma topraklarının farklı sayılarda DÇ süreçleri sonucu elde edilen DO değerleri Çizelge 4.31 ve Şekil 4.71’de verilmiştir.

Çizelge 4.31. Toprakların farklı sayılarda DÇ süreçleri sonucu DO değerleri

Toprak ordoları	DÇ Sayısı	DO, %	Değişim, %
Vertisol	Kontrol	12,85d	-
	3	20,43b	+59,0
	6	17,20c	+33,9
	9	26,48a	+106,1
Entisol	Kontrol	8,10d	-
	3	13,90b	+71,6
	6	10,48c	+29,4
	9	21,04a	+159,8
Mollisol	Kontrol	9,72c	-
	3	18,74b	+92,8
	6	17,46b	+79,6
	9	26,48a	+172,4
Aridisol	Kontrol	8,29d	-
	3	9,78c	+18,0
	6	11,65b	+40,5
	9	18,15a	+118,9



Şekil 4.71. Topraklarda farklı DÇ sayıları ile DO değerleri arasındaki ilişkiler

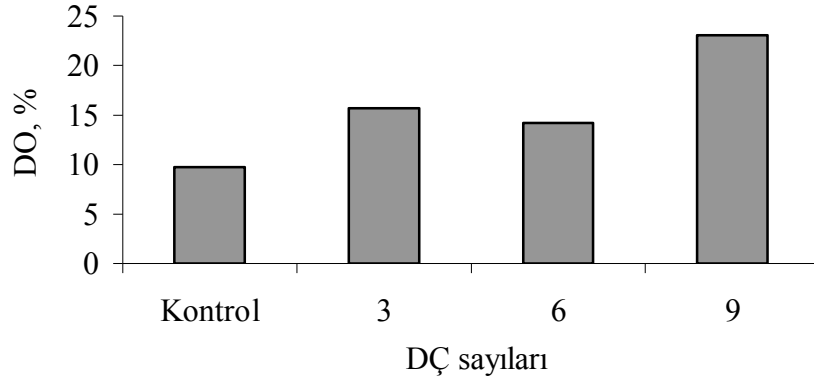
Çizelge 4.31 ve Şekil 4.71'den görüleceği gibi DÇ sayısının artmasıyla DO değerlerinde artışlar olduğu görülmektedir. Vertisol ordosu kontrol grubunda DO değeri %12,85 iken 3 DÇ'de %59,0 artış meydana gelerek %20,43, 6 DÇ'de %33,9 artışla %17,20 ve 9 DÇ'de %106,1 artış meydana gelerek %26,48 olarak belirlenmiştir. Entisol ordosu kontrol grubunda %8,10 olan DO değeri DÇ sayısının artışına göre sırasıyla %71,6, %29,4 ve %159,8 oranlarında artarak %13,90, %10,48 ve %21,04 olarak; Mollisol ordosunda %9,72'den %92,8 %79,6 ve %172,4 oranlarında artarak %18,74, %17,46 ve %26,48 olarak belirlenmiştir. Aridisol ordosu kontrol grubunda %8,29 olan DO 3 DÇ sonucunda %18,0 oranın artarak %9,78 ve 6 ile 9 DÇ'de %40,5 ve %118,9 oranlarında artarak %11,65 ve %18,15 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.31 ve Şekil 4.71'den görüleceği üzere, Aridisol ordosu hariç, 6 DÇ'lerde DO değerleri 3 DÇ değerlerinden daha düşük bulunmuştur. Aridisol ordosunda DÇ sayısının artmasına bağlı olarak DO değerleri artmaktadır. Tüm ordolarda 9 kez DÇ'nin DO üzerine en fazla olumsuz etkiye sahip olduğu görülmektedir. Araştırma topraklarında DÇ sayılarının DO üzerine istatistiki olarak çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkili olduğu belirlenmiştir.

Araştırma topraklarının artan sayılarda DÇ süreçlerine tabi tutulması ortalama DO değerlerini arttırmıştır (Çizelge 4.32 ve Şekil 4.72). Çizelge ve Şekilden de görüldüğü gibi kontrol grubu ortalama DO değeri %9,74 iken 3 DÇ sonucunda %61,3 artarak %15,71; 6 DÇ'de %45,8 artarak %14,20 ve 9 DÇ'de %136,6 artarak %23,04 olarak belirlenmiştir. DÇ sayıları arasında istatistiki anlamda çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklılıklar mevcuttur.

Çizelge 4.32. Farklı DÇ sayıları sonucu DO değerleri

DÇ sayısı	Toprak ordoları	DO, %	Ortalama	Değişim, %
Kontrol	Vertisol	12,85a	9,74D	-
	Entisol	8,10b		
	Mollisol	9,72ab		
	Aridisol	8,29b		
3	Vertisol	20,43a	15,71B	+61,3
	Entisol	13,90c		
	Mollisol	18,74b		
	Aridisol	9,78d		
6	Vertisol	17,20a	14,20C	+45,8
	Entisol	10,48c		
	Mollisol	17,46a		
	Aridisol	11,65b		
9	Vertisol	26,48a	23,04A	+136,6
	Entisol	21,04b		
	Mollisol	26,48a		
	Aridisol	18,15c		

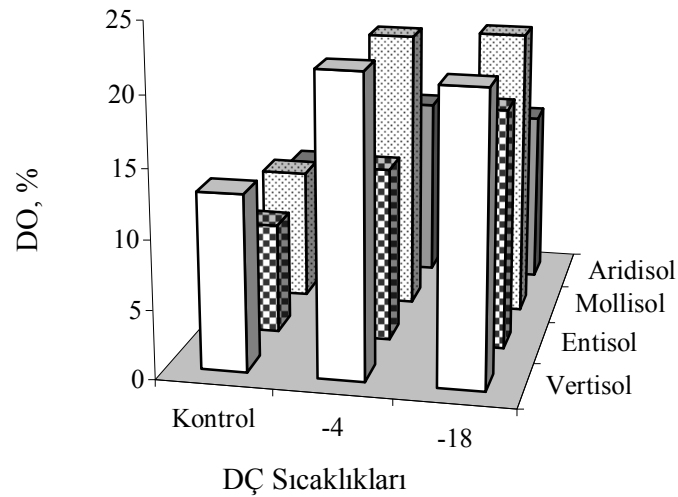
**Şekil 4.72.** DÇ sayıları ile ortalama DO değerleri arasındaki ilişkiler

Çizelge ve Şekilden de görüleceği gibi 6 DÇ’de DO değeri 3 DÇ DO değerinden daha düşük bulunmuştur. 6 DÇ sonucunda elde edilen DO değeri 3 DÇ DO değerinden %9,6 daha düşüktür.

Araştırma topraklarının farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonucu elde edilen DO değerleri Çizelge 4.33 ve Şekil 4.73’de verilmiştir.

Çizelge 4.33. Toprakların farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonucu DO değerleri

Toprak ordoları	DÇ sıcaklığı	DO, %	Değişim, %
Vertisol	Kontrol	12,85b	-
	-4	21,71a	+68,9
	-18	21,03a	+63,7
Entisol	Kontrol	8,10c	-
	-4	12,77b	+57,7
	-18	17,51a	+116,2
Mollisol	Kontrol	9,72b	-
	-4	20,67a	+112,7
	-18	21,12a	+117,3
Aridisol	Kontrol	8,29b	-
	-4	13,51a	+63,0
	-18	12,87a	+55,2



Şekil 4.73. Topraklarda farklı DÇ sıcaklıkları ile DO değerleri arasındaki ilişkiler

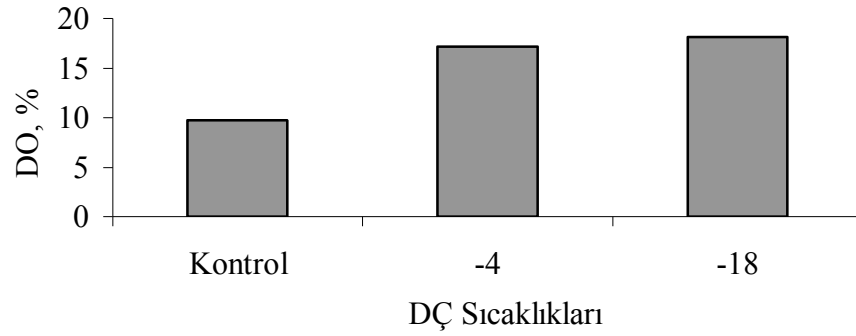
Çizelge 4.33 ve Şekil 4.73’den görüleceği gibi toprakların donma anındaki sıcaklıkları (-4°C ve -18°C), DO değerlerinde kontrole göre önemli derecede artışlara neden olmuştur. Vertisol ordosunda kontrol seviyesinde DO değeri %12,85 iken -4°C’de %68,9 artış meydana gelerek %21,71, -18°C’de %63,7 artış sonucu %21,07 olarak

belirlenmiştir. Entisol ordosu kontrolde %8,10 olan DO değeri -4°C ve -18°C 'de sırasıyla %57,7 ve %116,2 oranlarında artarak %12,77 ve %17,51 olarak; Mollisol ordosunda %9,72'den %112,7 ve %117,3 oranlarında artarak %20,67 ve %21,12 olarak belirlenmiştir. Aridisol ordosunda da %8,29 olan DO değeri %63,0 ve %55,2 oranlarında artarak %13,51 ve %12,87 olarak belirlenmiştir. Kontrole göre en fazla artış Mollisol ordosunda -18°C 'de %117,3 oranında gerçekleşmiştir. Çizelge 4.33 ve Şekil 4.73'den görüleceği üzere, Vertisol ve Aridisol ordolarında -18°C 'lerde DO değerleri -4°C DO değerlerinden daha düşük bulunmuştur. Entisol ve Mollisol ordolarında ise -4°C 'deki DO değerleri -18°C 'deki DO değerlerinden daha yüksektir.

Araştırma topraklarında kontrole göre DÇ sıcaklıklarının (-4°C ve -18°C) DO üzerine çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkili olduğu görülürken; Vertisol, Mollisol ve Aridisol ordolarında -4°C ile -18°C arasında fark olmadığı belirlenmiştir. Entisol ordosunda ise DÇ sıcaklıkları arasında çok önemli düzeyde fark görülmektedir.

Çizelge 4.34. Farklı DÇ sıcaklıklarında DO değerleri

DÇ Sıcaklığı	Topraklar	DO, %	Ortalama	Değişim, %
Kontrol	Vertisol	12,85a	9,74C	-
	Entisol	8,10b		
	Mollisol	9,72ab		
	Aridisol	8,29b		
-4°C	Vertisol	21,71a	17,16B	+76,2
	Entisol	12,77		
	Mollisol	20,67b		
	Aridisol	13,51c		
-18°C	Vertisol	21,03a	18,13A	+86,1
	Entisol	17,51b		
	Mollisol	21,12a		
	Aridisol	12,87c		



Şekil 4.74. Farklı DÇ sıcaklıkları ile ortalama DO değerleri arasındaki ilişkiler

Araştırma topraklarının -4°C ve -18°C 'de DÇ süreçlerine tabi tutulması ortalama DO değerlerini istatistiksel olarak çok önemli düzeyde etkilemiştir (Çizelge 4.34 ve Şekil 4.74). Çizelge ve Şekilden de görüldüğü gibi kontrolde ortalama DO değeri %9,74 iken -4°C ve -18°C 'de sırasıyla %76,2 ve %86,1 oranında artarak %17,16 ve %18,13 olarak belirlenmiştir. DO değerleri üzerine düşük sıcaklığın (-18°C) olumsuz etkisi daha fazla olmuştur.

Araştırma topraklarının muamelelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrası DO değerleri ile arasındaki değişimler Çizelge 4.35'de verilmiştir.

Çizelge 4.35. Topraklarda muamelelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrasında DO değerleri

Muameleler	DÇ süreci	Vertisol	Entisol	Mollisol	Aridisol	Ortalama
Kontrol	öncesi	32,93	24,76	27,45	21,60	26,69b
	sonrası	35,01a	23,85b	36,05a	25,51b	30,11aA
Değişim, %		+6,3	-3,7	+31,3	+18,1	+12,8
PVA	öncesi	3,44	1,22	1,31	1,02	1,75b
	sonrası	9,60a	5,02c	7,50b	4,39c	6,63aD
Değişim, %		+179,1	+311,5	+472,5	+330,4	+279,3
HA	öncesi	8,20	3,62	5,78	4,70	5,58b
	sonrası	19,75a	16,00b	20,77a	11,15c	16,92aB
Değişim, %		+140,9	+342,0	+259,3	+137,2	+203,5
PAM	öncesi	6,82	2,80	4,36	5,85	4,96b
	sonrası	18,48a	13,52c	15,81b	10,21d	14,51aC
Değişim, %		+171,0	+382,9	+262,6	+74,5	+192,6

Çizelgeden de görüleceği üzere DÇ süreçleri; Entisol ordosu kontrol muamelesi hariç; tüm topraklar ve muamelelerde DO'nını artırmıştır. Entisol ordosu kontrol muamelesinde DÇ süreçleri DO değerini çok küçük oranda (-%3,7) düşürmüştür. Kontrol muamelesinde DÇ süreçleri sonrası DO değerinde en fazla artış Mollisol ordosunda +%31,3 oranında gerçekleşmiştir. Kontrol muamelesinde DÇ öncesi ve sonrasındaki DO değerlerinin bu parametre için kabul edilen %15 sınır değerinden yüksek olduğu görülmektedir.

PVA, HA ve PAM uygulamaları toprakların DÇ öncesindeki DO değerlerini sınır değerinin altına düşürdüğü görülmektedir. Söz konusu muamelelerde DÇ sonrası DO değerleri %'de olarak çok yüksek oranlarda artışlar göstermiş olsalar bile kontrol muamelesinden daha düşük olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.35'de görüleceği üzere DÇ süreçleri öncesi kontrol muamele düzeyinde toprakların ortalama DO değeri %26,69 iken DÇ süreçleri sonrasında %12,8 artarak ortalama DO değeri %30,11 olarak tespit edilmiştir. Muamelelerin DÇ süreçleri öncesi ve sonrası ortalama DO değerleri incelendiğinde; PVA muamelesinde toprakların ortalama DO değeri %1,75 iken DÇ süreçleri sonrasında %279,3 artarak ortalama DO değeri %6,63; HA uygulamasında %5,58 iken %203,5 artarak %16,92 ve PAM uygulamasında %4,96 iken %192,6 artarak %14,51 olduğu belirlenmiştir. DÇ süreçleri sonrasında belirlenen ortalama DO değerleri incelendiğinde PVA ve PAM muameleleri (%6,63 ve %14,51) uygulamalarının parametre için belirlenmiş olan %15 sınır değerinin altında kaldığı görülmektedir. HA muamelesi ortalama DO değeri (%16,92) ise parametre için belirlenmiş sınır değerini aşmıştır.

Tüm muamelelerde DÇ öncesi ve sonrası ortalama DO değerleri arasında çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklar olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, DÇ süreçleri sonrasında muameleler arasında da çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklılıklar olduğu ve muamelelerin etkinlik derecesi bakımından PVA, PAM ve HA şeklinde sıralama gösterdikleri belirlenmiştir.

DÇ süreçleri öncesi kontrol muamelelerinin ortalama DO değeri %26,69 iken DÇ süreçleri sonrası %12,8 artarak %30,11 olarak tespit edilmiştir. PVA, HA ve PAM muamelelerinin DÇ süreçleri öncesi ortalama DO değeri %4,10 iken DÇ süreçleri sonrası %209,3 artarak %12,68 olmuştur. DÇ süreçleri sonucunda muamele uygulanmış topraklarda oransal olarak daha fazla artışlar meydana gelmesine rağmen ortalama DO değeri kontrol düzeyindeki ortalama DO değerinden %57,9 daha düşük olmasının yanısıra parametre sınır değerinin altındadır (Çizelge 4.36).

Çizelge 4.36. Topraklarda DÇ süreçleri sonrasında kontrol ile muameleler ortalama DO değerleri ve arasındaki farklılıklar

Toprak ordoları	DÇ sonrası kontrol DO, %	DÇ sonrası PVA, HA ve PAM ortalama DO, %	Fark, %
Vertisol	35,01	15,94	-54,5
Entisol	23,85	11,51	-51,7
Mollisol	36,05	14,69	-59,3
Aridisol	25,51	8,58	-66,4
Ortalama	30,11	12,68	-57,9

Araştırma topraklarının DÇ süreçleri sonrası kontrol seviyesinde DO değerleri %35,01, %23,85, %36,05 ve %25,51 iken PVA, HA ve PAM ortalama DO değerleri kontrole göre Vertisol ordosunda %54,5, Entisolde %51,7, Mollisolde %59,3 ve Aridisolde %66,4 daha düşük olduğu belirlenmiştir. Genel ortalama olarak DÇ süreçleri sonrası kontrol düzeyinde DO değeri %30,11 iken muameleler genel ortalaması kontrolden %57,9 daha düşük olup %12,68 bulunmuştur (Çizelge 4.36).

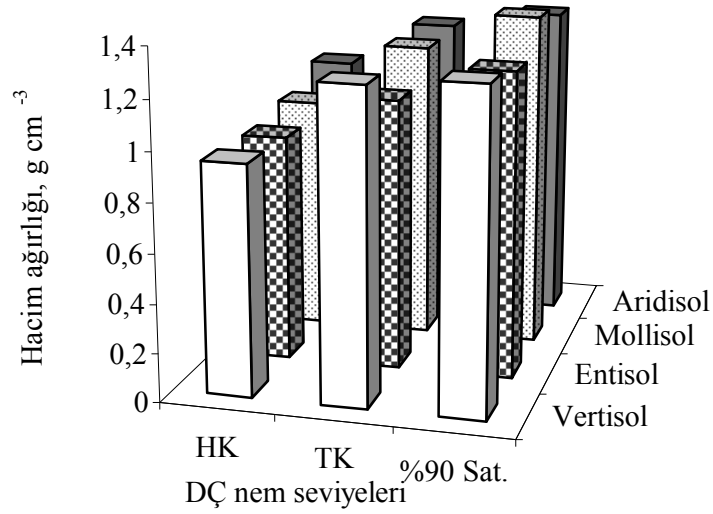
4.5.4. Hacim ağırlığı

Araştırma topraklarının farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonucu elde edilen hacim ağırlığı değerleri Çizelge 4.37 ve 4.38’de verilmiştir.

Çizelge 4.37. Toprakların farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonucu hacim ağırlığı değerleri

Toprak ordoları	DÇ nem seviyesi, %		Hacim ağırlığı, g cm ⁻³	Değişim, %
Vertisol	HK	8,54	0,94c	-
	TK	44,39	1,27b	+35,1
	%90 Sat.	56,00	1,30a	+38,3
Entisol	HK	5,16	0,93c	-
	TK	34,61	1,11b	+19,4
	%90 Sat.	55,29	1,25a	+34,4
Mollisol	HK	4,09	0,97c	-
	TK	37,46	1,23b	+26,8
	%90 Sat.	53,87	1,38a	+42,3
Aridisol	HK	3,45	1,05c	-
	TK	37,28	1,24b	+18,1
	%90 Sat.	52,11	1,31a	+24,8

Çizelge 4.37 ve Şekil 4.75’den de görüldüğü gibi toprak nem içeriğinin artmasına bağlı olarak hacim ağırlığı değerleri tüm topraklarda artmaktadır. Vertisol ordosu toprağında HK nem seviyesinde hacim ağırlığı değeri 0,94 g cm⁻³ iken DÇ nem seviyesinin TK ve %90 saturasyon durumlarında 1,27 ve 1,30 g cm⁻³’e yükselerek %35,1 ve %38,3 oranlarında artışlar olduğu belirlenmiştir. Entisol ordosunda 0,93 g cm⁻³’den 1,11 ve 1,25 g cm⁻³’e yükselerek %19,4 ve %34,4 oranlarında artış; Mollisol ordosunda 0,97 g cm⁻³’den 1,23 ve 1,38 g cm⁻³’e yükselerek %26,8 ve %42,3 oranlarında artış; Aridisol ordosunda 1,05 g cm⁻³’den 1,24 ve 1,31 g cm⁻³’e yükselerek %18,1 ile %24,8 oranlarında artışlar olduğu belirlenmiştir. Hacim ağırlığı değerleri bakımından araştırma topraklarında nem içerikleri arasında çok önemli düzeyde (p<0,01) farklılıklar olduğu gözlemlenmiştir.

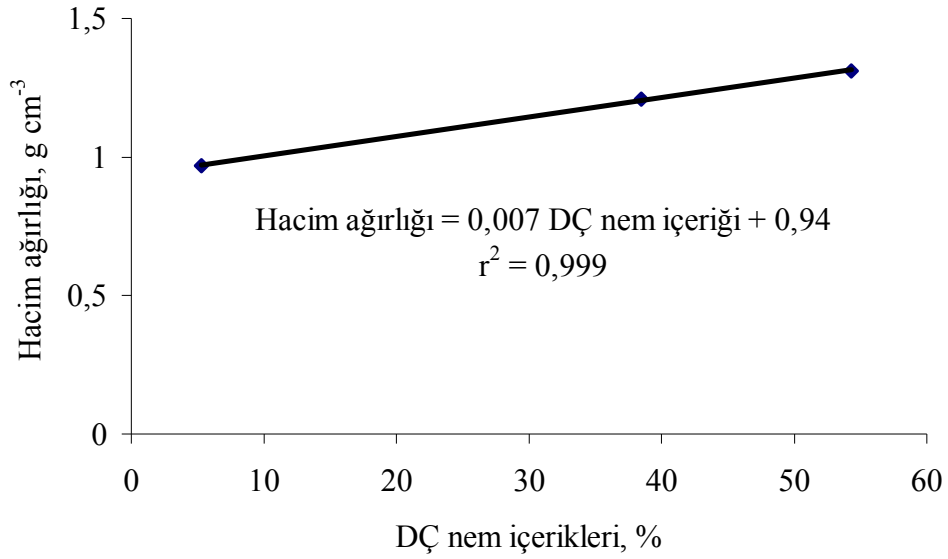


Şekil 4.75. Topraklarda farklı DÇ nem seviyeleri ile hacim ağırlığı değerleri arasındaki ilişkiler

Araştırma topraklarının artan nem seviyelerinde DÇ süreçlerine tabi tutulması ortalama hacim ağırlığı değerlerini arttırmıştır (Çizelge 4.38 ve Şekil 4.76). Çizelge ve Şekilden de görüldüğü gibi HK nem seviyesinde ortalama hacim ağırlığı değeri $0,97 \text{ g cm}^{-3}$ iken donma neminin TK ve %90 saturasyon olduğu durumlarda $1,21$ ve $1,31 \text{ g cm}^{-3}$ 'e yükselmiştir.

Çizelge 4.38. Farklı nem seviyelerinde DÇ sonucu hacim ağırlığı değerleri

Toprak ordoları	DÇ nem seviyesi, %		Hacim ağırlığı, g cm^{-3}	Ortalama	Değişim, %
Vertisol	HK	8,54	0,94c	0,97C	-
Entisol		5,16	0,93c		
Mollisol		4,09	0,97b		
Aridisol		3,45	1,05a		
Vertisol	TK	44,39	1,27a	1,21B	+24,7
Entisol		34,61	1,11d		
Mollisol		37,46	1,23c		
Aridisol		37,28	1,24b		
Vertisol	%90 Sat.	56,00	1,30b	1,31A	+35,1
Entisol		55,29	1,25c		
Mollisol		53,87	1,38a		
Aridisol		52,11	1,31b		



Şekil 4.76. Farklı nem seviyeleri ile ortalama hacim ağırlığı değerleri arasındaki ilişkiler

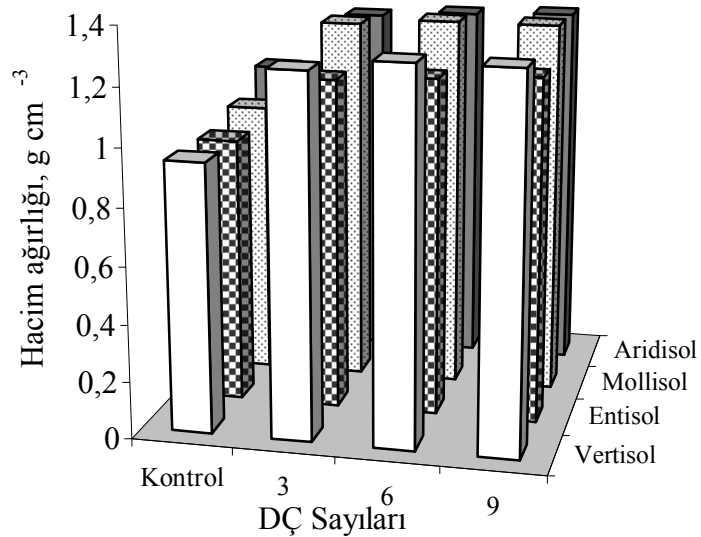
Donma nem seviyesinin HK seviyeden TK seviyesine çıkması sonucu hacim ağırlığında %24,7; %90 saturasyon nem seviyesine çıkması sonucu %35,1 oranında artışlar meydana gelmiştir.

Nem seviyelerinin hacim ağırlığı değerleri üzerine istatistiki olarak çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) etkili olduğu görülmektedir. Ayrıca, artan nem içeriği ile hacim ağırlığı değeri arasında pozitif yönlü ilişkinin olduğu ($r^2 = 0,999$) belirlenmiş olup, artan nem içeriğine bağlı olarak hacim ağırlığı değerleri artış göstermektedir. %90 saturasyon nem seviyesinde meydana gelen DÇ süreçlerinin TK nem seviyesinde meydana gelen DÇ süreçlerine göre hacim ağırlığı değerlerini daha fazla arttırdığı görülmektedir.

Araştırma topraklarının farklı sayılarda DÇ süreçleri sonucu elde edilen hacim ağırlığı değerleri Çizelge 4.39 ve Şekil 4.77’de verilmiştir.

Çizelge 4.39. Toprakların farklı sayılarda DÇ süreçleri sonucu hacim ağırlığı değerleri

Toprak ordoları	DÇ sayısı	Hacim ağırlığı, g cm ⁻³	Değişim, %
Vertisol	Kontrol	0,94c	-
	3	1,26b	+34,0
	6	1,30a	+38,3
	9	1,30a	+38,3
Entisol	Kontrol	0,93c	-
	3	1,16b	+24,7
	6	1,18a	+26,9
	9	1,20a	+29,0
Mollisol	Kontrol	0,97c	-
	3	1,29b	+33,0
	6	1,31a	+35,1
	9	1,31a	+35,1
Aridisol	Kontrol	1,05c	-
	3	1,26b	+20,0
	6	1,28a	+21,9
	9	1,29a	+22,9



Şekil 4.77. Topraklarda farklı DÇ sayıları ile hacim ağırlığı değerleri arasındaki ilişkiler

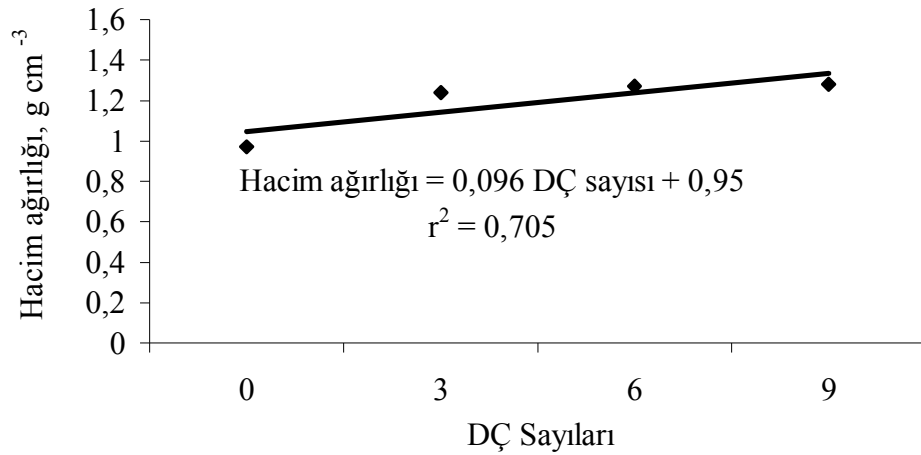
Çizelge 4.39 ve Şekil 4.77'den görüleceği gibi DÇ sayısının artmasıyla hacim ağırlığı değerlerinde artışlar olduğu görülmektedir. Hacim ağırlığındaki artışlar özellikle 3 ve 6 DÇ'de meydana gelmiş, 6 DÇ'den sonra önemli bir değişikliğin olmadığı görülmektedir. Vertisol ordosunda kontrol grubunda hacim ağırlığı değeri $0,94 \text{ g cm}^{-3}$ iken 3 DÇ'de %34,0 artış meydana gelerek $1,26 \text{ g cm}^{-3}$, 6 ve 9 DÇ'de %38,3 artışla $1,30 \text{ g cm}^{-3}$ olarak belirlenmiştir. Entisol ordosunda kontrol grubunda $0,93 \text{ g cm}^{-3}$ olan hacim ağırlığı DÇ sayısının artışına göre sırasıyla %24,7, %26,9 ve %29,0 oranlarında artarak $1,16$, $1,18$ ve $1,20 \text{ g cm}^{-3}$; Mollisol ordosunda $0,97 \text{ g cm}^{-3}$ 'den %33,0 ve %35,1 oranlarında artarak $1,29$ ve $1,31 \text{ g cm}^{-3}$ olarak belirlenmiştir. Aridisol ordosu kontrol grubunda $1,05 \text{ g cm}^{-3}$ olan hacim ağırlığı 3 DÇ sonucunda %20,0 oranında artarak $1,26 \text{ g cm}^{-3}$ ve 6 ile 9 DÇ'de %21,9 ve %22,9 oranlarında artarak $1,28$ ve $1,29 \text{ g cm}^{-3}$ olarak belirlenmiştir. DÇ sonuçlarında hacim ağırlığında oransal olarak en fazla artışlar Vertisol ordosunda meydana gelmiştir.

Çizelge 4.39 ve Şekil 4.77'den görüleceği üzere, hacim ağırlığı DÇ sayısının artmasıyla artışlar göstermiş ve en yüksek hacim ağırlığı değerleri 6 ile 9 DÇ'lerde meydana gelmiştir. Araştırma topraklarında DÇ sayılarının hacim ağırlığı üzerine istatistiki olarak çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkili olduğu belirlenirken, 6 ile 9 DÇ arasında istatistiki olarak fark olmadığı tespit edilmiştir.

Araştırma topraklarının artan sayılarda DÇ süreçlerine tabi tutulması ortalama hacim ağırlığı değerlerini arttırmıştır (Çizelge 4.40 ve Şekil 4.78). Çizelge ve Şekilden de görüldüğü gibi kontrol grubunda ortalama hacim ağırlığı değeri $0,97 \text{ g cm}^{-3}$ iken 3 DÇ sonucunda %27,8 artarak $1,24 \text{ g cm}^{-3}$; 6 DÇ'de %30,9 artarak $1,27 \text{ g cm}^{-3}$ ve 9 DÇ'de %32,0 artarak $1,28 \text{ g cm}^{-3}$ olarak belirlenmiştir. DÇ sayıları arasında istatistiki anlamda çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklılıklar belirlenmiştir.

Çizelge 4.40. Farklı DÇ sayıları sonucu hacim ağırlığı değerleri

DÇ sayısı	Toprak ordoları	Hacim ağırlığı, g cm ⁻³	Ortalama	Değişim, %
Kontrol	Vertisol	0,94c	0,97D	-
	Entisol	0,93c		
	Mollisol	0,97b		
	Aridisol	1,05a		
3	Vertisol	1,26b	1,24C	+27,8
	Entisol	1,16c		
	Mollisol	1,29a		
	Aridisol	1,26b		
6	Vertisol	1,30a	1,27B	+30,9
	Entisol	1,18c		
	Mollisol	1,31a		
	Aridisol	1,28b		
9	Vertisol	1,30b	1,28A	+32,0
	Entisol	1,20d		
	Mollisol	1,31a		
	Aridisol	1,29c		

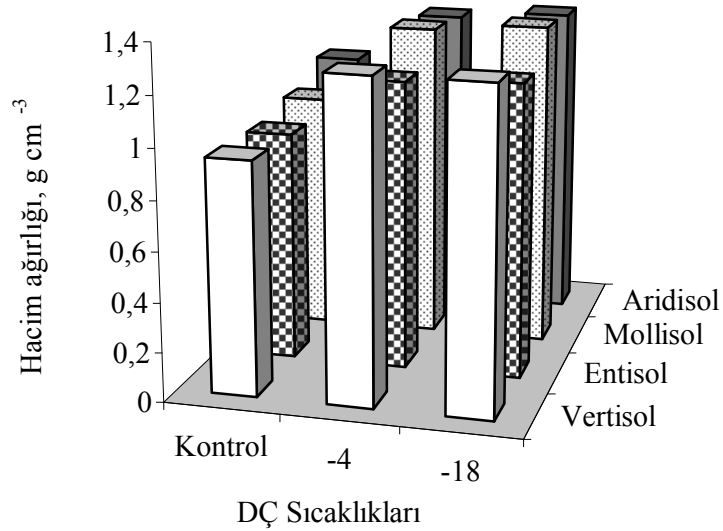
**Şekil 4.78.** DÇ sayıları ile ortalama hacim ağırlığı değerleri arasındaki ilişkiler

Çizelge ve Şekilden de görüleceği gibi artan DÇ sayısı ile hacim ağırlığı arasında pozitif yönlü ilişkinin olduğu ($r^2=0,705$) belirlenmiş olup, artan DÇ sayısına bağlı olarak hacim ağırlığı değerleri azalan artışlar şeklinde artış göstermektedir. Hacim ağırlığında özellikle 3 DÇ sonucunda çok önemli bir artış meydana gelmiş; 6 ve 9 DÇ'den sonra meydana gelen artışlar azalan artışlar şeklinde olmuştur.

Araştırma topraklarının farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonucu elde edilen hacim ağırlığı değerleri Çizelge 4.41 ve Şekil 4.79’da verilmiştir.

Çizelge 4.41. Toprakların farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonucu hacim ağırlığı değerleri

Toprak ordoları	DÇ sıcaklığı	Hacim ağırlığı, g cm ⁻³	Değişim, %
Vertisol	Kontrol	0,94b	-
	-4	1,29a	+37,2
	-18	1,29a	+37,2
Entisol	Kontrol	0,93b	-
	-4	1,17a	+25,8
	-18	1,19a	+28,0
Mollisol	Kontrol	0,97c	-
	-4	1,29b	+33,0
	-18	1,32a	+36,1
Aridisol	Kontrol	1,05c	-
	-4	1,26b	+20,0
	-18	1,29a	+22,9



Şekil 4.79. Topraklarda farklı DÇ sıcaklıkları ile hacim ağırlığı değerleri arasındaki ilişkiler

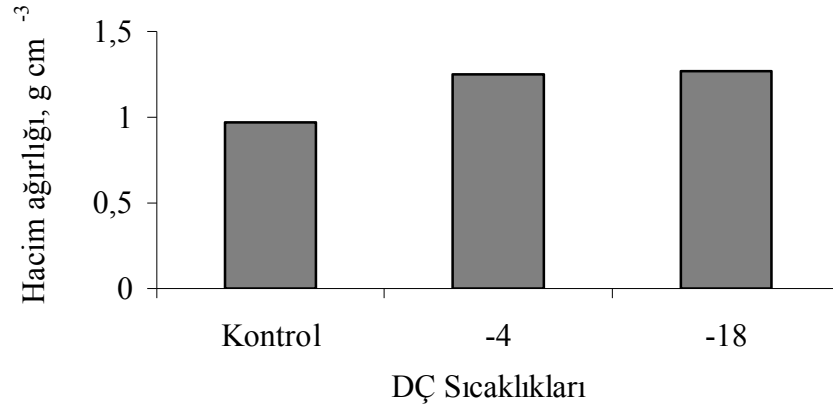
Çizelge 4.41 ve Şekil 4.79’den görüleceği gibi toprakların donma anındaki sıcaklık dereceleri (-4°C ve -18°C), hacim ağırlığı değerlerinde kontrole göre önemli derecede

artışlara neden olmuştur. Vertisol ordosunda kontrol seviyesinde hacim ağırlığı değeri $0,94 \text{ g cm}^{-3}$ iken -4°C ve -18°C 'de %37,2 oranında artış meydana gelerek $1,29 \text{ g cm}^{-3}$ olarak belirlenmiştir. Entisol ordosu kontrolde $0,93 \text{ g cm}^{-3}$ olan hacim ağırlığı değeri -4°C ve -18°C 'de sırasıyla %25,8 ve %28,0 oranlarında artarak $1,17$ ve $1,19 \text{ g cm}^{-3}$ olarak; Mollisol ordosunda $0,97 \text{ g cm}^{-3}$ 'den %33,0 ve %36,1 oranlarında artarak $1,29$ ve $1,32 \text{ g cm}^{-3}$ olarak belirlenmiştir. Aridisol ordosunda da $1,05 \text{ g cm}^{-3}$ olan hacim ağırlığı değeri %20,0 ve %22,9 oranlarında artarak $1,26$ ve $1,29 \text{ g cm}^{-3}$ olarak belirlenmiştir. Kontrole göre en fazla artış Vertisol ordosunda %37,2 oranında gerçekleşmiştir. Çizelge ve Şekilden görüleceği üzere; Entisol, Mollisol ve Aridisol ordolarında en yüksek hacim ağırlığı değeri -18°C 'lerde meydana gelmiştir. Vertisol ordosunda ise -4°C ile -18°C 'de hacim ağırlığı değerleri aynı bulunmuştur.

Araştırma topraklarında kontrole göre DÇ sıcaklıklarının (-4°C ve -18°C) hacim ağırlığı üzerine çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkili olduğu görülürken; Vertisol ve Entisol ordolarında -4°C ile -18°C arasında fark olmadığı belirlenmiştir. Mollisol ve Aridisol ordolarında ise DÇ sıcaklıkları arasında istatistiki olarak çok önemli düzeyde farklılıklar olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.41) .

Çizelge 4.42. Farklı DÇ sıcaklıklarında hacim ağırlığı değerleri

DÇ Sıcaklığı	Topraklar	Hacim ağırlığı, g cm^{-3}	Ortalama	Değişim, %
Kontrol	Vertisol	0,94c	0,97C	-
	Entisol	0,93c		
	Mollisol	0,97b		
	Aridisol	1,05a		
-4°C	Vertisol	1,29a	1,25B	+28,9
	Entisol	1,17c		
	Mollisol	1,29a		
	Aridisol	1,26b		
-18°C	Vertisol	1,29b	1,27A	+30,9
	Entisol	1,19c		
	Mollisol	1,32a		
	Aridisol	1,29b		



Şekil 4.80. Farklı DÇ sıcaklıkları ile ortalama hacim ağırlığı değerleri arasındaki ilişkiler

Araştırma topraklarının -4°C ve -18°C 'de DÇ süreçlerine tabi tutulması ortalama hacim ağırlığı değerlerini istatistiksel olarak çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) etkilediği belirlenmiştir (Çizelge 4.42 ve Şekil 4.80). Çizelge ve Şekilden de görüldüğü gibi kontrolde ortalama hacim ağırlığı değeri $0,97 \text{ g cm}^{-3}$ iken -4°C ve -18°C 'de sırasıyla %28,9 ve %30,9 oranlarında artarak $1,25$ ve $1,27 \text{ g cm}^{-3}$ olarak belirlenmiştir. Hacim ağırlığı üzerine düşük sıcaklığın (-18°C) arttırıcı etkisi daha fazla olmuştur. DÇ sıcaklıkları ile hacim ağırlığı arasında pozitif ilişki saptanmış olup, hacim ağırlığı değerleri donma sıcaklığına bağlı olarak azalan artışlar şeklinde seyir göstermektedir.

Araştırma topraklarının muamelelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrası hacim ağırlığı değerleri ile arasındaki değişimler Çizelge 4.43’de verilmiştir.

Çizelge 4.43. Topraklarda muamelelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrasında hacim ağırlığı değerleri

Muameleler	DÇ süreci	Vertisol	Entisol	Mollisol	Aridisol	Ortalama
Kontrol	öncesi	1,17	1,12	1,23	1,25	1,19b
	sonrası	1,31a	1,22c	1,32a	1,29b	1,29aA
Değişim, %		+12,0	+8,9	+7,3	+3,2	+8,4
PVA	öncesi	0,80	0,84	0,88	0,94	0,87b
	sonrası	1,19a	1,09c	1,19a	1,17b	1,16aC
Değişim, %		+48,8	+29,8	+35,2	+24,5	+33,3
HA	öncesi	0,93	0,92	0,91	1,05	0,95b
	sonrası	1,27b	1,17c	1,30a	1,29a	1,26aB
Değişim, %		+36,6	+27,2	+42,9	+22,9	+32,6
PAM	öncesi	0,88	0,85	0,89	0,99	0,90b
	sonrası	1,26c	1,18d	1,30a	1,28b	1,26aB
Değişim, %		+43,2	+38,8	+46,1	+29,3	+40,0

Çizelgeden de görüleceği üzere DÇ süreçleri tüm topraklar ve muamelelerde hacim ağırlığını artırmıştır. DÇ süreçleri sonrası hacim ağırlığı değerinde en fazla artış kontrol ile PVA muamelelerinde %12,0 ve %48,8 oranlarında Vertisol ordosunda; HA ile PAM muamelelerinde %42,9 ve %46,1 oranlarında Mollisol ordosunda gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.43’de görüleceği üzere DÇ süreçleri öncesi kontrol muamele düzeyinde toprakların ortalama hacim ağırlığı değeri $1,19 \text{ g cm}^{-3}$ iken DÇ süreçleri sonrasında %8,4 artarak ortalama hacim ağırlığı değeri $1,29 \text{ g cm}^{-3}$ olarak tespit edilmiştir. Muamelelerin DÇ süreçleri öncesi ve sonrası ortalama hacim ağırlığı değerleri incelendiğinde; PVA muamelesinde toprakların ortalama hacim ağırlığı $0,87 \text{ g cm}^{-3}$ iken DÇ süreçleri sonrasında %33,3 artarak ortalama hacim ağırlığı $1,16 \text{ g cm}^{-3}$; HA uygulamasında $0,95 \text{ g cm}^{-3}$ iken %32,6 artarak $1,26 \text{ g cm}^{-3}$ ve PAM uygulamasında $0,90 \text{ g cm}^{-3}$ iken %40,0 artarak $1,26 \text{ g cm}^{-3}$ olmuştur.

Tüm muamelelerde DÇ öncesi ve sonrası ortalama hacim ağırlığı değerleri arasında çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklar olduğu belirlenmiştir. DÇ süreçleri sonrasında

muameleler karşılaştırması dikkate alındığında HA ile PAM arasında fark olmadığı; PVA uygulamasının HA ile PAM ve kontrolden çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklı olduğu görülmektedir.

DÇ süreçleri öncesi kontrol muamelelerinin ortalama hacim ağırlığı değeri $1,19 \text{ g cm}^{-3}$ iken DÇ süreçleri sonrası %8,4 artarak $1,29 \text{ g cm}^{-3}$ olarak tespit edilmiştir. PVA, HA ve PAM muamelelerinin DÇ süreçleri öncesi ortalama hacim ağırlığı $0,91 \text{ g cm}^{-3}$ iken DÇ süreçleri sonrası %34,1 artarak $1,22 \text{ g cm}^{-3}$ olmuştur. DÇ süreçleri sonucunda muamele uygulanmış topraklarda oransal olarak daha fazla artışlar meydana gelmesine rağmen ortalama hacim ağırlığı değeri kontrol düzeyindeki ortalama hacim ağırlığı değerinden daha düşüktür (Çizelge 4.44).

Çizelge 4.44. Topraklarda DÇ süreçleri sonrasında kontrol ile muameleler ortalama hacim ağırlığı değerleri ve arasındaki farklılıklar

Toprak ordoları	DÇ sonrası kontrol ortalama hacim ağırlığı, g cm^{-3}	DÇ sonrası PVA, HA ve PAM ortalama hacim ağırlığı, g cm^{-3}	Fark, %
Vertisol	1,31	1,24	-5,3
Entisol	1,22	1,14	-6,6
Mollisol	1,32	1,26	-4,5
Aridisol	1,29	1,25	-3,1
Ortalama	1,29	1,22	-5,4

Araştırma topraklarının DÇ süreçleri sonrası kontrol seviyesinde hacim ağırlığı değerleri $1,31$, $1,22$, $1,32$ ve $1,29 \text{ g cm}^{-3}$ iken PVA, HA ve PAM ortalama hacim ağırlığı değerleri kontrole göre Vertisol ordosunda %5,3; Entisolde %6,6; Mollisolde %4,5 ve Aridisolde %3,1 daha düşük olduğu belirlenmiştir. Genel ortalama olarak DÇ süreçleri sonrası kontrol düzeyinde hacim ağırlığı değeri $1,29 \text{ g cm}^{-3}$ iken muameleler genel ortalaması kontrolden %5,4 daha düşük $1,22 \text{ g cm}^{-3}$ bulunmuştur (Çizelge 4.44).

4.5.5. Hava geçirgenliği (HG)

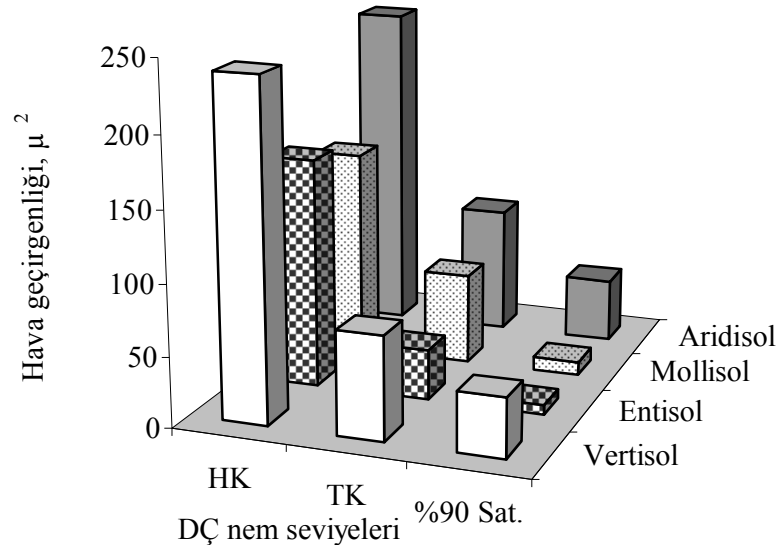
Araştırma topraklarının farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonucu elde edilen HG değerleri Çizelge 4.45 ve 4.46'da verilmiştir.

Çizelge 4.45. Toprakların farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonucu HG değerleri

Toprak ordoları	DÇ nem seviyesi, %		HG, μ^2	Değişim, %
Vertisol	HK	8,54	238,35a	-
	TK	44,39	73,32b	-69,2
	%90 Sat.	56,00	41,78c	-82,5
Entisol	HK	5,16	162,79a	-
	TK	34,61	35,87b	-78,0
	%90 Sat.	55,29	6,57c	-96,0
Mollisol	HK	4,09	147,10a	-
	TK	37,46	64,76b	-56,0
	%90 Sat.	53,87	9,53c	-93,5
Aridisol	HK	3,45	235,70a	-
	TK	37,28	90,65b	-61,5
	%90 Sat.	52,11	45,31c	-80,8

Çizelge 4.45 ve Şekil 4.81'den de görüldüğü gibi toprak nem içeriğinin artmasına bağlı olarak HG değerleri tüm topraklarda düşmektedir. Vertisol ordosu toprağında HK nem seviyesinde HG değeri $238,35 \mu^2$ iken DÇ nem seviyesinin TK ve %90 saturasyon durumlarında $73,32$ ve $41,78 \mu^2$ 'ye düşerek %69,2 ve %82,5 oranlarında düşüşler olduğu belirlenmiştir. Entisol ordosunda $162,79 \mu^2$ 'den $35,87$ ve $6,57 \mu^2$ 'ye düşerek %78,0 ve %96,0 oranlarında azalma; Mollisol ordosunda $147,10 \mu^2$ 'den $64,76$ ve $9,53 \mu^2$ 'ye düşerek %56,0 ve %93,5 oranlarında azalma; Aridisol ordosunda $235,70 \mu^2$ 'den $90,65$ ve $45,31 \mu^2$ 'ye düşerek %61,5 ile %80,8 oranlarında azalmalar olduğu belirlenmiştir.

Araştırma topraklarında DÇ nem seviyelerinin hava geçirgenliği üzerine çok önemli düzeyde etkili olduğu ve her bir toprakta farklı nem seviyelerinde elde edilen HG değerleri arasında istatistiki anlamda çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklılıklar olduğu görülmektedir (Çizelge 4.45).



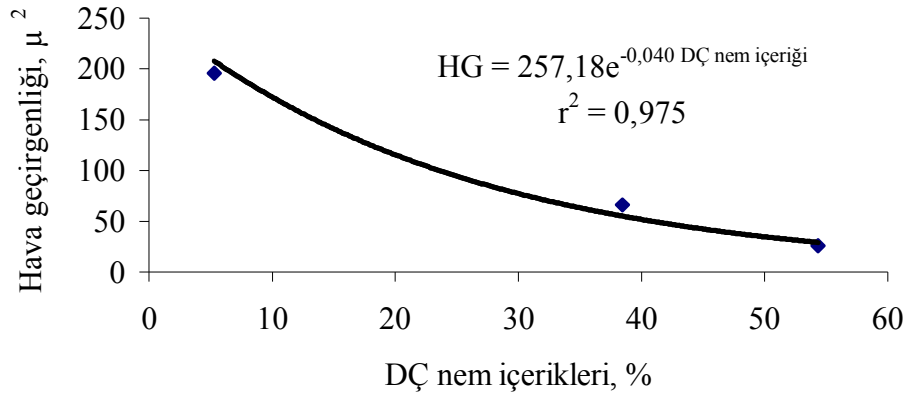
Şekil 4.81. Topraklarda farklı DÇ nem seviyeleri ile HG değerleri arasındaki ilişkiler

Araştırma topraklarının artan nem seviyelerinde DÇ süreçlerine tabi tutulması ortalama HG değerlerini düşürmüştür (Çizelge 4.46 ve Şekil 4.82). Çizelge ve Şekilden de görüldüğü gibi HK nem seviyesinde ortalama HG değeri $195,98 \mu^2$ iken donma neminin TK ve %90 saturasyon olduğu durumlarda $66,15$ ve $25,80 \mu^2$ 'ye düşmüştür.

Donma nem seviyesinin HK seviyeden TK seviyesine çıkması sonucu HG'de %66,2; %90 saturasyon nem seviyesine çıkması durumunda da %86,8 oranında azalma meydana gelmiştir. %90 saturasyon nem seviyesinde meydana gelen DÇ süreçlerinin TK nem seviyesinde meydana gelen DÇ süreçlerine göre hava geçirgenliği değerleri üzerine daha fazla olumsuz etki yaptığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.46. Farklı nem seviyelerinde DÇ sonucu HG değerleri

Toprak ordoları	DÇ Nem Seviyesi, %		HG, μ^2	Ortalama	Değişim, %	
Vertisol	HK	8,54	5,31	238,35a	195,98A	-
Entisol		5,16		162,79b		
Mollisol		4,09		147,10b		
Aridisol		3,45		235,70a		
Vertisol	TK	44,39	38,44	73,32b	66,15B	-66,2
Entisol		34,61		35,87d		
Mollisol		37,46		64,76c		
Aridisol		37,28		90,65a		
Vertisol	%90 Sat.	56,00	54,32	41,78b	25,80C	-86,8
Entisol		55,29		6,57d		
Mollisol		53,87		9,53c		
Aridisol		52,11		45,31a		

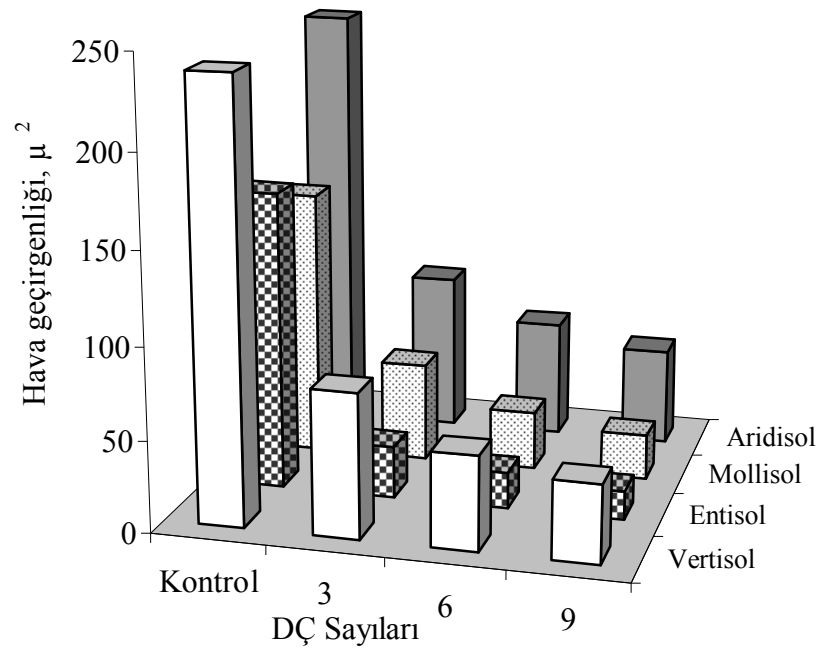
**Şekil 4.82.** Farklı nem seviyeleri ile ortalama HG değerleri arasındaki ilişkiler

Nem seviyelerinin HG değerleri üzerine istatistiki olarak çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) etkili olduğu görülmektedir. Ayrıca, artan nem içeriği ile HG değerleri arasında negatif üstel ilişkinin olduğu ($r^2=0,975$) belirlenmiştir.

Araştırma topraklarının farklı sayılarda DÇ süreçleri sonucu elde edilen HG değerleri Çizelge 4.47 ve Şekil 4.83’de verilmiştir.

Çizelge 4.47. Toprakların farklı sayılarda DÇ süreçleri sonucu HG değerleri

Toprak ordoları	DÇ Sayısı	HG, μ^2	Değişim, %
Vertisol	Kontrol	238,35a	-
	3	78,85b	-66,9
	6	51,34c	-78,5
	9	42,46d	-82,2
Entisol	Kontrol	162,79a	-
	3	28,35b	-82,6
	6	19,77c	-87,9
	9	15,54d	-90,5
Mollisol	Kontrol	147,10a	-
	3	54,24b	-63,1
	6	32,37c	-78,0
	9	24,82d	-83,1
Aridisol	Kontrol	235,70a	-
	3	86,51b	-63,3
	6	64,17c	-72,8
	9	53,25d	-77,4



Şekil 4.83. Topraklarda farklı DÇ sayıları ile HG değerleri arasındaki ilişkiler

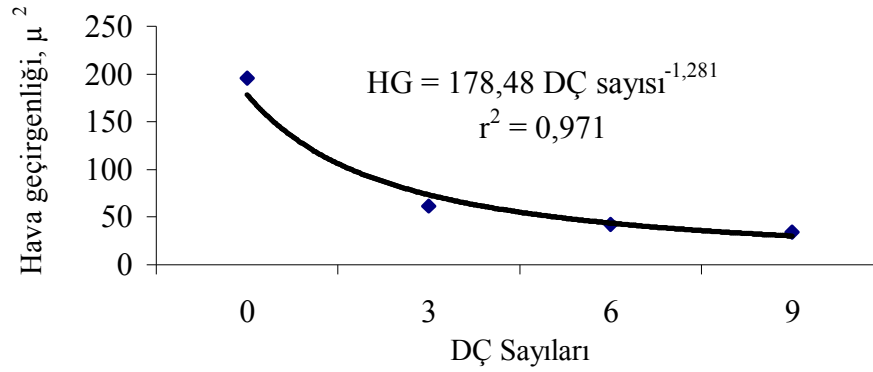
Çizelge 4.47 ve Şekil 4.83'den görüleceği gibi DÇ sayısının artmasıyla HG değerlerinde çok önemli düzeylerde ($p<0,01$) düşüşler görülmektedir. Vertisol ordosunda kontrol grubunda HG değeri $238,35 \mu^2$ iken 3 DÇ'de %66,9 azalma meydana gelerek $78,85 \mu^2$, 6 DÇ'de %78,8 azalma ile $51,34 \mu^2$ ve 9 DÇ'de %82,2 azalma ile $42,46 \mu^2$ ölçülmüştür. Entisol ordosunda kontrol grubunda $162,79 \mu^2$ olan HG değeri DÇ sayısının artışına göre sırasıyla %82,6, %87,9 ve %90,5 oranlarında azalarak $28,35 \mu^2$, $19,77 \mu^2$ ve $15,54 \mu^2$ olarak; Mollisol ordosunda $147,10 \mu^2$ 'den %63,1 %78,0 ve %83,1 oranlarında azalarak $54,24 \mu^2$, $32,37 \mu^2$ ve $24,82 \mu^2$ olarak ölçülmüştür. Aridisol ordosunda kontrol grubunda $235,70 \mu^2$ olan HG 3 DÇ sonucunda %63,3 oranın azalarak $86,51 \mu^2$ ve 6 ile 9 DÇ'de %72,8 ve %77,4 oranlarında azalarak $64,17 \mu^2$ ve $53,25 \mu^2$ olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.47 ve Şekil 4.83'den de görüldüğü gibi DÇ sayısı ile HG değerleri arasında ters ilişki belirlenmiş olup, tüm ordolarda 9 kez DÇ'nin HG üzerine en fazla olumsuz etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Araştırma topraklarında DÇ sayılarının HG üzerine istatistiki olarak çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkili olduğu saptanmıştır.

Araştırma topraklarının artan sayılarda DÇ süreçlerine tabi tutulması ortalama HG değerlerini önemli ölçüde düşürmüştür (Çizelge 4.48 ve Şekil 4.84). Çizelge ve Şekilden de görüldüğü gibi kontrol grubunda ortalama HG değeri $195,98 \mu^2$ iken 3 DÇ sonucunda %64,8 azalarak $61,99 \mu^2$; 6 DÇ'de %78,6 azalarak $41,91 \mu^2$ ve 9 DÇ'de %82,6 azalarak $34,02 \mu^2$ olarak belirlenmiştir. DÇ sayıları arasında istatistiki anlamda çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklılıklar görülmektedir.

Çizelge 4.48. Farklı DÇ sayıları sonucu ortalama HG değerleri

DÇ sayısı	Toprak ordoları	HG, μ^2	Ortalama	Değişim, %
Kontrol	Vertisol	238,35a	195,98A	-
	Entisol	162,79b		
	Mollisol	147,10b		
	Aridisol	235,70a		
3	Vertisol	78,85b	61,99B	-64,8
	Entisol	28,35d		
	Mollisol	54,24c		
	Aridisol	86,51a		
6	Vertisol	51,34b	41,91C	-78,6
	Entisol	19,77d		
	Mollisol	32,37c		
	Aridisol	64,17a		
9	Vertisol	42,46b	34,02D	-82,6
	Entisol	15,54d		
	Mollisol	24,82c		
	Aridisol	53,25a		

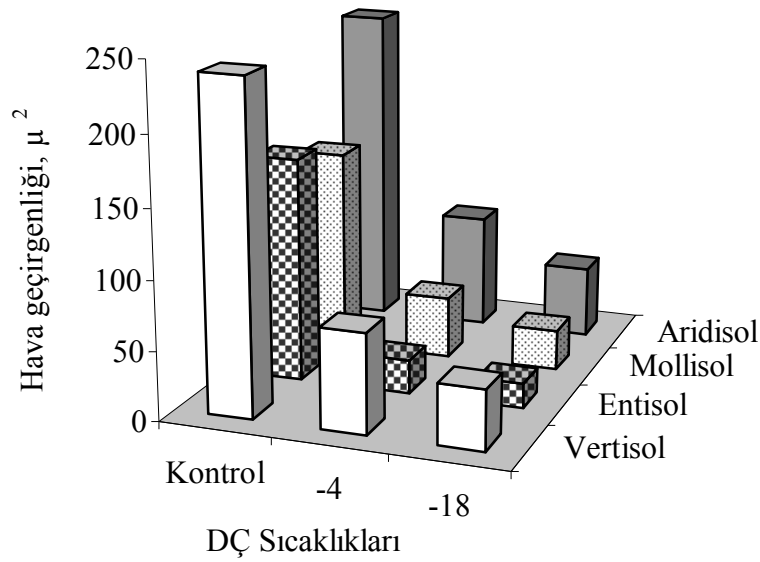
**Şekil 4.84.** Farklı DÇ sayıları ile ortalama HG değerleri arasındaki ilişkiler

Çizelge ve Şekilden de görüleceği gibi DÇ sayısının artmasıyla HG değerleri düşüş göstermektedir. HG değerlerindeki düşüşlerin DÇ sayısının artmasıyla azalan düşüşler şeklinde meydana geldiği tespit edilmiştir. Ayrıca, DÇ sayısı ile HG değerleri arasında negatif üssel ilişkinin olduğu ($r^2=0,971$) belirlenmiştir.

Araştırma topraklarının farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonucu elde edilen HG değerleri Çizelge 4.49 ve Şekil 4.85’de verilmiştir.

Çizelge 4.49. Toprakların farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonucu HG değerleri

Toprak ordoları	DÇ sıcaklığı	HG, μ^2	Değişim, %
Vertisol	Kontrol	238,35a	-
	-4	71,75b	-69,9
	-18	43,35c	-81,8
Entisol	Kontrol	162,79a	-
	-4	24,58b	-84,9
	-18	17,86c	-89,0
Mollisol	Kontrol	147,10a	-
	-4	44,83b	-69,5
	-18	29,46c	-80,0
Aridisol	Kontrol	235,70a	-
	-4	83,65b	-64,5
	-18	52,30c	-77,8



Şekil 4.85. Topraklarda farklı DÇ sıcaklıkları ile HG değerleri arasındaki ilişkiler

Çizelge 4.49 ve Şekil 4.85’den görüleceği gibi toprakların donma anındaki sıcaklık dereceleri (-4°C ve -18°C), HG değerlerinde kontrole göre önemli düşümlere neden olmuştur.

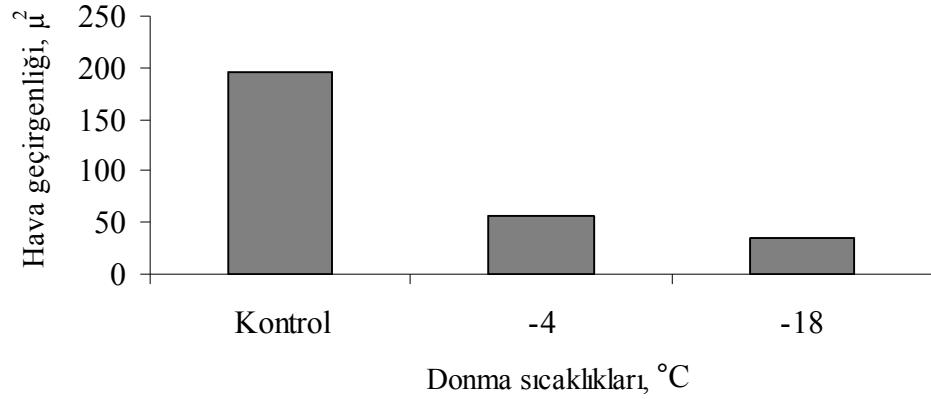
Vertisol ordosunda kontrol seviyesinde HG değeri 238,35 μ^2 iken -4°C 'de %69,9 azalma meydana gelerek 71,75 μ^2 , -18°C 'de %81,8 azalma sonucunda 43,35 μ^2 olarak ölçülmüştür. Entisol ordosu kontrolde 162,79 μ^2 olan HG değeri -4°C ve -18°C 'de sırasıyla %84,9, %89,0 oranlarında azalarak 24,58 μ^2 ve 17,86 μ^2 ; Mollisol ordosunda 147,10 μ^2 'den %69,5 ve %80,0 oranlarında azalarak 44,83 μ^2 ve 29,46 μ^2 ölçülmüştür. Aridisol ordosunda da 235,70 μ^2 olan HG değeri %64,5 ve %77,8 oranlarında azalarak 83,65 μ^2 ve 52,30 μ^2 olarak belirlenmiştir. Kontrole göre en fazla düşüş Entisol ordosunda -18°C 'de %89,0 oranında meydana gelmiştir (Çizelge 4,49 ve Şekil 4.85).

Araştırma topraklarında DÇ sıcaklıklarının HG üzerine istatistiki olarak çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkili olduğu görülürken, tüm DÇ sıcaklıkları birbirinden çok önemli düzeyde farklılıklar göstermektedir.

Farklı DÇ sıcaklıklarında ortalama HG değerleri Çizelge 4.50 ve Şekil 4.86'da verilmiştir.

Çizelge 4.50. Farklı DÇ sıcaklıklarında HG değerleri

DÇ sıcaklığı	Toprak ordoları	HG, μ^2	Ortalama	Değişim, %
Kontrol	Vertisol	238,35a	195,98A	-
	Entisol	162,79b		
	Mollisol	147,10b		
	Aridisol	235,70a		
-4°C	Vertisol	71,75b	56,20B	-71,3
	Entisol	24,58d		
	Mollisol	44,83c		
	Aridisol	83,65a		
-18°C	Vertisol	43,35b	35,74C	-81,8
	Entisol	17,86d		
	Mollisol	29,46c		
	Aridisol	52,30a		



Şekil 4.86. Farklı DÇ sıcaklıkları ile ortalama HG değerleri arasındaki ilişkiler

Araştırma topraklarının -4°C ve -18°C 'de DÇ süreçlerine tabi tutulması ortalama HG değerlerini istatistiksel olarak çok önemli düzeyde etkilemiştir (Çizelge 4.50 ve Şekil 4.86). Çizelge ve Şekilden de görüldüğü gibi kontrolde ortalama HG değeri $195,98 \mu^2$ iken -4°C ve -18°C 'de sırasıyla %71,3 ve %81,8 oranında azalarak $56,20 \mu^2$ ve $35,74 \mu^2$ olarak belirlenmiştir. HG değerleri üzerine -18°C 'nin -4°C 'den daha fazla olumsuz etki yaptığı görülmektedir. HG değerlerindeki azalışların DÇ sıcaklığının düşmesiyle azalan azalışlar şeklinde meydana geldiği tespit edilmiştir. Ayrıca, DÇ sıcaklığı ile HG değerleri arasında negatif ilişkinin olduğu tespit edilmiştir.

Araştırma topraklarının muamelelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrası HG değerleri ile arasındaki değişimler Çizelge 4.51’de verilmiştir.

Çizelge 4.51. Topraklarda muamelelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrasında HG değerleri

Muameleler	DÇ süreci	Vertisol	Entisol	Mollisol	Aridisol	Ortalama
Kontrol	öncesi	125,27	91,17	91,86	128,71	109,25a
	sonrası	36,19b	20,97d	31,15c	50,73a	34,76bC
Değişim, %		-71,1	-77,0	-66,1	-60,6	-68,2
PVA	öncesi	243,71	208,67	199,96	297,72	237,52a
	sonrası	79,01b	47,36d	66,65c	114,02a	76,76bA
Değişim, %		-67,6	-77,3	-66,7	-61,7	-67,7
HA	öncesi	314,66	197,51	168,16	288,87	242,30a
	sonrası	85,22a	31,87d	41,72c	74,40b	58,30bB
Değişim, %		-72,9	-83,9	-75,2	-74,2	-75,9
PAM	öncesi	269,76	153,79	128,40	227,51	194,87a
	sonrası	85,41a	28,24c	42,88b	84,36a	60,22bB
Değişim, %		-68,3	-81,6	-66,6	-62,9	-69,1

Çizelgeden de görüleceği üzere DÇ süreçleri tüm ordolarda ve muameleler de HG değerlerinin düşmesine neden olmuştur. DÇ süreçleri sonrası HG değerlerinde oransal olarak en fazla düşüşlerin Entisol ordosunda ve HA muamelesinde meydana geldiği görülmektedir. DÇ süreçleri sonucunda en düşük HG kontrol muamelelerinde görülürken en yüksek HG değerleri PVA uygulamalarında görülmüştür. PVA, HA ve PAM uygulamalarında muamele kontrollerine göre düşüşler olmuş olsa bile söz konusu muamelelerin HG değerlerinin kontrol muamelesinden daha yüksek olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.51’de görüleceği üzere DÇ süreçleri öncesi kontrol muamele düzeyinde toprakların ortalama HG değeri $109,25 \mu^2$ iken DÇ süreçleri sonrasında %68,2 azalarak ortalama HG değeri $34,76 \mu^2$ olarak tespit edilmiştir. Muamelelerin DÇ süreçleri öncesi ve sonrası ortalama HG incelendiğinde; PVA muamelesinde toprakların ortalama HG değeri $237,52 \mu^2$ iken DÇ süreçleri sonrasında %67,7 azalarak ortalama HG değeri $76,76 \mu^2$; HA uygulamasında $242,30 \mu^2$ iken %75,9 azalarak $58,30 \mu^2$ ve PAM uygulamasında $194,87 \mu^2$ iken %69,1 azalarak $60,22 \mu^2$ olarak belirlenmiştir.

Çizelgeden de görüleceği üzere DÇ süreçleri sonrası ortalama HG değerleri kontrol muamelesinde $34,76 \mu^2$, PVA, HA ve PAM muamelelerinde sırasıyla $76,76 \mu^2$, $58,30 \mu^2$ ve $60,22 \mu^2$ olarak belirlenmiştir. Kontrol muamelesine göre PVA muamelesi ortalama HG değerinin %120,8, HA ile PAM muamelelerinin ise %67,7 ve %73,2 daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. PVA, HA ve PAM uygulamalarında muamele kontrollerine göre düşüşler olmuş olsa bile söz konusu muamelelerin HG değerleri kontrol muamelesinden daha yüksek olduğu görülmektedir.

Muamelelerin DÇ öncesi ve sonrası HG değerleri arasında çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklar olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, DÇ süreçleri sonrasında da muamelelerden PVA'nın HA ve PAM'dan çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklılıklar gösterdiği, HA ile PAM arasında fark olmadığı tespit edilmiştir.

DÇ süreçleri öncesi kontrol muamelelerinin ortalama HG değeri $109,25 \mu^2$ iken DÇ süreçleri sonrası %68,2 azalarak $34,76 \mu^2$ olarak belirlenmiştir. PVA, HA ve PAM muamelelerinin DÇ süreçleri öncesi ortalama HG değeri $224,89 \mu^2$ iken DÇ süreçleri sonrası %71,1 azalarak $65,10 \mu^2$ olmuştur. DÇ süreçleri sonucunda muamele uygulanmış topraklarda daha fazla düşüş meydana gelmesine rağmen ortalama HG değeri kontrol düzeyindeki ortalama HG değerinden %87,3 daha fazladır (Çizelge 4.52).

Çizelge 4.52. Topraklarda DÇ süreçleri sonrasında kontrol ile muameleler ortalama HG değerleri ve arasındaki farklılıklar

Toprak ordoları	DÇ sonrası kontrol HG, μ^2	DÇ sonrası PVA, HA ve PAM ortalama HG, μ^2	Fark, %
Vertisol	36,19	83,21	+129,9
Entisol	20,97	35,82	+70,8
Mollisol	31,15	50,42	+61,9
Aridisol	50,73	90,93	+79,2
Ortalama	34,76	65,10	+87,3

Araştırma topraklarının DÇ süreçleri sonrası kontrol seviyesinde HG değerleri $36,19 \mu^2$, $20,97 \mu^2$, $31,15 \mu^2$ ve $50,73 \mu^2$ iken PVA, HA ve PAM ortalama HG değerleri kontrole göre Vertisol ordosunda %129,9, Entisolde %70,8, Mollisolde %61,9 ve Aridisolde %79,2 daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Genel ortalama olarak DÇ süreçleri sonrası kontrol düzeyinde HG değeri $34,76 \mu^2$ iken muameleler genel ortalaması kontrolden %87,3 daha yüksek olup $65,10 \mu^2$ bulunmuştur (Çizelge 4.52).

4.5.6. Su geçirgenliği (SG)

Araştırma topraklarının farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonucu elde edilen SG değerleri Çizelge 4.53 ve 4.54’de verilmiştir.

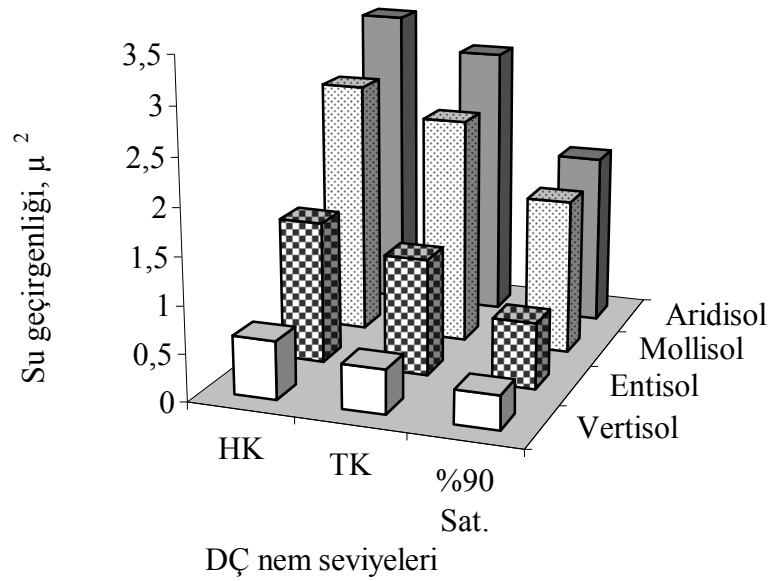
Çizelge 4.53. Toprakların farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonucu SG değerleri

Toprak ordoları	DÇ nem seviyesi, %		SG, μ^2	Değişim, %
Vertisol	HK	8,54	0,62a	-
	TK	44,39	0,47b	-24,2
	%90 Sat.	56,00	0,36c	-41,9
Entisol	HK	5,16	1,51a	-
	TK	34,61	1,24b	-17,9
	%90 Sat.	55,29	0,70c	-53,6
Mollisol	HK	4,09	2,71a	-
	TK	37,46	2,42b	-10,7
	%90 Sat.	53,87	1,65c	-39,1
Aridisol	HK	3,45	3,28a	-
	TK	37,28	2,93b	-10,7
	%90 Sat.	52,11	1,84c	-43,9

Çizelge 4.53 ve Şekil 4.87’den de görüldüğü gibi toprak nem içeriğinin artmasına bağlı olarak SG değerleri tüm topraklarda düşmektedir. Vertisol ordosu toprağında HK nem seviyesinde SG değeri $0,62 \mu^2$ iken DÇ nem seviyesinin TK ve %90 saturasyon durumlarında $0,47$ ve $0,36 \mu^2$ ’ye düşerek %24,2 ve %41,9 oranlarında düşüşler olduğu belirlenmiştir. Entisol ordosunda $1,51 \mu^2$ ’den $1,24$ ve $0,70 \mu^2$ ’ye düşerek %17,9 ve %53,6 oranlarında azalma; Mollisol ordosunda $2,71 \mu^2$ ’den $2,42$ ve $1,65 \mu^2$ ’ye düşerek

%10,7 ve %39,1 oranlarında azalma; Aridisol ordosunda 3,28 μ^2 'den 2,93 ve 1,84 μ^2 'ye düşerek %10,7 ile %43,9 oranlarında azalmalar olduğu belirlenmiştir.

Araştırma topraklarında DÇ nem seviyelerinin su geçirgenliği üzerine çok önemli düzeyde etkili olduğu ve her bir toprakta farklı nem seviyelerinde elde edilen SG değerleri arasında istatistiki anlamda çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklılıklar olduğu görülmektedir (Çizelge 4.53).



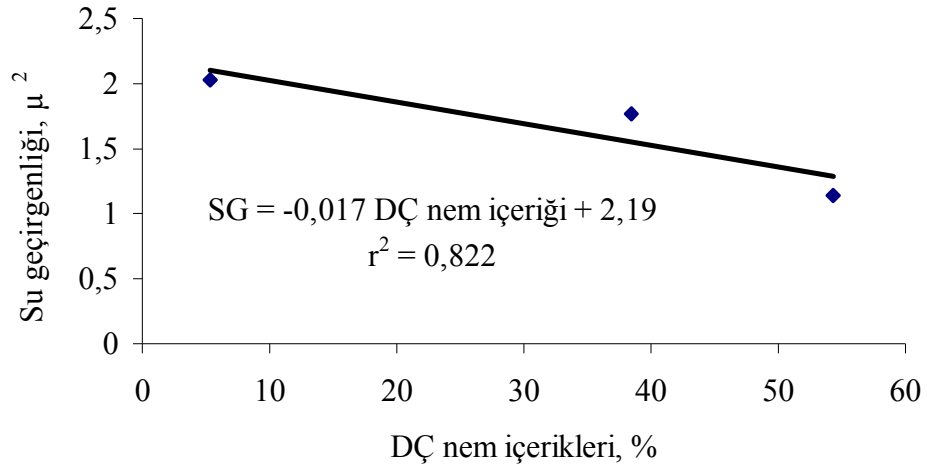
Şekil 4.87. Topraklarda farklı DÇ nem seviyeleri ile SG değerleri arasındaki ilişkiler

Araştırma topraklarının artan nem seviyelerinde DÇ süreçlerine tabi tutulması ortalama SG değerlerini düşürmüştür (Çizelge 4.54 ve Şekil 4.88). Çizelge ve Şekilden de görüldüğü gibi HK nem seviyesinde ortalama SG değeri 2,03 μ^2 iken donma neminin TK ve %90 saturasyon olduğu durumlarda 1,77 ve 1,14 μ^2 'ye düşmüştür.

Donma nem seviyesinin HK seviyeden TK seviyesine çıkması sonucu SG'de %12,8; %90 saturasyon nem seviyesine çıkması durumunda da %43,8 oranında azalma meydana gelmiştir. %90 saturasyon nem seviyesinde meydana gelen DÇ süreçlerinin TK nem seviyesinde meydana gelen DÇ süreçlerine göre su geçirgenliği değerleri üzerine daha fazla olumsuz etki yaptığı görülmektedir.

Çizelge 4.54. Farklı nem seviyelerinde DÇ sonucu SG değerleri

Toprak ordoları	DÇ Nem Seviyesi, %		SG, μ^2	Ortalama	Değişim, %	
Vertisol	HK	8,54	5,31	0,62d	2,03A	-
Entisol		5,16		1,51c		
Mollisol		4,09		2,71b		
Aridisol		3,45		3,28a		
Vertisol	TK	44,39	38,44	0,47d	1,77B	-12,8
Entisol		34,61		1,24c		
Mollisol		37,46		2,42b		
Aridisol		37,28		2,93a		
Vertisol	%90 Sat.	56,00	54,32	0,36d	1,14C	-43,8
Entisol		55,29		0,70c		
Mollisol		53,87		1,65b		
Aridisol		52,11		1,84a		

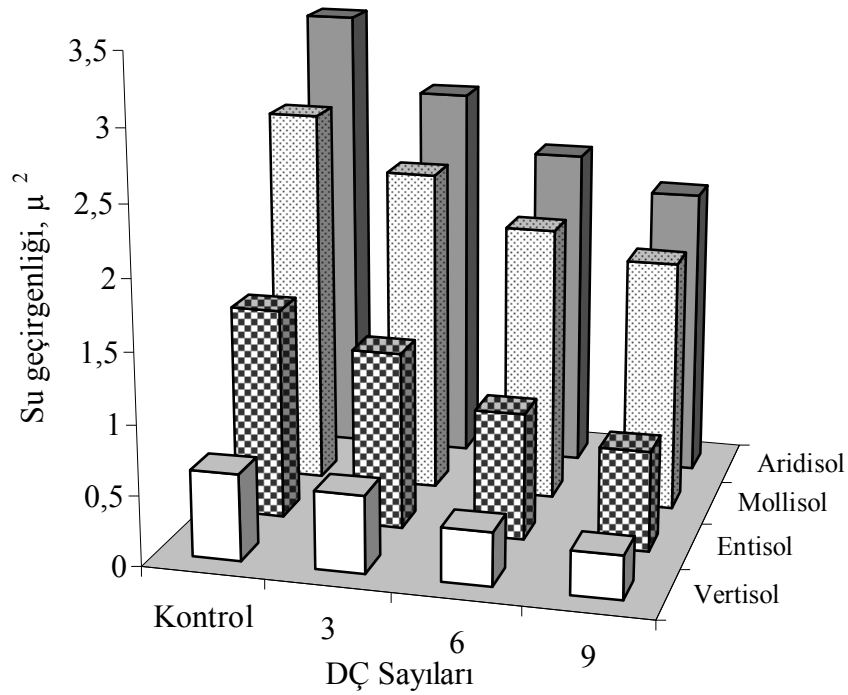
**Şekil 4.88.** Farklı nem seviyeleri ile ortalama SG değerleri arasındaki ilişkiler

Nem seviyelerinin SG değerleri üzerine istatistiki olarak çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) etkili olduğu görülmektedir. Ayrıca, DÇ nem içeriği ile SG değerleri arasında negatif doğrusal ilişkinin olduğu ($r^2 = 0,822$) belirlenmiştir (Şekil 4.88).

Araştırma topraklarının farklı sayılarda DÇ süreçleri sonucu elde edilen SG değerleri Çizelge 4.55 ve Şekil 4.89’da verilmiştir.

Çizelge 4.55. Toprakların farklı sayılarda DÇ süreçleri sonucu SG değerleri

Toprak ordoları	DÇ sayısı	SG, μ^2	Değişim, %
Vertisol	Kontrol	0,62a	-
	3	0,55b	-11,3
	6	0,38c	-38,7
	9	0,31d	-50,0
Entisol	Kontrol	1,51a	-
	3	1,27b	-15,9
	6	0,91c	-39,7
	9	0,72d	-52,3
Mollisol	Kontrol	2,71a	-
	3	2,33b	-14,0
	6	1,98c	-26,9
	9	1,80c	-33,6
Aridisol	Kontrol	3,28a	-
	3	2,74b	-16,5
	6	2,33c	-29,0
	9	2,09d	-36,3



Şekil 4.89. Topraklarda farklı DÇ sayıları ile SG değerleri arasındaki ilişkiler

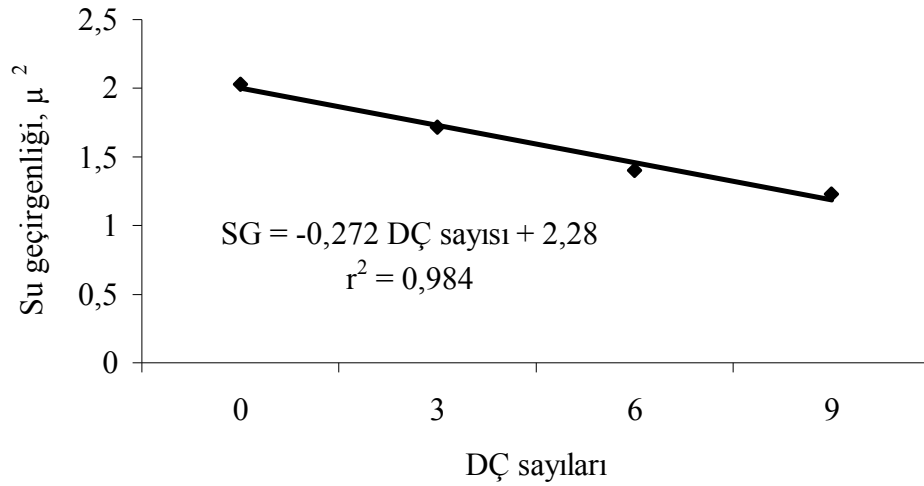
Çizelge 4.55 ve Şekil 4.89'dan görüleceği gibi DÇ sayısının artmasıyla SG değerlerinde çok önemli düzeylerde ($p<0,01$) düşüşler görülmektedir. Vertisol ordosu kontrol grubunda SG değeri $0,62 \mu^2$ iken 3 DÇ'de %11,3 azalma meydana gelerek $0,55 \mu^2$, 6 DÇ'de %38,7 azalma ile $0,38 \mu^2$ ve 9 DÇ'de %50,0 azalma ile $0,31 \mu^2$ ölçülmüştür. Entisol ordosu kontrol grubunda $1,51 \mu^2$ olan SG değeri DÇ sayısının artışına göre sırasıyla %15,9, %39,7 ve %52,3 oranlarında azalarak $1,27 \mu^2$, $0,91 \mu^2$ ve $0,72 \mu^2$; Mollisol ordosunda $2,71 \mu^2$ 'den %14,0 %26,9 ve %33,6 oranlarında azalarak $2,33 \mu^2$, $1,98 \mu^2$ ve $1,80 \mu^2$ olarak ölçülmüştür. Aridisol ordosu kontrol grubunda $3,28 \mu^2$ olan SG 3 DÇ sonucunda %16,5 oranında azalarak $2,74 \mu^2$ ve 6 ile 9 DÇ'de %29,0 ve %36,3 oranlarında azalarak $2,33 \mu^2$ ve $2,09 \mu^2$ olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.55 ve Şekil 4.89'dan da görüldüğü gibi DÇ sayısı ile SG değerleri arasında ters ilişki belirlenmiş olup, tüm ordolarda 9 kez DÇ'nin SG üzerine en fazla olumsuz etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Araştırma topraklarında DÇ sayılarının SG üzerine istatistiki olarak çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkili olduğu saptanmıştır.

Araştırma topraklarının artan sayılarda DÇ süreçlerine tabi tutulması ortalama SG değerlerini önemli ölçüde düşürmüştür (Çizelge 4.56 ve Şekil 4.90). Çizelge ve Şekilden de görüldüğü gibi kontrol grubunda ortalama SG değeri $2,03 \mu^2$ iken 3 DÇ sonucunda %15,3 azalarak $1,72 \mu^2$; 6 DÇ'de %31,0 azalarak $1,40 \mu^2$ ve 9 DÇ'de %39,4 azalarak $1,23 \mu^2$ olarak belirlenmiştir. DÇ sayıları arasında istatistiki anlamda çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklılıklar görülmektedir.

Çizelge 4.56. Farklı DÇ sayıları sonucu ortalama SG değerleri

DÇ sayısı	Toprak ordoları	SG, μ^2	Ortalama	Değişim, %
Kontrol	Vertisol	0,62d	2,03A	-
	Entisol	1,51c		
	Mollisol	2,71b		
	Aridisol	3,28a		
3	Vertisol	0,55d	1,72B	-15,3
	Entisol	1,27c		
	Mollisol	2,33b		
	Aridisol	2,74a		
6	Vertisol	0,38d	1,40C	-31,0
	Entisol	0,91c		
	Mollisol	1,98b		
	Aridisol	2,33a		
9	Vertisol	0,31d	1,23D	-39,4
	Entisol	0,72c		
	Mollisol	1,80b		
	Aridisol	2,09a		

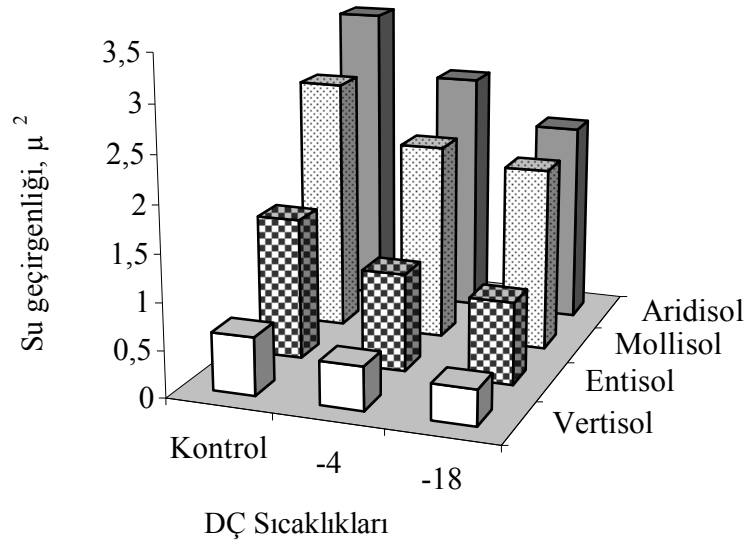
**Şekil 4.90.** Farklı DÇ sayıları ile ortalama SG değerleri arasındaki ilişkiler

Çizelge ve Şekilden de görüleceği gibi DÇ sayısının artmasıyla SG değerleri düşüş göstermektedir. Ayrıca, DÇ sayısı ile SG değerleri arasında negatif doğrusal ilişkinin olduğu ($r^2=0,984$) belirlenmiştir (Şekil 4.90).

Araştırma topraklarının farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonucu elde edilen SG değerleri Çizelge 4.57 ve Şekil 4.91’de verilmiştir.

Çizelge 4.57. Toprakların farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonucu SG değerleri

Toprak ordoları	DÇ sıcaklığı	SG, μ^2	Değişim, %
Vertisol	Kontrol	0,62a	-
	-4	0,46b	-25,8
	-18	0,38c	-38,7
Entisol	Kontrol	1,51a	-
	-4	1,05b	-30,5
	-18	0,88c	-41,7
Mollisol	Kontrol	2,71a	-
	-4	2,11b	-22,1
	-18	1,96b	-27,7
Aridisol	Kontrol	3,28a	-
	-4	2,62b	-20,1
	-18	2,15c	-34,5



Şekil 4.91. Topraklarda farklı DÇ sıcaklıkları ile SG değerleri arasındaki ilişkiler

Çizelge 4.57 ve Şekil 4.91’den görüleceği gibi toprakların donma anındaki sıcaklık dereceleri (-4°C ve -18°C) SG değerlerinde kontrole göre önemli düşüişlere neden olmuştur. Vertisol ordosunda kontrol seviyesinde SG değeri 0,62 μ^2 iken -4°C’de %25,8 azalma meydana gelerek 0,46 μ^2 , -18°C’de %38,7 azalma sonucunda 0,38 μ^2 olarak

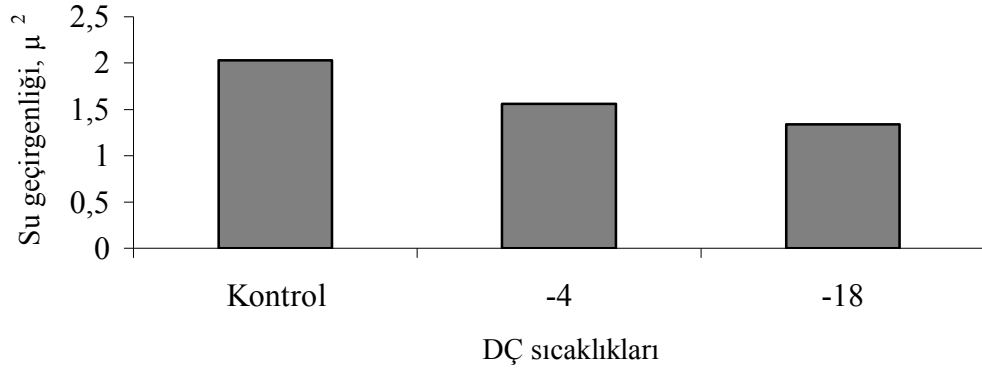
ölçülmüştür. Entisol ordosu kontrolde $1,51 \mu^2$ olan SG değeri -4°C ve -18°C 'de sırasıyla %30,5, %41,7 oranlarında azalarak $1,05 \mu^2$ ve $0,88 \mu^2$; Mollisol ordosunda $2,71 \mu^2$ 'den %22,1 ve %27,7 oranlarında azalarak $2,11 \mu^2$ ve $1,96 \mu^2$ ölçülmüştür. Aridisol ordosunda da $3,28 \mu^2$ olan SG değeri %20,1 ve %34,5 oranlarında azalarak $2,62 \mu^2$ ve $2,15 \mu^2$ olarak belirlenmiştir. Kontrole göre en fazla düşüş Entisol ordosu -18°C 'de %41,7 oranında meydana gelmiştir (Çizelge 4.57 ve Şekil 4.91).

Araştırma topraklarında DÇ sıcaklıklarının SG üzerine istatistiki olarak çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) etkili olduğu görülürken, genel olarak tüm DÇ sıcaklıkları birbirinden çok önemli düzeyde farklılıklar göstermektedir. Sadece, Mollisol ordosunda -4°C ile -18°C arasında istatistiksel olarak fark önemsiz bulunmuştur.

Farklı DÇ sıcaklıklarında ortalama SG değerleri Çizelge 4.58 ve Şekil 4.92'de verilmiştir.

Çizelge 4.58. Farklı DÇ sıcaklıklarında SG değerleri

DÇ sıcaklığı	Toprak ordoları	SG, μ^2	Ortalama	Değişim, %
Kontrol	Vertisol	0,62d	2,03A	-
	Entisol	1,51c		
	Mollisol	2,71b		
	Aridisol	3,28a		
-4°C	Vertisol	0,46d	1,56B	-23,2
	Entisol	1,05c		
	Mollisol	2,11b		
	Aridisol	2,62a		
-18°C	Vertisol	0,38d	1,34C	-34,0
	Entisol	0,88c		
	Mollisol	1,96b		
	Aridisol	2,15a		



Şekil 4.92. Farklı DÇ sıcaklıkları ile ortalama SG değerleri arasındaki ilişkiler

Araştırma topraklarının -4°C ve -18°C 'de DÇ süreçlerine tabi tutulması ortalama SG değerlerini istatistiksel olarak çok önemli düzeyde etkilemiştir (Çizelge 4.58 ve Şekil 4.92). Çizelge ve Şekilden de görüldüğü gibi kontrolde ortalama SG değeri $2,03 \mu^2$ iken -4°C ve -18°C 'de sırasıyla %23,2 ve %34,0 oranında azalarak $1,56 \mu^2$ ve $1,34 \mu^2$ olarak belirlenmiştir. SG değerleri üzerine -18°C 'nin -4°C 'den daha fazla olumsuz etki yaptığı görülmektedir. Çizelge ve Şekilden de görüleceği gibi DÇ sıcaklığının düşmesi SG değerlerinde azalmalara neden olmaktadır. Ayrıca, DÇ sıcaklığı ile SG değerleri arasında negatif ilişkinin olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.92).

Araştırma topraklarının muamelelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrası SG değerleri ile arasındaki değişimler Çizelge 4.59’da verilmiştir.

Çizelge 4.59. Topraklarda muamelelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrasında SG değerleri

Muameleler	DÇ süreci	Vertisol	Entisol	Mollisol	Aridisol	Ortalama
Kontrol	öncesi	0,30	0,73	1,36	2,26	1,16a
	sonrası	0,16d	0,49c	0,92b	1,59a	0,79bD
Değişim, %		-46,7	-32,9	-32,4	-29,6	-31,9
PVA	öncesi	1,31	2,55	4,36	4,78	3,25a
	sonrası	0,82d	1,90c	3,62b	4,11a	2,61bA
Değişim, %		-37,4	-25,5	-17,0	-14,0	-19,7
HA	öncesi	0,39	1,03	2,12	3,32	1,72a
	sonrası	0,35d	0,68c	1,67b	2,04a	1,19bC
Değişim, %		-10,3	-34,0	-21,2	-38,6	-30,8
PAM	öncesi	0,47	1,73	2,98	2,78	1,99a
	sonrası	0,38c	0,96b	2,13a	2,09a	1,39bB
Değişim, %		-19,1	-44,5	-28,5	-24,8	-30,2

Çizelgeden de görüleceği üzere DÇ süreçleri tüm ordolarda ve muameleler de SG değerlerinin düşmesine neden olmuştur. DÇ süreçleri sonucunda en düşük SG kontrol muamelelerinde görülürken en yüksek SG değerleri PVA uygulamalarında görülmüştür. PVA, HA ve PAM uygulamalarında muamele kontrollerine göre düşüşler olmuş olsa bile söz konusu muamelelerin SG değerlerinin kontrol muamelesinden daha yüksek olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.59’da görüleceği üzere DÇ süreçleri öncesi kontrol muamele düzeyinde toprakların ortalama SG değeri $1,16 \mu^2$ iken DÇ süreçleri sonrasında %31,9 azalarak ortalama SG değeri $0,79 \mu^2$ olarak tespit edilmiştir. Muamelelerin DÇ süreçleri öncesi ve sonrası ortalama SG incelendiğinde; PVA muamelesinde toprakların ortalama SG değeri $3,25 \mu^2$ iken DÇ süreçleri sonrasında %19,7 azalarak ortalama SG değeri $2,61 \mu^2$; HA uygulamasında $1,72 \mu^2$ iken %30,8 azalarak $1,19 \mu^2$ ve PAM uygulamasında $1,99 \mu^2$ iken %30,2 azalarak $1,39 \mu^2$ olarak belirlenmiştir.

Çizelgeden de görüleceği üzere DÇ süreçleri sonrası ortalama SG değerleri kontrol muamelesinde $0,79 \mu^2$, PVA, HA ve PAM muamelelerinde sırasıyla $2,61 \mu^2$, $1,19 \mu^2$ ve $1,39 \mu^2$ olarak belirlenmiştir. Kontrol muamelesine göre PVA muamelesi ortalama SG değerinin %230,4, HA ile PAM muamelelerinin ise %50,6 ve %75,9 daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. PVA, HA ve PAM uygulamalarında muamele kontrollerine göre düşüşler olmuş olsa bile söz konusu muamelelerin SG değerleri kontrol muamelesinden daha yüksek olduğu görülmektedir.

Muamelelerin DÇ öncesi ve sonrası SG değerleri arasında çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklar olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, DÇ süreçleri sonrasında da tüm muamelelerin birbirinden çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklılıklar gösterdiği muamelelerin etkinlik derecesine göre PVA, PAM ve HA şeklinde sıralandıkları tespit edilmiştir.

DÇ süreçleri öncesi kontrol muamelelerinin ortalama SG değeri $1,16 \mu^2$ iken DÇ süreçleri sonrası %31,9 azalarak $0,79 \mu^2$ olarak belirlenmiştir. PVA, HA ve PAM muamelelerinin DÇ süreçleri öncesi ortalama SG değeri $2,32 \mu^2$ iken DÇ süreçleri sonrası %25,4 azalarak $1,73 \mu^2$ olmuştur. DÇ süreçleri sonucunda muamele uygulanmış topraklarda düşüş meydana gelmesine rağmen ortalama SG değeri kontrol düzeyindeki ortalama SG değerinden %119,3 daha fazladır (Çizelge 4.60).

Çizelge 4.60. Topraklarda DÇ süreçleri sonrasında kontrol ile muameleler ortalama SG değerleri ve arasındaki farklılıklar

Toprak ordoları	DÇ sonrası kontrol SG, μ^2	DÇ sonrası PVA, HA ve PAM ortalama SG, μ^2	Fark, %
Vertisol	0,16	0,52	+225,0
Entisol	0,49	1,18	+140,8
Mollisol	0,92	2,48	+169,6
Aridisol	1,59	2,75	+73,0
Ortalama	0,79	1,73	+119,3

Araştırma topraklarının DÇ süreçleri sonrası kontrol seviyesinde SG değerleri $0,16 \mu^2$, $0,49 \mu^2$, $0,92 \mu^2$ ve $1,59 \mu^2$ iken PVA, HA ve PAM ortalama SG değerleri kontrole göre Vertisol ordosunda %225,0, Entisolde %140,8, Mollisolde %169,6 ve Aridisolde %73,0 daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Genel ortalama olarak DÇ süreçleri sonrası kontrol düzeyinde SG değeri $0,79 \mu^2$ iken muameleler genel ortalaması kontrolden %119,3 daha yüksek olup $1,73 \mu^2$ bulunmuştur (Çizelge 4.60).

4.5.7. Hidrolik iletkenlik (Hİ)

Araştırma topraklarının farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonucu elde edilen Hİ değerleri Çizelge 4.61 ve 4.62’de verilmiştir.

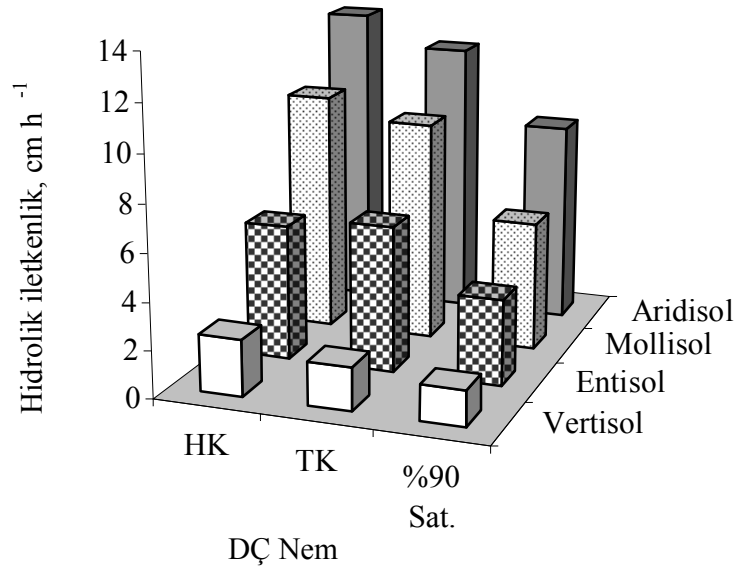
Çizelge 4.61. Toprakların farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonucu Hİ değerleri

Toprak ordoları	DÇ nem seviyesi, %		Hİ, cm h ⁻¹	Değişim, %
Vertisol	HK	8,54	2,40a	-
	TK	44,39	1,85b	-22,9
	%90 Sat.	56,00	1,52c	-36,7
Entisol	HK	5,16	5,75a	-
	TK	34,61	6,19a	+7,7
	%90 Sat.	55,29	3,63b	-36,9
Mollisol	HK	4,09	10,24a	-
	TK	37,46	9,40b	-8,2
	%90 Sat.	53,87	5,50c	-46,3
Aridisol	HK	3,45	13,05a	-
	TK	37,28	11,75b	-10,0
	%90 Sat.	52,11	8,60c	-34,1

Çizelge 4.61 ve Şekil 4.93’den de görüldüğü gibi toprak nem içeriğinin artmasına bağlı olarak Hİ değerlerinde genel olarak düşme olduğu görülmektedir. Sadece Entisol ordosunun TK nem seviyesinde artış olduğu diğer nem seviyeleri ve topraklarda düşüşler meydana geldiği görülmektedir. Vertisol ordosu toprağında HK nem seviyesinde Hİ değeri $2,40 \text{ cm h}^{-1}$ iken DÇ nem seviyesinin TK ve %90 saturasyon durumlarında $1,85$ ve $1,52 \text{ cm h}^{-1}$ ’e düşerek %22,9 ve %36,7 oranlarında düşüşler olduğu belirlenmiştir. Entisol ordosunda HK nem seviyesinde $5,75 \text{ cm h}^{-1}$ iken nem

seviyesinin TK çıkması durumunda Hİ 6,19 cm h⁻¹ ölçülmüş ve %7,7 artışın meydana geldiği belirlenirken DÇ nem seviyesinin %90 saturasyon seviyesine çıkması durumunda Hİ 3,63 cm h⁻¹ olarak ölçülmüş ve %36,9 düşüşün meydana geldiği belirlenmiştir. Mollisol ordosunda 10,24 cm h⁻¹'den 9,40 ve 5,50 cm h⁻¹'e düşerek %8,2 ve %46,3 oranlarında azalma; Aridisol ordosunda 13,05 cm h⁻¹'den 11,75 ve 8,60 cm h⁻¹'e düşerek %10,0 ile %34,1 oranlarında azalmalar olduğu belirlenmiştir.

Araştırma topraklarından Vertisol, Mollisol ve Aridisol ordolarında DÇ nem seviyelerinin hidrolik iletkenlik üzerine çok önemli düzeyde etkili olduğu ve her bir toprakta farklı nem seviyelerinde elde edilen Hİ değerleri arasında istatistiki anlamda çok önemli düzeyde (p<0,01) farklılıklar olduğu görülmektedir. Entisol ordosunda HK ile TK nem seviyeleri arasında fark olmadığı belirlenirken %90 saturasyon nem seviyesinin HK ve TK nem seviyelerinden istatistiki olarak çok önemli düzeyde farklılık gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.61).



Şekil 4.93. Topraklarda farklı DÇ nem seviyeleri ile Hİ değerleri arasındaki ilişkiler

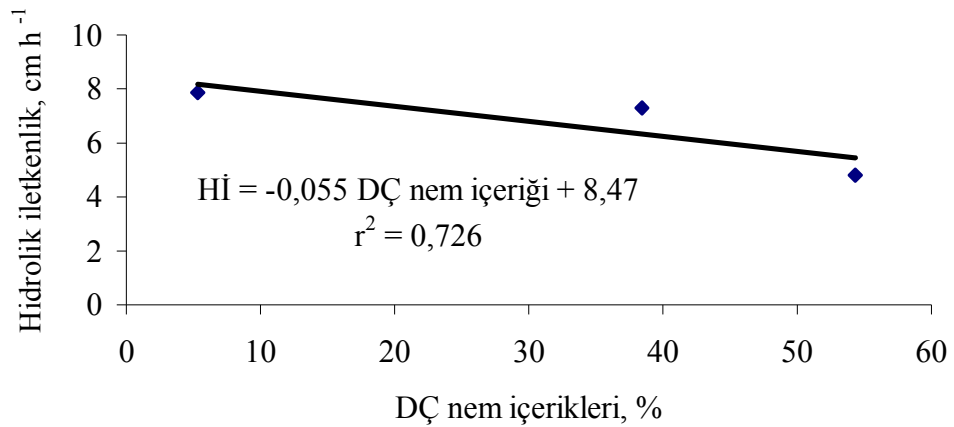
Araştırma topraklarının artan nem seviyelerinde DÇ süreçlerine tabi tutulması ortalama Hİ değerlerini düşürmüştür (Çizelge 4.62 ve Şekil 4.94). Çizelge ve Şekilden de

görüldüğü gibi HK nem seviyesinde ortalama Hİ değeri 7,86 cm h⁻¹ iken donma neminin TK ve %90 saturasyon olduğu durumlarda 7,30 ve 4,81 cm h⁻¹'e düşmüştür.

Donma anındaki nem içeriğinin HK seviyeden TK seviyesine çıkması sonucu Hİ'de %7,1; %90 saturasyon nem seviyesine çıkması durumunda da %38,8 oranında azalma meydana gelmiştir. %90 saturasyon nem seviyesinde meydana gelen DÇ süreçlerinin TK nem seviyesinde meydana gelen DÇ süreçlerine göre hidrolik iletkenlik değeri üzerine daha fazla olumsuz etki yaptığı görülmektedir.

Çizelge 4.62. Farklı nem seviyelerinde DÇ sonucu Hİ değerleri

Toprak ordoları	DÇ Nem Seviyesi, %		Hİ, cm h ⁻¹	Ortalama	Değişim, %	
Vertisol	HK	8,54	5,31	2,40d	7,86A	-
Entisol		5,16		5,75c		
Mollisol		4,09		10,24b		
Aridisol		3,45		13,05a		
Vertisol	TK	44,39	38,44	1,85d	7,30B	-7,1
Entisol		34,61		6,19c		
Mollisol		37,46		9,40b		
Aridisol		37,28		11,75a		
Vertisol	%90 Sat.	56,00	54,32	1,52d	4,81C	-38,8
Entisol		55,29		3,63c		
Mollisol		53,87		5,50b		
Aridisol		52,11		8,60a		



Şekil 4.94. Farklı nem seviyeleri ile ortalama Hİ değerleri arasındaki ilişkiler

Nem seviyelerinin Hİ değerleri üzerine istatistiki olarak çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkili olduğu görülmektedir. Ayrıca, DÇ nem içeriği ile Hİ değerleri arasında negatif doğrusal ilişkinin olduğu ($r^2=0,726$) belirlenmiştir (Şekil 4.94).

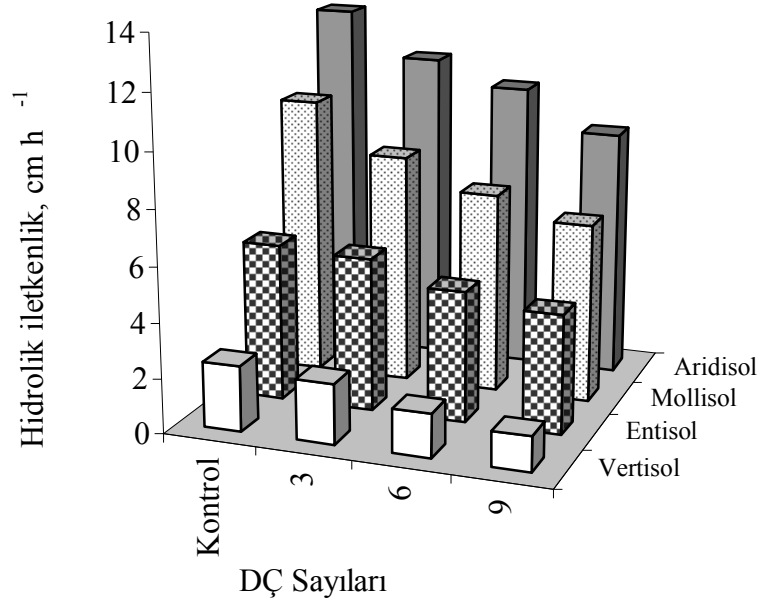
Araştırma topraklarının farklı sayılarda DÇ süreçleri sonucu elde edilen Hİ değerleri Çizelge 4.63 ve Şekil 4.95’de verilmiştir.

Çizelge 4.63. Toprakların farklı sayılarda DÇ süreçleri sonucu Hİ değerleri

Toprak ordoları	DÇ sayısı	Hİ, cm h ⁻¹	Değişim, %
Vertisol	Kontrol	2,40a	-
	3	2,20b	-8,3
	6	1,59c	-33,8
	9	1,27d	-47,1
Entisol	Kontrol	5,75a	-
	3	5,61a	-2,4
	6	4,78b	-16,9
	9	4,35b	-24,3
Mollisol	Kontrol	10,24a	-
	3	8,44b	-17,6
	6	7,35c	-28,2
	9	6,56d	-35,9
Aridisol	Kontrol	13,05a	-
	3	11,41b	-12,6
	6	10,53c	-19,3
	9	9,07d	-30,5

Çizelge 4.63 ve Şekil 4.95’den görüleceği gibi DÇ sayısının artmasıyla Hİ değerlerinde çok önemli düzeylerde ($p<0,01$) düşüşler görülmektedir. Vertisol ordosu kontrol grubunda Hİ değeri 2,40 cm h⁻¹ iken 3 DÇ’de %8,3 azalma meydana gelerek 2,20 cm h⁻¹, 6 DÇ’de %33,8 azalma ile 1,59 cm h⁻¹ ve 9 DÇ’de %47,1 azalma ile 1,27 cm h⁻¹ ölçülmüştür. Entisol ordosu kontrol grubunda 5,75 cm h⁻¹ olan Hİ değeri DÇ sayısının artışına göre sırasıyla %2,4, %16,9 ve %24,3 oranlarında azalarak 5,61 cm h⁻¹, 4,78 cm h⁻¹ ve 4,35 cm h⁻¹; Mollisol ordosunda 10,24 cm h⁻¹’den %17,6 %28,2 ve %35,9 oranlarında azalarak 8,44 cm h⁻¹, 7,35 cm h⁻¹ ve 6,56 cm h⁻¹ olarak ölçülmüştür. Aridisol ordosu kontrol grubunda 13,05 cm h⁻¹ olan Hİ 3 DÇ sonucunda %12,6 oranında

azalarak 11,41 cm h⁻¹ ve 6 ile 9 DÇ'de %19,3 ve %30,5 oranlarında azalarak 10,53 cm h⁻¹ ve 9,07 cm h⁻¹ olarak belirlenmiştir.



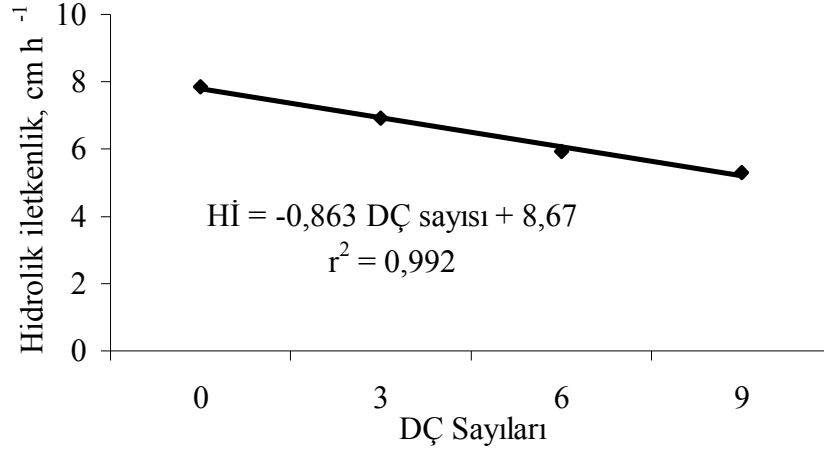
Şekil 4.95. Topraklarda farklı DÇ sayıları ile Hİ değerleri arasındaki ilişkiler

Çizelge 4.63 ve Şekil 4.95'den de görüldüğü gibi DÇ sayısı ile Hİ değerleri arasında ters ilişki belirlenmiş olup, tüm ordolarda 9 kez DÇ'nin Hİ üzerine en fazla olumsuz etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Araştırma topraklarında DÇ sayılarının Hİ üzerine istatistiki olarak çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) etkili olduğu saptanmıştır.

Araştırma topraklarının artan sayılarda DÇ süreçlerine tabi tutulması ortalama Hİ değerlerini önemli ölçüde düşürmüştür (Çizelge 4.64 ve Şekil 4.96). Çizelge ve Şekilden de görüldüğü gibi kontrol grubunda ortalama Hİ değeri 7,86 cm h⁻¹ iken 3 DÇ sonucunda %12,0 azalarak 6,92 cm h⁻¹; 6 DÇ'de %24,4 azalarak 5,94 cm h⁻¹ ve 9 DÇ'de %32,4 azalarak 5,31 cm h⁻¹ olarak belirlenmiştir. DÇ sayıları arasında istatistiki anlamda çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) farklılıklar mevcuttur.

Çizelge 4.64. Farklı DÇ sayıları sonucu ortalama Hİ değerleri

DÇ sayısı	Toprak ordoları	Hİ, cm h ⁻¹	Ortalama	Değişim, %
Kontrol	Vertisol	2,40d	7,86A	-
	Entisol	5,75c		
	Mollisol	10,24b		
	Aridisol	13,05a		
3	Vertisol	2,20d	6,92B	-12,0
	Entisol	5,61c		
	Mollisol	8,44b		
	Aridisol	11,41a		
6	Vertisol	1,59d	5,94C	-24,4
	Entisol	4,78c		
	Mollisol	7,35b		
	Aridisol	10,53a		
9	Vertisol	1,27d	5,31D	-32,4
	Entisol	4,35c		
	Mollisol	6,56b		
	Aridisol	9,07a		

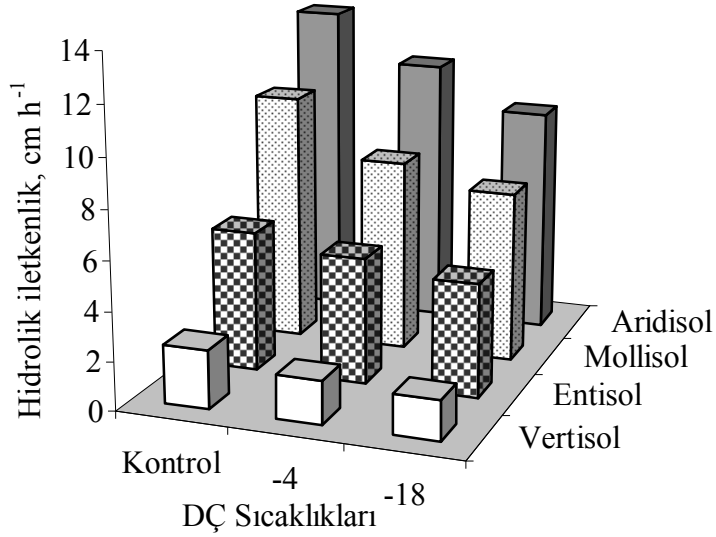
**Şekil 4.96.** Farklı DÇ sayıları ile ortalama Hİ değerleri arasındaki ilişkiler

Çizelge ve Şekilden de görüleceği gibi DÇ sayısının artmasıyla Hİ değerleri düşüş göstermektedir. Ayrıca, DÇ sayısı ile Hİ değerleri arasında negatif doğrusal ilişkinin olduğu ($r^2=0,992$) belirlenmiştir (Şekil 4.96).

Araştırma topraklarının farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonucu elde edilen Hİ değerleri Çizelge 4.65 ve Şekil 4.97’de verilmiştir.

Çizelge 4.65. Toprakların farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonucu Hİ değerleri

Toprak ordoları	DÇ sıcaklığı	Hİ, cm h ⁻¹	Değişim, %
Vertisol	Kontrol	2,40a	-
	-4	1,77b	-26,3
	-18	1,61c	-32,9
Entisol	Kontrol	5,75a	-
	-4	5,17b	-10,1
	-18	4,65c	-19,1
Mollisol	Kontrol	10,24a	-
	-4	7,89b	-22,9
	-18	7,01c	-31,5
Aridisol	Kontrol	13,05a	-
	-4	11,04b	-15,4
	-18	9,31c	-28,7



Şekil 4.97. Topraklarda farklı DÇ sıcaklıkları ile Hİ değerleri arasındaki ilişkiler

Çizelge 4.65 ve Şekil 4.97’den görüleceği gibi toprakların donma anındaki sıcaklık dereceleri (-4°C ve -18°C), Hİ değerlerinde kontrole göre önemli düşüşlere neden olmuştur.

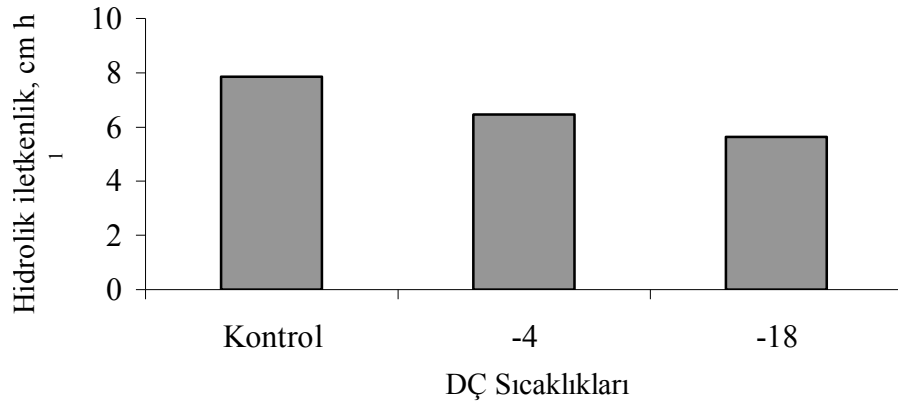
Vertisol ordosunda kontrol seviyesinde Hİ değeri 2,40 cm h⁻¹ iken -4°C'de %26,3 azalma meydana gelerek 1,77 cm h⁻¹, -18°C'de %32,9 azalma sonucunda 1,61 cm h⁻¹ olarak ölçülmüştür. Entisol ordosu kontrolde 5,75 cm h⁻¹ olan Hİ değeri -4°C ve -18°C'de sırasıyla %10,1, %19,1 oranlarında azalarak 5,17 cm h⁻¹ ve 4,65 cm h⁻¹; Mollisol ordosunda 10,24 cm h⁻¹'den %22,9 ve %31,5 oranlarında azalarak 7,89 cm h⁻¹ ve 7,01 cm h⁻¹ ölçülmüştür. Aridisol ordosunda da 13,05 cm h⁻¹ olan Hİ değeri %15,4 ve %28,7 oranlarında azalarak 11,04 cm h⁻¹ ve 9,31 cm h⁻¹ olarak belirlenmiştir. Kontrole göre en fazla düşüş Vertisol ordosu -18°C'de %32,9 oranında meydana gelmiştir (Çizelge 4.65 ve Şekil 4.97).

Araştırma topraklarında DÇ sıcaklıklarının Hİ üzerine istatistiki olarak çok önemli düzeyde (p<0,01) etkili olduğu görülürken, genel olarak tüm DÇ sıcaklıkları birbirinden çok önemli düzeyde farklılıklar göstermektedir.

Farklı DÇ sıcaklıklarında ortalama Hİ değerleri Çizelge 4.66 ve Şekil 4.98'de verilmiştir.

Çizelge 4.66. Farklı DÇ sıcaklıklarında Hİ değerleri

DÇ sıcaklığı	Toprak ordoları	Hİ, cm h ⁻¹	Ortalama	Değişim, %
Kontrol	Vertisol	2,40d	7,86A	-
	Entisol	5,75c		
	Mollisol	10,24b		
	Aridisol	13,05a		
-4°C	Vertisol	1,77d	6,47B	-17,7
	Entisol	5,17c		
	Mollisol	7,89b		
	Aridisol	11,04a		
-18°C	Vertisol	1,61d	5,64C	-28,2
	Entisol	4,65c		
	Mollisol	7,01b		
	Aridisol	9,31a		



Şekil 4.98. Farklı DÇ sıcaklıkları ile ortalama Hİ değerleri arasındaki ilişkiler

Araştırma topraklarının -4°C ve -18°C 'de DÇ süreçlerine tabi tutulması ortalama Hİ değerlerini istatistiksel olarak çok önemli düzeyde etkilemiştir (Çizelge 4.66 ve Şekil 4.98). Çizelge ve Şekilden de görüldüğü gibi kontrolde ortalama Hİ değeri $7,86 \text{ cm h}^{-1}$ iken -4°C ve -18°C 'de sırasıyla %17,7 ve %28,2 oranında azalarak $6,47 \text{ cm h}^{-1}$ ve $5,64 \text{ cm h}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Hİ değerleri üzerine -18°C 'nin -4°C 'den daha fazla olumsuz etki yaptığı görülmektedir. Çizelge ve Şekilden de görüleceği gibi DÇ sıcaklığının düşmesi Hİ değerlerinde azalmalara neden olmaktadır. Ayrıca, DÇ sıcaklığı ile Hİ değerleri arasında negatif ilişkinin olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.98).

Araştırma topraklarının muamelelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrası Hİ değerleri ile arasındaki değişimler Çizelge 4.67’de verilmiştir.

Çizelge 4.67. Topraklarda muamelelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrasında Hİ değerleri

Muameleler	DÇ süreci	Vertisol	Entisol	Mollisol	Aridisol	Ortalama
Kontrol	öncesi	0,97	2,36	4,44	7,62	3,85a
	sonrası	0,60d	1,79c	2,86b	5,21a	2,62bD
Değişim, %		-38,1	-24,2	-35,6	-31,6	-31,9
PVA	öncesi	5,50	10,40	17,70	21,32	13,73a
	sonrası	3,68d	9,60c	15,02b	18,63a	11,73bA
Değişim, %		-33,1	-7,7	-15,1	-12,6	-14,6
HA	öncesi	1,38	3,68	7,58	12,28	6,23a
	sonrası	1,22d	3,52c	5,35b	9,24a	4,83bC
Değişim, %		-11,6	-4,3	-29,4	-24,8	-22,5
PAM	öncesi	1,75	6,57	11,26	11,00	7,65a
	sonrası	1,46d	4,98c	7,42b	8,51a	5,59bB
Değişim, %		-16,6	-24,2	-34,1	-22,6	-26,9

Çizelgeden de görüleceği üzere DÇ süreçleri tüm ordolarda ve muameleler de Hİ değerlerinin düşmesine neden olmuştur. DÇ süreçleri sonucunda en düşük Hİ kontrol muamelelerinde görülürken en yüksek Hİ değerleri PVA uygulamalarında görülmüştür. PVA, HA ve PAM uygulamalarında muamele kontrollerine göre düşüşler olmuş olsa bile söz konusu muamelelerin Hİ değerlerinin kontrol muamelesinden daha yüksek olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.67’de görüleceği üzere DÇ süreçleri öncesi kontrol muamele düzeyinde toprakların ortalama Hİ değeri 3,85 cm h⁻¹ iken DÇ süreçleri sonrasında %31,9 azalarak ortalama Hİ değeri 2,62 cm h⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Muamelelerin DÇ süreçleri öncesi ve sonrası ortalama Hİ incelendiğinde; PVA muamelesinde toprakların ortalama Hİ değeri 13,73 cm h⁻¹ iken DÇ süreçleri sonrasında %14,6 azalarak ortalama Hİ değeri 11,73 cm h⁻¹; HA uygulamasında 6,23 cm h⁻¹ iken %22,5 azalarak 4,83 cm h⁻¹ ve PAM uygulamasında 7,65 cm h⁻¹ iken %26,9 azalarak 5,59 cm h⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Çizelgeden de görüleceği üzere DÇ süreçleri sonrası ortalama Hİ değerleri kontrol muamelesinde $2,62 \text{ cm h}^{-1}$, PVA, HA ve PAM muamelelerinde sırasıyla $11,73 \text{ cm h}^{-1}$, $4,83 \text{ cm h}^{-1}$ ve $5,59 \text{ cm h}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Kontrol muamelesine göre PVA muamelesi ortalama Hİ değerinin %347,7, HA ile PAM muamelelerinin ise %84,4 ve %113,4 daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. PVA, HA ve PAM uygulamalarında muamele kontrollerine göre düşüşler olmuş olsa bile söz konusu muamelelerin Hİ değerleri kontrol muamelesinden daha yüksek olduğu görülmektedir.

Muamelelerin DÇ öncesi ve sonrası Hİ değerleri arasında çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, DÇ süreçleri sonrasında da tüm muamelelerin birbirinden çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklılıklar gösterdiği muamelelerin etkinlik derecesine göre PVA, PAM ve HA şeklinde sıralandıkları tespit edilmiştir.

DÇ süreçleri öncesi kontrol muamelelerinin ortalama Hİ değeri $3,85 \text{ cm h}^{-1}$ iken DÇ süreçleri sonrası %31,9 azalarak $2,62 \text{ cm h}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. PVA, HA ve PAM muamelelerinin DÇ süreçleri öncesi ortalama Hİ değeri $9,20 \text{ cm h}^{-1}$ iken DÇ süreçleri sonrası %19,8 azalarak $7,39 \text{ cm h}^{-1}$ olmuştur. DÇ süreçleri sonucunda muamele uygulanmış topraklarda düşüş meydana gelmesine rağmen ortalama Hİ değeri kontrol düzeyindeki ortalama Hİ değerinden %182,5 daha fazladır (Çizelge 4.68).

Çizelge 4.68. Topraklarda DÇ süreçleri sonrasında kontrol ile muameleler ortalama Hİ değerleri ve arasındaki farklılıklar

Toprak ordoları	DÇ sonrası kontrol Hİ, cm h^{-1}	DÇ sonrası PVA, HA ve PAM ortalama Hİ, cm h^{-1}	Fark, %
Vertisol	0,60	2,12	+253,3
Entisol	1,79	6,03	+236,9
Mollisol	2,86	9,27	+224,1
Aridisol	5,21	12,13	+132,8
Ortalama	2,62	7,39	+182,5

Araştırma topraklarının DÇ süreçleri sonrası kontrol seviyesinde Hİ değerleri 0,60 cm h⁻¹, 1,79 cm h⁻¹, 2,86 cm h⁻¹ ve 5,21 cm h⁻¹ iken PVA, HA ve PAM ortalama Hİ değerleri kontrole göre Vertisol ordosunda %253,3, Entisolde %236,9, Mollisolde %224,1 ve Aridisolde %132,8 daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Genel ortalama olarak DÇ süreçleri sonrası kontrol düzeyinde Hİ değeri 2,62 cm h⁻¹ iken muameleler genel ortalaması kontrolden %182,5 daha yüksek olup 7,39 cm h⁻¹ bulunmuştur (Çizelge 4.68).

4.5.8. Penetrasyon direnci (PD)

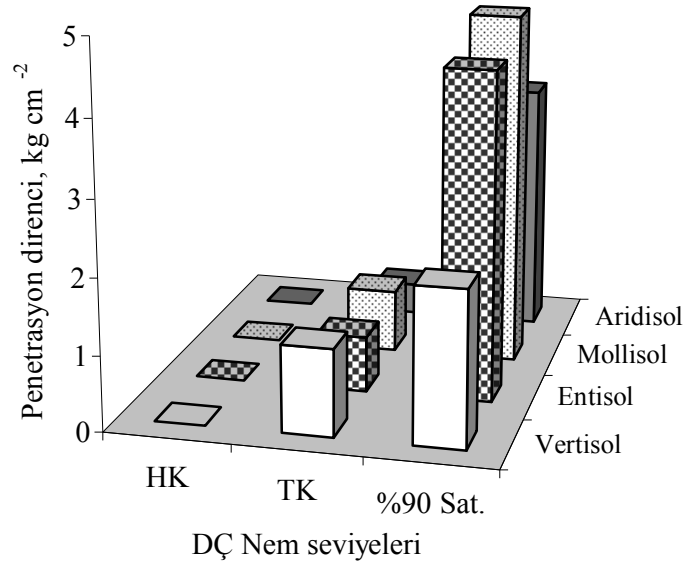
Araştırma topraklarının farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonucu elde edilen penetrasyon direnci değerleri Çizelge 4.69 ve 4.70'da verilmiştir.

Çizelge 4.69. Toprakların farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonucu penetrasyon direnci değerleri

Toprak ordoları	DÇ nem seviyesi, %		Penetrasyon direnci, kg cm ⁻²
Vertisol	HK	8,54	0,00c
	TK	44,39	1,16b
	%90 Sat.	56,00	2,06a
Entisol	HK	5,16	0,00c
	TK	34,61	0,74b
	%90 Sat.	55,29	4,37a
Mollisol	HK	4,09	0,00c
	TK	37,46	0,84b
	%90 Sat.	53,87	4,74a
Aridisol	HK	3,45	0,00c
	TK	37,28	0,42b
	%90 Sat.	52,11	3,37a

Çizelge 4.69 ve Şekil 4.99'dan da görüldüğü gibi toprakların HK nem seviyesinde DÇ süreçleri sonrasında penetrasyon direnci değerleri 0 kg cm⁻² iken toprak DÇ nem içeriğinin artmasına bağlı olarak penetrasyon direnci değerleri tüm topraklarda artmaktadır. Vertisol ordosu toprağında DÇ nem seviyesinin TK ve %90 saturasyon durumlarında 1,16 ve 2,06 kg cm⁻², Entisol ordosunda 0,74 ve 4,37 kg cm⁻²; Mollisol ordosunda 0,84 ve 4,74 kg cm⁻², Aridisol ordosunda 0,42 ile 3,37 kg cm⁻² ölçülmüştür.

Penetrasyon direnci değerleri bakımından araştırma topraklarında DÇ nem içerikleri arasında çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklılıklar olduğu gözlemlenmiştir.

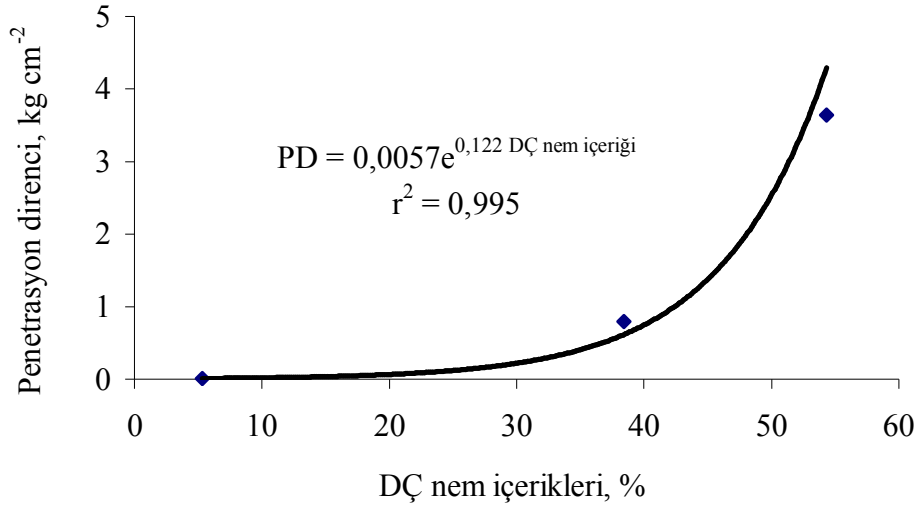


Şekil 4.99. Topraklarda farklı DÇ nem seviyeleri ile penetrasyon direnci değerleri arasındaki ilişkiler

Araştırma topraklarının artan nem seviyelerinde DÇ süreçlerine tabi tutulması ortalama PD değerlerini arttırmıştır (Çizelge 4.70 ve Şekil 4.100). Çizelge ve Şekilden de görüldüğü gibi HK nem seviyesinde DÇ süreçleri sonrasında ortalama PD değeri 0 kg cm^{-2} iken donma neminin TK ve %90 saturasyon olduğu durumlarda $0,79$ ve $3,64 \text{ kg cm}^{-2}$ 'e yükselmiştir.

Çizelge 4.70. Farklı nem seviyelerinde DÇ sonucu penetrasyon direnci değerleri

Toprak ordoları	DÇ nem seviyesi, %		PD, kg cm^{-2}	Ortalama
Vertisol	HK	8,54	5,31	0,0
Entisol		5,16		0,0
Mollisol		4,09		0,0
Aridisol		3,45		0,0
Vertisol	TK	44,39	38,44	1,16a
Entisol		34,61		0,74c
Mollisol		37,46		0,84b
Aridisol		37,28		0,42d
Vertisol	%90 Sat.	56,00	54,32	2,06d
Entisol		55,29		4,37b
Mollisol		53,87		4,74a
Aridisol		52,11		3,37c



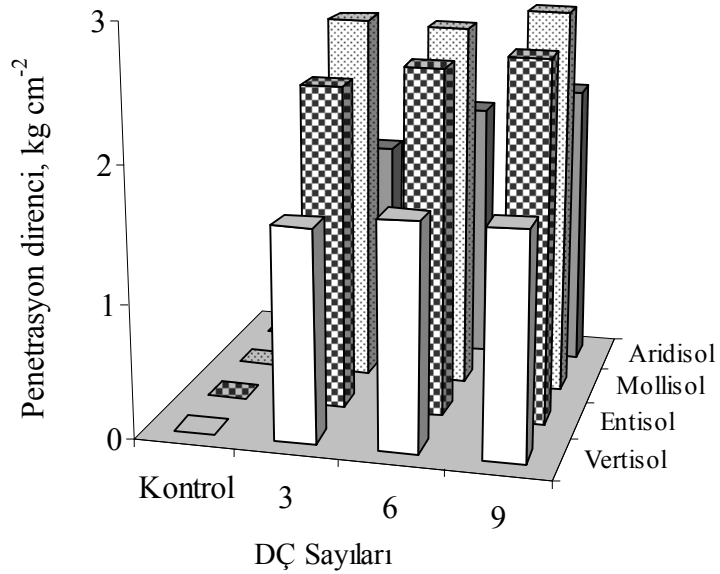
Şekil 4.100. Farklı DÇ nem seviyeleri ile ortalama penetrasyon direnci değerleri arasındaki ilişkiler

Farklı nem seviyelerinde DÇ süreçlerinin PD değerleri üzerine istatistiki olarak çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, artan nem içeriğinde DÇ süreçleri ile PD değeri arasında pozitif ilişkinin olduğu ($r^2 = 0,995$) belirlenmiş olup, artan nem içeriğine bağlı olarak PD değerleri artan artışlar şeklinde seyir göstermektedir. %90 saturasyon nem seviyesinde meydana gelen DÇ süreçlerinin TK nem seviyesinde meydana gelen DÇ süreçlerine göre PD değerlerini daha fazla arttırdığı görülmektedir.

Araştırma topraklarının farklı sayılarda DÇ süreçleri sonucu elde edilen PD değerleri Çizelge 4.71 ve Şekil 4.101’de verilmiştir.

Çizelge 4.71. Toprakların farklı sayılarda DÇ süreçleri sonucu PD değerleri

Toprak ordoları	DÇ sayısı	PD, kg cm ⁻²
Vertisol	Kontrol	0,0b
	3	1,58a
	6	1,68a
	9	1,68a
Entisol	Kontrol	0,0c
	3	2,41b
	6	2,58a
	9	2,68a
Mollisol	Kontrol	0,0b
	3	2,76a
	6	2,73a
	9	2,88a
Aridisol	Kontrol	0,0d
	3	1,61c
	6	1,96b
	9	2,14a



Şekil 4.101. Topraklarda farklı DÇ sayıları ile PD değerleri arasındaki ilişkiler

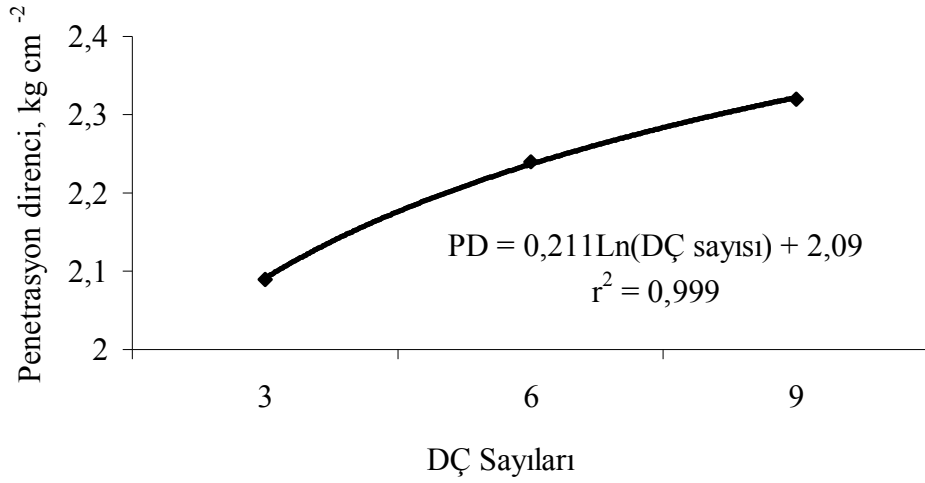
Çizelge 4.71 ve Şekil 4.101'den görüleceği gibi DÇ sayısının artmasıyla PD değerlerinde artışlar olduğu görülmektedir. Toprakların kontrol grubunda PD 0 kg cm^{-2} iken DÇ sayısının artışı ile özellikle 3 DÇ'de önemli artışlar meydana gelmiştir. Vertisol ordosunda DÇ sayısının 3 olduğu durumda $1,58 \text{ kg cm}^{-2}$, 6 ve 9 olduğu durumlarda da $1,68 \text{ kg cm}^{-2}$, Entisol ordosunda $2,41 \text{ kg cm}^{-2}$, $2,58 \text{ kg cm}^{-2}$ ve $2,68 \text{ kg cm}^{-2}$, Mollisol ordosunda $2,76 \text{ kg cm}^{-2}$, $2,73 \text{ kg cm}^{-2}$ ve $2,88 \text{ kg cm}^{-2}$ ölçülürken Aridisol ordosunda $1,61 \text{ kg cm}^{-2}$, $1,96 \text{ kg cm}^{-2}$ ve $2,14 \text{ kg cm}^{-2}$ ölçülmüştür.

Çizelge 4.71'den görüleceği üzere araştırma topraklarında DÇ sayılarının kontrole göre PD üzerine istatistiki olarak çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) etkili olduğu belirlenirken, Vertisol ve Mollisol ordolarında 3, 6, 9 DÇ arasında ve Entisol ordosunda da 6 ile 9 DÇ arasında istatistiki olarak fark olmadığı tespit edilmiştir.

Araştırma topraklarının artan sayılarda DÇ süreçlerine tabi tutulması ortalama PD değerlerini arttırmıştır (Çizelge 4.72 ve Şekil 4.102). Çizelge ve Şekilden de görüldüğü gibi kontrol grubunda ortalama PD değeri 0 kg cm^{-2} iken 3 DÇ sonucunda $2,09 \text{ kg cm}^{-2}$; 6 DÇ'de $2,24 \text{ kg cm}^{-2}$ ve 9 DÇ'de $2,32 \text{ kg cm}^{-2}$ olarak belirlenmiştir. DÇ sayıları arasında istatistiki anlamda çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) farklılıklar belirlenmiştir.

Çizelge 4.72. Farklı DÇ sayıları sonucu PD değerleri

DÇ sayısı	Toprak ordoları	PD, kg cm^{-2}	Ortalama
Kontrol	Vertisol	0,0	0,0D
	Entisol	0,0	
	Mollisol	0,0	
	Aridisol	0,0	
3	Vertisol	1,58c	2,09C
	Entisol	2,41b	
	Mollisol	2,76a	
	Aridisol	1,61c	
6	Vertisol	1,68d	2,24B
	Entisol	2,58b	
	Mollisol	2,73a	
	Aridisol	1,96c	
9	Vertisol	1,58d	2,32A
	Entisol	2,68b	
	Mollisol	2,88a	
	Aridisol	2,14c	



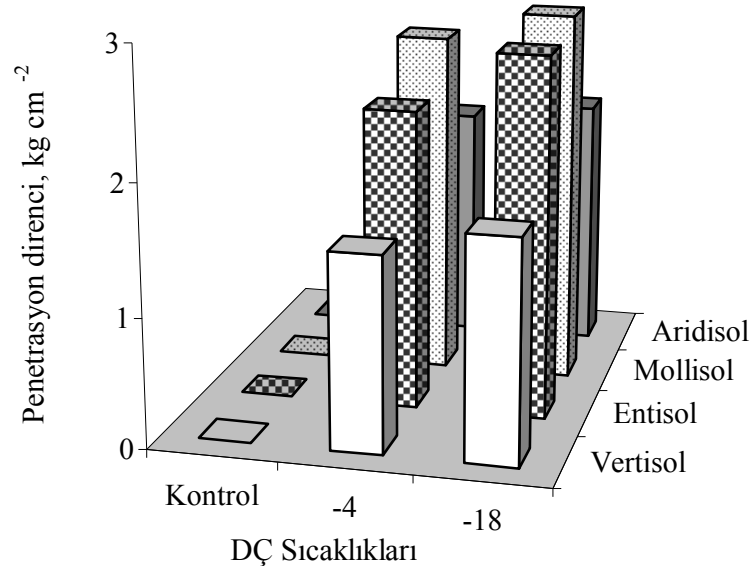
Şekil 4.102. DÇ sayıları ile ortalama PD değerleri arasındaki ilişkiler

Çizelge ve Şekilden de görüleceği gibi artan DÇ sayısı ile PD arasında pozitif yönlü logaritmik ilişkinin olduğu ($r^2=0,999$) belirlenmiş olup, artan DÇ sayısına bağlı olarak PD değerleri azalan artışlar şeklinde artış göstermektedir. Penetrasyon direncinde özellikle 3 DÇ sonucunda çok önemli bir artış meydana gelmiş; 6 ve 9 DÇ'den sonra meydana gelen artışlar azalan artışlar şeklinde olmuştur.

Araştırma topraklarının farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonucu elde edilen penetrasyon direnci değerleri Çizelge 4.73 ve Şekil 4.103'de verilmiştir.

Çizelge 4.73. Toprakların farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonucu PD değerleri

Toprak ordoları	DÇ sıcaklığı	PD, kg cm ⁻²
Vertisol	Kontrol	0,0b
	-4	1,51a
	-18	1,71a
Entisol	Kontrol	0,0c
	-4	2,32b
	-18	2,79a
Mollisol	Kontrol	0,0c
	-4	2,68b
	-18	2,90a
Aridisol	Kontrol	0,0b
	-4	1,84a
	-18	1,96a



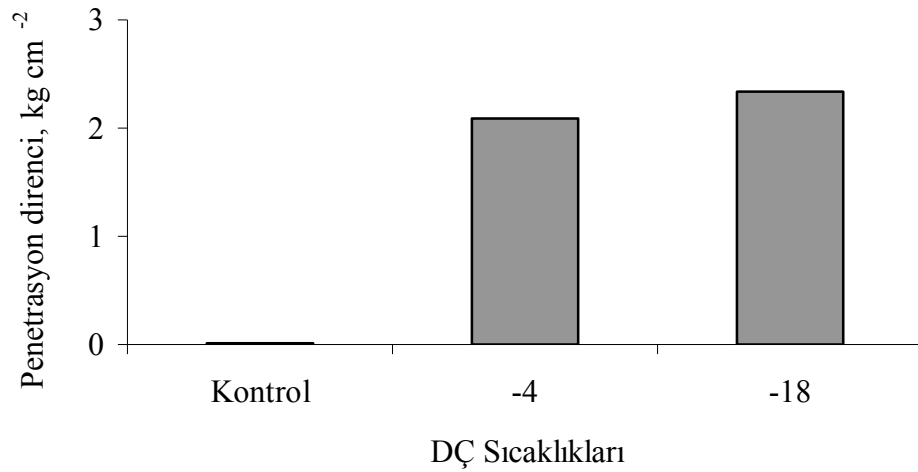
Şekil 4.103. Topraklarda farklı DÇ sıcaklıkları ile PD değerleri arasındaki ilişkiler

Çizelge 4.73 ve Şekil 4.103'den görüleceği gibi toprakların donma anındaki sıcaklık dereceleri (-4 ve -18°C), PD değerlerinde kontrole göre önemli derecede artışlara neden olmuştur. Penetrasyon direnci Vertisol ordosunda -4°C ile -18°C'de sırasıyla 1,51 ve 1,71 kg cm⁻², Entisol ordosunda 2,32 ve 2,79 kg cm⁻², Mollisol ordosunda 2,68 ve 2,90 kg cm⁻² ve Aridisol ordosunda 1,84 ile 1,96 kg cm⁻² ölçülmüştür. Topraklarda en yüksek PD değeri -18°C'lerde ölçülmüştür.

Araştırma topraklarında kontrole göre DÇ sıcaklıklarının (-4°C ve -18°C) PD üzerine çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) etkili olduğu görülürken; Vertisol ve Aridisol ordolarında -4°C ile -18°C arasında fark olmadığı belirlenmiştir. Entisol ve Mollisol ordolarında ise DÇ sıcaklıkları arasında istatistiki olarak çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) farklılıklar olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.73).

Çizelge 4.74. Farklı DÇ sıcaklıklarında PD değerleri

DÇ sıcaklığı	Toprak ordoları	PD, kg cm ⁻²	Ortalama
Kontrol	Vertisol	0,0	0,0C
	Entisol	0,0	
	Mollisol	0,0	
	Aridisol	0,0	
-4°C	Vertisol	1,51d	2,09B
	Entisol	2,32b	
	Mollisol	2,68a	
	Aridisol	1,84c	
-18°C	Vertisol	1,71c	2,34A
	Entisol	2,79a	
	Mollisol	2,90a	
	Aridisol	1,96b	

**Şekil 4.104.** Farklı DÇ sıcaklıkları ile ortalama PD değerleri arasındaki ilişkiler

Araştırma topraklarının -4°C ve -18°C’de DÇ süreçlerine tabi tutulması ortalama PD değerlerini istatistiksel olarak çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) etkilediği belirlenmiştir (Çizelge 4.74 ve Şekil 4.104). Çizelge ve Şekilden de görüldüğü gibi kontrolde ortalama PD değeri 0 kg cm⁻² iken -4°C ve -18°C’de sırasıyla 2,09 ve 2,34 kg cm⁻² olarak belirlenmiştir. Penetrasyon direnci üzerine düşük sıcaklığın (-18°C) arttırıcı etkisi daha fazla olmuştur. DÇ sıcaklıkları ile penetrasyon direnci arasında pozitif ilişki saptanmış olup, PD değerleri donma sıcaklığına bağlı olarak azalan artışlar şeklinde seyir göstermektedir.

Araştırma topraklarının muamelelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrası penetrasyon direnci değerleri ile arasındaki değişimler Çizelge 4.75’de verilmiştir.

Çizelge 4.75. Topraklarda muamelelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrasında penetrasyon direnci değerleri

Muameleler	DÇ süreci	Vertisol	Entisol	Mollisol	Aridisol	Ortalama
Kontrol	öncesi	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0b
	sonrası	1,84c	2,28b	2,63a	1,65d	2,10aC
PVA	öncesi	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0b
	sonrası	0,86c	1,58b	2,01a	0,55d	1,25aD
HA	öncesi	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0b
	sonrası	1,52c	2,74a	2,77a	2,45b	2,37aB
PAM	öncesi	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0b
	sonrası	1,74c	2,83a	2,89a	2,36b	2,46aA
Ortalama	öncesi	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0b
	sonrası	1,49D	2,36B	2,58A	1,75C	2,04a

Çizelgeden de görüleceği üzere DÇ süreçleri tüm topraklar ve muamelelerde PD artırmıştır. DÇ süreçleri sonrası ortalama PD değerinde en fazla artış Mollisol ordosu ($2,58 \text{ kg cm}^{-2}$) ile PAM muamelesinde ($2,46 \text{ kg cm}^{-2}$) gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.75’de görüleceği üzere DÇ süreçleri öncesi kontrol muamele düzeyinde toprakların ortalama PD değeri 0 kg cm^{-2} iken DÇ süreçleri sonrasında artarak $2,10 \text{ kg cm}^{-2}$ olarak tespit edilmiştir. Muamelelerin DÇ süreçleri öncesi ve sonrası ortalama PD değerleri incelendiğinde; DÇ süreçleri öncesi PD değerlerinin 0 kg cm^{-2} olduğu ve DÇ süreçleri sonrasında PVA muamelesinde toprakların ortalama PD $1,25 \text{ kg cm}^{-2}$, HA muamelesinde $2,37 \text{ kg cm}^{-2}$ ve PAM muamelesinde $2,46 \text{ kg cm}^{-2}$ olduğu görülmektedir.

Tüm muamelelerde DÇ öncesi ve sonrası ortalama PD değerleri arasında çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklar olduğu belirlenmiştir. DÇ süreçleri sonrasında muameleler karşılaştırması dikkate alındığında muamelelerin birbirlerinden çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklı olduğu görülmektedir.

DÇ süreçleri öncesi kontrol muamelelerinin ortalama PD değeri 0 kg cm^{-2} iken DÇ süreçleri sonrası artarak $2,10 \text{ kg cm}^{-2}$ olarak tespit edilmiştir. PVA, HA ve PAM muamelelerinin de DÇ süreçleri öncesi ortalama PD 0 kg cm^{-2} iken DÇ süreçleri sonrası artarak $2,03 \text{ kg cm}^{-2}$ olmuştur (Çizelge 4.76).

Çizelge 4.76. Topraklarda DÇ süreçleri sonrasında kontrol ile muameleler ortalama PD değerleri ve arasındaki farklılıklar

Toprak ordoları	DÇ sonrası kontrol ortalama PD, kg cm^{-2}	DÇ sonrası PVA, HA ve PAM ortalama PD, kg cm^{-2}	Fark, %
Vertisol	1,84	1,37	-25,5
Entisol	2,28	2,38	+4,4
Mollisol	2,63	2,56	-2,7
Aridisol	1,65	1,79	+8,5
Ortalama	2,10	2,03	-3,3

Araştırma topraklarının DÇ süreçleri sonrası kontrol seviyesinde PD değerleri sırasıyla $1,84 \text{ kg cm}^{-2}$, $2,28 \text{ kg cm}^{-2}$, $2,63 \text{ kg cm}^{-2}$ ve $1,65 \text{ kg cm}^{-2}$ iken PVA, HA ve PAM ortalama PD değerleri kontrole göre Vertisol ordosunda %25,5; Mollisolda %2,7 daha az; Entisolde %4,4 ve Aridisolde %8,5 daha fazla olduğu belirlenmiştir. Genel ortalama olarak DÇ süreçleri sonrası kontrol düzeyinde PD değeri $2,10 \text{ kg cm}^{-2}$ iken muameleler genel ortalaması kontrolden %3,3 daha düşük olup $2,03 \text{ kg cm}^{-2}$ bulunmuştur (Çizelge 4.76).

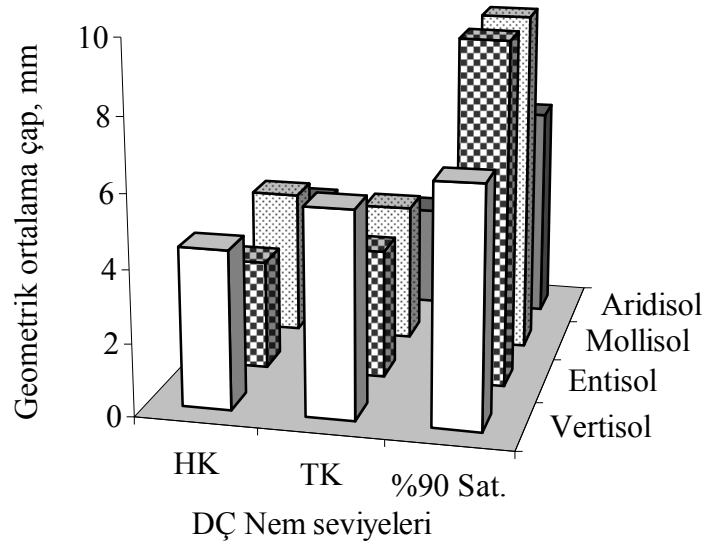
4.5.9. Geometrik ortalama ap (GO)

Araştırma topraklarının farklı nem seviyelerinde D süreçleri sonucu elde edilen geometrik ortalama çap değerleri izelge 4.77 ve 4.78’de verilmiştir.

Çizelge 4.77. Toprakların farklı nem seviyelerinde D süreçleri sonucu GO değerleri

Toprak ordoları	D nem seviyesi, %		GO, mm	Değişim, %
Vertisol	HK	8,54	4,38c	-
	TK	44,39	5,68b	+29,7
	%90 Sat.	56,00	6,55a	+49,5
Entisol	HK	5,16	3,02c	-
	TK	34,61	3,57b	+18,2
	%90 Sat.	55,29	9,49a	+214,2
Mollisol	HK	4,09	4,03b	-
	TK	37,46	3,85b	-4,5
	%90 Sat.	53,87	9,51a	+136,0
Aridisol	HK	3,45	2,95b	-
	TK	37,28	2,86b	-3,1
	%90 Sat.	52,11	6,00a	+103,4

Çizelge 4.77 ve Şekil 4.105’den de görüldüğü gibi toprak nem içeriğinin artmasına bağlı olarak GO değerlerinde genel olarak bir artış gözlemlenmiştir. Vertisol ordosu toprağında HK nem seviyesinde GO değeri 4,38 mm iken D nem seviyesinin TK ve %90 saturasyon durumlarında 5,68 mm ve 6,55 mm’ye yükselerek %29,7 ve %49,5 oranlarında artışlar olduğu belirlenmiştir. Entisol ordosunda 3,02 mm’den 3,57 mm ve 9,49 mm’ye yükselerek %18,2 ve %214,2 oranlarında artış; Mollisol ordosunda 4,03 mm’den 3,85 mm’ye düşerek %4,5 oranında azalış ve 9,51 mm’ye yükselerek %136,0 oranında artış; Aridisol ordosunda 2,95 mm’den 2,86 mm’ye düşerek %3,1 oranında azalış ve 6,00 mm’ye yükselerek %103,4 oranında artış olduğu belirlenmiştir. GO değerleri açısından araştırma topraklarında nem içerikleri arasında çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklılıklar olduğu gözlemlenmiştir. Vertisol ve Entisol ordolarında tüm nem seviyelerinin birbirinden istatistiki olarak çok önemli seviyede ($p<0,01$) farklı olduğu belirlenirken, Mollisol ve Aridisol ordolarında HK ile TK nem seviyeleri arasında istatistiki anlamda fark olmadığı belirlenmiştir.

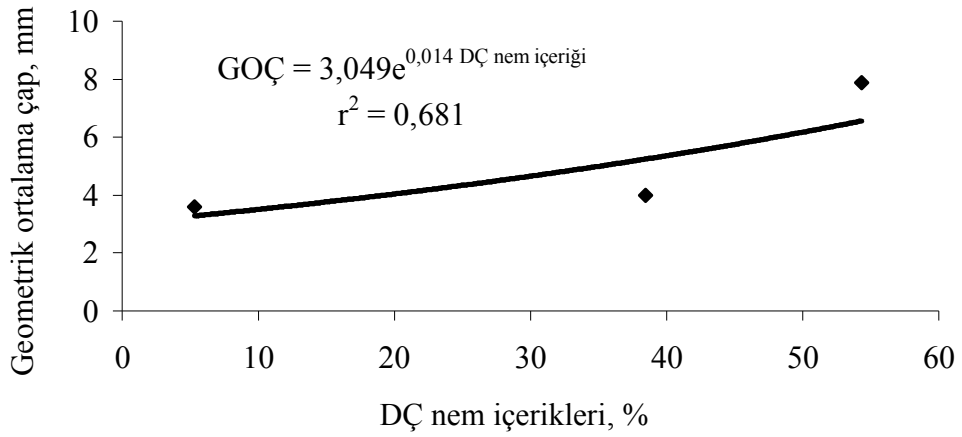


Şekil 4.105. Topraklarda farklı DÇ nem seviyeleri ile GOÇ değerleri arasındaki ilişkiler

Araştırma topraklarının artan nem seviyelerinde DÇ süreçlerine tabi tutulması ortalama GOÇ değerlerini arttırmıştır (Çizelge 4.78 ve Şekil 4.106). Çizelge ve Şekilden de görüldüğü gibi HK nem seviyesinde ortalama GOÇ değeri 3,59 mm iken donma neminin TK ve %90 saturasyon olduğu durumlarda 3,99 mm ve 7,89 mm'ye yükselmiştir.

Çizelge 4.78. Farklı nem seviyelerinde DÇ sonucu GOÇ değerleri

Toprak ordoları	DÇ nem seviyesi, %		GOÇ, mm	Ortalama	Değişim, %	
Vertisol	HK	8,54	5,31	4,38a	3,59C	-
Entisol		5,16		3,02b		
Mollisol		4,09		4,03a		
Aridisol		3,45		2,95b		
Vertisol	TK	44,39	38,44	5,68a	3,99B	+11,1
Entisol		34,61		3,57b		
Mollisol		37,46		3,85b		
Aridisol		37,28		2,86c		
Vertisol	%90 Sat.	56,00	54,32	6,55b	7,89A	+119,8
Entisol		55,29		9,49a		
Mollisol		53,87		9,51a		
Aridisol		52,11		6,00c		



Şekil 4.106. Farklı nem seviyeleri ile ortalama GOÇ değerleri arasındaki ilişkiler

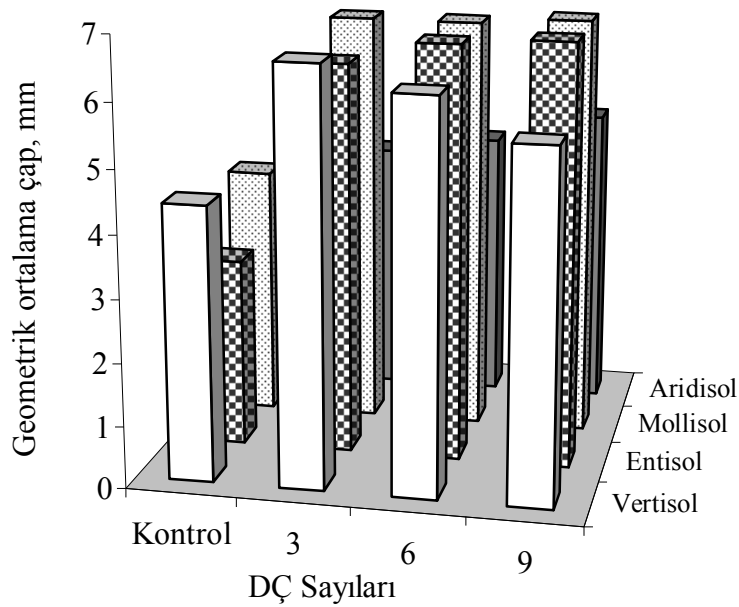
Donma nem seviyesinin HK seviyeden TK seviyesine çıkması sonucu ortalama GOÇ'da %11,1; %90 saturasyon nem seviyesine çıkması sonucu %119,8 oranında artışlar meydana gelmiştir.

Nem seviyelerinin GOÇ değerleri üzerine istatistiki olarak çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, artan nem içeriği ile GOÇ değeri arasında pozitif üstel ilişkinin olduğu ($r^2 = 0,681$) belirlenmiş olup nem artışına bağlı olarak GOÇ'da meydana gelen artışlar, artan artışlar şeklinde seyir göstermektedir. %90 saturasyon nem seviyesinde meydana gelen DÇ süreçlerinin TK nem seviyesinde meydana gelen DÇ süreçlerine göre GOÇ değerlerini daha fazla arttırdığı görülmektedir.

Araştırma topraklarının farklı sayılarda DÇ süreçleri sonucu elde edilen GOÇ değerleri Çizelge 4.79 ve Şekil 4.107’de verilmiştir.

Çizelge 4.79. Toprakların farklı sayılarda DÇ süreçleri sonucu GOÇ değerleri

Toprak ordoları	DÇ sayısı	GOÇ, mm	Değişim, %
Vertisol	Kontrol	4,38b	-
	3	6,59a	+50,5
	6	6,20a	+41,6
	9	5,55a	+26,7
Entisol	Kontrol	3,02b	-
	3	6,25a	+107,0
	6	6,62a	+119,2
	9	6,72a	+122,5
Mollisol	Kontrol	4,03b	-
	3	6,66a	+65,3
	6	6,65a	+65,0
	9	6,74a	+67,2
Aridisol	Kontrol	2,95b	-
	3	4,10a	+39,0
	6	4,36a	+47,8
	9	4,83a	+63,7



Şekil 4.107. Topraklarda farklı DÇ sayıları ile GOÇ değerleri arasındaki ilişkiler

Çizelge 4.79 ve Şekil 4.107'den görüleceği gibi DÇ sayısının artmasıyla GOÇ değerlerinde artışlar olduğu görülmektedir. Vertisol ordosu kontrol grubunda GOÇ değeri 4,38 mm iken 3 DÇ'de %50,5 artış meydana gelerek 6,59 mm , 6 DÇ'de %41,6 artışla 6,20 mm ve 9 DÇ'de %26,7 artış meydana gelerek 5,55 mm olarak belirlenmiştir. Entisol ordosu kontrol grubunda 3,02 mm olan GOÇ değeri DÇ sayısının artışına göre sırasıyla %107,0, %119,2 ve %122,5 oranlarında artarak 6,25 mm, 6,62 mm ve 6,72 mm; Mollisol ordosunda 4,03 mm'den %65,3 %65,0 ve %67,2 oranlarında artarak 6,66 mm, 6,65 mm ve 6,74 mm olarak belirlenmiştir. Aridisol ordosu kontrol grubunda 2,95 mm olan GOÇ 3 DÇ sonucunda %39,0 oranın artarak 4,10 mm ve 6 ile 9 DÇ'de %47,8 ve %63,7 oranlarında artarak 4,36 mm ve 4,83 mm olarak belirlenmiştir.

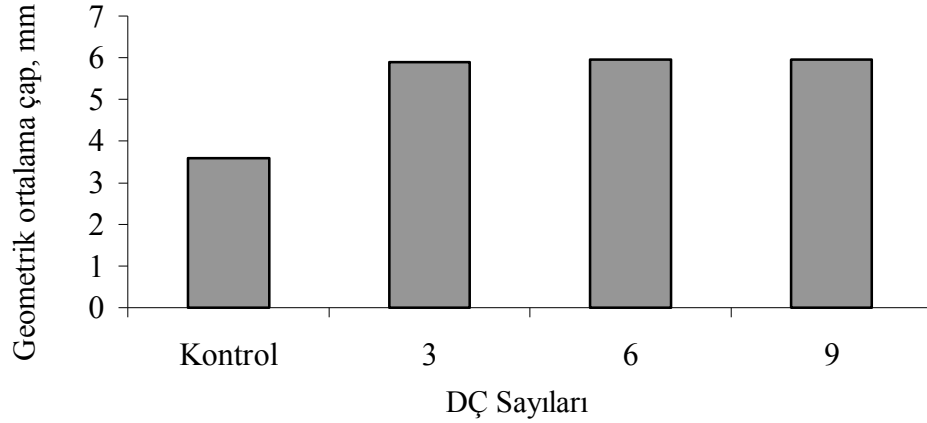
Çizelge 4.79 ve Şekil 4.107'den görüleceği üzere, Vertisol ordosu hariç, diğer ordolarda en yüksek GOÇ değerleri 9 DÇ süreci sonunda belirlenmiş olup oransal olarak en fazla artış Entisol ordosunda olmuştur. Vertisol ordosunda DÇ süreçlerinin başlamasıyla 3 DÇ sonucunda GOÇ en yüksek seviyeye çıkmış ve DÇ süreçlerinin devam etmesiyle GOÇ'da düşüşler meydana geldiği belirlenmiştir. Araştırma topraklarında DÇ sayılarının kontrole göre GOÇ üzerine istatistiki olarak çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkili olduğu belirlenirken; DÇ sayıları (3,6,9) arasında istatistiki fark olmadığı belirlenmiştir.

Araştırma topraklarının artan sayılarda DÇ süreçlerine tabi tutulması ortalama GOÇ değerlerini arttırmıştır (Çizelge 4.80 ve Şekil 4.108). Çizelge ve Şekilden de görüldüğü gibi kontrol grubunda ortalama GOÇ değeri 3,59 mm iken 3 DÇ sonucunda %64,3 artarak 5,90 mm; 6 ve 9 DÇ'de %66,0 artarak 5,96 mm olarak belirlenmiştir.

DÇ sayıları ile kontrol DÇ arasında istatistiki anlamda çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklılık olmasına rağmen; 3, 6 ve 9 DÇ arasında istatistiki fark olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.80. Farklı DÇ sayıları sonucu GOÇ değerleri

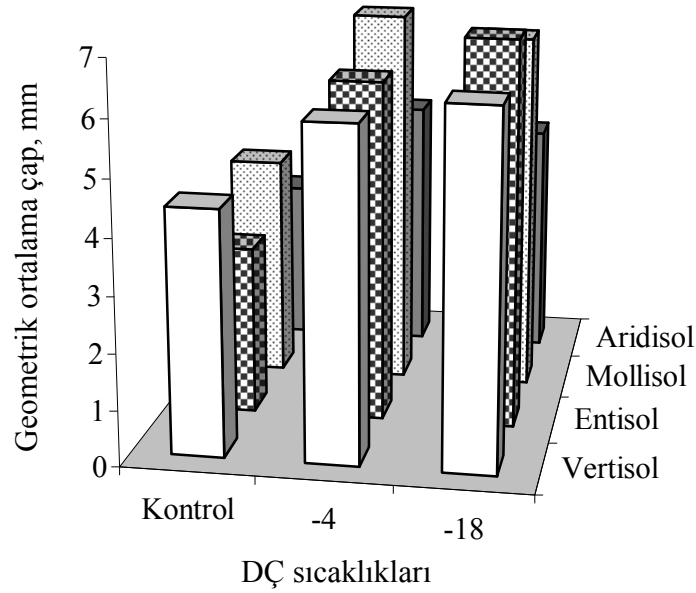
DÇ sayısı	Toprak ordoları	GOÇ, mm	Ortalama	Değişim, %
Kontrol	Vertisol	4,38a	3,59B	-
	Entisol	3,02b		
	Mollisol	4,03a		
	Aridisol	2,95b		
3	Vertisol	6,59a	5,90A	+64,3
	Entisol	6,25a		
	Mollisol	6,66a		
	Aridisol	4,10b		
6	Vertisol	6,20a	5,96A	+66,0
	Entisol	6,62a		
	Mollisol	6,65a		
	Aridisol	4,36b		
9	Vertisol	5,55b	5,96A	+66,0
	Entisol	6,72a		
	Mollisol	6,74a		
	Aridisol	4,83c		

**Şekil 4.108.** DÇ sayıları ile ortalama GOÇ değerleri arasındaki ilişkiler

Araştırma topraklarının farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonucu elde edilen GOÇ değerleri Çizelge 4.81 ve Şekil 4.109’da verilmiştir.

Çizelge 4.81. Toprakların farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonucu GOÇ değerleri

Toprak ordoları	DÇ sıcaklığı	GOÇ, mm	Değişim, %
Vertisol	Kontrol	4,38b	-
	-4	5,92a	+35,2
	-18	6,31a	+44,1
Entisol	Kontrol	3,02c	-
	-4	6,12b	+102,6
	-18	6,94a	+129,8
Mollisol	Kontrol	4,03b	-
	-4	6,85a	+70,0
	-18	6,51a	+61,5
Aridisol	Kontrol	2,94b	-
	-4	4,62a	+57,1
	-18	4,25a	+44,6



Şekil 4.109. Topraklarda farklı DÇ sıcaklıkları ile GOÇ değerleri arasındaki ilişkiler

Çizelge 4.81 ve Şekil 4.109'dan görüleceği gibi toprakların donma anındaki sıcaklık dereceleri (-4 ve -18°C), GOÇ değerlerinde kontrole göre önemli derecede artışlara neden olmuştur.

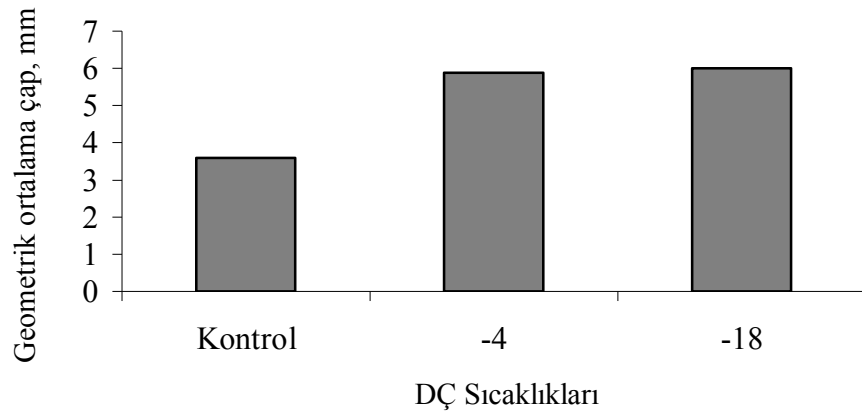
Vertisol ordosunda kontrol seviyesinde GOÇ değeri 4,38 mm iken -4°C'de DÇ sonucunda %35,2 artış meydana gelerek 5,92 mm, -18°C'de %44,1 artış sonucu 6,31 mm olarak belirlenmiştir. Entisol ordosu kontrolde 3,02 mm olan GOÇ değeri -4°C ve -18°C'de sırasıyla %102,6 ve %129,8 oranlarında artarak 6,12 mm ve 6,94 mm olarak; Mollisol ordosunda 4,03 mm'den %70,0 ve %61,5 oranlarında artarak 6,85 mm ve 6,51 mm olarak belirlenmiştir. Aridisol ordosunda da 2,94 mm olan GOÇ değeri %57,1 ve %44,6 oranlarında artarak 4,62 mm ve 4,25 mm olarak belirlenmiştir. Kontrole göre en fazla artış Mollisol ordosunda -18°C'de %129,8 oranında gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.81 ve Şekil 4.109'dan görüleceği üzere, Vertisol ve Entisol ordolarında -18°C'lerdeki GOÇ değerleri -4°C'deki GOÇ değerlerinden daha büyük bulunurken; Mollisol ve Aridisol ordolarında ise -4°C'deki GOÇ değerleri -18°C'deki GOÇ değerlerinden daha büyük bulunmuştur.

Araştırma topraklarında kontrole göre DÇ sıcaklıklarının (-4°C ve -18°C) GOÇ üzerine çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkili olduğu görülürken; Vertisol, Mollisol ve Aridisol ordolarında -4°C ile -18°C arasında fark olmadığı belirlenmiştir. Entisol ordosunda ise DÇ sıcaklıkları arasında çok önemli düzeyde fark görülmektedir.

Çizelge 4.82. Farklı DÇ sıcaklıklarında GOÇ değerleri

DÇ sıcaklığı	Toprak ordoları	GOÇ, mm	Ortalama	Değişim, %
Kontrol	Vertisol	4,38a	3,59B	-
	Entisol	3,02b		
	Mollisol	4,03a		
	Aridisol	2,94b		
-4°C	Vertisol	5,92b	5,88A	+63,8
	Entisol	6,12b		
	Mollisol	6,85a		
	Aridisol	4,62c		
-18°C	Vertisol	6,31b	6,00A	+67,1
	Entisol	6,94a		
	Mollisol	6,51ab		
	Aridisol	4,25c		

**Şekil 4.110.** Farklı DÇ sıcaklıkları ile ortalama GOÇ değerleri arasındaki ilişkiler

Araştırma topraklarının -4°C ve -18°C’de DÇ süreçlerine tabi tutulması ortalama GOÇ değerlerini istatistiksel olarak çok önemli düzeyde etkilemiştir (Çizelge 4.82 ve Şekil 4.110). Çizelge ve Şekilden de görüldüğü gibi kontrolde ortalama GOÇ değeri 3,59 mm iken -4°C ve -18°C’de sırasıyla %63,8 ve %67,1 oranında artarak 5,88 mm ve 6,00 mm olarak belirlenmiştir. GOÇ değerleri üzerine düşük sıcaklıkta (-18°C) donma daha fazla etkili olmuştur. DÇ sıcaklıkları ile GOÇ değerleri arasında pozitif ilişki saptanmış olup, GOÇ değerleri donma sıcaklığına bağlı olarak azalan artışlar şeklinde seyir göstermektedir. Topraklarının -4°C ve -18°C’de DÇ süreçlerine tabi tutulması sonucu elde edilen ortalama GOÇ değerleri ile kontrol düzeyindeki GOÇ değerleri arasında

istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) farklılık olmasına rağmen; -4°C ile -18°C 'de DÇ süreçlerine tabi tutulması sonucu elde edilen ortalama GOÇ değerleri arasında istatistiki olarak fark olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.82).

Araştırma topraklarının muamelelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrası GOÇ değerleri ile arasındaki değişimler Çizelge 4.83'de verilmiştir.

Çizelge 4.83. Topraklarda muamelelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrasında GOÇ değerleri

Muameleler	DÇ süreci	Vertisol	Entisol	Mollisol	Aridisol	Ortalama
Kontrol	öncesi	1,68	1,46	1,67	1,65	1,62b
	sonrası	4,31b	5,20a	5,53a	3,35c	4,60aB
Değişim, %		+156,5	+256,2	+231,1	+103,0	+184,0
PVA	öncesi	4,05	3,09	4,36	2,69	3,55b
	sonrası	6,70a	4,71b	5,25b	2,61c	4,82aB
Değişim, %		+65,4	+52,4	+20,4	-3,0	+35,8
HA	öncesi	6,47	3,85	5,80	4,12	5,06b
	sonrası	6,53b	7,50a	7,50a	5,78d	6,83aA
Değişim, %		+0,9	+94,8	+29,3	+40,3	+35,0
PAM	öncesi	5,31	3,69	4,28	3,34	4,16b
	sonrası	6,38b	7,63a	7,62a	5,55c	6,80aA
Değişim, %		+20,2	+106,8	+78,0	+66,2	+63,5
Ortalama	öncesi	4,38bA	3,02bC	4,03bB	2,95bC	3,60b
	sonrası	5,98aB	6,26aAB	6,48aA	4,32aC	5,76a
Değişim, %		+36,5	+107,3	+60,8	+46,4	+60,0

Çizelgeden de görüleceği üzere DÇ süreçleri; Aridisol ordosu PVA muamelesi hariç; tüm topraklar ve muamelelerde GOÇ'ı artırmıştır. Aridisol ordosu PVA muamelesinde DÇ süreçleri GOÇ değerini çok küçük oranda ($-\%3,0$) düşürmüştür. Kontrol muamelesinde DÇ süreçleri sonrası GOÇ değerinde en fazla artış Entisol ordosunda $+\%256,2$ oranında meydana gelirken en az artış Aridisol ordosunda $\%103,0$ oranında gerçekleşmiştir. DÇ süreçleri sonrası ortalama olarak GOÇ'da en fazla artış Entisol ordosunda ($\%107,3$) meydana gelmiştir.

Çizelge 4.83’de görüleceği üzere DÇ süreçleri öncesi kontrol muamele düzeyinde toprakların ortalama GOÇ değeri 1,62 mm iken DÇ süreçleri sonrasında %184,0 artarak ortalama GOÇ 4,60 mm olarak tespit edilmiştir. Muamelelerin DÇ süreçleri öncesi ve sonrası ortalama GOÇ değerleri incelendiğinde; PVA muamelesinde toprakların ortalama GOÇ değeri 3,55 mm iken DÇ süreçleri sonrasında %35,8 artarak ortalama GOÇ 4,82 mm; HA uygulamasında 5,06 mm iken %35,0 artarak 6,83 mm ve PAM uygulamasında 4,16 mm iken %63,5 artarak 6,80 mm olduğu belirlenmiştir. Toprakların ortalaması olarak DÇ süreçleri öncesi GOÇ 3,60 mm iken DÇ süreçleri sonrası 5,76 mm’ye yükselerek %60,0 artışın meydana geldiği belirlenmiştir.

Tüm muamelelerde DÇ öncesi ve sonrası ortalama GOÇ değerleri arasında çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklar olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, kontrol ile PVA muamelesi ve HA ile PAM muamelesi arasında DÇ süreçleri sonrası ortalama GOÇ değerleri bakımından istatistiki anlamda fark olmadığı belirlenirken HA ile PAM’ın kontrol ve PVA’dan çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklı olduğu belirlenmiştir.

DÇ süreçleri öncesi kontrol muamelelerinin ortalama GOÇ değeri 1,62 mm iken DÇ süreçleri sonrası %184,0 artarak 4,60 mm olarak tespit edilmiştir. PVA, HA ve PAM muamelelerinin DÇ süreçleri öncesi ortalama GOÇ değeri 4,26 mm iken DÇ süreçleri sonrası %44,4 artarak 6,15 mm olmuştur. DÇ süreçleri sonucunda muamele uygulanmış topraklarda oransal olarak daha az artışlar meydana gelmesine rağmen ortalama GOÇ değeri kontrol düzeyindeki ortalama GOÇ değerinden %33,7 daha fazladır (Çizelge 4.84).

Çizelge 4.84. Topraklarda DÇ süreçleri sonrasında kontrol ile muameleler ortalama GOÇ değerleri ve arasındaki farklılıklar

Toprak ordoları	DÇ sonrası kontrol GOÇ, mm	DÇ sonrası PVA, HA ve PAM ortalama GOÇ, mm	Fark, %
Vertisol	4,31	6,54	+51,7
Entisol	5,20	6,61	+24,1
Mollisol	5,53	6,79	+22,8
Aridisol	3,35	4,64	+38,5
Ortalama	4,60	6,15	+33,7

Araştırma topraklarının DÇ süreçleri sonrası kontrol seviyesinde GOÇ değerleri 4,31 mm, 5,20 mm, 5,53 mm ve 3,35 mm iken PVA, HA ve PAM ortalama GOÇ değerleri kontrole göre Vertisol ordosunda %51,7, Entisolde %24,1, Mollisolde %22,8 ve Aridisolde %38,5 daha fazla olduğu belirlenmiştir. Genel ortalama olarak DÇ süreçleri sonrası kontrol düzeyinde GOÇ değeri 4,60 mm iken muameleler genel ortalaması kontrolden %33,7 daha fazla olup 6,15 mm bulunmuştur (Çizelge 4.84).

4.5.10. Mekaniksel stabilite (MS)

Araştırma topraklarının farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonucu elde edilen mekaniksel stabilite değerleri Çizelge 4.85 ve 4.86’da verilmiştir.

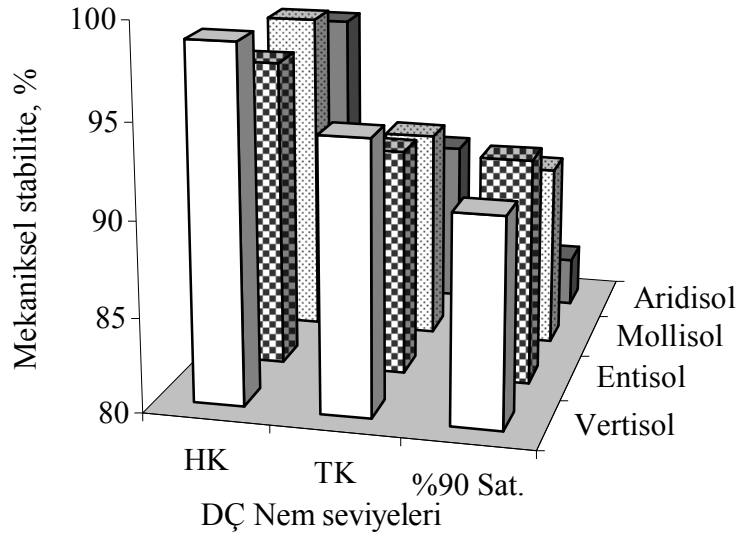
Çizelge 4.85. Toprakların farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonucu MS değerleri

Toprak ordoları	DÇ nem seviyesi, %		MS, %	Değişim, %
Vertisol	HK	8,54	98,77a	-
	TK	44,39	94,40b	-4,4
	%90 Sat.	56,00	90,98c	-7,9
Entisol	HK	5,16	96,33	-
	TK	34,61	92,00	-4,5
	%90 Sat.	55,29	91,95	-4,5
Mollisol	HK	4,09	97,33a	-
	TK	37,46	91,21b	-6,3
	%90 Sat.	53,87	89,72b	-7,8
Aridisol	HK	3,45	95,98a	-
	TK	37,28	88,83b	-7,4
	%90 Sat.	52,11	82,60c	-13,9

Çizelge 4.85 ve Şekil 4.111’den de görüldüğü gibi toprak nem içeriğinin artmasına bağlı olarak MS değerleri tüm topraklarda düşmektedir. Vertisol ordosu toprağında HK nem seviyesinde MS değeri %98,77 iken DÇ nem seviyesinin TK ve %90 saturasyon durumlarında %94,40 ve %90,98’e düşerek %4,4 ve %7,9 oranlarında düşüşler olduğu belirlenmiştir. Entisol ordosunda %96,33’den %92,00 ve %91,95’e düşerek %4,5 oranında azalma; Mollisol ordosunda %97,33’den %91,21 ve %89,77’ye düşerek %6,3 ve %7,8 oranlarında azalma; Aridisol ordosunda %95,98’den %88,83 ve %82,60’a

düşerek %7,4 ile %13,9 oranlarında azalmalar olduğu belirlenmiştir. DÇ süreçleri sonrasında en düşük MS değerleri kum ve kaba iskelet maddesi içeriği en fazla olan Aridisol ordosunda tespit edilmiştir.

Vertisol ve Aridisol ordolarında HK nem içeriği ile diğer nem seviyeleri arasında çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklılık belirlenmiştir. Mollisol ordosunda HK ile TK ve %90 saturasyon nem seviyeleri arasında istatistiki anlamda ($p<0,01$) çok önemli düzeyde fark saptanmasına karşın; TK ile %90 saturasyon nem seviyeleri arasında farklılık olmadığı belirlenmiştir. Entisol ordosunda ise DÇ nem seviyeleri arasında istatistiki fark olmadığı tespit edilmiştir.

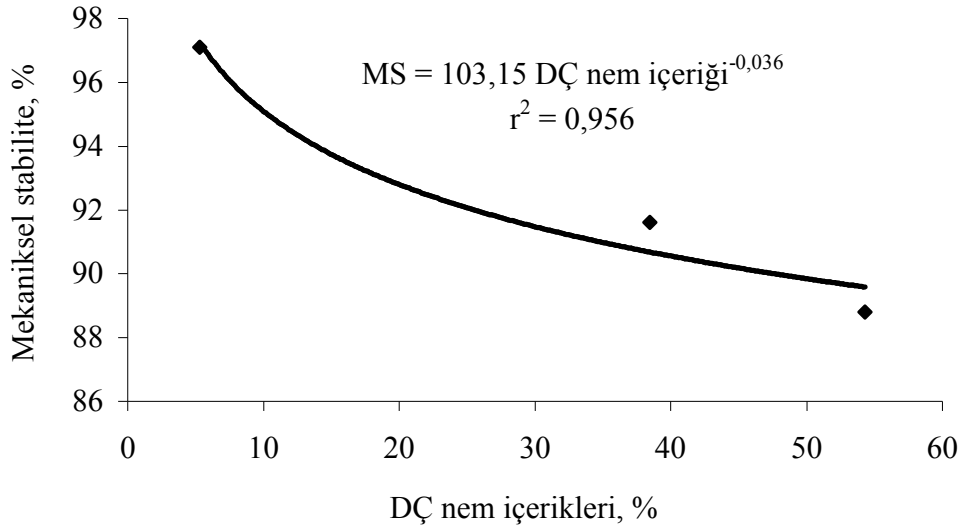


Şekil 4.111. Topraklarda farklı DÇ nem seviyeleri ile MS değerleri arasındaki ilişkiler

Araştırma topraklarının artan nem seviyelerinde DÇ süreçlerine tabi tutulması ortalama MS değerlerini düşürmüştür (Çizelge 4.86 ve Şekil 4.112). Çizelge ve Şekilden de görüldüğü gibi HK nem seviyesinde ortalama MS değeri %97,10 iken donma neminin TK ve %90 saturasyon olduğu durumlarda %91,61 ve %88,81'e düşmüştür. Donma nem seviyesinin HK seviyeden TK seviyesine çıkması sonucu MS'de %5,7; %90 saturasyon nem seviyesine çıkması sonucu %8,5 oranında azalmanın meydana geldiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.86. Farklı nem seviyelerinde DÇ sonucu MS değerleri

Toprak ordoları	DÇ nem seviyesi, %		MS, %	Ortalama	Değişim, %	
Vertisol	HK	8,54	5,31	98,77a	97,10A	-
Entisol		5,16		96,33c		
Mollisol		4,09		97,33b		
Aridisol		3,45		95,98c		
Vertisol	TK	44,39	38,44	94,40a	91,61B	-5,7
Entisol		34,61		92,00b		
Mollisol		37,46		91,21b		
Aridisol		37,28		88,83c		
Vertisol	%90 Sat.	56,00	54,32	90,98ab	88,81C	-8,5
Entisol		55,29		91,95a		
Mollisol		53,87		89,72b		
Aridisol		52,11		82,60c		

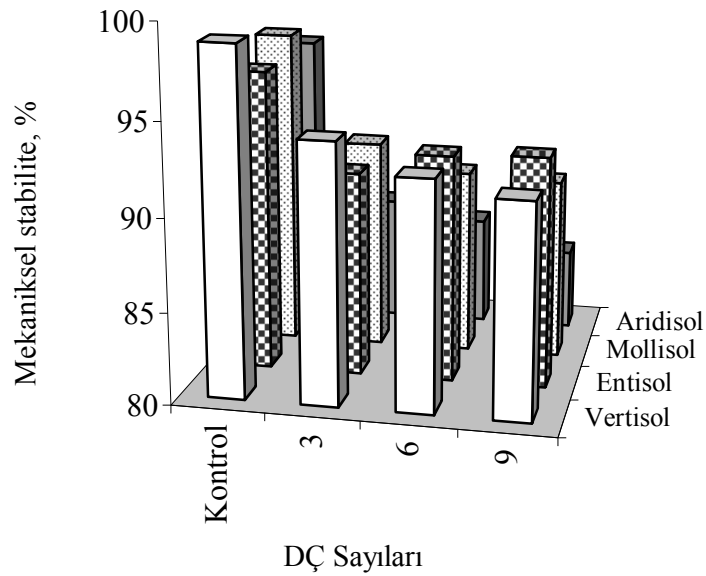
**Şekil 4.112.** Farklı nem seviyeleri ile ortalama MS değerleri arasındaki ilişkiler

Nem seviyelerinin MS değerleri üzerine istatistiki olarak çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) etkili olduğu görülmektedir. Ayrıca, artan nem içeriği ile MS değeri arasında negatif üssel ilişkinin olduğu ($r^2 = 0,956$) belirlenmiş olup artan nem içeriğine bağlı olarak MS değerindeki düşüş azalan azalışlar şeklinde seyretmektedir. %90 saturasyon nem seviyesinde meydana gelen DÇ süreçlerinin TK nem seviyesinde meydana gelen DÇ süreçlerine göre MS değerleri üzerine daha fazla olumsuz etki yaptığı görülmektedir.

Araştırma topraklarının farklı sayılarda DÇ süreçleri sonucu elde edilen MS değerleri Çizelge 4.87 ve Şekil 4.113’de verilmiştir.

Çizelge 4.87. Toprakların farklı sayılarda DÇ süreçleri sonucu MS değerleri

Toprak ordoları	DÇ sayısı	MS, %	Değişim, %
Vertisol	Kontrol	98,77a	-
	3	94,06b	-4,8
	6	92,42b	-6,4
	9	91,59b	-7,3
Entisol	Kontrol	96,33a	-
	3	91,10b	-5,4
	6	92,32b	-4,2
	9	92,50b	-4,0
Mollisol	Kontrol	97,33a	-
	3	91,47b	-6,0
	6	90,10b	-7,4
	9	89,83b	-7,7
Aridisol	Kontrol	95,98a	-
	3	86,81b	-9,6
	6	85,95b	-10,5
	9	84,38b	-12,1



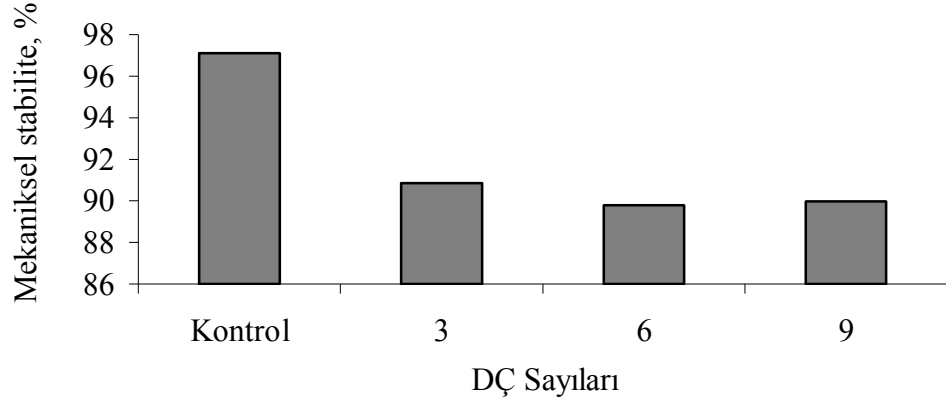
Şekil 4.113. Topraklarda farklı DÇ sayıları ile MS değerleri arasındaki ilişkiler

Çizelge 4.87 ve Şekil 4.113'den görüleceği gibi DÇ sayısının artmasıyla genel olarak MS değerlerinde düşüşler olduğu görülmektedir. Vertisol ordosu kontrol grubunda MS değeri %98,77 iken 3 DÇ'de %4,8 azalma meydana gelerek %94,06, 6 DÇ'de %6,4 azalma sonucu %92,42 ve 9 DÇ'de %7,3 azalma ile %91,59 olarak belirlenmiştir. Entisol ordosu kontrol grubunda %96,33 olan MS değeri DÇ sayısının artışına göre sırasıyla %5,4, %4,2 ve %4,0 oranlarında azalarak %91,10, %92,32 ve %92,50 olarak; Mollisol ordosunda %97,33'den %6,0, %7,4 ve %7,7 oranlarında azalarak %91,47, %90,10 ve %89,83 olarak belirlenmiştir. Aridisol ordosu kontrol grubunda %95,98 olan MS 3 DÇ'de %9,6 oranında azalarak %86,81 ve 6 ile 9 DÇ'de %10,5 ve %12,1 oranlarında düşerek %85,95 ve %84,38 olarak belirlenmiştir. Farklı sayılarda DÇ süreçleri sonrasında MS'de en fazla düşüşlerin kum ve kaba iskelet maddesi içeriği en fazla olan Aridisol ordosunda meydana geldiği görülmektedir.

Çizelge 4.87 ve Şekil 4.113'den görüleceği üzere, Entisol ordosu dışındaki diğer ordolarda DÇ sayısının artmasına bağlı olarak MS değerlerinde meydana gelen düşüşlerin arttığı ve en fazla düşüşlerin 9 DÇ sürecinde meydana geldiği tespit edilmiştir. Entisol ordosunda ise MS'de en fazla düşüş 3 DÇ'de meydana geldiği ve 6 ile 9 DÇ süreçlerinde 3 DÇ sürecinden daha az düşüşlerin meydana geldiği belirlenmiştir. Araştırma topraklarında DÇ sayılarının kontrol duruma göre MS üzerine istatistiki olarak çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkili olduğu belirlenirken; 3, 6 ve 9 DÇ süreçleri arasında fark olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.88. Farklı DÇ sayıları sonucu MS değerleri

DÇ sayısı	Toprak ordoları	MS, %	Ortalama	Değişim, %
Kontrol	Vertisol	98,77a	97,10A	-
	Entisol	96,33c		
	Mollisol	97,33b		
	Aridisol	95,98c		
3	Vertisol	94,06a	90,86B	-6,4
	Entisol	91,10b		
	Mollisol	91,47b		
	Aridisol	86,81c		
6	Vertisol	92,42a	89,80B	-7,5
	Entisol	92,32a		
	Mollisol	90,10b		
	Aridisol	85,95c		
9	Vertisol	91,59a	89,97B	-7,3
	Entisol	92,50a		
	Mollisol	89,83c		
	Aridisol	84,38b		

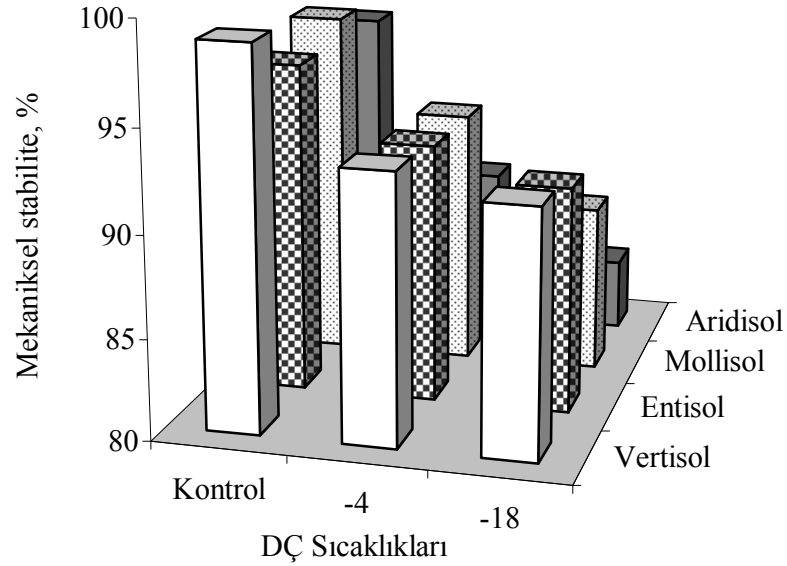
**Şekil 4.114.** Farklı DÇ sayıları ile ortalama MS değerleri arasındaki ilişkiler

Araştırma topraklarının artan sayılarda DÇ süreçlerine tabi tutulması ortalama MS değerlerini düşürmüştür (Çizelge 4.88 ve Şekil 4.114). Çizelge ve Şekilden de görüldüğü gibi kontrol grubunda ortalama MS değeri %97,10 iken 3 DÇ sayısında %6,4 azalarak %90,86; 6 DÇ’de %7,5 azalarak %89,80 ve 9 DÇ’de %7,3 azalarak %89,97 olarak belirlenmiştir. DÇ sayılarının (3, 6 ve 9) kontrol düzeyindeki 0 DÇ’den istatistiki anlamda çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) farklı olduğu belirlenirken; 3, 6 ve 9 DÇ arasında MS açısından fark olmadığı tespit edilmiştir.

Araştırma topraklarının farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonucu elde edilen MS değerleri Çizelge 4.89 ve Şekil 4.115’de verilmiştir.

Çizelge 4.89. Toprakların farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonucu MS değerleri

Toprak ordoları	DÇ sıcaklığı	MS, %	Değişim, %
Vertisol	Kontrol	98,77a	-
	-4	93,26b	-5,6
	-18	92,12b	-6,7
Entisol	Kontrol	96,33a	-
	-4	92,77b	-3,7
	-18	91,18b	-5,3
Mollisol	Kontrol	97,33a	-
	-4	92,66b	-4,8
	-18	88,27c	-9,3
Aridisol	Kontrol	95,98a	-
	-4	87,86b	-8,5
	-18	83,56c	-12,9



Şekil 4.115. Topraklarda farklı DÇ sıcaklıkları ile MS değerleri arasındaki ilişkiler

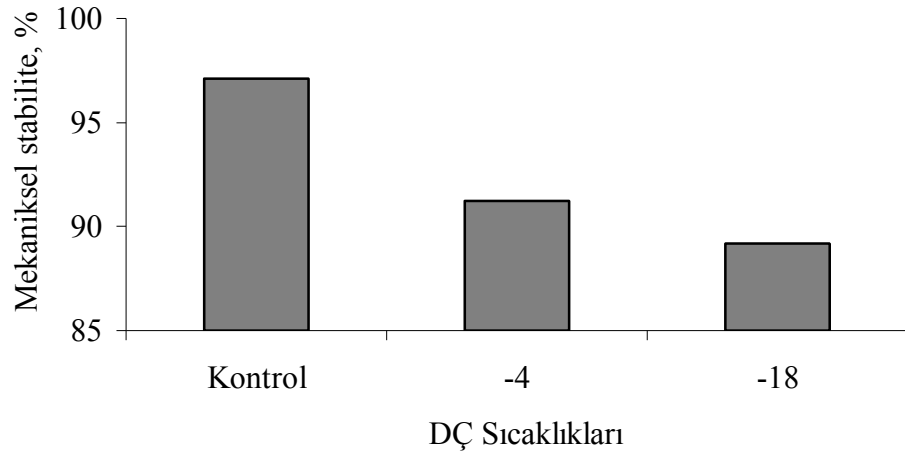
Çizelge 4.89 ve Şekil 4.115’den görüleceği üzere toprakların donma anındaki sıcaklık dereceleri (-4 ve -18°C), kontrole göre MS değerlerinde düşüslere neden olmuştur.

Vertisol ordosu kontrol seviyesinde MS değeri %98,77 iken -4°C 'de %5,6 azalma meydana gelerek %93,26, -18°C 'de de %6,7 azalışla %92,12 olarak belirlenmiştir. Entisol ordosu kontrolde %96,33 olan MS değeri -4°C ve -18°C 'de sırasıyla %3,7, %5,3 oranlarında azalarak %92,77 ve %91,18 olarak; Mollisol ordosunda %97,33'den %4,8 ve %9,3 oranlarında azalarak %92,66 ve %88,27 olarak belirlenmiştir. Aridisol ordosunda da %95,98 olan MS değeri %8,5 ve %12,9 oranlarında azalarak %87,86 ve %83,56 olarak belirlenmiştir. MS'de kontrole göre en fazla düşüş Aridisol ordosunda -18°C 'de %12,9 oranında olmuştur. Çizelge 4.89 ve Şekil 4.115'den görüleceği üzere, toprakların MS değerlerindeki düşüşler -18°C 'lerde -4°C 'lerden daha fazla olmuştur.

Araştırma topraklarında DÇ sıcaklık derecelerinin kontrole göre MS üzerine istatistiki olarak çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkili olduğu belirlenmiştir. Vertisol ile Entisol ordolarında -4°C ile -18°C arasında istatistiki anlamda fark olmadığı belirlenirken; Mollisol ve Aridisol ordolarında ise tüm DÇ sıcaklıkları birbirinden istatistiki olarak çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklılık göstermektedir.

Çizelge 4.90. Farklı DÇ sıcaklıklarında MS değerleri

DÇ sıcaklığı	Toprak ordoları	MS, %	Ortalama	Değişim, %
Kontrol	Vertisol	98,77a	97,10A	-
	Entisol	96,33c		
	Mollisol	97,33b		
	Aridisol	95,98c		
-4°C	Vertisol	93,26a	91,24B	-6,0
	Entisol	92,77b		
	Mollisol	92,66a		
	Aridisol	87,86c		
-18°C	Vertisol	92,12a	89,18C	-8,2
	Entisol	91,18a		
	Mollisol	88,27b		
	Aridisol	83,56c		



Şekil 4.116. Farklı DÇ sıcaklıkları ile ortalama MS değerleri arasındaki ilişkiler

Araştırma topraklarının -4°C ve -18°C 'de DÇ süreçlerine tabi tutulması ortalama MS değerlerini düşürmüştür (Çizelge 4.90 ve Şekil 4.116). Çizelge ve Şekilden de görüldüğü gibi kontrolde ortalama MS değeri %97,10 iken -4°C 'de DÇ sonucunda %6,0 azalarak %91,24 ve -18°C 'de DÇ sonucunda %8,2 azalarak %89,18 olarak belirlenmiştir.

DÇ sıcaklıkları arasında istatistiki anlamda çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) farklılıklar olduğu ve -18°C 'nin -4°C 'den daha fazla olumsuz etki gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca, düşen donma sıcaklığı ile MS değeri arasında negatif ilişkinin olduğu belirlenmiş olup; donma sıcaklığının düşüşüne bağlı olarak MS değerindeki düşüş azalan azalışlar şeklinde seyretmektedir.

Araştırma topraklarının muamelelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrası MS değerleri ile arasındaki değişimler Çizelge 4.91’de verilmiştir.

Çizelge 4.91. Topraklarda muamelelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrasında MS değerleri

Muameleler	DÇ süreci	Vertisol	Entisol	Mollisol	Aridisol	Ortalama
Kontrol	öncesi	99,52	98,93	99,47	99,63	99,39a
	sonrası	89,49b	91,71a	88,78b	86,57c	89,13bB
Değişim, %		-10,1	-7,3	-10,7	-13,1	-10,3
PVA	öncesi	97,31	95,10	95,60	93,74	95,44a
	sonrası	94,19a	90,13b	90,19b	84,30c	89,70bB
Değişim, %		-3,2	-5,2	-5,7	-10,1	-6,0
HA	öncesi	99,63	96,64	97,96	96,44	97,67a
	sonrası	94,87a	93,59ab	92,41b	88,10c	92,24bA
Değişim, %		-4,8	-3,2	-5,7	-8,6	-5,6
PAM	öncesi	98,63	94,65	96,29	94,13	95,93a
	sonrası	94,09a	93,80a	92,59a	87,05b	91,88bA
Değişim, %		-4,6	-0,9	-3,8	-7,5	-4,2
Ortalama	öncesi	98,77	96,33	97,33	95,99	97,11a
	sonrası	93,16a	92,31a	90,99b	86,51c	90,74b
Değişim, %		-5,7	-4,2	-6,5	-9,9	-6,6

Çizelgeden de görüleceği üzere DÇ süreçleri tüm topraklar ve muamelelerde MS değerlerinin düşmesine neden olmuştur. DÇ süreçleri sonrası MS değerlerinde en fazla düşüşlerin ortalama %9,9 oranında Aridisol ordosunda ve %10,3 oranında kontrol muamelesinde meydana geldiği görülmektedir.

DÇ süreçleri sonucunda muamele bazında ortalama olarak en düşük MS değeri kontrol muamelesinde (%89,13) görülürken en yüksek MS değeri HA muamelesinde (%92,24) belirlenmiştir. DÇ süreçleri sonucunda toprak bazında ortalama olarak en düşük MS değeri Aridisol ordosunda (%86,51), en yüksek MS değeri ise Vertisol ordosunda (%93,16) tespit edilmiştir. DÇ süreçleri sonrasında PVA, HA ve PAM uygulamalarında muamele kontrollerine göre düşüşler olmuş olsa bile söz konusu muamelelerin MS değerlerinin kontrol muamelesinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.91’de görüleceği üzere DÇ süreçleri öncesi kontrol muamele düzeyinde toprakların ortalama MS değeri %99,39 iken DÇ süreçleri sonrasında %10,3 azalarak ortalama MS değeri %89,13 olmuştur. Muamelelerin DÇ süreçleri öncesi ve sonrası MS değerlerindeki değişimler incelendiğinde; PVA muamelesinde toprakların ortalama MS değeri %95,44 iken DÇ süreçleri sonrasında %6,0 azalarak ortalama MS değeri %89,70; HA uygulamasında %97,67 iken %5,6 azalarak %92,24 ve PAM uygulamasında %95,93 iken %4,2 azalarak %91,88 olduğu belirlenmiştir.

Her bir muamelede DÇ öncesi ve sonrası MS değerleri arasında çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklar olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, kontrol ile PVA’nın ve HA ile PAM’ın birbirlerinden istatistiki olarak farklılık göstermediği, ancak; HA ile PAM’ın kontrol ve PVA’dan çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir.

DÇ süreçleri öncesi PVA, HA ve PAM muamelelerinin ortalama MS değeri %96,35 iken DÇ süreçleri sonrası %5,3 azalarak %91,27 olmuştur. DÇ süreçleri sonucunda muamele uygulanmış topraklarda da düşüşler meydana gelmesine rağmen ortalama MS değeri kontrol düzeyindeki ortalama MS değerinden %2,4 daha fazladır (Çizelge 4.92).

Çizelge 4.92. Topraklarda DÇ süreçleri sonrasında kontrol ile muameleler ortalama MS değerleri arasındaki farklılıklar

Toprak ordoları	DÇ sonrası kontrol MS, %	DÇ sonrası PVA, HA ve PAM ortalama MS, %	Fark, %
Vertisol	89,49	94,38	+5,5
Entisol	91,71	92,51	+0,9
Mollisol	88,78	91,73	+3,3
Aridisol	86,57	86,48	-0,1
Ortalama	89,13	91,27	+2,4

Araştırma topraklarının DÇ süreçleri sonrası kontrol seviyesinde MS değerleri %89,49, %91,71, %88,78 ve %86,57 iken PVA, HA ve PAM ortalama MS değerleri kontrole göre Vertisol ordosunda %5,5, Entisolde %0,9 ve Mollisolde %3,3 daha fazla iken Aridisolde %0,1 daha düşük olduğu belirlenmiştir. Genel ortalama olarak DÇ süreçleri

sonrası kontrol düzeyinde MS değeri %89,13 iken muameleler genel ortalaması kontrolden %2,4 daha yüksek olup %91,27 bulunmuştur (Çizelge 4.92).

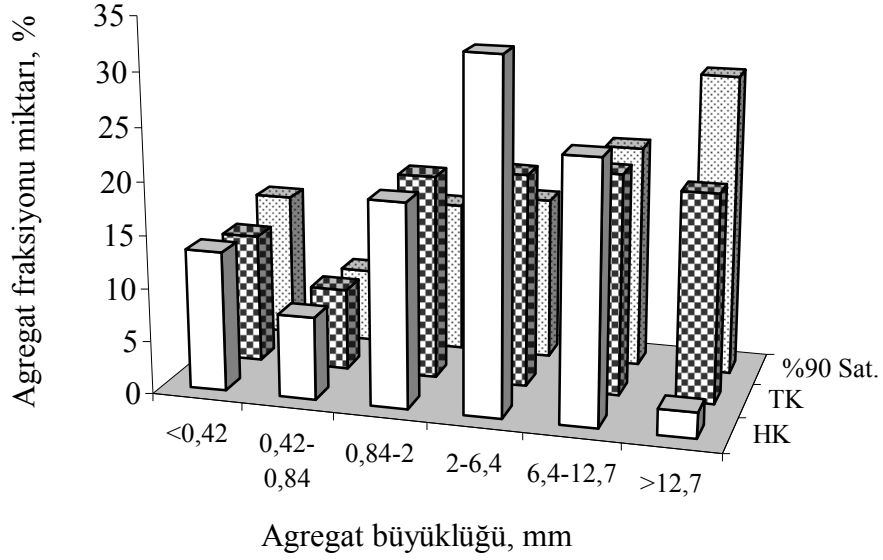
4.5.11. Agregat büyüklüğü dağılımı (W_i)

Araştırma topraklarının farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonları dağılımı (W_i) Çizelge 4.93’de verilmiştir.

Çizelge 4.93. Araştırma topraklarının farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonucu W_i değerleri

Topraklar	DÇ nemi	<0,42	0,42-0,84	0,84-2	2-6,4	6,4-12,7	>12,7
Vertisol	HK	13,21dA	7,82eA	19,20cA	32,88aA	24,48bA	2,41fC
	TK	12,28bB	7,76cA	19,32aA	20,14aB	20,82aB	19,67aB
	%90 Sat	13,79cA	6,98dB	14,27cB	15,45cC	21,12bB	28,38aA
Değişim, %	TK	-7,0	-0,8	+0,6	-38,7	-15,0	+716,2
	%90 Sat	+4,4	-10,7	-25,7	-53,0	-13,7	+1077,6
Entisol	HK	19,12cB	10,91dA	24,23bA	30,91aA	11,89dA	2,93eC
	TK	24,54aA	10,53cA	21,49bB	25,39aB	6,72dC	11,34cB
	%90 Sat	9,18bcC	3,18eB	6,32dC	7,62cdC	10,10bB	63,60aA
Değişim, %	TK	+28,3	-3,5	-11,3	-17,9	-43,5	+287,0
	%90 Sat	-52,0	-70,9	-73,9	-75,3	-15,1	+2070,6
Mollisol	HK	16,05cB	8,91dB	21,21bA	30,92aA	18,23cA	4,69eB
	TK	24,69aA	9,94dA	18,85bB	25,33aB	9,03dB	12,16cB
	%90 Sat	10,38bC	3,02dC	5,13cdC	6,95cC	11,40bB	63,13aA
Değişim, %	TK	+53,8	+11,6	-11,1	-18,1	-50,5	+159,3
	%90 Sat	-35,3	-66,1	-75,8	-77,5	-37,5	+1246,1
Aridisol	HK	19,06cB	11,34dA	26,28bA	31,96aA	10,22dA	1,15eB
	TK	28,27aA	12,05cA	22,62bB	24,00bB	8,20dB	4,85eB
	%90 Sat	20,99bB	7,75dB	14,47cC	14,53cC	8,66dB	33,60aA
Değişim, %	TK	+48,3	+6,3	-13,9	-24,9	-19,8	+321,7
	%90 Sat	+10,1	-31,7	-44,9	-54,5	-15,3	+2821,7
Ortalama	HK	16,86cB	9,75dA	22,73bA	31,67aA	16,20cA	2,80eC
	TK	22,44bA	10,07fA	20,57cB	23,72aB	11,19eC	12,01dB
	%90 Sat	13,58bC	5,23dB	10,05cC	11,14cC	12,82bB	47,18aA
Değişim, %	TK	+33,1	+3,3	-9,5	-25,1	-30,9	+328,9
	%90 Sat	-19,5	-46,4	-55,8	-64,8	-20,9	+1585,0

Vertisol ordosu toprağının farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının toprak kütlesi içerisindeki dağılımları Şekil 4.117’de görülmektedir.

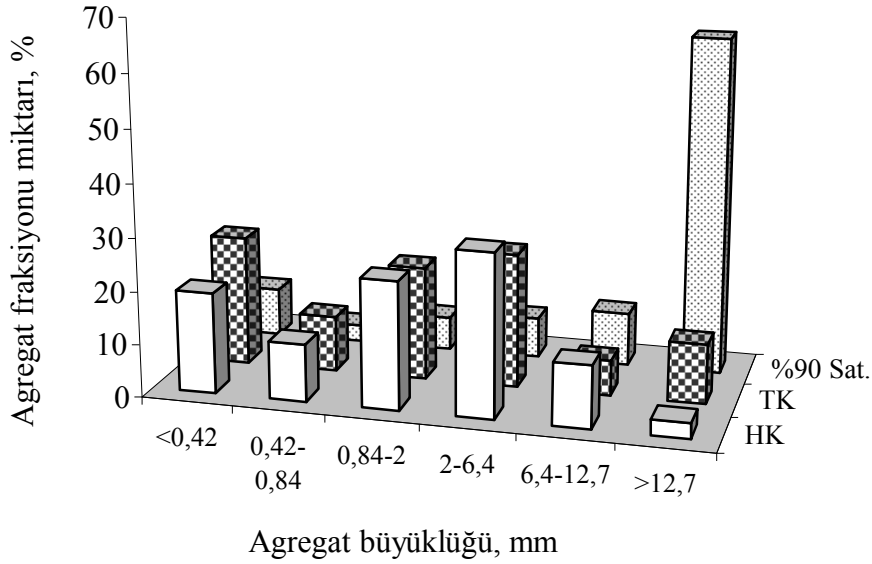


Şekil 4.117. Vertisol ordosu toprağında DÇ nem seviyeleri ile agregat fraksiyonları miktarları arasındaki ilişkiler

Çizelge 4.93 ve Şekil 4.117’den görüldüğü üzere kontrol durumundaki nem seviyesi olan HK nem seviyesinde agregat fraksiyonlarının toprak kütlesi içerisindeki miktarları sırasıyla %13,21, %7,82, %19,20, %32,88, %24,48 ve %2,41 iken TK nem seviyesinde DÇ süreçleri sonrasında <0,42, 0,42-0,84, 2-6,4 ve 6,4-12,7 mm agregat fraksiyonları sırasıyla %7,0, %0,8, %38,7 ve %15,0 azalırken 0,84-2 mm ve >12,7 mm agregat fraksiyonları %0,6 ve %716,2 artmıştır. %90 saturasyon nem seviyesinde DÇ süreçleri sonrasında da 0,42-0,84, 0,84-2, 2-6,4 ve 6,4-12,7 mm agregat fraksiyonlarının miktarları sırasıyla %10,7, %25,7, %53,0 ve %13,7 azalırken <0,42 ve >12,7 mm agregat fraksiyonları miktarları %4,4 ve %1077,6 oranında artmıştır. TK ve %90 saturasyon nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonrası en fazla düşüş 2-6,4 mm agregat fraksiyonunda %38,7 ve %53,0 oranlarında meydana gelirken, en fazla artış ise >12,7 mm agregat fraksiyonunda %716,2 ve %1077,6 oranlarında olduğu belirlenmiştir.

TK ile %90 saturasyon nem seviyeleri 6,4-12,7 mm agregat fraksiyonu hariç diğer agregat fraksiyonlarında birbirlerinden istatistiki olarak çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) farklılık göstermektedirler (Çizelge 4.93).

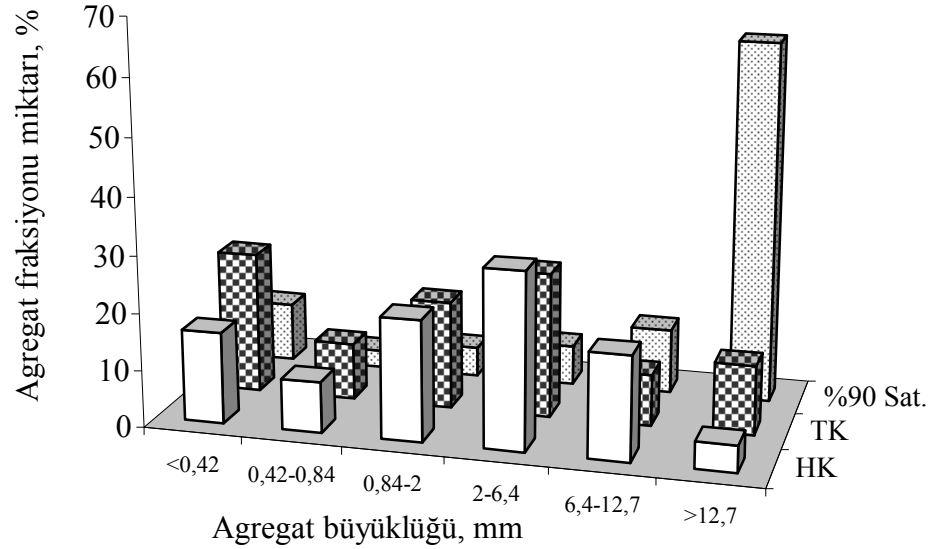
Entisol ordosu toprağının farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının toprak kütlesi içerisindeki dağılımları Şekil 4.118’de görülmektedir.



Şekil 4.118. Entisol ordosu toprağında DÇ nem seviyeleri ile agregat fraksiyonları miktarları arasındaki ilişkiler

Çizelge 4.93 ve Şekil 4.118’den görüldüğü üzere kontrol durumundaki nem seviyesi olan HK nem seviyesinde agregat fraksiyonlarının toprak kütlesi içerisindeki miktarları sırasıyla %19,12, %10,91, %24,23, %30,91, %11,89 ve %2,93 iken TK nem seviyesinde DÇ süreçleri sonrasında 0,42-0,84, 0,84-2, 2-6,4 ve 6,4-12,7 mm agregat fraksiyonları sırasıyla %3,5, %11,3, %17,9 ve %43,5 azalırken <0,42 mm ve >12,7 mm agregat fraksiyonları %28,3 ve %287,0 artmıştır. %90 saturasyon nem seviyesinde DÇ süreçleri sonrasında da <0,42, 0,42-0,84, 0,84-2, 2-6,4 ve 6,4-12,7 mm agregat fraksiyonlarının miktarları sırasıyla %52,0, %70,9, %73,9, %75,3 ve %15,1 azalırken >12,7 mm agregat fraksiyonu miktarları %2070,6 oranında artmıştır. DÇ süreçleri sonrası en fazla düşüşler TK nem seviyesinde 6,4-12,7 mm agregat fraksiyonunda %43,5 oranında ve %90 saturasyon nem seviyesinde de 2-6,4 mm agregat fraksiyonunda %75,3 oranlarında meydana gelirken, en fazla artışın ise >12,7 mm agregat fraksiyonunda %287,0 ve %2070,6 oranlarında olduğu belirlenmiştir. TK ile %90 saturasyon nem seviyeleri tüm agregat fraksiyonlarında birbirlerinden istatistiki olarak çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) farklılık göstermektedirler (Çizelge 4.93).

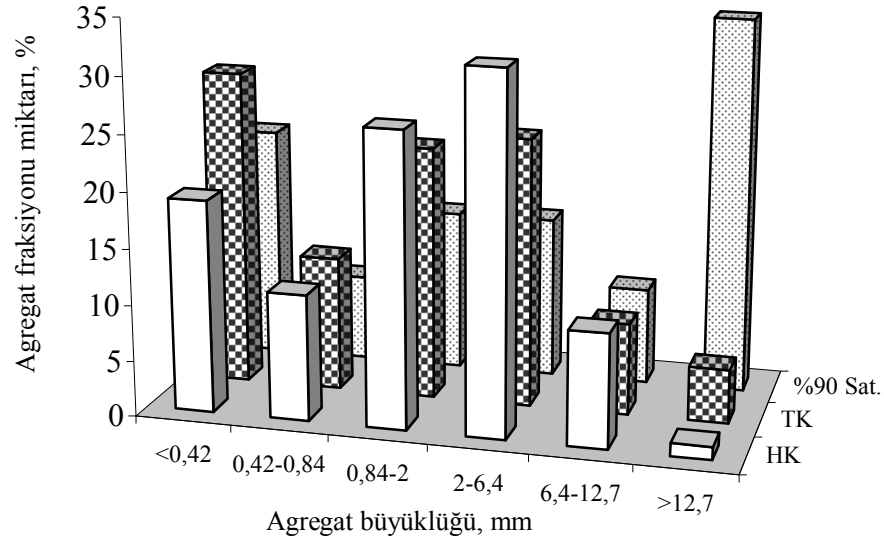
Mollisol ordosu toprağının farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının toprak kütlesi içerisindeki dağılımları Şekil 4.119'da görülmektedir.



Şekil 4.119. Mollisol ordosu toprağında DÇ nem seviyeleri ile agregat fraksiyonları miktarları arasındaki ilişkiler

Çizelge 4.93 ve Şekil 4.119'dan görüldüğü üzere kontrol durumundaki nem seviyesi olan HK nem seviyesinde agregat fraksiyonlarının toprak kütlesi içerisindeki miktarları sırasıyla %16,05, %8,91, %21,21, %30,92, %18,23 ve %4,69 iken TK nem seviyesinde DÇ süreçleri sonrasında 0,84-2, 2-6,4 ve 6,4-12,7 mm agregat fraksiyonları sırasıyla %11,1, %18,1 ve %50,5 azalırken <0,42, 0,42-0,84 mm ve >12,7 mm agregat fraksiyonları %53,8, %11,6 ve %159,3 artmıştır. %90 saturasyon nem seviyesinde DÇ süreçleri sonrasında da <0,42, 0,42-0,84, 0,84-2, 2-6,4 ve 6,4-12,7 mm agregat fraksiyonlarının miktarları sırasıyla %35,3, %66,1, %75,8, %77,5 ve %37,5 azalırken >12,7 mm agregat fraksiyonu miktarları %1246,1 oranında artmıştır. DÇ süreçleri sonrası en fazla düşüşler TK nem seviyesinde 6,4-12,7 mm agregat fraksiyonunda %50,5 oranında ve %90 saturasyon nem seviyesinde de 2-6,4 mm agregat fraksiyonunda %77,5 oranlarında meydana gelirken, en fazla artışın ise >12,7 mm agregat fraksiyonunda %159,3 ve %1246,1 oranlarında olduğu belirlenmiştir. TK ile %90 saturasyon nem seviyeleri 6,4-12,7 mm agregat fraksiyonu hariç diğer agregat fraksiyonlarında birbirlerinden istatistiki olarak çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) farklılık göstermektedirler (Çizelge 4.93).

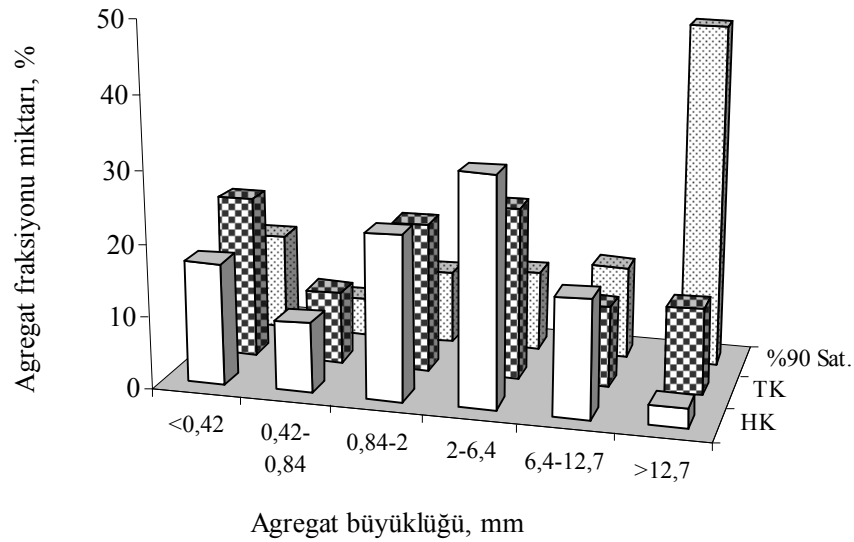
Aridisol ordosu toprağının farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının toprak kütlesi içerisindeki dağılımları Şekil 4.120’de görülmektedir.



Şekil 4.120. Aridisol ordosu toprağında DÇ nem seviyeleri ile agregat fraksiyonları miktarları arasındaki ilişkiler

Çizelge 4.93 ve Şekil 4.120’den görüldüğü üzere kontrol durumundaki nem seviyesi olan HK nem seviyesinde agregat fraksiyonlarının toprak kütlesi içerisindeki miktarları sırasıyla %19,06, %11,34, %26,28, %31,96, %10,22 ve %1,15 iken TK nem seviyesinde DÇ süreçleri sonrasında 0,84-2, 2-6,4 ve 6,4-12,7 mm agregat fraksiyonları sırasıyla %13,9, %24,9 ve %19,8 azalırken <0,42, 0,42-0,84 mm ve >12,7 mm agregat fraksiyonları %48,3, %6,3 ve %321,7 artmıştır. %90 saturasyon nem seviyesinde DÇ süreçleri sonrasında da 0,42-0,84, 0,84-2, 2-6,4 ve 6,4-12,7 mm agregat fraksiyonlarının miktarları sırasıyla %31,7, %44,9, %54,5 ve %15,3 azalırken <0,42 mm ve >12,7 mm agregat fraksiyonu miktarları %10,1 ve %2821,7 oranında artmıştır. DÇ süreçleri sonrası en fazla düşüşler 2-6,4 mm agregat fraksiyonunda %24,9 ve %54,5 oranlarında meydana gelirken, en fazla artışın ise >12,7 mm agregat fraksiyonunda %321,7 ve %2821,7 oranlarında olduğu belirlenmiştir. TK ile %90 saturasyon nem seviyeleri 6,4-12,7 mm agregat fraksiyonu hariç diğer agregat fraksiyonlarında birbirlerinden istatistiki olarak çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) farklılık göstermektedirler (Çizelge 4.93).

Araştırma topraklarının farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının ortalama olarak toprak kütlesi içerisindeki dağılımları Şekil 4.121’de görülmektedir.



Şekil 4.121. DÇ nem seviyeleri ile agregat fraksiyonları ortalama miktarları arasındaki ilişkiler

Çizelge 4.93 ve Şekil 4.121’den görüldüğü üzere kontrol durumundaki nem seviyesi olan HK nem seviyesinde agregat fraksiyonlarının toprak kütlesi içerisindeki ortalama miktarları sırasıyla %16,86, %9,75, %22,73, %31,67, %16,20 ve %2,80 iken TK nem seviyesinde DÇ süreçleri sonrasında 0,84-2, 2-6,4 ve 6,4-12,7 mm agregat fraksiyonları sırasıyla %9,5, %25,1 ve %30,9 azalırken <0,42, 0,42-0,84 mm ve >12,7 mm agregat fraksiyonları %33,1, %3,3 ve %328,9 artmıştır. %90 saturasyon nem seviyesinde DÇ süreçleri sonrasında da <0,42, 0,42-0,84, 0,84-2, 2-6,4 ve 6,4-12,7 mm agregat fraksiyonlarının miktarları sırasıyla %19,5, %46,4, %55,8, %64,8 ve %20,9 azalırken >12,7 mm agregat fraksiyonu miktar %1585,0 oranında artmıştır. DÇ süreçleri sonrası en fazla düşüşler TK nem seviyesinde 6,4-12,7 mm agregat fraksiyonunda %30,9 oranında, %90 saturasyon nem seviyesinde 2-6,4 mm agregat fraksiyonunda %64,8 oranlarında meydana gelirken, en fazla artışların ise >12,7 mm agregat fraksiyonunda %328,9 ve %1585,0 oranlarında olduğu belirlenmiştir. Toprak ordoları ortalamasında 0,42-0,84 mm agregat fraksiyonu HK ve TK arasında farklılık göstermezken, diğer agregat fraksiyonları arasında istatistiksel olarak çok önemli farklılıklar bulunmuştur.

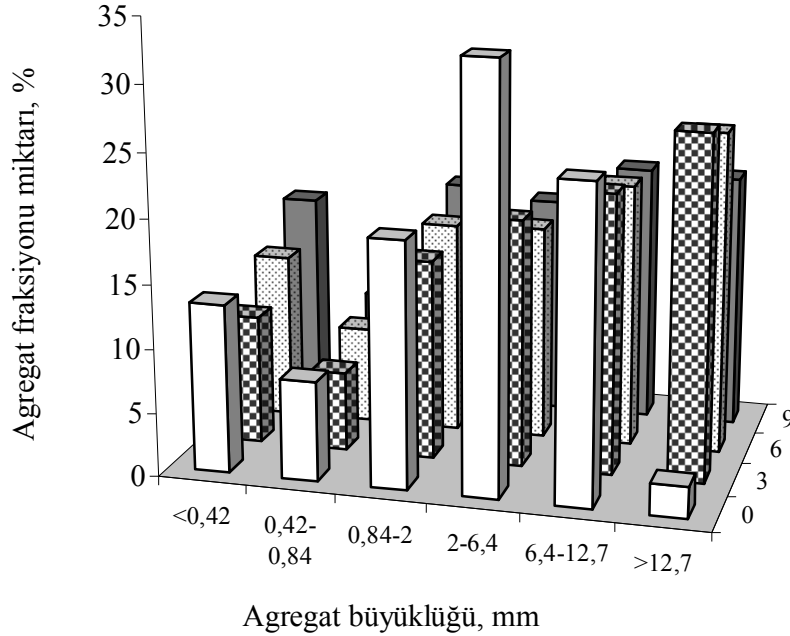
%90 saturasyon nem seviyesi >12,7 mm agregat fraksiyonunda en yüksek olurken diğer fraksiyonlarda önem seviyesi farklılık göstermektedir (Çizelge 4.93).

Araştırma topraklarının farklı sayılarda DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonları dağılımı (W_i) Çizelge 4.94’de verilmiştir.

Çizelge 4.94. Araştırma topraklarının farklı sayılarda DÇ süreçleri sonucu W_i değerleri

Topraklar	Sayı	<0,42	0,42-0,84	0,84-2	2-6,4	6,4-12,7	>12,7
Vertisol	Kont.	13,21dB	7,82eA	19,20cA	32,88aA	24,48bA	2,41fC
	3	10,12eC	6,21fB	15,66dC	19,33cB	21,88bB	26,80aA
	6	12,99dB	7,57eA	16,63cBC	16,84cC	20,71bB	25,25aAB
	9	15,99bA	8,34cA	18,10abAB	17,22bC	20,31aB	20,04aB
Değişim, %	3	-23,4	-20,6	-18,4	-41,2	-10,6	+1012,0
	6	-1,7	-3,2	-13,4	-48,8	-15,4	+947,7
	9	+21,0	+6,6	-5,7	-47,6	-17,0	+731,5
Entisol	Kont.	19,12cA	10,91dA	24,23bA	30,91aA	11,89dA	2,93eB
	3	18,38bA	7,34dB	14,55cB	16,56bB	6,87dC	36,30aA
	6	16,55bAB	6,70eBC	13,73cBC	16,27bB	8,67dB	38,07aA
	9	15,63bB	6,51eC	13,44cC	16,68bB	9,69dB	38,05aA
Değişim, %	3	-3,9	-32,7	-40,0	-46,4	-42,2	+1138,9
	6	-13,4	-38,6	-43,3	-47,4	-27,1	+1199,3
	9	-18,3	-40,3	-44,5	-46,0	-18,5	+1198,6
Mollisol	Kont.	16,05c	8,91dA	21,21bA	30,92aA	18,23cA	4,69eB
	3	17,15b	6,56dB	12,43cB	16,73bB	8,84dB	38,28aA
	6	17,79b	6,52dB	11,86cB	16,11bB	10,77cB	36,95aA
	9	17,66b	6,35dB	11,68cB	15,58bB	11,03cB	37,70aA
Değişim, %	3	+6,9	-26,4	-41,4	-45,9	-51,5	+716,2
	6	+10,8	-26,8	-44,1	-47,9	-40,9	+687,8
	9	+10,0	-28,7	-44,9	-49,6	-39,5	+703,8
Aridisol	Kont.	19,06cB	11,34dA	26,28bA	31,96aA	10,22dA	1,15eB
	3	24,15aA	10,32dAB	19,98bB	21,11bB	9,15dAB	15,30cA
	6	25,08aA	10,05cAB	18,65bBC	19,15bC	8,27cB	18,80bA
	9	24,68aA	9,32cB	17,02bC	17,54bD	7,88cB	23,57aA
Değişim, %	3	+26,7	-9,0	-24,0	-33,9	-10,5	+1230,4
	6	+31,6	-11,4	-29,0	-40,1	-19,1	+1534,8
	9	+29,5	-17,8	-35,2	-45,1	-22,9	+1949,6
Ortalama	Kont.	16,86c	9,75d	22,73bA	31,67aA	16,20cA	2,80eB
	3	17,45b	7,61e	15,65cB	18,43bB	11,69dB	29,17aA
	6	18,10b	7,71e	15,22cB	17,09bC	12,10dB	29,77aA
	9	18,49b	7,63f	15,06dB	16,76cC	12,23eB	29,84aA
Değişim, %	3	+3,5	-21,9	-31,1	-41,8	-27,8	+941,8
	6	+7,4	-20,9	-33,0	-46,0	-25,3	+963,2
	9	+9,7	-21,7	-33,7	-47,1	-24,5	+965,7
Ortalama		+6,9	-21,5	-32,6	-45,0	-25,9	+956,9

Vertisol ordosu toprağının farklı sayılarda DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının toprak kütlesi içerisindeki dağılımları Şekil 4.122’de görülmektedir.

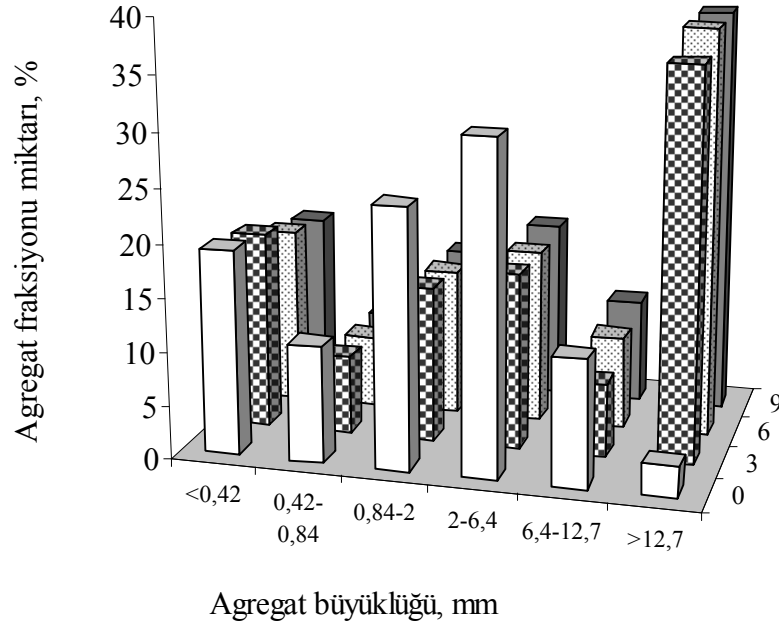


Şekil 4.122. Vertisol ordosu toprağında DÇ sayıları ile agregat fraksiyonları miktarları arasındaki ilişkiler

Çizelge 4.94 ve Şekil 4.122’den görüldüğü üzere kontrol durumundaki agregat fraksiyonlarının toprak kütlesi içerisindeki miktarları sırasıyla %13,21, %7,82, %19,20, %32,88, %24,48 ve %2,41 iken 3 kez DÇ süreçleri sonrasında <0,42, 0,42-0,84, 0,84-2, 2-6,4 ve 6,4-12,7 mm agregat fraksiyonları sırasıyla %23,4, %20,6, %18,4, %41,2 ve %10,6 azalırken >12,7 mm agregat fraksiyonu %1012,0 artmıştır. 6 kez DÇ süreçleri sonrasında da aynı agregat fraksiyonları sırasıyla %1,7, %3,2, %13,4, %48,8 ve %15,4 azalırken >12,7 mm agregat fraksiyonu %947,7 artmıştır. 9 kez DÇ süreci sonrasında ise 0,84-2, 2-6,4 ve 6,4-12,7 mm agregat fraksiyonları %5,7, %47,6 ve 17,0 oranlarında azalış gösterirken <0,42, 0,42-0,84 ve >12,7 mm agregat fraksiyonlarında %21,0, %6,6 ve %731,5 artışlar meydana geldiği belirlenmiştir.

DÇ sayılarının agregat fraksiyonları dağılımları üzerine etkinlik dereceleri çeşitlilik gösterirken, belirlenen farklılıklar istatistiki olarak çok önemli ($p < 0,01$) düzeydedir (Çizelge 4.94).

Entisol ordosu toprağının farklı sayılarda DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının toprak kütlesi içerisindeki dağılımları Şekil 4.123’de görülmektedir.

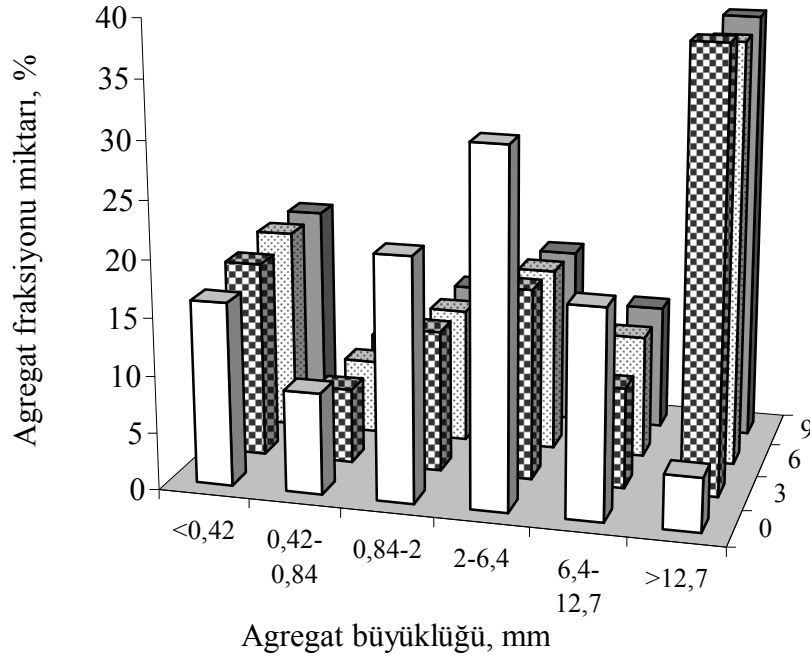


Şekil 4.123. Entisol ordosu toprağında DÇ sayıları ile agregat fraksiyonları miktarları arasındaki ilişkiler

Çizelge 4.94 ve Şekil 4.123’den görüldüğü üzere kontrol durumundaki agregat fraksiyonlarının toprak kütlesi içerisindeki miktarları sırasıyla %19,12, %10,91, %24,23, %30,91, %11,89 ve %2,93 iken 3, 6 ve 9 kez DÇ süreçleri sonrasında <0,42, 0,42-0,84, 0,84-2, 2-6,4 ve 6,4-12,7 mm agregat fraksiyonlarında düşüşler meydana gelirken sadece >12,7 mm agregat fraksiyonunda sırasıyla %1138,9, %1199,3 ve %1198,6 oranlarında artışlar meydana gelmiştir. 3, 6 ve 9 kez DÇ süreçleri sonrasında kontrole göre en fazla düşüşler 2-6,4 mm agregat fraksiyonunda sırasıyla %46,4, %47,4 ve %46,0 oranında gerçekleşmiştir.

DÇ sayılarının agregat fraksiyonları dağılımları üzerine etkinlik dereceleri çeşitlilik gösterirken, belirlenen farklılıklar istatistiki olarak çok önemli ($p < 0,01$) düzeydedir (Çizelge 4.94).

Mollisol ordosu toprağının farklı sayılarda DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının toprak kütlesi içerisindeki dağılımları Şekil 4.124’de görülmektedir.

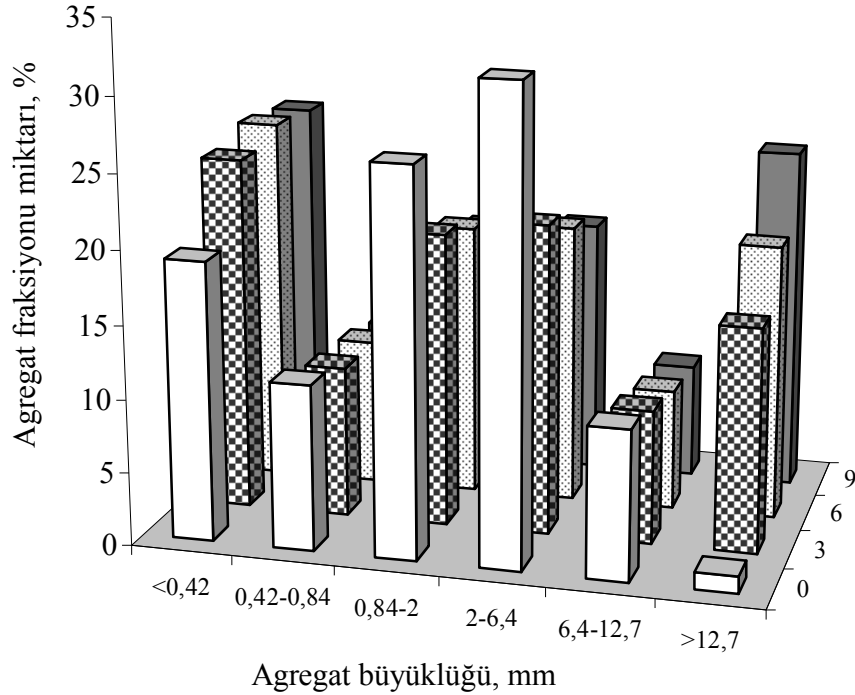


Şekil 4.124. Mollisol ordosu toprağında DÇ sayıları ile agregat fraksiyonları miktarları arasındaki ilişkiler

Çizelge 4.94 ve Şekil 4.124’den görüldüğü üzere kontrol durumundaki agregat fraksiyonlarının toprak kütlesi içerisindeki miktarları sırasıyla %16,05, %8,91, %21,21, %30,92, %18,23 ve %4,69 iken 3, 6 ve 9 kez DÇ süreçleri sonrasında 0,42-0,84, 0,84-2, 2-6,4 ve 6,4-12,7 mm agregat fraksiyonlarında düşüşler meydana gelirken <0,42 mm ve >12,7 mm agregat fraksiyonlarında artışlar meydana gelmiştir. 3 DÇ süreci sonrasında kontrole göre en fazla düşüş 6,4-12,7 mm agregat fraksiyonunda %51,5 oranında gerçekleşirken 6 ve 9 DÇ süreçleri sonrasında ise 2-6,4 mm agregat fraksiyonunda %47,9 ve %49,6 oranlarında olmuştur.

En küçük agregat fraksiyonu olan <0,42 mm agregat fraksiyonunda DÇ sayılarının söz konusu fraksiyonun dağılımları üzerine önemli bir etki göstermediği belirlenirken, diğer agregat fraksiyonlarında 3, 6 ve 9 DÇ’nin kontrole göre çok önemli derecede farklılıklar meydana getirdiği gözlemlenmiştir. Ayrıca, agregat fraksiyonlarının dağılımı üzerine 3, 6 ve 9 kez DÇ süreçleri arasında fark olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.94).

Aridisol ordosu toprağının farklı sayılarda DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının toprak kütlesi içerisindeki dağılımları Şekil 4.125’de görülmektedir.

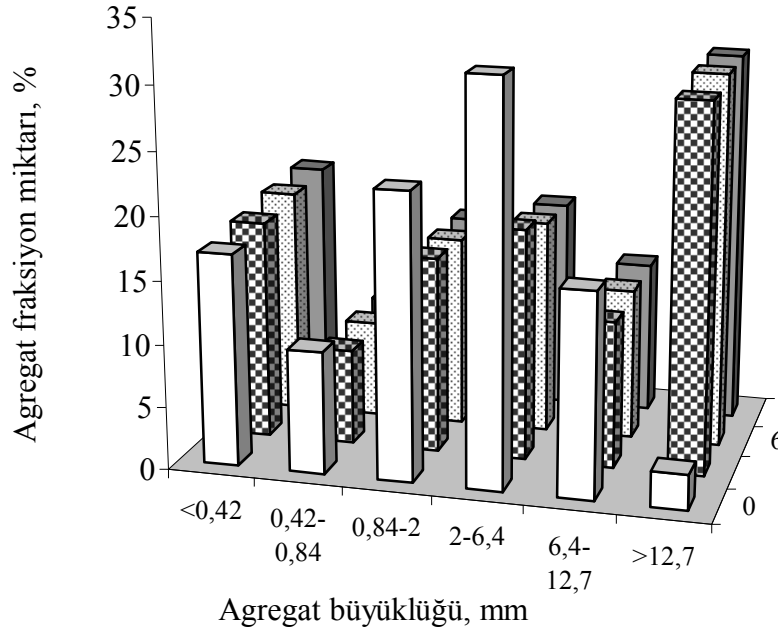


Şekil 4.125. Aridisol ordosu toprağında DÇ sayıları ile agregat fraksiyonları miktarları arasındaki ilişkiler

Çizelge 4.94 ve Şekil 4.125’den görüldüğü üzere kontrol durumundaki agregat fraksiyonlarının toprak kütlesi içerisindeki miktarları sırasıyla %19,06, %11,34, %26,28, %31,96, %10,22 ve %1,15 iken 3, 6 ve 9 kez DÇ süreçleri sonrasında 0,42-0,84, 0,84-2, 2-6,4 ve 6,4-12,7 mm agregat fraksiyonlarında düşüşler meydana gelirken <0,42 mm ve >12,7 mm agregat fraksiyonlarında artışlar meydana gelmiştir. 3, 6 ve 9 kez DÇ süreci sonrasında kontrole göre en fazla düşüş 2-6,4 mm agregat fraksiyonunda sırasıyla %33,9, %40,1 ve %45,1 oranlarında gerçekleşmiştir.

DÇ sayılarının agregat fraksiyonları dağılımları üzerine etkinlik dereceleri çeşitlilik gösterirken, belirlenen farklılıklar istatistiki olarak çok önemli ($p < 0,01$) düzeydedir (Çizelge 4.94).

Araştırma topraklarının farklı sayılarda DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının ortalama olarak toprak kütlesi içerisindeki dağılımları Şekil 4.126'da görülmektedir.



Şekil 4.126. DÇ sayısı ile agregat fraksiyonları ortalama miktarları arasındaki ilişkiler

Çizelge 4.94 ve Şekil 4.126'dan görüldüğü üzere kontrol durumundaki agregat fraksiyonlarının toprak kütlesi içerisindeki ortalama miktarları sırasıyla %16,86, %9,75, %22,73, %31,75, %16,20 ve %2,80 iken 3, 6 ve 9 kez DÇ süreçleri sonrasında 0,42-0,84, 0,84-2, 2-6,4 ve 6,4-12,7 mm agregat fraksiyonlarında düşüşler meydana gelirken <0,42 mm ve >12,7 mm agregat fraksiyonlarında artışlar meydana gelmiştir. 3, 6 ve 9 kez DÇ süreci sonrasında kontrole göre en fazla düşüş 2-6,4 mm agregat fraksiyonunda sırasıyla %41,8, %46,0 ve %47,1 oranlarında gerçekleşmiştir.

DÇ süreçleri sonrası 0,42-0,84, 0,84-2, 2-6,4 ve 6,4-12,7 mm agregat fraksiyonlarında genel ortalama olarak sırasıyla %21,5, %32,6, %45,0 ve %25,9 oranlarında azalışlar meydana gelirken <0,42 ve >12,7 mm agregat fraksiyonlarında %6,9 ve %956,9 oranlarında artışlar olduğu tespit edilmiştir.

DÇ sayıları arasında <0,42 mm ve 0,42-0,84 mm agregat fraksiyonlarında istatistiki açıdan fark olmadığı belirlenirken; 0,84-2, 2-6,4, 6,4-12,7 ve >12,7 mm agregat

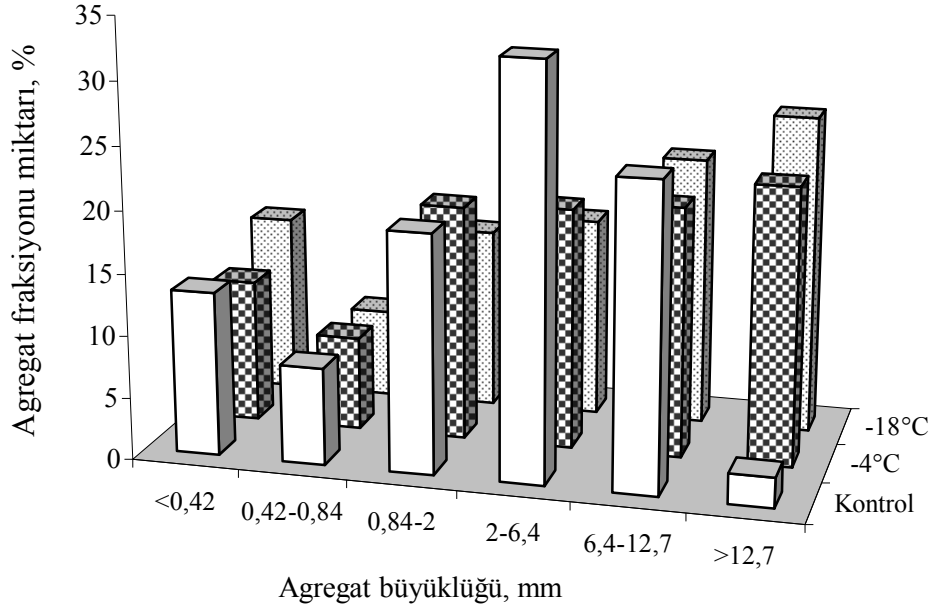
fraksiyonlarının dağılımları üzerine DÇ sayılarının kontrole göre istatistiki olarak çok önemli düzeyde farklılıklar meydana getirdiği tespit edilmiştir. Ayrıca, 0,84-2, 6,4-12,7 ve >12,7 mm agregat fraksiyonlarında 3, 6 ve 9 DÇ arasında farklılık olmadığı da tespit edilmiştir (Çizelge 4.94).

Araştırma topraklarının farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonları dağılımı (W_i) Çizelge 4.95’de verilmiştir.

Çizelge 4.95. Araştırma topraklarının farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonucu W_i değerleri

Topraklar	Sıcaklık	<0,42	0,42-0,84	0,84-2	2-6,4	6,4-12,7	>12,7
Vertisol	Kont.	13,21dAB	7,82e	19,20cA	32,88aA	24,48bA	2,41fB
	-4°C	11,57cB	7,55d	18,97bA	19,41bB	20,14bB	22,36aA
	-18°C	14,50cA	7,20d	14,62cB	16,18cC	21,80bB	25,70aA
Değişim, %	-4°C	-12,4	-3,5	-1,2	-41,0	-17,7	+827,8
	-18°C	+9,8	-7,9	-23,9	-50,8	-10,9	+966,4
Entisol	Kont.	19,12cA	10,91dA	24,23bA	30,91aA	11,89dA	2,93eC
	-4°C	18,67bA	7,46eB	14,90dB	16,78cB	7,74eB	34,45aB
	-18°C	15,05bB	6,24eC	12,91cC	16,23bB	9,08dB	40,50aA
Değişim, %	-4°C	-2,4	-31,6	-38,5	-45,7	-34,9	+1075,8
	-18°C	-21,3	-42,8	-46,7	-47,5	-23,6	+1282,3
Mollisol	Kont.	16,05cB	8,91dA	21,21bA	30,92aA	18,23cA	4,69eB
	-4°C	16,04bB	6,37eB	12,13cB	16,39bB	9,93dB	39,15aA
	-18°C	19,03bA	6,59eB	11,85dB	15,89cB	10,50dB	36,14aA
Değişim, %	-4°C	-0,1	-28,5	-42,8	-47,0	-45,5	+734,8
	-18°C	+18,6	-26,0	-44,1	-48,6	-42,4	+670,6
Aridisol	Kont.	19,06cB	11,34dA	26,28bA	31,96aA	10,22dA	1,15eB
	-4°C	21,83aB	9,83cB	19,31bB	20,08abB	8,97cAB	19,98abA
	-18°C	27,44aA	9,97cB	17,78bB	18,45bC	7,89cB	18,47bA
Değişim, %	-4°C	+14,5	-13,3	-26,5	-37,2	-12,2	+1637,4
	-18°C	+44,0	-12,1	-32,3	-42,3	-22,8	+1506,1
Ortalama	Kont.	16,86cB	9,75dA	22,73bA	31,67aA	16,20cA	2,80eB
	-4°C	17,02cB	7,80eB	16,33cB	18,17bB	11,69dB	28,98aA
	-18°C	19,00bA	7,50fB	14,29dC	16,69cC	12,32eB	30,20aA
Değişim, %	-4°C	+0,9	-20,0	-28,2	-42,6	-27,8	+935,0
	-18°C	+12,7	-23,1	-37,1	-47,3	-24,0	+978,6
Ortalama		+6,9	-21,5	-32,6	-45,0	-25,9	+956,9

Vertisol ordosu toprağının farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının toprak kütlesi içerisindeki dağılımları Şekil 4.127’de görülmektedir.



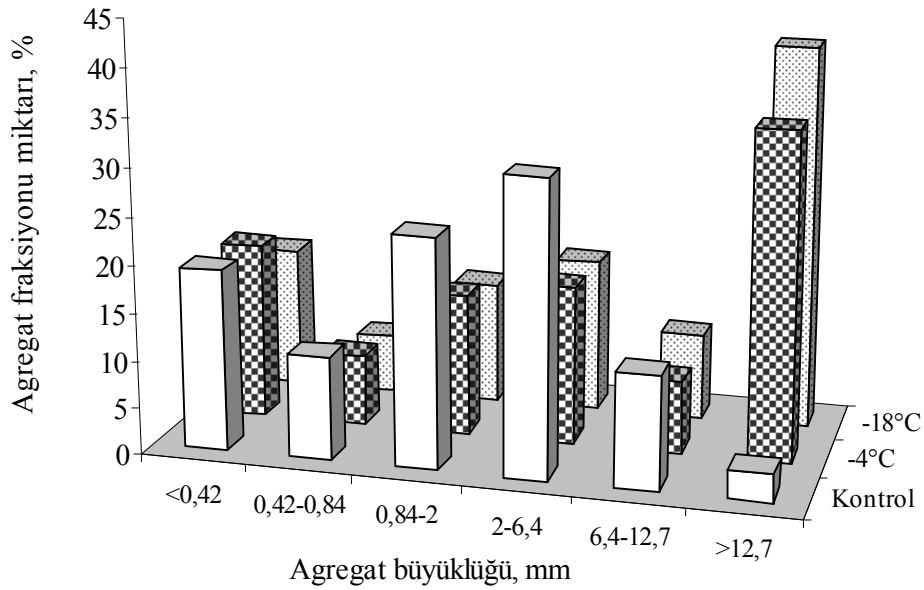
Şekil 4.127. Vertisol ordosu toprağında DÇ sıcaklıkları ile agregat fraksiyonları miktarları arasındaki ilişkiler

Çizelge 4.95 ve Şekil 4.127’den görüldüğü üzere kontrol durumundaki DÇ sıcaklığında agregat fraksiyonlarının toprak kütlesi içerisindeki miktarları sırasıyla %13,21, %7,82, %19,20, %32,88, %24,48 ve %2,41 iken -4°C’de DÇ süreçleri sonrasında <0,42, 0,42-0,84, 0,84-2, 2-6,4 ve 6,4-12,7 mm agregat fraksiyonları sırasıyla %12,4, %3,5, %1,2, %41,0 ve %17,7 oranlarında azalırken >12,7 mm agregat fraksiyonu %827,8 oranında artmıştır. -18°C’de DÇ süreçleri sonrasında da 0,42-0,84, 0,84-2, 2-6,4 ve 6,4-12,7 mm agregat fraksiyonlarının miktarları sırasıyla %7,9, %23,9, %50,8 ve %10,9 azalırken <0,42 ve >12,7 mm agregat fraksiyonları miktarları ise %9,8 ve %966,4 oranında artmıştır. -4°C ve -18°C DÇ süreçleri sonrası en fazla düşüş 2-6,4 mm agregat fraksiyonunda %41,0 ve %50,8 oranlarında meydana gelirken, en fazla artışın >12,7 mm agregat fraksiyonunda %827,8 ve %966,4 oranlarında olduğu belirlenmiştir.

DÇ sıcaklıklarının agregat fraksiyonları dağılımları üzerine etkinlik dereceleri farklıdır. Fraksiyonlar arasında donma sıcaklıkları çeşitli etkiler gözlemlenmiştir. En küçük ve en

büyük fraksiyonda -18°C en yüksek etki belirlenirken; 0,42-0,84 mm agregat fraksiyonunda herhangi bir farklılık bulunmamıştır (Çizelge 4.95).

Entisol ordosu toprağının farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının toprak kütlesi içerisindeki dağılımları Şekil 4.128’de görülmektedir.

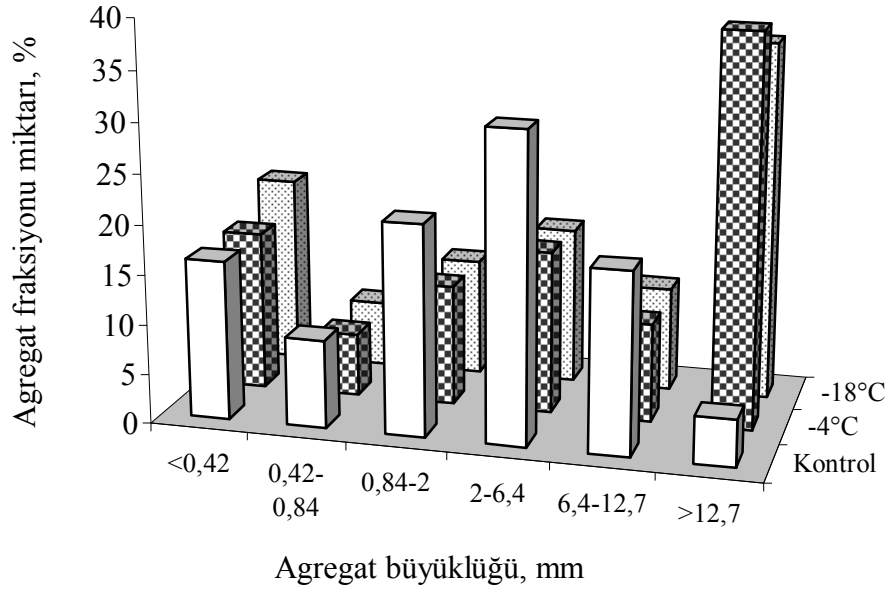


Şekil 4.128. Entisol ordosu toprağında DÇ sıcaklıkları ile agregat fraksiyonları miktarları arasındaki ilişkiler

Çizelge 4.95 ve Şekil 4.128’den görüldüğü üzere kontrol durumundaki DÇ sıcaklığında agregat fraksiyonlarının toprak kütlesi içerisindeki miktarları sırasıyla %19,12, %10,91, %24,23, %30,91, %11,89 ve %2,93 iken -4°C ve -18°C ’de DÇ süreçleri sonrasında $>12,7$ mm agregat fraksiyonu dışındaki diğer fraksiyonlarda çeşitli oranlarda düşüşler meydana gelirken sözkonusu fraksiyonda %1075,8 ve %1282,3 oranlarında artışlar meydana geldiği tespit edilmiştir. -4°C ve -18°C DÇ süreçleri sonrası en fazla düşüş 2-6,4 mm agregat fraksiyonunda %45,7 ve %47,5 oranlarında meydana gelmiştir.

DÇ sıcaklıklarının agregat fraksiyonları dağılımları üzerine etkinlik dereceleri incelendiğinde $<0,42$ mm agregat fraksiyonunda kontrol ile -4°C arasında farklılık olmadığı belirlenirken; diğer fraksiyonlarda -4°C ile -18°C ’nin kontrolden istatistiki olarak çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklı olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.95).

Mollisol ordosu toprağının farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının toprak kütlesi içerisindeki dağılımları Şekil 4.129'da görülmektedir.

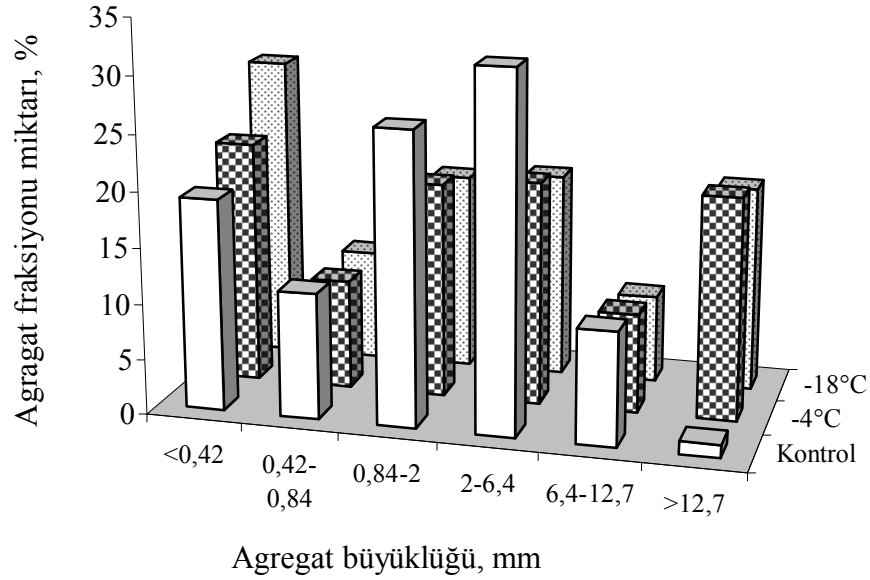


Şekil 4.129. Mollisol ordosu toprağında DÇ sıcaklıkları ile agregat fraksiyonları miktarları arasındaki ilişkiler

Çizelge 4.95 ve Şekil 4.129'dan görüldüğü üzere kontrol durumundaki DÇ sıcaklığında agregat fraksiyonlarının toprak kütlesi içerisindeki miktarları sırasıyla %16,05, %8,91, %21,21, %30,92, %18,23 ve %4,69 iken -4°C DÇ süreçleri sonrasında >12,7 mm agregat fraksiyonu ve -18°C'de <0,42 mm ile >12,7 mm agregat fraksiyonu dışındaki diğer fraksiyonlarda çeşitli oranlarda düşüşler meydana geldiği belirlenmiştir. Söz konusu fraksiyonlarda sırasıyla %734,8, %18,6 ve %670,6 oranlarında artışlar meydana geldiği tespit edilmiştir. -4°C ve -18°C DÇ süreçleri sonrası en fazla düşüş 2-6,4 mm agregat fraksiyonunda %47,0 ve %48,6 oranlarında meydana gelmiştir.

DÇ sıcaklıklarının agregat fraksiyonları dağılımları üzerine etkinlik dereceleri incelendiğinde <0,42 mm agregat fraksiyonunda kontrol ile -4°C arasında farklılık olmadığı belirlenirken; diğer fraksiyonlarda -4°C ile -18°C'nin kontrolden istatistiki olarak çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) farklı olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, <0,42 mm agregat fraksiyonu hariç diğer fraksiyonlarda -4°C ile -18°C arasında da istatistiki anlamda farklılık olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.95).

Aridisol ordosu toprağının farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının toprak kütlesi içerisindeki dağılımları Şekil 4.130'da görülmektedir.

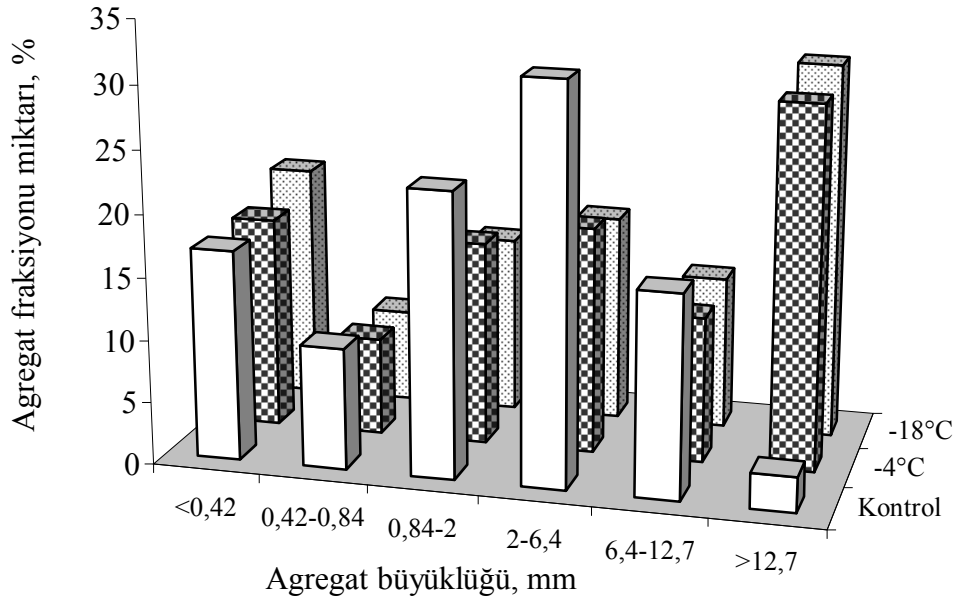


Şekil 4.130. Aridisol ordosu toprağında DÇ sıcaklıkları ile agregat fraksiyonları miktarları arasındaki ilişkiler

Çizelge 4.95 ve Şekil 4.130'dan görüldüğü üzere kontrol durumundaki DÇ sıcaklığında agregat fraksiyonlarının toprak kütlesi içerisindeki miktarları sırasıyla %19,06, %11,34, %26,28, %31,96, %10,22 ve %1,15 iken -4°C ve -18°C'de DÇ süreçleri sonrasında <0,42 mm ve >12,7 mm agregat fraksiyonu dışındaki diğer fraksiyonlarda çeşitli oranlarda düşüşler meydana gelirken sözkonusu fraksiyonlarda -4°C'de %14,5 ve %1637,4 oranlarında, -18°C'de ise %44,0 ve %1506,1 oranlarında artışlar meydana geldiği tespit edilmiştir. -4°C ve -18°C DÇ süreçleri sonrası en fazla düşüş 2-6,4 mm agregat fraksiyonunda %37,2 ve %42,3 oranlarında meydana gelmiştir.

DÇ sıcaklıklarının agregat fraksiyonları dağılımları üzerine etkinlik dereceleri incelendiğinde <0,42 mm agregat fraksiyonunda kontrol ile -4°C arasında farklılık olmadığı belirlenirken; diğer fraksiyonlarda -4°C ile -18°C'nin kontrolden istatistiki olarak çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) farklı olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.95).

Araştırma topraklarının farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının ortalama olarak toprak kütlesi içerisindeki dağılımları Şekil 4.131’de görülmektedir.



Şekil 4.131. DÇ sıcaklığı ile agregat fraksiyonları ortalama miktarları arasındaki ilişkiler

Çizelge 4.95 ve Şekil 4.131’den görüldüğü üzere kontrol durumundaki DÇ sıcaklığında agregat fraksiyonlarının toprak kütlesi içerisindeki ortalama miktarları sırasıyla %16,86, %9,75, %22,73, %31,75, %16,20 ve %2,80 iken -4°C ve -18°C’de DÇ süreçleri sonrasında 0,42-0,84, 0,84-2, 2-6,4 ve 6,4-12,7 mm agregat fraksiyonlarında düşüşler meydana gelirken <0,42 mm ve >12,7 mm agregat fraksiyonlarında artışlar meydana gelmiştir. -4°C ve -18°C’de DÇ süreci sonrasında kontrole göre en fazla düşüş 2-6,4 mm agregat fraksiyonunda sırasıyla %42,6 ve %47,3 oranlarında gerçekleşmiştir.

DÇ süreçleri sonrası 0,42-0,84, 0,84-2, 2-6,4 ve 6,4-12,7 mm agregat fraksiyonlarında genel ortalama olarak sırasıyla %21,5, %32,6, %45,0 ve %25,9 oranlarında azalışlar meydana gelirken <0,42 ve >12,7 mm agregat fraksiyonlarında %6,9 ve %956,9 oranlarında artışlar olduğu tespit edilmiştir.

DÇ sıcaklıklarının agregat fraksiyonları dağılımları üzerine etkinlik dereceleri incelendiğinde <0,42 mm agregat fraksiyonunda kontrol ile -4°C arasında farklılık olmadığı belirlenirken; kontrol ile -18°C arasında çokönemli düzeyde fark olduğu tespit edilmiştir. Diğer fraksiyonlarda, -4°C ile -18°C'nin kontrolden istatistiki olarak çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklı olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, 0,42-0,84 mm, 6,4-12,7 mm ve >12,7 mm agregat fraksiyonlarında -4°C ile -18°C arasında istatistiki anlamda farklılık olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.95).

Vertisol ordosu toprağının muamelelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrası W_i değerleri ile arasındaki değişimler Çizelge 4.96'da verilmiştir.

Çizelge 4.96. Vertisol ordosunda muamelelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrasında W_i değerleri ve değişim oranları

Muamele	DÇ	<0,42	0,42-0,84	0,84-2	2-6,4	6,4-12,7	>12,7
Kontrol	öncesi	35,91a	13,08a	22,47a	28,54a	0,0b	0,0b
	sonrası	25,43bA	11,26bA	17,62bA	17,45bB	12,15aC	16,08aB
Değişim, %		-29,2	-13,9	-21,6	-38,9	+∞	+∞
PVA	öncesi	9,58b	10,59a	24,03a	33,02a	21,02a	1,78b
	sonrası	12,10aB	7,82bB	14,25bB	15,81bC	18,85bB	31,18aA
Değişim, %		+26,3	-26,1	-40,7	-52,1	-10,3	+1661,6
HA	öncesi	1,60b	1,64b	11,73b	36,54a	44,58a	3,92b
	sonrası	7,05aC	5,12aC	17,94aA	21,01bA	27,23bA	21,65aB
Değişim, %		+340,6	+212,2	+52,9	-42,5	-38,9	+453,7
PAM	öncesi	5,77	5,99	18,56	33,40a	32,33a	3,97b
	sonrası	7,61C	5,44C	18,11A	21,55bA	26,73bA	20,56aB
Değişim, %		+31,9	-9,2	-2,4	-35,5	-17,3	+419,2
Ortalama	öncesi	13,22	7,82	19,20a	32,88a	24,48a	2,41b
	sonrası	13,05	7,41	16,98b	18,96b	21,24b	22,37a
Değişim, %		-1,3	-5,2	-11,6	-42,4	-13,2	+828,1

a: Küçük harfler her bir muamele içerisinde DÇ öncesi ve sonrasını karşılaştırmaktadır.
A: Büyük harfler DÇ süreçleri sonrası her bir agregat fraksiyonunda muameleleri karşılaştırmaktadır.

Çizelge 4.96'dan da görüleceği üzere DÇ süreçleri Vertisol ordosu toprağının kontrol muamele düzeyinde <0,42 mm, 0,42-0,84 mm, 0,84-2 mm ve 2-6,4 mm agregat fraksiyonlarının miktarlarını sırasıyla %29,2, %13,9, %21,6 ve %38,9 oranında azaltırken; %12,15 ve %16,08 oranlarında 6,4-12,7 mm ile >12,7 mm agregat fraksiyonlarının oluşmasına neden olmuştur. Kontrol muamele düzeyinde DÇ süreçleri

öncesi ve sonrası agregat fraksiyonları miktarları arasında çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklılıklar meydana geldiği belirlenmiştir.

PVA muamelesinde DÇ süreçleri sonrası $<0,42$ mm ve $>12,7$ mm agregat fraksiyonlarının miktarları DÇ süreçleri öncesine göre %26,3 ve %1661,6 oranında artarken diğer fraksiyonlarda %26,1, %40,7, %52,1 ve %10,3 oranlarında azalışlar meydana geldiği tespit edilmiştir. Tüm agregat fraksiyonlarının miktarlarında DÇ süreçleri öncesi ile sonrası arasında çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklılıklar ortaya çıkmıştır.

HA muamelesinde DÇ süreçleri sonrası 2-6,4 mm ve 6,4-12,7 mm agregat fraksiyonlarının miktarları %42,5 ve %38,9 oranlarında azalırken diğer fraksiyonların miktarları ise %340,6, %212,2, %52,9 ve %453,7 oranlarında artmıştır. Tüm fraksiyonlarda DÇ öncesi ile sonrası arasında çok önemli düzeyde farklılıklar belirlenmiştir.

PAM muamelesinde $<0,42$ mm ve $>12,7$ mm agregat fraksiyonlarında %31,9 ve %419,2 oranında artış gözlenirken, diğer fraksiyonlarda düşüşler gözlenmiştir. DÇ süreçleri öncesi ve sonrası karşılaştırması dikkate alındığında $<0,42$ mm, 0,42-0,84 mm ve 0,84-2 mm agregat fraksiyonları arasında farklılık olmadığı, ancak 2-6,4 mm, 6,4-12,7 mm ve $>12,7$ mm agregat fraksiyonlarında çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklılıklar meydana geldiği saptanmıştır.

DÇ süreçleri sonrası muamele karşılaştırmaları dikkate alındığında $>12,7$ mm agregat fraksiyonu hariç diğer fraksiyonlarda PVA, HA ve PAM muamelelerinin kontrolden çok önemli düzeyde farklılık gösterdikleri belirlenirken, sözkonusu fraksiyonda kontrol ile HA ve PAM arasında farklılık olmadığı saptanmıştır. Ayrıca, tüm agregat fraksiyonlarında PVA; HA ile PAM'dan çok önemli düzeyde farklı iken HA ile PAM arasında fark olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.96).

Agregat fraksiyonlarının ortalama olarak DÇ süreçleri öncesi ve sonrası W_i değerleri incelendiğinde $>12,7$ mm agregat fraksiyonunun miktarının %828,1 oranında arttığı, diğer fraksiyonların ise çeşitli oranlarda azalışlar gösterdiği belirlenmiştir. DÇ süreçleri sonrası $<0,42$ mm ve $0,42-0,84$ mm agregat fraksiyonunda meydana gelen azalışların istatistiki olarak önemsiz olduğu, ancak $0,84-2$ mm, $2-6,4$ mm ve $6,4-12,7$ mm agregat fraksiyonlarında meydana gelen azalışların istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.96).

Çizelge 4.97. Vertisol ordosunda DÇ süreçleri sonrasında kontrol ile muameleler ortalama W_i değerleri arasındaki farklılıklar

DÇ sonrası	$<0,42$	$0,42-0,84$	$0,84-2$	$2-6,4$	$6,4-12,7$	$>12,7$
Kontrol W_i , %	25,43A	11,26A	17,62	17,45B	12,15B	16,08B
PVA, HA ve PAM ortalama W_i , %	8,92B	6,13B	16,77	19,46A	24,27A	24,46A
Fark, %	-64,9	-45,6	-4,8	+11,5	+99,8	+52,1

Çizelge 4.97'den de görüleceği üzere DÇ süreçleri sonrası kontrol muamelesinde agregat fraksiyonlarının toprak kütlesi içerisindeki miktarları sırasıyla %25,43, %11,26, %17,62, %17,45, %12,15 ve %16,08 olarak belirlenmiştir. PVA, HA ve PAM muamelelerinin ortalama değerleri ise %8,92, %6,13, %16,77, %19,46, %24,27 ve %24,46 olarak bulunmuştur. PVA, HA ve PAM muameleleri $<0,42$ mm, $0,42-0,84$ mm ve $0,84-2$ mm agregat fraksiyonunu miktarlarını kontrol muamelesine göre ortalama olarak %64,9, %45,6 ve %4,8 azaltırken; $2-6,4$ mm, $6,4-12,7$ mm ve $>12,7$ mm agregat fraksiyonlarını %11,5, %99,8 ve %52,1 oranlarında arttırmıştır. PVA, HA ve PAM muameleleri ile DÇ süreçleri sonrası kontrole göre meydana gelen azalışlar $<0,42$ ve $0,42-0,84$ mm fraksiyonlarında istatistiki olarak çok önemli bulunurken; $0,84-2$ mm fraksiyonunda istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Ayrıca, meydana gelen artışların istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.97).

Entisol ordosu toprağının muamelelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrası Wi değerleri ile arasındaki değişimler Çizelge 4.98’de verilmiştir.

Çizelge 4.98. Entisol ordosunda muamelelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrasında Wi değerleri ve değişim oranları

Muamele	DÇ	<0,42	0,42-0,84	0,84-2	2-6,4	6,4-12,7	>12,7
Kontrol	öncesi	41,47a	13,03a	22,43a	23,08a	0,0b	0,0b
	sonrası	24,37bA	7,93bB	15,40bB	18,36bB	6,31aB	27,61aB
Değişim, %		-41,2	-39,1	-31,3	-20,5	+∞	+∞
PVA	öncesi	14,61b	11,51a	22,44a	30,61a	13,07a	7,76b
	sonrası	22,35aA	9,02bA	17,91bA	21,06bA	7,37bB	22,29aC
Değişim, %		+53,0	-21,6	-20,2	-31,2	-43,6	+187,2
HA	öncesi	8,06b	9,15a	27,47a	34,85a	18,51a	1,96b
	sonrası	10,88aB	5,97bC	12,89bC	15,62bC	10,56bA	44,09aA
Değişim, %		+35,0	-34,8	-53,1	-55,2	-42,9	+2149,5
PAM	öncesi	12,34a	9,97a	24,59a	35,11a	15,99a	1,99b
	sonrası	10,52bB	5,73bC	12,60bC	15,41bC	10,47bA	45,27aA
Değişim, %		-14,7	-42,5	-48,8	-56,1	-34,5	+2174,9
Ortalama	öncesi	19,12a	10,92a	24,23a	30,91a	11,89a	2,93b
	sonrası	17,03b	7,16b	14,70b	17,61b	8,68b	34,82a
Değişim, %		-10,9	-34,4	-39,3	-43,0	-27,0	+1089,2

a: Küçük harfler her bir muamele içerisinde DÇ öncesi ve sonrasını karşılaştırmaktadır.
A: Büyük harfler DÇ süreçleri sonrası her bir agregat fraksiyonunda muameleleri karşılaştırmaktadır.

Çizelge 4.98’den de görüleceği üzere DÇ süreçleri Entisol ordosu toprağının kontrol muamele düzeyinde <0,42 mm, 0,42-0,84 mm, 0,84-2 mm ve 2-6,4 mm agregat fraksiyonlarının miktarlarını sırasıyla %41,2, %39,1, %31,3 ve %20,5 oranında azaltırken; %6,31 ve %27,61 oranlarında 6,4-12,7 mm ile >12,7 mm agregat fraksiyonlarının oluşmasına neden olmuştur. Kontrol muamele düzeyinde DÇ süreçleri öncesi ve sonrası agregat fraksiyonları miktarları arasında çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklılıklar olduğu saptanmıştır.

PVA muamelesinde DÇ süreçleri sonrası <0,42 mm ve >12,7 mm agregat fraksiyonları %53,0 ve %187,2 oranında artarken diğer fraksiyonlarda farklı oranlarda azalışlar meydana gelmiştir. Agregat fraksiyonlarının miktarlarında DÇ süreçleri öncesi ile sonrası arasında çok önemli düzeyde farklılıklar ortaya çıkmıştır.

HA muamelesinde de DÇ süreçleri sonrasında $<0,42$ mm ve $>12,7$ mm agregat fraksiyonlarının miktarları DÇ süreçleri öncesine göre %35,0 ve %2149,5 oranlarında artarken diğer fraksiyonların miktarları çeşitli oranlarda azalmıştır. Tüm fraksiyonlarda DÇ öncesi ile sonrası arasında çok önemli düzeyde farklılıklar belirlenmiştir.

PAM muamelesinde; DÇ süreçleri öncesinde $>12,7$ mm agregat fraksiyonun miktarı %1,99 iken DÇ süreçleri sonrasında %45,27'ye yükselmiş ve %2174,9 oranında artışın meydana geldiği gözlenirken, diğer fraksiyonların miktarlarında düşüşler meydana geldiği tespit edilmiştir. DÇ süreçleri öncesi ve sonrası karşılaştırması dikkate alındığında tüm agregat fraksiyonlarında çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklılıklar meydana geldiği saptanmıştır.

DÇ süreçleri sonrası muamele karşılaştırmaları dikkate alındığında 0,42-0,84 mm, 0,84-2 mm, 2-6,4 mm ve $>12,7$ mm agregat fraksiyonlarında PVA, HA ve PAM muamelelerinin kontrolden çok önemli düzeyde farklılık gösterdikleri belirlenirken, $<0,42$ mm ve 6,4-12,7 mm agregat fraksiyonlarında kontrol ile PVA arasında farklılık olmadığı, ancak kontrol ile HA ve PAM arasında çok önemli düzeyde farklılık olduğu görülmektedir. Ayrıca, tüm agregat fraksiyonlarında PVA; HA ile PAM'dan çok önemli düzeyde farklı iken HA ile PAM arasında fark olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.98).

Agregat fraksiyonlarının ortalama olarak DÇ süreçleri öncesi ve sonrası W_i değerleri incelendiğinde $>12,7$ mm agregat fraksiyonunun miktarının %1089,2 oranında arttığı, diğer fraksiyonların ise çeşitli oranlarda azalışlar gösterdiği belirlenmiştir. DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarında meydana gelen azalışların ve artışın istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.98).

Çizelge 4.99. Entisol ordosunda DÇ süreçleri sonrasında kontrol ile muameleler ortalama W_i değerleri arasındaki farklılıklar

DÇ sonrası	$<0,42$	0,42-0,84	0,84-2	2-6,4	6,4-12,7	$>12,7$
Kontrol W_i , %	24,37A	7,93	15,40	18,36	6,31B	27,61B
PVA, HA ve PAM ortalama W_i , %	14,58B	6,91B	14,47	17,36	9,47A	37,22A
Fark, %	-40,2	-12,9	-6,1	-5,4	+50,0	+34,8

Çizelge 4.99'dan da görüleceği üzere DÇ süreçleri sonrası kontrol muamelesinde agregat fraksiyonlarının toprak kütlesi içerisindeki miktarları sırasıyla %24,37, %7,93, %15,40, %18,36, %6,31 ve %27,61 olarak belirlenmiştir. PVA, HA ve PAM muamelelerinin ortalama değerleri ise %14,58, %6,91, %14,47, %17,36, %9,47 ve %37,22 olarak bulunmuştur. PVA, HA ve PAM muameleleri <0,42 mm, 0,42-0,84 mm, 0,84-2 mm ve 2-6,4 mm agregat fraksiyonunu miktarlarını kontrol muamelesine göre ortalama olarak %40,2, %12,9, %6,1 ve %5,4 azaltırken; 6,4-12,7 mm ve >12,7 mm agregat fraksiyonlarını %50,0 ve %34,8 oranlarında arttırmıştır. PVA, HA ve PAM muameleleri ile DÇ süreçleri sonrası kontrole göre meydana gelen azalışlar <0,42 mm fraksiyonunda istatistiki olarak çok önemli bulunurken; 0,42-0,84 mm, 0,84-2 mm ve 2-6,4 mm fraksiyonlarında istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Ayrıca, meydana gelen artışların istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) olduğu belirlenmiştir.

Mollisol ordosu toprağının muamelelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrası Wi değerleri ile arasındaki değişimler Çizelge 4.100'de verilmiştir.

Çizelge 4.100'den de görüleceği üzere DÇ süreçleri Mollisol ordosu toprağının kontrol muamele düzeyinde <0,42 mm, 0,42-0,84 mm, 0,84-2 mm ve 2-6,4 mm agregat fraksiyonlarının miktarlarını sırasıyla %33,6, %39,5, %38,9 ve %42,0 oranında azaltırken; %8,44 ve %29,45 oranlarında 6,4-12,7 mm ile >12,7 mm agregat fraksiyonlarının oluşmasına neden olmuştur. Kontrol muamele düzeyinde DÇ süreçleri öncesi ve sonrası agregat fraksiyonları miktarları arasında çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklılıklar meydana geldiği saptanmıştır.

PVA muamelesinde DÇ süreçleri sonrası <0,42 mm ve >12,7 mm agregat fraksiyonları %117,3 ve %273,9 oranında artarken diğer fraksiyonlarda farklı oranlarda azalışlar meydana gelmiştir. 0,42-0,84 mm agregat fraksiyonu dışındaki diğer agregat fraksiyonlarında DÇ süreçleri öncesi ve sonrası çok önemli farklılıklar ortaya çıkmıştır.

HA muamelesinde DÇ süreçleri sonrası <0,42 mm, 0,42-0,84 mm ve >12,7 mm agregat fraksiyonlarının miktarları %157,6, %11,8 ve %375,8 oranlarında artarken diğer

fraksiyonların miktarları çeşitli oranlarda azalmıştır. 0,42-0,84 mm agregat fraksiyonu dışındaki tüm fraksiyonlarda DÇ öncesi ile sonrası arasında çok önemli düzeyde farklılıklar belirlenmiştir.

Çizelge 4.100. Mollisol ordosunda muamelelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrasında Wi değerleri ve değişim oranları

Muamele	DÇ	<0,42	0,42-0,84	0,84-2	2-6,4	6,4-12,7	>12,7
Kontrol	öncesi	37,55a	12,37a	21,26a	28,82a	0,0b	0,0b
	sonrası	24,93bA	7,48bB	12,99bB	16,72bB	8,44aB	29,45aB
Değişim, %		-33,6	-39,5	-38,9	-42,0	+∞	+∞
PVA	öncesi	10,25b	9,63	23,72a	31,21a	18,22a	6,97b
	sonrası	22,27aA	8,45A	15,36bA	19,36bA	8,49bB	26,06aB
Değişim, %		+117,3	-12,3	-35,2	-38,0	-53,4	+273,9
HA	öncesi	4,50b	4,76	18,52a	31,32a	32,19a	8,71b
	sonrası	11,59aB	5,32C	11,14bC	16,71bB	13,80bA	41,44aA
Değişim, %		+157,6	+11,8	-39,8	-46,6	-57,1	+375,8
PAM	öncesi	11,89	8,89a	21,32a	32,32a	22,5a	3,08b
	sonrası	10,88B	5,41bC	11,30bC	16,33bB	12,59bA	43,43aA
Değişim, %		-8,5	-39,1	-47,0	-49,5	-44,0	+1310,1
Ortalama	öncesi	16,05	8,91a	21,21a	30,92a	18,23a	4,69b
	sonrası	17,42	6,67b	12,70b	17,28b	10,83b	35,10a
Değişim, %		+8,5	-25,2	-40,1	-44,1	-40,6	+648,3

a: Küçük harfler her bir muamele içerisinde DÇ öncesi ve sonrasını karşılaştırmaktadır.
A: Büyük harfler DÇ süreçleri sonrası her bir agregat fraksiyonunda muameleleri karşılaştırmaktadır.

PAM muamelesinde >12,7 mm agregat fraksiyonunda %1310,1 oranında artış gözlenirken, diğer fraksiyonlarda düşüşler gözlenmiştir. DÇ süreçleri öncesi ve sonrası karşılaştırması dikkate alındığında <0,42 mm agregat fraksiyonu hariç, diğer tüm agregat fraksiyonlarında çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklılıklar meydana geldiği saptanmıştır.

DÇ süreçleri sonrası muamele karşılaştırmaları dikkate alındığında 0,42-0,84 mm ve 0,84-2 mm agregat fraksiyonlarında PVA, HA ve PAM muamelelerinin kontrolden çok önemli düzeyde farklılık gösterdikleri belirlenirken, <0,42 mm, 6,4-12,7 mm ve >12,7 mm agregat fraksiyonlarında kontrol ile PVA arasında farklılık olmadığı, ancak kontrol ile HA ve PAM arasında çok önemli düzeyde farklılık olduğu görülmektedir. Ayrıca,

tüm agregat fraksiyonlarında PVA; HA ile PAM'dan çok önemli düzeyde farklı iken HA ile PAM arasında fark olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.100).

Agregat fraksiyonlarının ortalama olarak DÇ süreçleri öncesi ve sonrası W_i değerleri incelendiğinde $<0,42$ mm ve $>12,7$ mm agregat fraksiyonlarının miktarlarının %8,5 ve %648,3 oranlarında arttığı, diğer fraksiyonların ise çeşitli oranlarda azalışlar gösterdiği belirlenmiştir. DÇ süreçleri sonrası $<0,42$ mm agregat fraksiyonunda meydana gelen azalışın istatistiki olarak önemsiz, diğer fraksiyonlarda meydana gelen azalışların ve artışın istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.100).

Çizelge 4.101. Mollisol ordosunda DÇ süreçleri sonrasında kontrol ile muameleler ortalama W_i değerleri arasındaki farklılıklar

DÇ sonrası	$<0,42$	0,42-0,84	0,84-2	2-6,4	6,4-12,7	$>12,7$
Kontrol W_i , %	24,93A	7,48A	12,99	16,72	8,44B	29,45B
PVA, HA ve PAM ortalama W_i , %	14,91B	6,39B	12,60	17,47	11,63A	36,98A
Fark, %	-40,2	-14,5	-3,0	+4,5	+37,8	+25,6

Çizelge 4.101'den de görüleceği üzere DÇ süreçleri sonrası kontrol muamelesinde agregat fraksiyonlarının toprak kütlesi içerisindeki miktarları sırasıyla %24,93, %7,48, %12,99, %16,72, %8,44 ve %29,45 olarak belirlenmiştir. PVA, HA ve PAM muamelelerinin ortalama değerleri ise %14,91, %6,39, %12,60, %17,47, %11,63 ve %36,98 olarak bulunmuştur. PVA, HA ve PAM muameleleri $<0,42$ mm, 0,42-0,84 mm ve 0,84-2 mm agregat fraksiyonu miktarlarını kontrol muamelesine göre ortalama olarak %40,2, %14,5 ve %3,0 azaltırken; 2-6,4 mm, 6,4-12,7 mm ve $>12,7$ mm agregat fraksiyonlarını %4,5, %37,8 ve %25,6 oranlarında arttırmıştır. PVA, HA ve PAM muameleleri ile DÇ süreçleri sonrası kontrole göre meydana gelen değişimler 0,84-2 mm ve 2-6,4 mm agregat fraksiyonlarında istatistiki olarak önemsiz bulunurken, diğer fraksiyonlarda meydana gelen değişimlerin istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) olduğu belirlenmiştir.

Aridisol ordosu toprağının muamelelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrası Wi değerleri ile arasındaki değişimler Çizelge 4.102’de verilmiştir.

Çizelge 4.102. Aridisol ordosunda muamelelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrasında Wi değerleri ve değişim oranları

Muamele	DÇ	<0,42	0,42-0,84	0,84-2	2-6,4	6,4-12,7	>12,7
Kontrol	öncesi	34,18a	12,97	26,13a	26,72a	0,0b	0,0b
	sonrası	30,76bA	11,63B	20,43bB	19,61bB	4,22aD	13,35aB
Değişim, %		-10,0	-10,3	-21,8	-26,6	+∞	+∞
PVA	öncesi	20,23b	13,61	26,70a	30,22a	8,55a	0,70b
	sonrası	30,40aA	13,26A	23,27bA	22,38bA	5,36bC	5,33aC
Değişim, %		+50,3	-2,6	-12,8	-25,9	-37,3	+672,5
HA	öncesi	8,01b	8,46	25,89a	35,33a	20,09a	2,23b
	sonrası	16,80aB	7,26C	16,44bC	19,85bB	13,06bA	26,60aA
Değişim, %		+109,7	-14,2	-36,5	-43,8	-35,0	+1098,2
PAM	öncesi	13,82b	10,32a	26,39a	35,56a	12,22	1,68b
	sonrası	18,86aB	7,88bC	16,43bC	19,13bB	11,63B	26,05aA
Değişim, %		+36,5	-23,6	-37,7	-46,2	-4,8	+1450,6
Ortalama	öncesi	19,06b	11,34	26,28a	31,96a	10,22a	1,15b
	sonrası	24,21a	10,01	19,14b	20,24b	8,57b	17,83a
Değişim, %		+27,0	-11,8	-27,2	-36,7	-16,1	+1454,0

a: Küçük harfler her bir muamele içerisinde DÇ öncesi ve sonrasını karşılaştırmaktadır.
A: Büyük harfler DÇ süreçleri sonrası her bir agregat fraksiyonunda muameleleri karşılaştırmaktadır.

Çizelge 4.102’den de görüleceği üzere DÇ süreçleri Aridisol ordosu toprağının kontrol muamele düzeyinde <0,42 mm, 0,42-0,84 mm, 0,84-2 mm ve 2-6,4 mm agregat fraksiyonlarının miktarlarını sırasıyla %10,0, %10,3, %21,8 ve %26,6 oranında azaltırken; %4,22 ve %13,35 oranlarında 6,4-12,7 mm ile >12,7 mm agregat fraksiyonlarının oluşmasına neden olmuştur. Kontrol muamele düzeyinde, DÇ süreçleri öncesi ve sonrası fraksiyonların miktarları arasında 0,42-0,84 mm agregat fraksiyonu dışındaki diğer agregat fraksiyonlarında çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklılıklar meydana geldiği saptanmıştır.

PVA muamelesinde DÇ süreçleri sonrası <0,42 mm ve >12,7 mm agregat fraksiyonları %50,3 ve %672,5 oranında artarken diğer fraksiyonlarda farklı oranlarda azalışlar meydana gelmiştir. 0,42-0,84 mm agregat fraksiyonu dışındaki diğer agregat fraksiyonlarında DÇ süreçleri öncesi ve sonrası çok önemli farklılıklar ortaya çıkmıştır.

HA muamelesinde DÇ süreçleri sonrası $<0,42$ mm ve $>12,7$ mm agregat fraksiyonlarının miktarları %109,7 ve %1098,2 oranlarında artarken diğer fraksiyonların miktarları çeşitli oranlarda azalmıştır. 0,42-0,84 mm agregat fraksiyonu dışındaki tüm fraksiyonlarda DÇ öncesi ile sonrası arasında çok önemli düzeyde farklılıklar belirlenmiştir.

PAM muamelesinde $<0,42$ mm ve $>12,7$ mm agregat fraksiyonunda %36,5 ve %1450,6 oranında artış gözlenirken, diğer fraksiyonlarda düşüşler gözlenmiştir. DÇ süreçleri öncesi ve sonrası karşılaştırması dikkate alındığında 6,4-12,7 mm agregat fraksiyonu hariç, diğer tüm agregat fraksiyonlarında çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklılıklar meydana geldiği saptanmıştır.

DÇ süreçleri sonrası muamele karşılaştırmaları dikkate alındığında 0,42-0,84 mm, 0,84-2 mm, 6,4-12,7 mm ve $>12,7$ mm agregat fraksiyonlarında PVA, HA ve PAM muamelelerinin kontrolden çok önemli düzeyde farklılık gösterdikleri belirlenirken; $<0,42$ mm agregat fraksiyonunda kontrol ile PVA arasında ve 2-6,4 mm agregat fraksiyonunda kontrol ile HA ve PAM arasında farklılık olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.102).

Agregat fraksiyonlarının ortalama olarak DÇ süreçleri öncesi ve sonrası W_i değerleri incelendiğinde $<0,42$ mm ve $>12,7$ mm agregat fraksiyonlarının miktarlarının %27,0 ve %1454,0 oranlarında arttığı, diğer fraksiyonların ise çeşitli oranlarda azalışlar gösterdiği belirlenmiştir. DÇ süreçleri sonrası 0,42-0,84 mm agregat fraksiyonunda meydana gelen azalışın istatistiki olarak önemsiz, diğer fraksiyonlarda meydana gelen azalışların ve artışların istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.102).

Çizelge 4.103. Aridisol ordosunda DÇ süreçleri sonrasında kontrol ile muameleler ortalama W_i değerleri arasındaki farklılıklar

DÇ sonrası	<0,42	0,42-0,84	0,84-2	2-6,4	6,4-12,7	>12,7
Kontrol W_i , %	30,76 A	11,63 A	20,43	19,61	4,22 B	13,35 B
PVA, HA ve PAM ortalama W_i , %	22,02 B	9,47 B	18,71	20,45	10,02 A	19,33 A
Fark, %	-28,4	-18,6	-8,4	+4,3	+137,4	+44,8

Çizelge 4.103'den de görüleceği üzere DÇ süreçleri sonrası kontrol muamelesinde agregat fraksiyonlarının toprak kütlesi içerisindeki miktarları sırasıyla %30,76, %11,63, %20,43, %19,61, %4,22 ve %13,35 olarak belirlenmiştir. PVA, HA ve PAM muamelelerinin ortalama değerleri ise %22,02, %9,47, %18,71, %20,45, %10,02 ve %19,33 olarak bulunmuştur. PVA, HA ve PAM muameleleri <0,42 mm, 0,42-0,84 mm ve 0,84-2 mm agregat fraksiyonu miktarlarını kontrol muamelesine göre ortalama olarak %28,4, %18,6 ve %8,4 azaltırken; 2-6,4 mm, 6,4-12,7 mm ve >12,7 mm agregat fraksiyonlarını %4,3, %137,4 ve %44,8 oranlarında arttırmıştır. PVA, HA ve PAM muameleleri ile DÇ süreçleri sonrası kontrole göre meydana gelen değişimler 0,84-2 mm ve 2-6,4 mm agregat fraksiyonlarında istatistiki olarak önemsiz bulunurken, diğer fraksiyonlarda meydana gelen değişimlerin istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) olduğu belirlenmiştir.

Araştırma topraklarının muamelelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrası ortalama Wi değerleri ile arasındaki değişimler Çizelge 4.104’de verilmiştir.

Çizelge 4.104. Araştırma topraklarında muamelelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrasında ortalama Wi değerleri ve değişim oranları

Muamele	DÇ	<0,42	0,42-0,84	0,84-2	2-6,4	6,4-12,7	>12,7
Kontrol ort.	öncesi	37,28a	12,86a	23,07a	26,79a	0,0b	0,0b
	sonrası	26,37bA	9,58bA	16,61bB	18,04bB	7,78aD	21,62aB
Değişim, %		-29,3	-25,5	-28,0	-32,7	+∞	+∞
PVA ort.	öncesi	13,67b	11,33a	24,22a	31,27a	15,21a	4,30b
	sonrası	21,78aB	9,64bA	17,70bA	19,65bA	10,02bC	21,22aB
Değişim, %		+59,3	-14,9	-26,9	-37,2	-34,1	+393,8
HA ort.	öncesi	5,54b	6,00	20,90a	34,51a	28,84a	4,20b
	sonrası	11,58aC	5,92B	14,60bC	18,30bB	16,16bA	33,44aA
Değişim, %		+109,0	-1,4	-30,2	-47,0	-44,0	+696,2
PAM ort.	öncesi	10,95b	8,79a	22,72a	34,10a	20,76a	2,68b
	sonrası	11,97aC	6,11bB	14,61bC	18,11bB	15,35bB	33,84aA
Değişim, %		+9,3	-30,5	-35,7	-46,9	-26,1	+1163,9
Genel Ortalama	öncesi	16,86b	9,75a	22,73a	31,67a	16,20a	2,79b
	sonrası	17,93a	7,81b	15,88b	18,53b	12,33b	27,53a
Değişim, %		+6,3	-19,9	-30,1	-41,5	-23,9	+885,4

a: Küçük harfler her bir muamele içerisinde DÇ öncesi ve sonrasını karşılaştırmaktadır.
A: Büyük harfler DÇ süreçleri sonrası her bir agregat fraksiyonunda muameleleri karşılaştırmaktadır.

Çizelge 4.104’den de görüleceği üzere DÇ süreçleri araştırma topraklarının ortalaması olarak kontrol muamele düzeyinde <0,42 mm, 0,42-0,84 mm, 0,84-2 mm ve 2-6,4 mm agregat fraksiyonlarının miktarlarını sırasıyla %29,3, %25,5, %28,0 ve %32,7 oranında azaltırken; %7,78 ve %21,62 oranlarında 6,4-12,7 mm ile >12,7 mm agregat fraksiyonlarının oluşmasına neden olmuştur. Araştırma topraklarının ortalaması olarak kontrol muamele düzeyinde, DÇ süreçleri öncesi ve sonrası fraksiyonların miktarlarında meydana gelen değişimlerin çok önemli düzeyde ($p<0,01$) olduğu saptanmıştır.

PVA muamelesinin ortalamasında, DÇ süreçleri sonrası <0,42 mm ve >12,7 mm agregat fraksiyonları %59,3 ve %393,8 oranında artarken diğer fraksiyonlarda farklı oranlarda azalışlar meydana gelmiştir. Tüm agregat fraksiyonlarında DÇ süreçleri öncesi ve sonrası arasında çok önemli farklılıklar ortaya çıkmıştır.

HA muamelesi ortalamasında DÇ süreçleri sonrası $<0,42$ mm ve $>12,7$ mm agregat fraksiyonlarının miktarları %109,0 ve %696,2 oranlarında artarken diğer fraksiyonların miktarları çeşitli oranlarda azalmıştır. 0,42-0,84 mm agregat fraksiyonunda meydana gelen değişimin önemsiz; diğer fraksiyonlarda ise DÇ öncesi ile sonrası arasında çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklılıklar ortaya çıktığı belirlenmiştir.

PAM muamelesi ortalaması olarak $<0,42$ mm ve $>12,7$ mm agregat fraksiyonlarında %9,3 ve %1163,9 oranında artışlar gözlenirken, diğer fraksiyonlarda düşüşler gözlenmiştir. DÇ süreçleri öncesi ve sonrası karşılaştırması dikkate alındığında, tüm agregat fraksiyonlarında çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklılıklar meydana geldiği görülmektedir.

DÇ süreçleri sonrası muamele karşılaştırmaları dikkate alındığında $<0,42$ mm, 0,84-2 mm ve 6,4-12,7 mm agregat fraksiyonlarında PVA, HA ve PAM muamelelerinin kontrolden çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklılıklar gösterdikleri belirlenirken; 0,42-0,84 mm ve $>12,7$ mm agregat fraksiyonunda kontrol ile PVA arasında ve 2-6,4 mm agregat fraksiyonunda da kontrol ile HA ve PAM arasında farklılık olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca, 6,4-12,7 mm agregat fraksiyonu dışındaki diğer fraksiyonlarda HA ile PAM arasında istatistiki olarak farklılık olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.104).

Agregat fraksiyonlarının genel ortalama olarak DÇ süreçleri öncesi ve sonrası W_i değerleri incelendiğinde, $<0,42$ mm ve $>12,7$ mm agregat fraksiyonlarının miktarlarının %6,3 ve %885,4 oranlarında arttığı, diğer fraksiyonların ise sırasıyla %19,9, %30,1, %41,5 ve %23,9 oranlarında azalışlar gösterdiği belirlenmiştir. Genel ortalama bazında, DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarında meydana gelen azalışların ve artışların istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.104).

Çizelge 4.105. Araştırma topraklarının DÇ süreçleri sonrasında kontrol ile muameleler genel ortalama W_i değerleri arasındaki farklılıklar

DÇ sonrası	<0,42	0,42-0,84	0,84-2	2-6,4	6,4-12,7	>12,7
Kontrol genel ort. W_i , %	26,37A	9,58A	16,61	18,04	7,78B	21,62B
PVA, HA ve PAM genel ort. W_i , %	15,11B	7,22B	15,64	18,69	13,84A	29,50A
Fark, %	-42,7	-24,6	-5,9	+3,6	+77,9	+36,4

Çizelge 4.105'den de görüleceği üzere DÇ süreçleri sonrası kontrol muamelesinde agregat fraksiyonlarının toprak kütlesi içerisindeki genel ortalama miktarları sırasıyla %26,37, %9,58, %16,61, %18,04, %7,78 ve %21,62 olarak belirlenmiştir. PVA, HA ve PAM muamelelerinin genel ortalama değerleri ise %15,11, %7,22, %15,64, %18,69, %13,84 ve %29,50 olarak bulunmuştur. PVA, HA ve PAM muameleleri <0,42 mm, 0,42-0,84 mm ve 0,84-2 mm agregat fraksiyonu miktarlarını kontrol muamelesine göre genel ortalama olarak %42,7, %24,6 ve %5,9 azaltırken; 2-6,4 mm, 6,4-12,7 mm ve >12,7 mm agregat fraksiyonlarını %3,6, %77,9 ve %36,4 oranlarında arttırmıştır. PVA, HA ve PAM muameleleri ile DÇ süreçleri sonrası kontrole göre meydana gelen farklılık 0,84-2 mm ve 2-6,4 mm agregat fraksiyonlarında istatistiki olarak önemsiz bulunurken, diğer fraksiyonlarda meydana gelen farklılıkların istatistiki olarak çok önemli ($p < 0,01$) olduğu belirlenmiştir.

4.5.12. Agregat stabilitesi (AS)

Araştırma topraklarının farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonrası fraksiyonların agregat stabilitesi (AS) değerleri Çizelge 4.106'da verilmiştir.

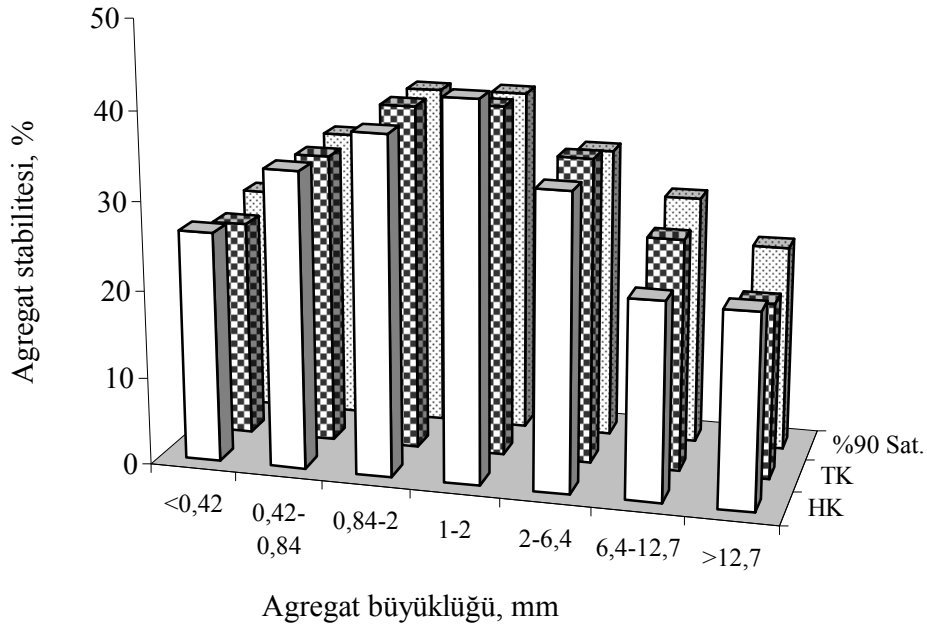
Çizelge 4.106. Araştırma topraklarının farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonrası fraksiyonların AS değerleri

Topraklar	DÇ nemi	<0,42	0,42-0,84	0,84-2	1-2	2-6,4	6,4-12,7	>12,7	Ortalama
Vertisol	HK	26,23cA	33,80b	38,42ab	42,72aA	33,55b	22,42cB	22,03cAB	31,31
	TK	24,67eB	33,10c	39,33a	39,82aB	34,67b	26,37dA	19,93fB	31,11
	%90 Sat	25,96dAB	33,35b	39,16a	39,31aB	33,29b	28,47cA	23,49eA	31,86
Değişim%	TK	-5,9	-2,1	+2,4	-6,8	+3,3	+17,6	-9,5	-0,6
	%90 Sat	-1,0	-1,3	+1,9	-8,0	-0,8	+27,0	+6,6	+1,8
Entisol	HK	35,08dA	52,74bA	58,48abA	63,39aA	61,95aA	43,63cB	39,90cdC	50,74B
	TK	28,50fB	54,65cA	59,86aA	60,29aB	57,35bB	52,07dA	49,87eA	51,80A
	%90 Sat	21,63gC	48,37cB	53,18aB	50,49bC	40,94fC	43,61eB	45,26dB	43,35C
Değişim%	TK	-18,8	+3,6	+2,4	-4,9	-7,4	+19,3	+25,0	+2,1
	%90 Sat	-38,3	-8,3	-9,1	-20,4	-33,9	0,0	+13,4	-14,6
Mollisol	HK	29,65dA	49,40bA	57,77aA	62,89aA	62,30aA	43,94bcA	40,31cA	49,46A
	TK	28,18eA	44,93bB	48,19aB	48,63aB	43,14cB	37,22dB	36,38dB	40,95B
	%90 Sat	21,62cB	42,89aB	43,00aC	42,02aC	36,10bC	35,31bB	36,33bB	36,75C
Değişim%	TK	-5,0	-9,0	-16,6	-22,7	-30,8	-15,3	-9,7	-17,2
	%90 Sat	-27,1	-13,2	-25,6	-33,2	-42,1	-19,6	-9,9	-25,7
Aridisol	HK	36,53dA	60,96bB	73,92aA	70,17aA	71,46aA	44,25cB	39,57cdC	56,69A
	TK	35,62fA	64,48cA	71,83aA	68,66bA	58,72dB	50,20eA	51,78eA	57,33A
	%90 Sat	27,56fB	49,18bC	59,52aB	58,70aB	47,30cC	44,91dB	42,78eB	47,14B
Değişim%	TK	-2,5	+5,8	-2,8	-2,2	-17,8	+13,4	+30,9	+1,1
	%90 Sat	-24,6	-19,3	-19,5	-16,3	-33,8	+1,5	+8,1	-16,8
Ortalama	HK	31,87dA	49,22bA	57,15aA	59,79aA	57,31aA	38,56cB	34,45cC	47,05A
	TK	29,24fB	49,29bA	54,80aB	54,35aB	48,47cB	41,13dA	39,49eA	45,30B
	%90 Sat	24,19gC	43,45cB	48,72aC	47,63bC	39,41dC	38,07eB	36,96fB	39,78C
Değişim%	TK	-8,3	+0,1	-4,1	-9,1	-15,4	+6,7	+14,6	-3,7
	%90 Sat	-24,1	-11,7	-14,8	-20,3	-31,2	-1,3	+7,3	-15,5

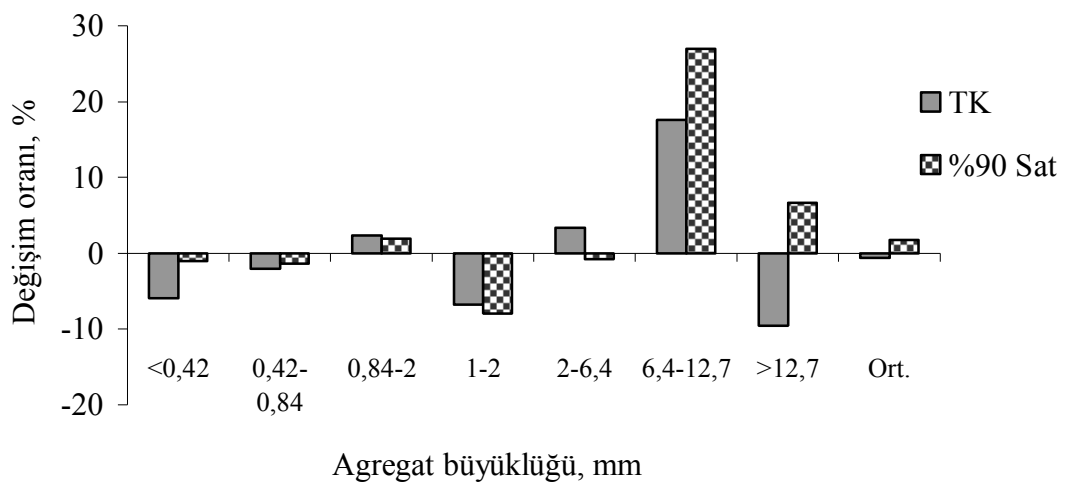
a: Küçük harfler, her bir nem seviyesi içerisinde fraksiyonların AS değerlerini karşılaştırmaktadır (Yatay doğrultuda karşılaştırma).

A: Büyük harfler bir agregat fraksiyonun farklı nem seviyelerinde AS değerlerini karşılaştırmaktadır (Düsey doğrultuda karşılaştırma).

Vertisol ordosu toprağının farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının AS değerleri Şekil 4.132’de ve AS değerlerinde meydana gelen değişim oranları Şekil 4.133’de görülmektedir.



Şekil 4.132. Vertisol ordosu toprağında DÇ nem seviyeleri ile agregat fraksiyonlarının AS değerleri arasındaki ilişkiler



Şekil 4.133. Vertisol ordosu toprağının farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının AS değerlerinde meydana gelen değişim oranları

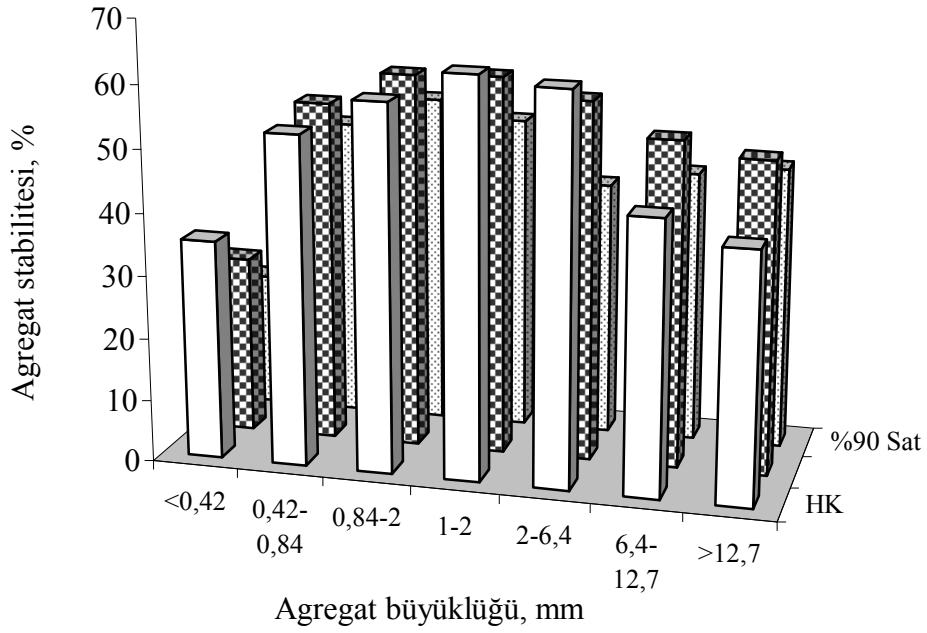
Çizelge 4.106 ve Şekil 4.132 ve 133'den görüldüğü üzere kontrol durumundaki nem seviyesi olan HK nem seviyesinde agregat fraksiyonlarının AS değerleri sırasıyla %26,23, %33,80, %38,42, %42,72, %33,55, %22,42 ve %22,03 iken TK nem seviyesinde DÇ süreçleri sonrasında <0,42, 0,42-0,84, 1-2 ve >12,7 mm agregat fraksiyonlarının AS değerleri sırasıyla %5,9, %2,1, %6,8 ve %9,5 düşerken, 0,84-2, 2-6,4 ve 6,4-12,7 mm agregat fraksiyonlarının AS değerleri ise %2,4, %3,3 ve %17,6 artmıştır. Toprağın TK nem seviyesinde DÇ'ye uğraması sonucu AS değeri ortalama olarak %31,31'den %31,11'e düşerek %0,6 oranında azalma meydana geldiği belirlenmiştir.

Vertisol ordosu toprağının %90 saturasyon nem seviyesinde DÇ süreçleri sonrasında da <0,42, 0,42-0,84, 1-2 ve 2-6,4 mm agregat fraksiyonlarının AS değerleri %1,0, %1,3, %8,0 ve %0,8 düşerken; 0,84-2, 6,4-12,7 ve >12,7 mm agregat fraksiyonlarının AS değerleri ise %1,9, %27,0 ve %6,6 oranlarında artmıştır. Toprağın %90 saturasyon nem seviyesinde DÇ'ye uğraması sonucu AS değeri ortalama olarak %31,31'den %31,86'ya çıkarak %1,8 oranında artışın meydana geldiği belirlenmiştir.

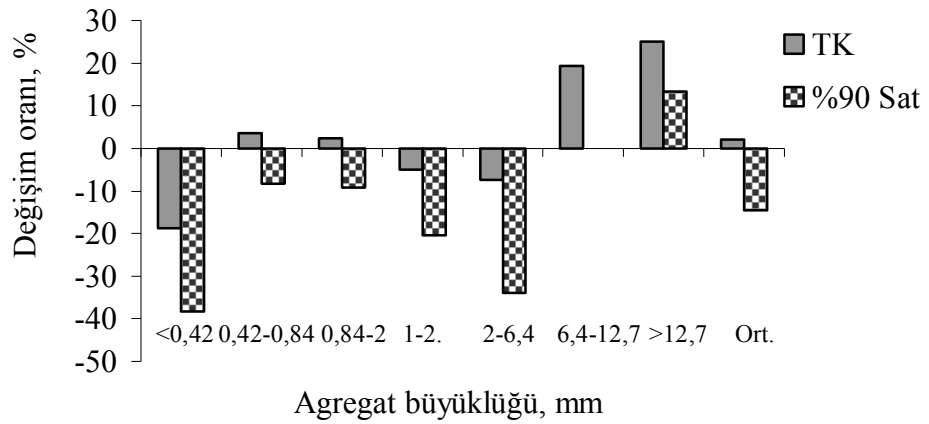
TK ve %90 saturasyon nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonrası en fazla düşüşler sırasıyla >12,7 mm fraksiyonunda %9,5 ve 1-2 mm fraksiyonunda %8,0 oranlarında meydana gelirken, en fazla artışların 6,4-12,7 mm agregat fraksiyonunda %17,6 ve %27,0 oranlarında olduğu belirlenmiştir.

Vertisol ordosu toprağının farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonrası 0,42-0,84, 0,84-2 ve 2-6,4 mm agregat fraksiyonlarının AS değerlerinde meydana gelen değişimlerin istatistiki olarak önemsiz olduğu; ancak diğer fraksiyonlarda meydana gelen değişimlerin ise çok önemli ($p<0,01$) olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, Vertisol ordosu toprağının farklı nem seviyelerinde DÇ süreçlerine uğramasının ortalama AS değerini etkilemediği belirlenmiştir (Çizelge 4.106).

Entisol ordosu toprağının farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının AS değerleri Şekil 4.134'de ve AS değerlerinde meydana gelen değişim oranları Şekil 4.135'de görülmektedir.



Şekil 4.134. Entisol ordosu toprağında DÇ nem seviyeleri ile agregat fraksiyonlarının AS değerleri arasındaki ilişkiler



Şekil 4.135. Entisol ordosu toprağının farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının AS değerlerinde meydana gelen değişim oranları

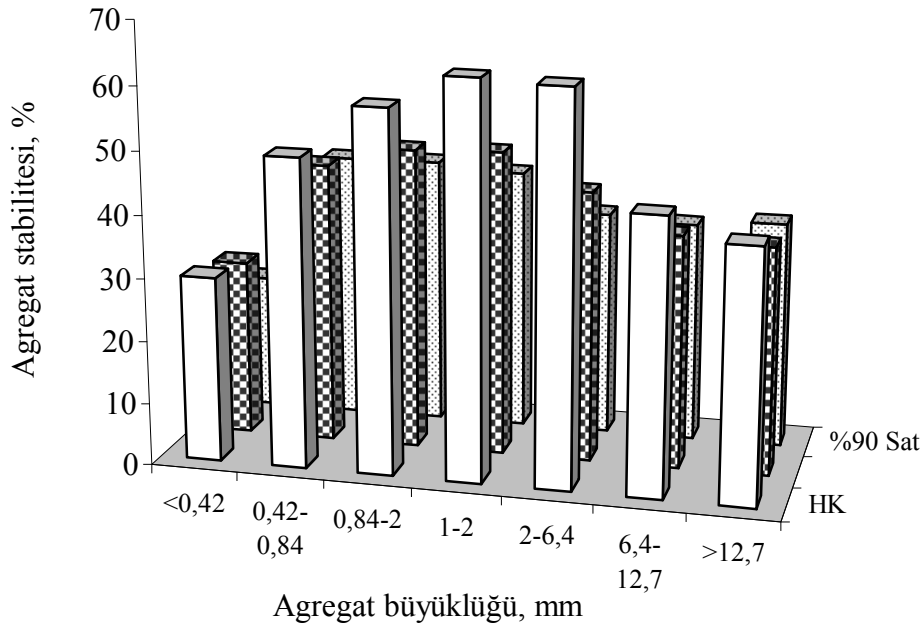
Çizelge 4.106 ve Şekil 4.134 ve 135'den görüldüğü üzere kontrol durumundaki nem seviyesi olan HK nem seviyesinde agregat fraksiyonlarının AS değerleri sırasıyla %35,08, %52,740, %58,48, %63,39, %61,95, %43,63 ve %39,90 iken TK nem seviyesinde DÇ süreçleri sonrasında <0,42, 1-2 ve 2-6,4 mm agregat fraksiyonlarını AS değerleri sırasıyla %18,8, %4,9 ve %7,4 oranlarında düşerken, 0,42-0,84, 0,84-2, 6,4-12,7 ve >12,7 mm agregat fraksiyonlarının AS değerleri ise %3,6, %2,4, %19,3 ve %25,0 artmıştır. Toprağın TK nem seviyesinde DÇ'ye uğraması sonucu AS değeri ortalama olarak %50,74'den %51,80'e çıkarak %2,1 oranında artış meydana geldiği belirlenmiştir.

Entisol ordosu toprağının %90 saturasyon nem seviyesinde DÇ süreçleri sonrasında da <0,42, 0,42-0,84, 0,84-2, 1-2 ve 2-6,4 mm agregat fraksiyonlarının AS değerleri %38,3, %8,3, %9,1, %20,4 ve %33,9 azalırken; >12,7 mm agregat fraksiyonlarının AS değerleri ise %13,4 oranında artmıştır. 6,4-12,7 mm agregat fraksiyonunun AS değerinde değişiklik olmamıştır. Toprağın %90 saturasyon nem seviyesinde DÇ'ye uğraması sonucu AS değeri ortalama olarak %14,6 oranında azalış meydana geldiği tespit edilmiştir.

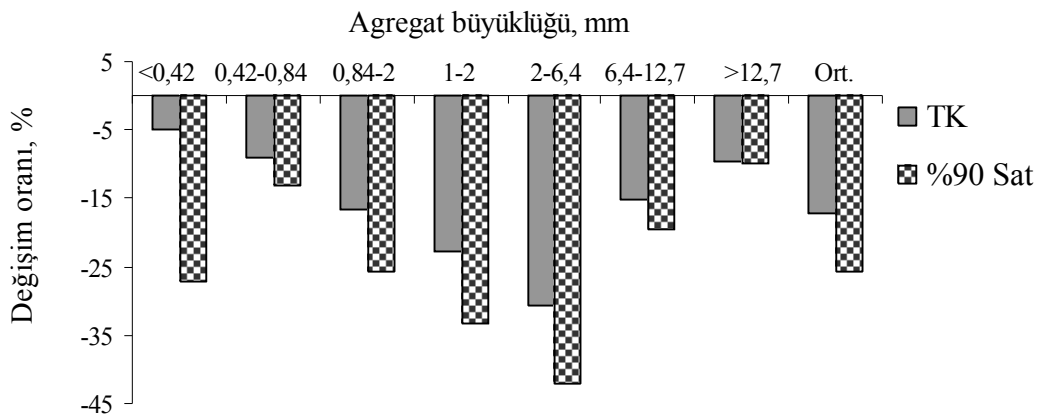
TK ve %90 saturasyon nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonrası en fazla düşüşler <0,42 mm fraksiyonunda %18,8 ve %38,3 oranlarında meydana gelirken, en fazla artışların >12,7 mm agregat fraksiyonunda %25,0 ve %13,4 oranlarında olduğu belirlenmiştir.

Entisol ordosu toprağında 2-6,4 mm'den küçük agregat fraksiyonları içerisinde HK, TK ve %90 saturasyon arasında HK genellikle en yüksek grupta yer alırken, 6,4-12,7 ile >12,7 mm fraksiyonlarında ise TK en yüksek grupta yer almıştır. İstatistiki anlamda her fraksiyonda HK, TK ve %90 saturasyon nem seviyeleri arasında çok önemli ($p<0,01$) farklılıklar gözlemlenmiştir. DÇ süreçleri sonucunda ortalama AS değerleri birbirlerinden istatistiki olarak çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklılık göstermiştir (Çizelge 4.106).

Mollisol ordosu toprağının farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının AS değerleri Şekil 4.136'da ve AS değerlerinde meydana gelen değişim oranları Şekil 4.137'de görülmektedir.



Şekil 4.136. Mollisol ordosu toprağında DÇ nem seviyeleri ile agregat fraksiyonlarının AS değerleri arasındaki ilişkiler

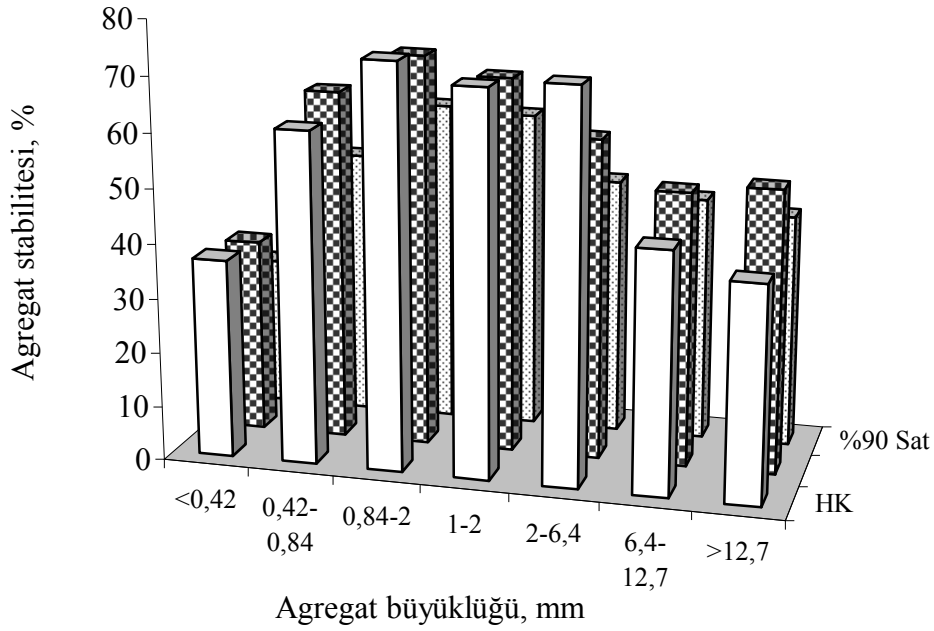


Şekil 4.137. Mollisol ordosu toprağının farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının AS değerlerinde meydana gelen değişim oranları

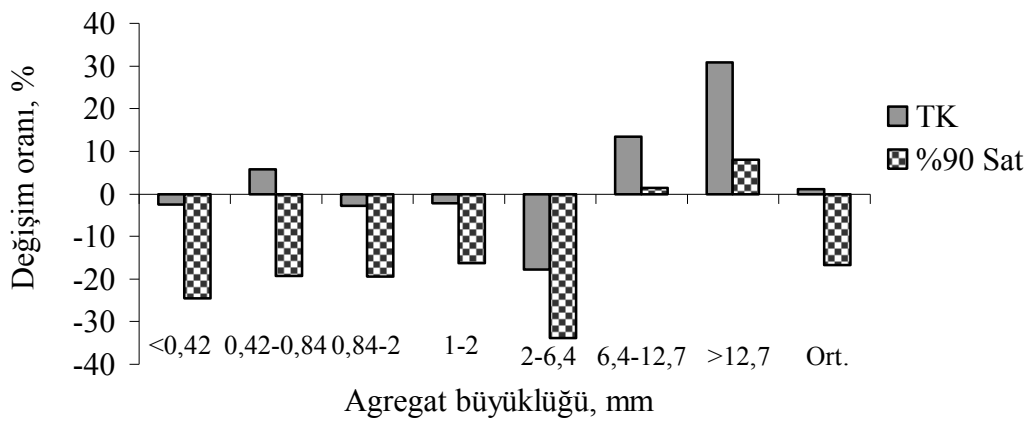
Çizelge 4.106 ve Şekil 4.136 ve 137'den görüldüğü üzere kontrol durumundaki nem seviyesi olan HK nem seviyesinde agregat fraksiyonlarının AS değerleri sırasıyla %29,65, %49,40, %57,77, %62,89, %62,30, %43,94 ve %40,31 iken TK ve %90 saturasyon nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonrasında tüm agregat fraksiyonlarının AS değerleri çeşitli oranlarda azalma göstermiştir. DÇ süreçleri sonucunda en fazla düşüş 2-6,4 mm agregat fraksiyonunda TK'da %30,8 ve %90 saturasyonda %42,1 oranında meydana gelmiştir. Ortalama AS değeri TK nem seviyesinde DÇ süreci sonunda %17,2 ve %90 saturasyon nem seviyesinde ise %25,7 oranında azalmıştır.

Mollisol ordosu toprağında HK nem seviyesindeki AS değerleri tüm fraksiyonlarda en yüksek olup, istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. En küçük fraksiyon olan <0,42 mm'de TK istatistiksel olarak HK ile aynı grupta yer almıştır. Ayrıca, 0,42-0,84, 6,4-12,7 ve >12,7 mm agregat fraksiyonlarında TK ile %90 saturasyon nem seviyeleri arasında benzer ilişki saptanmıştır. Diğer fraksiyonlarda ise nem seviyeleri istatistiki olarak farklı gruplarda yer almıştır. Ortalama AS değerleri nem seviyesinin artmasıyla azalma göstermiş ve istatistiksel olarak çok önemli ($p<0,01$) farklılıklar bulunmuştur (Çizelge 4.106).

Aridisol ordosu toprağının farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının AS değerleri Şekil 4.138'de ve AS değerlerinde meydana gelen değişim oranları Şekil 4.139'da görülmektedir.



Şekil 4.138. Aridisol ordosu toprağında DÇ nem seviyeleri ile agregat fraksiyonlarının AS değerleri arasındaki ilişkiler



Şekil 4.139. Aridisol ordosu toprağının farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının AS değerlerinde meydana gelen değişim oranları

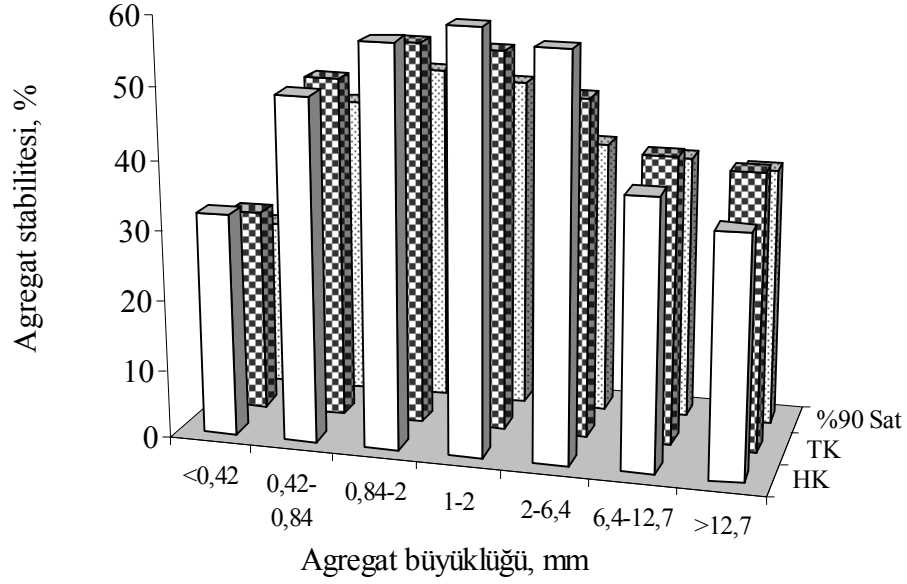
Çizelge 4.106 ve Şekil 4.138 ve 139'dan görüldüğü üzere kontrol durumundaki nem seviyesi olan HK nem seviyesinde agregat fraksiyonlarının AS değerleri sırasıyla %36,53, %60,96, %73,92, %70,17, %71,46, %44,25 ve %39,57 iken TK nem seviyesinde DÇ süreçleri sonrasında <0,42, 0,84-2, 1-2 ve 2-6,4 mm agregat fraksiyonlarının AS değerleri sırasıyla %2,5, %2,8, %2,2 ve %17,8 oranlarında düşerken, 0,42-0,84, 6,4-12,7 ve >12,7 mm agregat fraksiyonlarının AS değerleri ise %5,8, %13,4 ve %30,9 artmıştır. Toprağın TK nem seviyesinde DÇ'ye uğraması sonucu AS değeri ortalama olarak %56,69'dan %57,33'e yükselerek %1,1 oranında artış meydana geldiği belirlenmiştir.

Aridisol ordosu toprağının %90 saturasyon nem seviyesinde DÇ süreçleri sonrasında da <0,42, 0,42-0,84, 0,84-2, 1-2 ve 2-6,4 mm agregat fraksiyonlarının AS değerleri %24,6 %19,3, %19,5, %16,3 ve %33,8 oranında düşerken; 6,4-12,7 ve >12,7 mm agregat fraksiyonlarının AS değerleri ise %1,5 ve %8,1 oranlarında artmıştır. Toprağın %90 saturasyon nem seviyesinde DÇ'ye uğraması sonucu AS değeri ortalama olarak %56,69'dan %47,14'e düşerek %16,8 oranında azalmanın meydana geldiği belirlenmiştir.

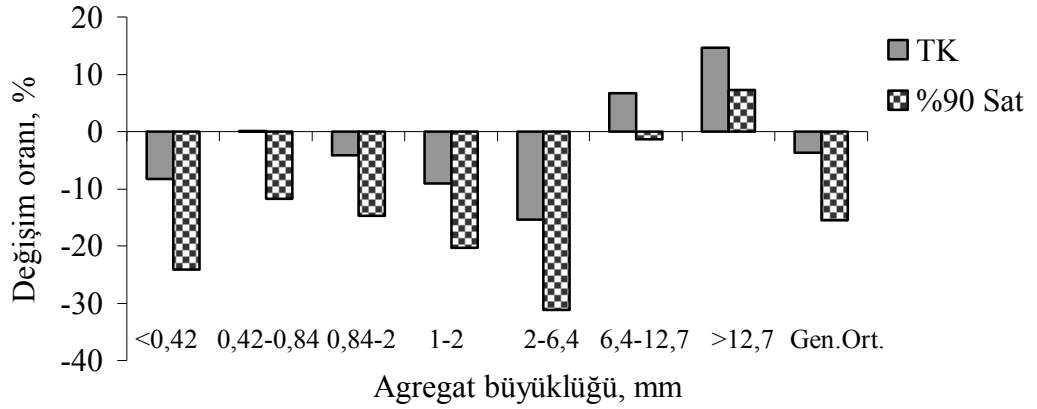
TK ve %90 saturasyon nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonrası en fazla düşüşler 2-6,4 mm fraksiyonunda %17,8 ve %33,8 oranlarında meydana gelirken, en fazla artışlar 6,4-12,7 mm ve >12,7 mm agregat fraksiyonlarında %13,4 ve %8,1 oranlarında olduğu belirlenmiştir.

Aridisol ordosu toprağının farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonrası <0,42, 0,84-2 ve 1-2 mm agregat fraksiyonlarının HK ile TK ve 6,4-12,7 mm agregat fraksiyonunun HK ile %90 saturasyon nem seviyesi AS değerleri arasında meydana gelen değişimlerin istatistiki olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir. Diğer fraksiyonlarda meydana gelen değişimlerin ise çok önemli ($p<0,01$) olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, Aridisol ordosu toprağının TK nem seviyesinde DÇ süreçlerine uğramasının ortalama AS değerini etkilemediği, ancak %90 saturasyonda DÇ süreçlerinin ortalama AS değerlerinin istatistiki olarak çok önemli düzeyde ($p<0,01$) düşürdüğü belirlenmiştir (Çizelge 4.106).

Araştırma topraklarının farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının ortalama AS değerleri Şekil 4.140'da ve ortalama AS değerlerinde meydana gelen değişim oranlarında Şekil 4.141'de görülmektedir.



Şekil 4.140. Araştırma topraklarında DÇ nem seviyeleri ile agregat fraksiyonlarının ortalama AS değerleri arasındaki ilişkiler



Şekil 4.141. Araştırma topraklarının farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının ortalama AS değerlerinde meydana gelen değişim oranları

Çizelge 4.106 ve Şekil 4.140 ve 141'den görüldüğü üzere kontrol durumundaki nem seviyesi olan HK nem seviyesinde agregat fraksiyonlarının ortalama AS değerleri sırasıyla %31,87, %49,22, %57,15, %59,79, %57,31, %38,56 ve %34,45 iken TK nem

seviyesinde DÇ süreçleri sonrasında <0,42, 0,84-2, 1-2 ve 2-6,4 mm agregat fraksiyonlarını ortalama AS değerleri sırasıyla %8,3, %4,1, %9,1 ve %15,4 oranlarında düşerken, 0,42-0,84, 6,4-12,7 ve >12,7 mm agregat fraksiyonlarının ortalama AS değerleri ise %0,1, %6,7 ve %14,6 artmıştır. Toprakların TK nem seviyesinde DÇ'ye uğraması sonucu genel ortalama AS değeri ortalama olarak %47,05'den %45,30'a düşerek %3,7 oranında azalış meydana geldiği belirlenmiştir.

Araştırma topraklarının %90 saturasyon nem seviyesinde DÇ süreçleri sonrasında da <0,42, 0,42-0,84, 0,84-2, 1-2, 2-6,4 ve 6,4-12,7 mm agregat fraksiyonlarının ortalama AS değerleri %24,1 %11,7, %14,8, %20,3, %31,2 ve %1,3 oranlarında düşerken; >12,7 mm agregat fraksiyonunun ortalama AS değeri ise %7,3 oranında artmıştır. Toprakların %90 saturasyon nem seviyesinde DÇ'ye uğraması sonucu genel ortalama AS değeri ortalama olarak %47,05'den %39,78'e düşerek %15,5 oranında azalmanın meydana geldiği belirlenmiştir.

TK ve %90 saturasyon nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonrası en fazla düşüşler 2-6,4 mm fraksiyonunda %15,4 ve %31,2 oranlarında meydana gelirken, en fazla artışlar >12,7 mm agregat fraksiyonunda %14,6 ve %7,3 oranlarında olduğu belirlenmiştir.

Araştırma topraklarının farklı nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonrası 0,42-0,84 mm agregat fraksiyonunun HK ile TK ve 6,4-12,7 mm agregat fraksiyonunun HK ile %90 saturasyon nem seviyesi ortalama AS değerleri arasında meydana gelen değişimlerin istatistiki olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir. Diğer fraksiyonlarda meydana gelen değişimlerin ise çok önemli ($p<0,01$) olduğu belirlenmiş olup; <0,42, 0,84-2, 1-2 ve 2-6,4 mm agregat fraksiyonlarında DÇ nem seviyesinin artmasına bağlı olarak ortalama AS değerlerinde çok önemli düzeyde ($p<0,01$) düşüşler meydana geldiği saptanmıştır. Ayrıca, araştırma topraklarının TK ve %90 saturasyon nem seviyelerinde DÇ süreçlerine uğraması genel ortalama AS değerlerinde nem artışına bağlı olarak çok önemli düzeyde ($p<0,01$) düşüşlere neden olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.106).

Araştırma topraklarının farklı sayılarda DÇ süreçleri sonrası fraksiyonların agregat stabilitesi (AS) değerleri Çizelge 4.107'de verilmiştir.

Çizelge 4.107. Araştırma topraklarının farklı sayılarda DÇ süreçleri sonrası fraksiyonların AS değerleri

Toprak ordoları	DÇ sayısı	<0,42	0,42-0,84	0,84-2	1-2	2-6,4	6,4-12,7	>12,7	Ortalama
Vertisol	Kontrol	26,23cB	33,80bB	38,42abBC	42,72aB	33,55bB	22,42cB	22,03cAB	31,31B
	3	24,73dC	33,87bB	38,73aB	38,77aC	32,67bB	28,16cA	20,36eB	31,04B
	6	29,86dA	36,18cA	43,18bA	44,74aA	36,13cA	30,42dA	23,76eA	34,85A
	9	21,35eD	29,62cC	35,84aC	35,18aD	33,13bB	23,81dB	21,02eB	28,56C
Değişim%	3	-5,7	+0,2	+0,8	-9,2	-2,6	+25,6	-7,6	-0,9
	6	+13,8	+7,0	+12,4	+4,7	+7,7	+35,7	+7,9	+11,3
	9	-18,6	-12,4	-6,7	-17,6	-1,3	+6,2	-4,6	-8,8
Entisol	Kontrol	35,08dA	52,74bB	58,48abA	63,39aA	61,95aA	43,63cB	39,90cdD	50,74B
	3	24,77eC	52,87bB	56,13aB	55,48aC	51,78bB	48,43cA	46,66dB	48,02C
	6	30,70eB	56,83bA	60,26aA	60,25aB	52,60cB	50,19dA	51,65cdA	51,78A
	9	19,73eD	44,83cC	53,16aC	50,43bD	43,05dC	44,89cB	44,38cC	42,92D
Değişim%	3	-29,4	+0,2	-4,0	-12,5	-16,4	+11,0	+16,9	-5,4
	6	-12,5	+7,8	+3,0	-5,0	-15,1	+15,0	+29,4	+2,0
	9	-43,8	-15,0	-9,1	-20,4	-30,5	+2,9	+11,2	-15,4
Mollisol	Kontrol	29,65dA	49,40bB	57,77aA	62,89aA	62,30aA	43,94bcA	40,31cA	49,46A
	3	26,78eB	44,30bC	48,20aB	46,67aC	40,49cB	36,75dB	37,66dB	40,12C
	6	29,05eAB	52,13aA	48,52bB	49,39bB	42,75cB	39,02dB	39,19dAB	42,86B
	9	18,87dC	35,30bD	40,06aC	39,92aD	35,63bC	33,03cC	32,21cC	33,57D
Değişim%	3	-9,7	-10,3	-16,6	-25,8	-35,0	-16,4	-6,6	-18,9
	6	-2,0	+5,5	-16,0	-21,5	-31,4	-11,2	-2,8	-13,3
	9	-36,4	-28,5	-30,7	-36,5	-42,8	-24,8	-20,1	-32,1

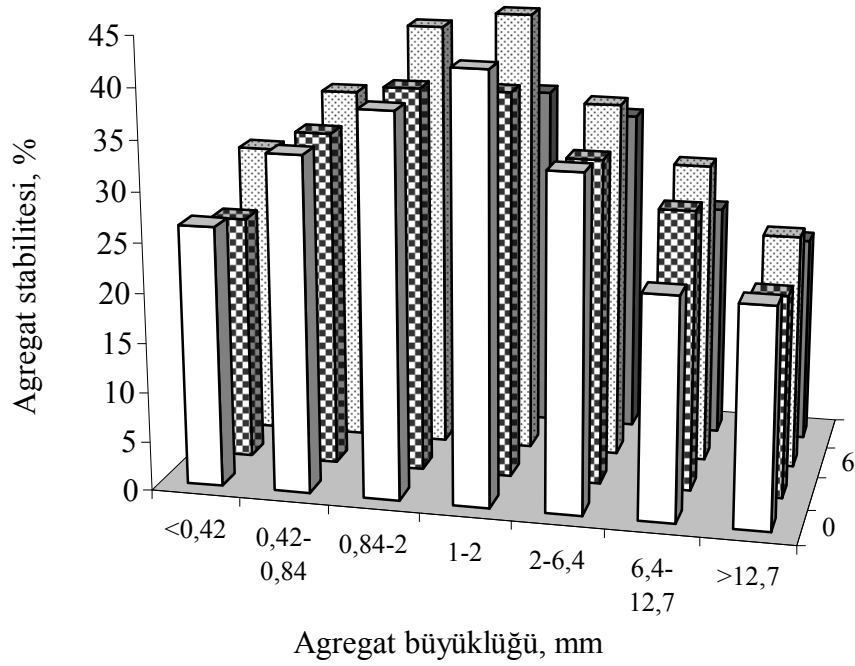
Çizelge 4.107. (devam)

Toprak ordoları	DÇ Sayısı	<0,42	0,42-0,84	0,84-2	1-2	2-6,4	6,4-12,7	>12,7	Ortalama
Aridisol	Kontrol	36,53dB	60,96bB	73,92aA	70,17aA	71,46aA	44,25cC	39,57cdC	56,69B
	3	39,90eA	68,44bA	70,57aB	70,23abA	61,09cB	54,29dA	55,78dA	60,04A
	6	31,81fC	59,55bB	65,64aC	65,28aB	53,74cC	49,62dB	46,52eB	53,17C
	9	23,07eD	42,51cC	60,83aD	55,52bC	44,21cD	38,76dD	39,54dC	43,49D
Değişim%	3	+9,2	+12,3	-4,5	+0,1	-14,5	+22,7	+41,0	+5,9
	6	-12,9	-2,3	-11,2	-7,0	-24,8	+12,1	+17,6	-6,2
	9	-36,8	-30,3	-17,7	-20,9	-38,1	-12,4	-0,1	-23,3
Ortalama	Kontrol	31,87dA	49,22bB	57,15aA	59,79aA	57,31aA	38,56cB	35,45cB	47,05A
	3	29,04fC	49,87bB	53,41aB	52,79aC	46,51cB	41,91dA	40,11eA	44,81C
	6	30,35fB	51,17bA	54,40aB	54,92aB	46,30cB	42,23dA	40,28eA	45,66B
	9	20,76gD	38,06dC	47,47aC	45,26bD	39,00cC	35,12eC	34,29fC	37,14D
Değişim%	3	-8,9	+1,3	-6,5	-11,7	-18,8	+8,7	+13,1	-4,8
	6	-4,8	+4,0	-4,8	-8,1	-19,2	+9,5	+13,6	-3,0
	9	-34,9	-22,7	-16,9	-24,3	-31,9	-8,9	-3,3	-21,1

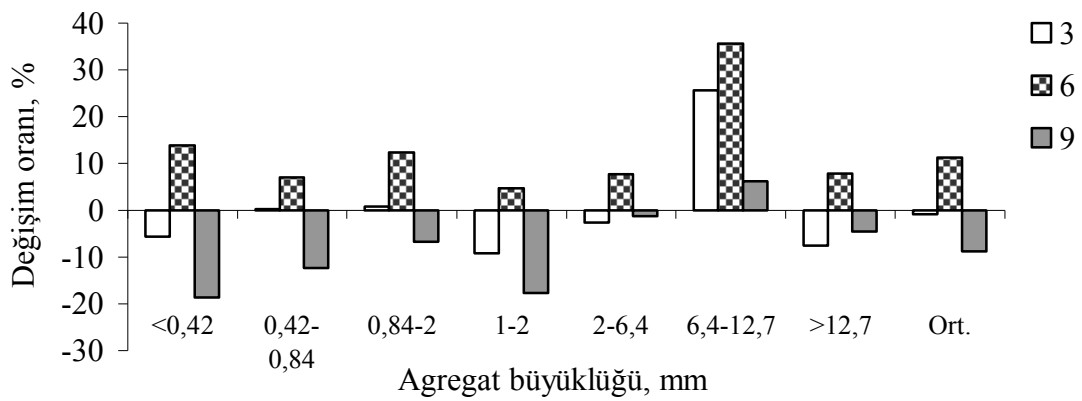
a: Küçük harfler, her bir DÇ sayısı içerisinde fraksiyonların AS değerlerini karşılaştırmaktadır (Yatay doğrultuda karşılaştırma).

A: Büyük harfler, farklı sayılarda DÇ süreçleri sonrası bir agregat fraksiyonunun AS değerlerini karşılaştırmaktadır (Düşey doğrultuda karşılaştırma) .

Vertisol ordosu toprağının farklı sayılarda DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının AS değerleri Şekil 4.142’de ve AS değerlerinde meydana gelen değişim oranları da Şekil 4.143’de görülmektedir.



Şekil 4.142. Vertisol ordosu toprağında DÇ sayıları ile agregat fraksiyonlarının AS değerleri arasındaki ilişkiler



Şekil 4.143. Vertisol ordosu toprağının farklı sayılarda DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının AS değerlerinde meydana gelen değişim oranları

Çizelge 4.107 ve Şekil 4.142 ve 143'den görüldüğü üzere kontrol durumda agregat fraksiyonlarının AS değerleri sırasıyla %26,23, %33,80, %38,42, %42,72, %33,55, %22,42 ve %22,03 iken 3 kez DÇ süreçleri sonrasında <0,42, 1-2, 2-6,4 ve >12,7 mm agregat fraksiyonlarının AS değerleri sırasıyla %5,7, %9,2, %2,6 ve %7,6 düşerken, 0,42-0,84, 0,84-2 ve 6,4-12,7 mm agregat fraksiyonlarının AS değerleri ise %0,2, %0,8 ve %25,6 artmıştır. Toprağın 3 kez DÇ'ye uğraması sonucu AS değeri ortalama olarak %31,31'den %31,04'e düşerek %0,9 oranında azalma meydana geldiği belirlenmiştir.

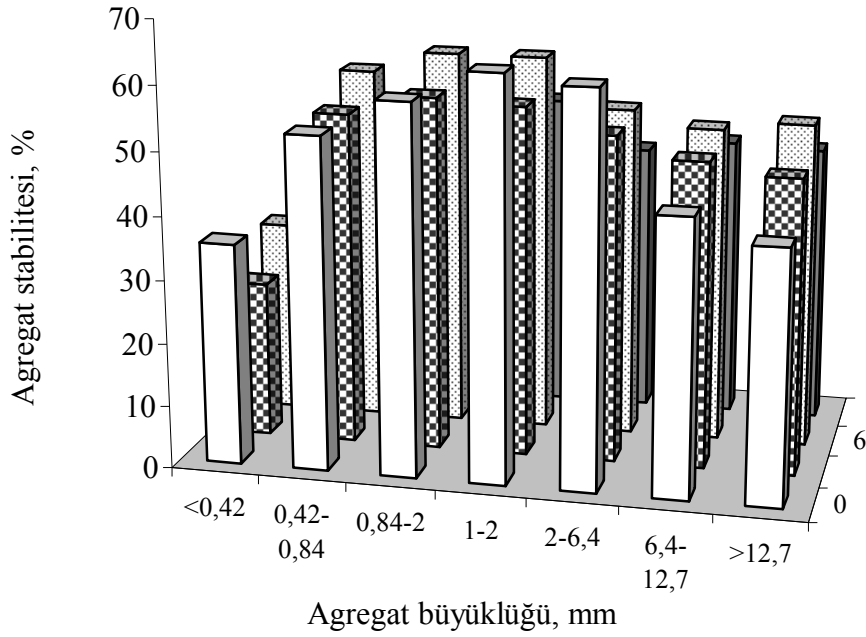
Vertisol ordosu toprağının 6 kez DÇ süreçleri sonrasında tüm fraksiyonların AS değerlerinin arttığı ve artış oranlarının ise sırasıyla %13,8 %7,0, %12,4, %4,7, %7,7, %35,7 ve %7,9 olduğu belirlenmiştir. Toprağın 6 kez DÇ süreci sonrası ortalama AS değeri de %11,3 artarak %34,85 olarak belirlenmiştir.

Toprağın 9 kez DÇ sürecine uğrama sonucunda da 6,4-12,7 mm agregat fraksiyonunun AS değeri %6,2 oranında artarken, diğer fraksiyonların AS değerlerinde ise %1,3 ile %18,6 arasında değişen oranlarda düşüşlerin meydana geldiği görülmüştür. 9 DÇ sonrasında ortalama AS değeri %8,8 oranında düşerek %28,56 olarak belirlenmiştir.

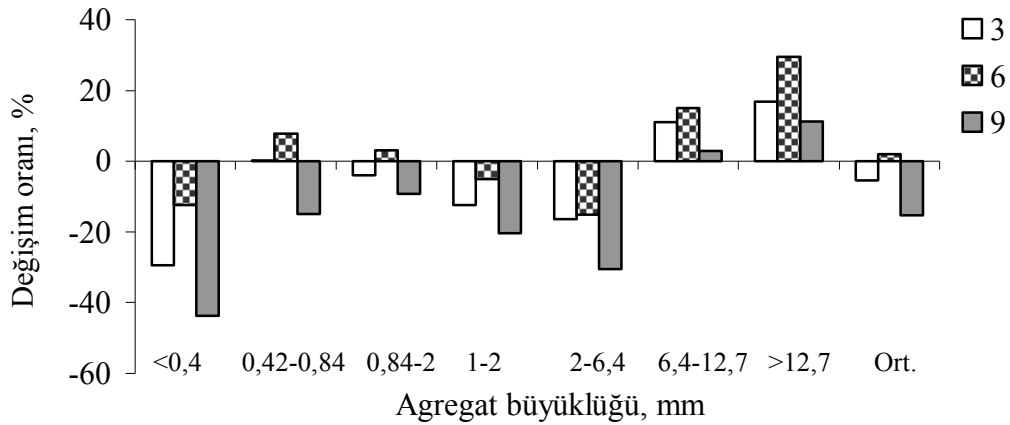
AS değerlerinde en fazla düşüşlerin 3 DÇ sonucunda 1-2 mm fraksiyonunda %9,2 ve 9 DÇ'de de <0,42 mm fraksiyonunda %18,6 oranlarında meydana geldiği, en fazla artışların ise 6,4-12,7 mm agregat fraksiyonunda sırasıyla %25,6, %35,7 ve %6,2 oranlarında olduğu belirlenmiştir.

Vertisol ordosu toprağının farklı sayılarda DÇ süreçleri sonrası <0,42 ve 1-2 mm agregat fraksiyonlarının AS değerlerinde meydana gelen değişimlerin istatistiki olarak çok önemli düzeyde ($p<0,01$) birbirinden farklı olduğu belirlenirken; diğer fraksiyonlarda DÇ sayılarının etkinlik derecelerinin çeşitlilik gösterdiği saptanmıştır. Ayrıca, Vertisol ordosu toprağının 3 kez DÇ sürecine uğramasının ortalama AS değerini etkilemediği belirlenirken; 6 DÇ sonrasında meydana gelen artışın ve 9 DÇ sonrasında meydana gelen azalışın istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.107).

Entisol ordosu toprağının farklı sayılarda DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının AS değerleri Şekil 4.144'de ve AS değerlerinde meydana gelen değişim oranları da Şekil 4.145'de görülmektedir.



Şekil 4.144. Entisol ordosu toprağında DÇ sayıları ile agregat fraksiyonlarının AS değerleri arasındaki ilişkiler



Şekil 4.145. Entisol ordosu toprağının farklı sayılarda DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının AS değerlerinde meydana gelen değişim oranları

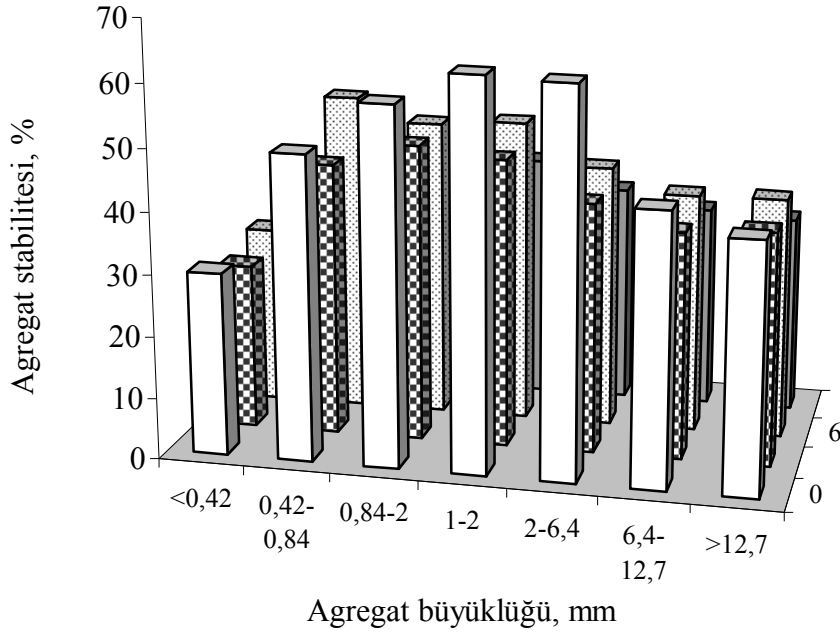
Çizelge 4.107 ve Şekil 4.144 ve 145'den görüldüğü üzere kontrol durumunda agregat fraksiyonlarının AS değerleri sırasıyla %35,08, %52,74, %58,48, %63,39, %61,95, %43,63 ve %39,90 iken 3 kez DÇ süreçleri sonrasında <0,42, 0,84-2, 1-2 ve 2-6,4 mm agregat fraksiyonlarının AS değerleri sırasıyla %29,4, %4,0, %12,5 ve %16,4 oranında düşerken, 0,42-0,84, 6,4-12,7 ve >12,7 mm agregat fraksiyonlarının AS değerleri ise %0,2, %11,0 ve %16,9 oranlarında artmıştır. Entisol ordosu toprağının 3 kez DÇ'ye uğraması sonucu AS değeri ortalama olarak %50,74'den %48,02'ye düşerek %5,4 oranında azalma meydana geldiği belirlenmiştir.

Entisol ordosu toprağının 6 kez DÇ süreçleri sonrasında <0,42, 1-2 ve 2-6,4 mm fraksiyonlarının AS değerlerinin %12,5, %5,0 ve %15,1 oranlarında azaldığı tespit edilmiştir. Diğer fraksiyonlar ise %3,0 ile %29,4 arasında değişen oranlarda artış göstermiş olup, toprağın 6 kez DÇ süreci sonrası ortalama AS değeri de %2,0 artarak %51,78 olarak belirlenmiştir. Toprağın 9 kez DÇ sürecine uğrama sonucunda da 6,4-12,7 ve > 12,7 mm agregat fraksiyonlarının AS değeri %2,9 ve %11,2 oranlarında artarken, diğer fraksiyonların AS değerlerinde ise %9,1 ile %43,8 arasında değişen oranlarda düşüşlerin meydana geldiği görülmüştür. 9 DÇ sonrasında ortalama AS değeri %15,4 oranında düşerek %42,92 olarak belirlenmiştir.

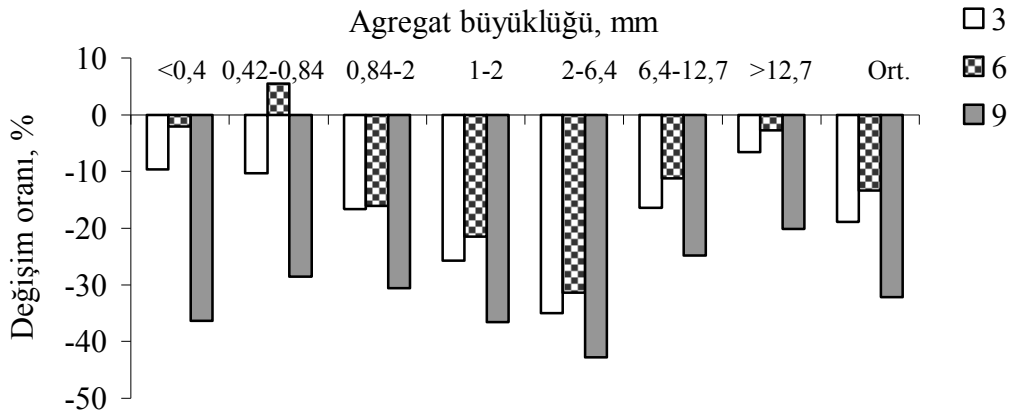
DÇ süreçleri sonrasında AS değerlerinde en fazla düşüşlerin 3 ve 9 DÇ'de <0,42 mm fraksiyonunda %29,4 ve %43,8 oranlarında; 6 DÇ'de ise 2-6,4 mm agregat fraksiyonunda %15,1 oranında meydana geldiği, en fazla artışların ise >12,7 mm agregat fraksiyonunda sırasıyla %16,9, %29,4 ve %11,2 oranlarında olduğu belirlenmiştir.

Entisol ordosu toprağının farklı sayılarda DÇ süreçleri sonrası <0,42, 1-2 ve >12,7 mm agregat fraksiyonlarının AS değerlerinde meydana gelen değişimlerin istatistiki olarak çok önemli düzeyde ($p<0,01$) birbirinden farklı olduğu belirlenirken; diğer fraksiyonlarda DÇ sayılarının etkinlik derecelerinin çeşitlilik gösterdiği saptanmıştır. Ayrıca, Entisol ordosu toprağının 3 ile 9 kez DÇ sonrasında ortalama AS değerinde meydana gelen azalmaların ve 6 DÇ sonrasında meydana gelen artışın istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.107).

Mollisol ordosu toprağının farklı sayılarda DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının AS değerleri Şekil 4.146'da ve AS değerlerinde meydana gelen değişim oranları da Şekil 4.147'de görülmektedir.



Şekil 4.146. Mollisol ordosu toprağında DÇ sayıları ile agregat fraksiyonlarının AS değerleri arasındaki ilişkiler



Şekil 4.147. Mollisol ordosu toprağının farklı sayılarda DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının AS değerlerinde meydana gelen değişim oranları

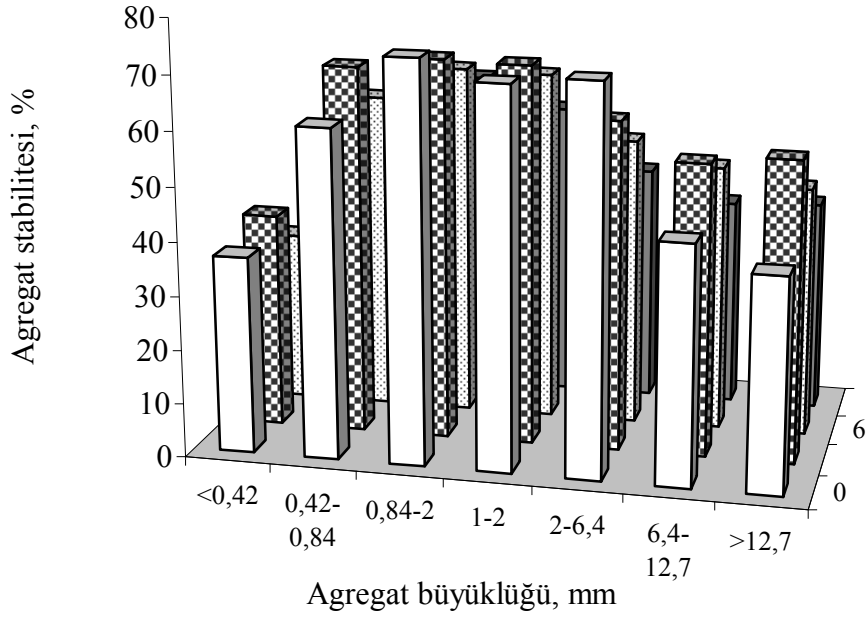
Çizelge 4.107 ve Şekil 4.146 ve 147'den görüldüğü üzere kontrol durumda agregat fraksiyonlarının AS değerleri sırasıyla %29,65, %49,40, %57,77, %62,89, %62,30, %43,94 ve %40,31 iken 3 kez DÇ süreçleri sonrasında tüm agregat fraksiyonlarının AS değerlerinin düştüğü ve düşüş oranlarının %9,7, %10,3, %16,6, %25,8, %35,0, %16,4 ve %6,6 olduğu belirlenmiştir. Mollisol ordosu toprağının 3 kez DÇ'ye uğraması sonucunda AS değeri ortalama olarak %49,46'dan %40,12'ye düşerek %18,9 oranında azalma meydana geldiği belirlenmiştir.

Mollisol ordosu toprağının 6 kez DÇ süreçleri sonrasında sadece 0,42-0,84 mm agregat fraksiyonu AS değerinin %5,5 artarken, diğer fraksiyonlar ise %2,0 ile %31,4 arasında değişen oranlarda azalışlar göstermiş olup, toprağın 6 kez DÇ süreci sonrası ortalama AS değeri de %13,3 azalarak %42,86 olarak belirlenmiştir. Toprağın 9 kez DÇ sürecine uğraması sonucunda tüm agregat fraksiyonlarının AS değerlerinin düştüğü ve düşüş oranlarının %20,1 ile %42,8 arasında değiştiği saptanmıştır. 9 DÇ sonrasında toprağın ortalama AS değeri %32,1 oranında düşerek %33,57 olarak belirlenmiştir.

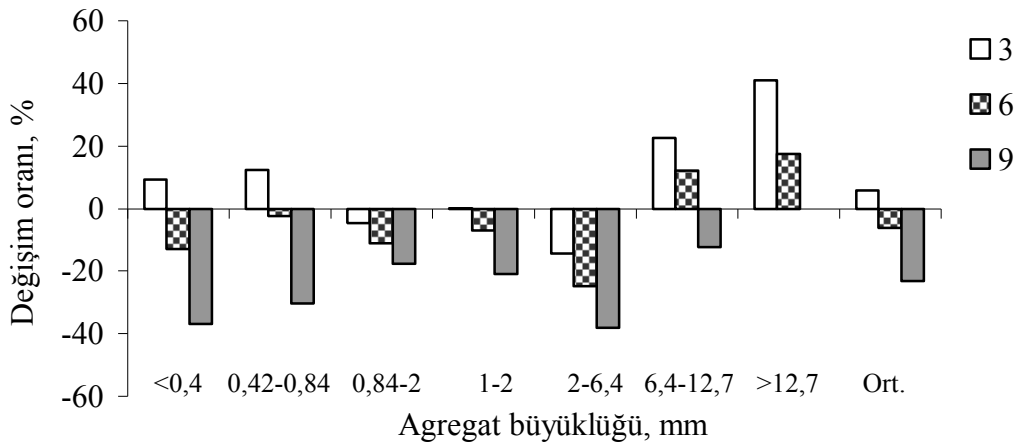
DÇ süreçleri sonrasında AS değerlerinde en fazla düşüşlerin 2-6,4 mm fraksiyonunda %35,0, %31,4 ve %42,8 oranlarında meydana geldiği belirlenmiştir.

Mollisol ordosu toprağının farklı sayılarda DÇ süreçleri sonrası 0,42-0,84 ve 1-2 mm agregat fraksiyonlarının AS değerlerinde meydana gelen değişimlerin istatistiki olarak çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) birbirinden farklı olduğu belirlenirken; diğer fraksiyonlarda DÇ sayılarının etkinlik derecelerinin çeşitlilik gösterdiği saptanmıştır. Ayrıca, Mollisol ordosu toprağının 3, 6 ve 9 kez DÇ sonrasında ortalama AS değerinde meydana gelen düşüşlerin istatistiki olarak çok önemli ($p < 0,01$) olduğu belirlenmiş olup, 3 DÇ'nin 6 DÇ'den daha fazla düşüşe neden olduğu da gözlemlenmiştir. Ortalama AS değerinde en fazla düşüş (-%32,1) 9 DÇ'de meydana gelmiş olup en düşük ortalama AS değeri (%33,57) bu DÇ sürecinde elde edilmiştir (Çizelge 4.107).

Aridisol ordosu toprağının farklı sayılarda DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının AS değerleri Şekil 4.148’de ve AS değerlerinde meydana gelen değişim oranları da Şekil 4.149’da görülmektedir.



Şekil 4.148. Aridisol ordosu toprağında DÇ sayıları ile agregat fraksiyonlarının AS değerleri arasındaki ilişkiler



Şekil 4.149. Aridisol ordosu toprağının farklı sayılarda DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının AS değerlerinde meydana gelen değişim oranları

Çizelge 4.107 ve Şekil 4.148 ve 149’dan görüldüğü üzere kontrol durumunda agregat fraksiyonlarının AS değerleri sırasıyla %36,53, %60,96, %73,92, %70,17, %71,46,

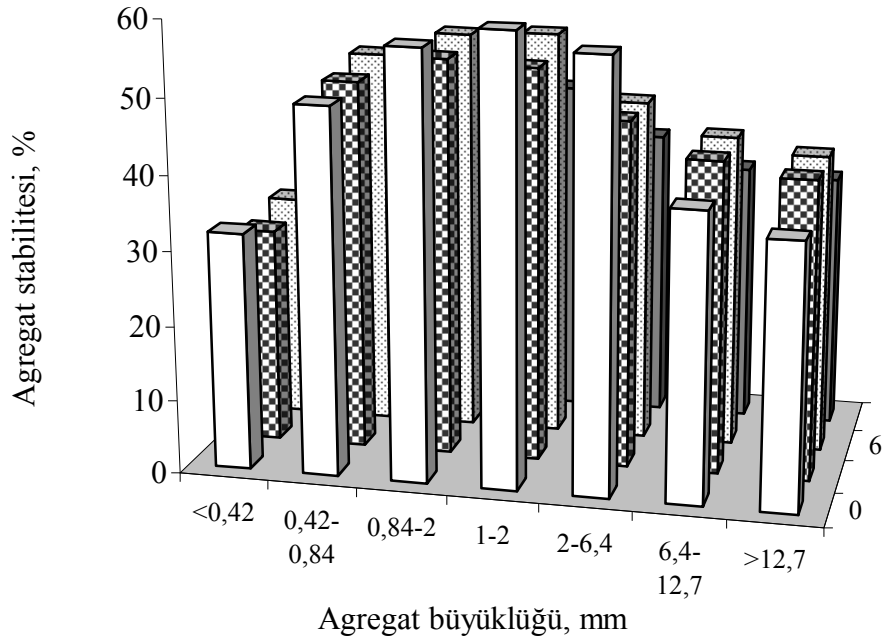
%44,25 ve %39,57 iken 3 kez DÇ süreçleri sonrasında 0,84-2 ve 2-6,4 mm agregat fraksiyonlarının AS değerlerinin %4,5 ve %14,5 oranlarında düştüğü; diğer fraksiyonların AS değerlerinin ise sırasıyla %9,2, %12,3, %0,1, %22,7 ve %41,0 oranlarında arttığı belirlenmiştir. Aridisol ordosu toprağının 3 kez DÇ'ye uğraması sonucunda AS değeri ortalama olarak %56,69'dan %60,04'e yükselerek %5,9 oranında artış meydana geldiği belirlenmiştir.

Aridisol ordosu toprağının 6 kez DÇ süreçleri sonrasında 6,4-12,7 ve >12,7 mm agregat fraksiyonu AS değerleri %12,1 ve %17,6 oranlarında artarken, diğer fraksiyonlar ise %2,3 ile %24,8 arasında değişen oranlarda azalışlar göstermiş olup, toprağın 6 kez DÇ süreci sonrası ortalama AS değeri de %6,2 azalarak %53,17 olarak belirlenmiştir. Toprağın 9 kez DÇ sürecine uğraması sonucunda tüm agregat fraksiyonlarının AS değerlerinin düştüğü ve düşüş oranlarının %0,1 ile %38,1 arasında değiştiği saptanmıştır. 9 DÇ sonrasında toprağın ortalama AS değeri %23,3 oranında düşerek %43,49 olarak belirlenmiştir.

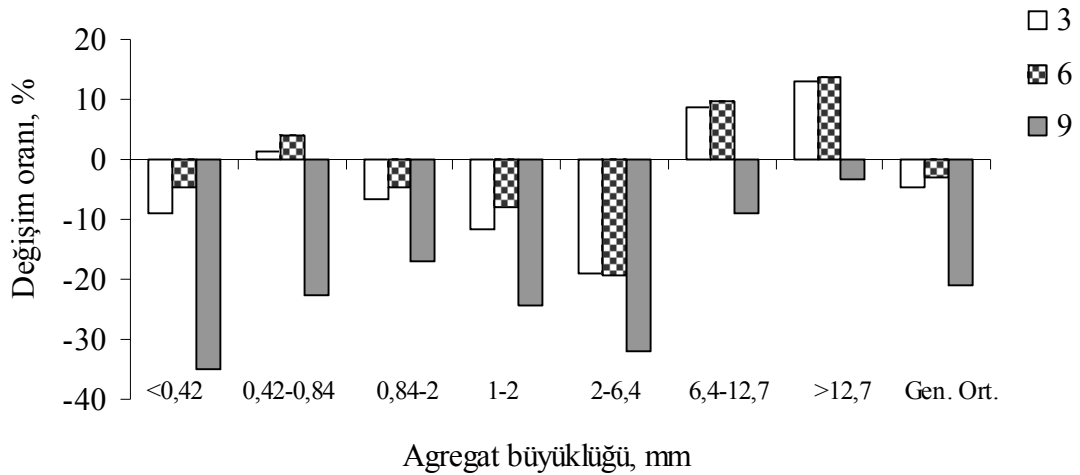
DÇ süreçleri sonrasında AS değerlerinde en fazla düşüşlerin 2-6,4 mm fraksiyonunda %14,5, %24,8 ve %38,1 oranlarında meydana geldiği; 3 ve 6 DÇ'de meydana gelen en fazla artışlar ise >12,7 mm agregat fraksiyonunda %41,0 ve %17,6 oranlarında olduğu saptanmıştır.

Aridisol ordosu toprağının farklı sayılarda DÇ süreçleri sonrası <0,42, 0,84-2, 2-6,4, 6,4-12,7 ve >12,7 mm agregat fraksiyonlarının AS değerlerinde meydana gelen değişimlerin istatistiki olarak çok önemli düzeyde ($p<0,01$) birbirinden farklı olduğu belirlenirken; 0,42-0,84 mm fraksiyonunda kontrol ile 6 DÇ arasında ve 1-2 mm fraksiyonunda kontrol ile 3 DÇ arasında istatistiki anlamda farklılık olmadığı saptanmıştır. Ayrıca, Aridisol ordosu toprağının 3, 6 ve 9 kez DÇ sonrasında ortalama AS değerinde meydana gelen değişimlerin istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) olduğu belirlenmiş olup, 3 DÇ'nin ortalama AS değerini istatistiki olarak çok önemli düzeyde arttırdığı, 9 DÇ'nin 6 DÇ'den daha fazla düşüşe neden olduğu da gözlemlenmiştir (Çizelge 4.107).

Araştırma topraklarının farklı sayılarda DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının ortalama AS değerleri Şekil 4.150’de ve ortalama AS değerlerinde meydana gelen değişim oranları da Şekil 4.151’de görülmektedir.



Şekil 4.150. Araştırma topraklarında DÇ sayıları ile agregat fraksiyonlarının ortalama AS değerleri arasındaki ilişkiler



Şekil 4.151. Araştırma topraklarının farklı sayılarda DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının ortalama AS değerlerinde meydana gelen değişim oranları

Çizelge 4.107 ve Şekil 4.150 ve 151’den görüldüğü üzere kontrol durumunda agregat fraksiyonlarının ortalama AS değerleri sırasıyla %31,87, %49,22, %57,15, %59,79,

%57,31, %38,56 ve %35,45 iken 3 kez DÇ süreçleri sonrasında <0,42, 0,84-2, 1-2 ve 2-6,4 mm agregat fraksiyonlarının ortalama AS değerlerinin %8,9, %6,5, %11,7 ve %18,8 oranlarında düştüğü; diğer fraksiyonların ortalama AS değerlerinin ise sırasıyla %1,3, %8,7 ve %13,1 oranlarında arttığı belirlenmiştir. Araştırma topraklarının 3 kez DÇ'ye uğraması sonucunda genel ortalama AS değeri %47,05'den %44,81'e düşerek %4,8 oranında azalış meydana geldiği belirlenmiştir.

Araştırma topraklarının 6 kez DÇ süreçleri sonrasında da <0,42, 0,84-2, 1-2 ve 2-6,4 mm agregat fraksiyonlarının ortalama AS değerlerinin %4,8, %4,8, %8,1 ve %19,2 oranlarında düştüğü; diğer fraksiyonların ortalama AS değerlerinin ise sırasıyla %4,0, %9,5 ve %13,6 oranlarında arttığı belirlenmiş olup, araştırma topraklarının 6 kez DÇ süreci sonrası genel ortalama AS değeri de %3,0 azalarak %45,66 olarak belirlenmiştir.

Araştırma topraklarının 9 kez DÇ sürecine uğraması sonucunda tüm agregat fraksiyonlarının ortalama AS değerlerinin düştüğü ve düşüş oranlarının %3,3 ile %34,9 arasında değiştiği saptanmıştır. 9 DÇ sonrasında araştırma topraklarının genel ortalama AS değeri %21,1 oranında düşerek %37,14 olarak belirlenmiştir. DÇ süreçleri sonrasında AS değerlerinde en fazla düşüşler, 3 ve 6 DÇ'de 2-6,4 mm fraksiyonunda %18,8 ve %19,2 oranlarında, 9 DÇ'de ise <0,42 mm fraksiyonunda %34,9 oranında olduğu belirlenmiştir. 3 ve 6 DÇ'de meydana gelen en fazla artışlar ise >12,7 mm agregat fraksiyonunda %13,1 ve %13,6 oranlarında olduğu saptanmıştır.

Araştırma topraklarının farklı sayılarda DÇ süreçleri sonrası <0,42 ve 1-2 mm agregat fraksiyonlarının ortalama AS değerlerinde meydana gelen değişimlerin istatistiki olarak çok önemli düzeyde ($p<0,01$) birbirinden farklı olduğu belirlenirken; 0,42-0,84 mm fraksiyonunda kontrol ile 3 DÇ arasında ve 0,84-2, 2-6,4, 6,4-12,7 ve >12,7 mm fraksiyonlarında 3 ile 6 DÇ arasında istatistiki anlamda farklılık olmadığı saptanmıştır. Ayrıca, araştırma topraklarının 3, 6 ve 9 kez DÇ sonrasında genel ortalama AS değerinde meydana gelen düşüşlerin istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) olduğu belirlenmiş olup, 6 DÇ'nin genel ortalama AS değerini 3 DÇ'den daha az düşürdüğü, 9 DÇ'nin ise en fazla düşüşe neden olduğu da gözlemlenmiştir (Çizelge 4.107).

Çizelge 4.108. Araştırma topraklarının farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonrası fraksiyonların AS değerleri

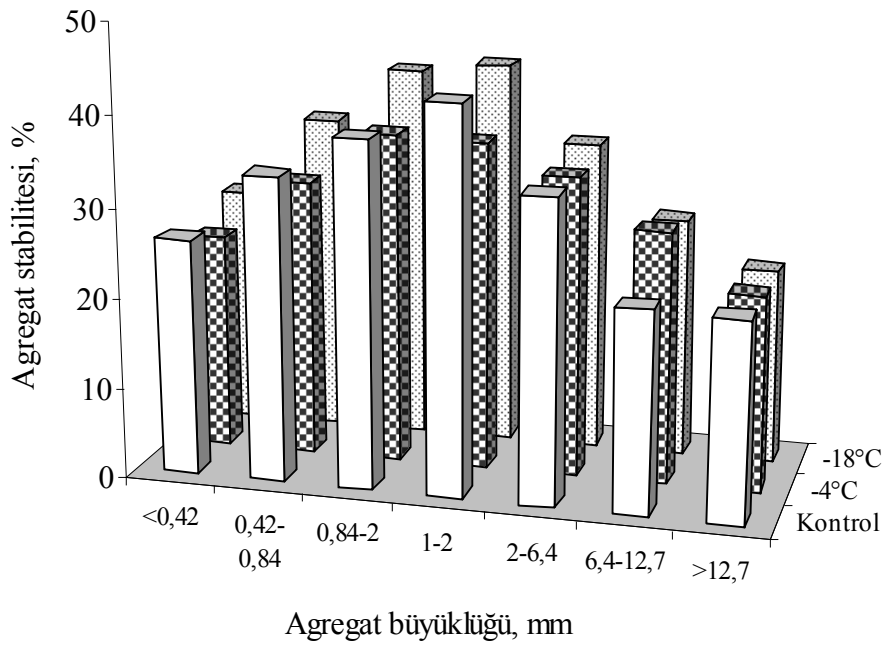
Topraklar	DÇ sıcaklığı	<0,42	0,42-0,84	0,84-2	1-2	2-6,4	6,4-12,7	>12,7	Ortalama
Vertisol	Kontrol	26,23cA	33,80bA	38,42abB	42,72aA	33,55b	22,42cB	22,03c	31,31B
	-4°C	23,97eB	30,78cB	36,75aB	36,30aB	33,33b	27,99dA	21,73f	30,12C
	-18°C	26,66cA	35,67bA	41,75aA	42,83aA	34,62b	26,71cA	21,69d	32,85A
Değişim%	-4°C	-8,6	-8,9	-4,3	-15,0	-0,7	+24,8	-1,4	-3,8
	-18°C	+1,6	+5,5	+8,7	+0,3	+3,2	+19,1	-1,5	+4,9
Entisol	Kontrol	35,08dA	52,74bA	58,48ab	63,39aA	61,95aA	43,63cB	39,90cdC	50,74A
	-4°C	26,87eB	53,25bA	56,45a	56,67aB	50,88cB	50,68cA	48,85dA	49,09B
	-18°C	23,27gC	49,76cB	56,59a	54,11bC	47,40dC	44,99fB	46,27eB	46,06C
Değişim%	-4°C	-23,4	+1,0	-3,5	-10,6	-17,9	+16,2	+22,4	-3,3
	-18°C	-33,7	-5,7	-3,2	-14,6	-23,5	+3,1	+16,0	-9,2
Mollisol	Kontrol	29,65dA	49,40bA	57,77aA	62,89aA	62,30aA	43,94bcA	40,31cA	49,46A
	-4°C	24,67eB	40,65bB	43,56aC	44,31aB	38,86cB	37,43cB	35,89dB	37,91C
	-18°C	25,13eB	47,16aA	47,63aB	46,34aB	40,38bB	35,10dB	36,82cB	39,79B
Değişim%	-4°C	-16,8	-17,7	-24,6	-29,5	-37,6	-14,8	-11,0	-23,4
	-18°C	-15,2	-4,5	-17,6	-26,3	-35,2	-20,1	-8,7	-19,6
Aridisol	Kontrol	36,53dA	60,96bA	73,92aA	70,17aA	71,46aA	44,25cB	39,57cdC	56,69A
	-4°C	31,92dB	56,02bB	63,91aC	63,03aB	54,94bB	49,25cA	48,95cA	52,57B
	-18°C	31,26fB	57,64cB	67,45aB	64,33bB	51,08dC	45,86eB	45,61eB	51,89B
Değişim%	-4°C	-12,6	-8,1	-13,5	-10,2	-23,1	+11,3	+23,7	-7,3
	-18°C	-14,4	-5,4	-8,8	-8,3	-28,5	+3,6	+15,3	-8,5
Ortalama	Kontrol	31,87dA	49,22bA	57,15aA	59,79aA	57,31aA	38,56cB	35,45cC	47,05A
	-4°C	26,86fB	45,18bC	50,17aC	50,08aC	44,50cB	41,34dA	38,86eA	42,42B
	-18°C	26,58fB	47,56cB	53,35aB	51,90bB	43,37dB	38,17eB	37,60eB	42,65B
Değişim%	-4°C	-15,7	-8,2	-12,2	-16,2	-22,4	+7,2	+9,6	-9,8
	-18°C	-16,6	-3,4	-6,6	-13,2	-24,3	-1,0	+6,1	-9,4

a: Küçük harfler, her bir sıcaklık içerisinde fraksiyonların AS değerlerini karşılaştırmaktadır (Yatay doğrultuda karşılaştırma).

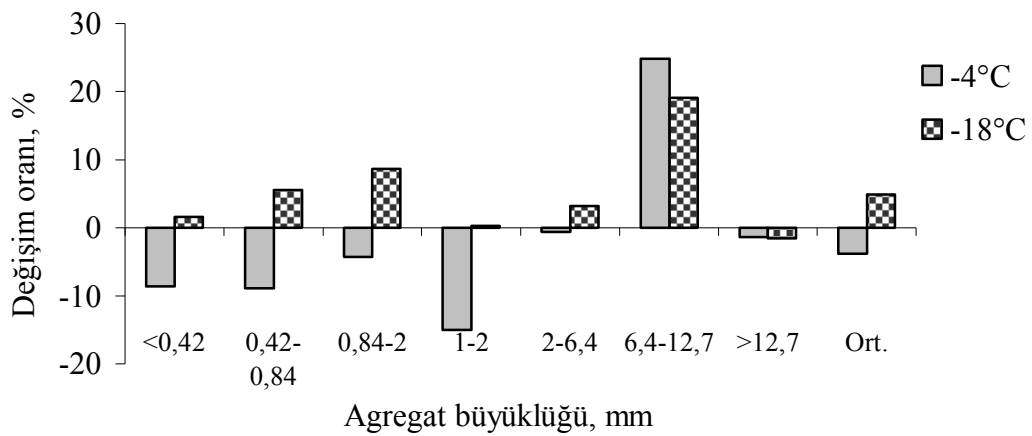
A: Büyük harfler, bir agregat farksiyonunun farklı sıcaklıklarda AS değerlerini karşılaştırmaktadır (Düşey doğrultuda karşılaştırma) .

Araştırma topraklarının farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonrası fraksiyonların agregat stabilitesi değerleri Çizelge 4.108’de verilmiştir.

Vertisol ordosu toprağının farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının AS değerleri Şekil 4.152’de ve AS değerlerinde meydana gelen değişim oranları da Şekil 4.153’de görülmektedir.



Şekil 4.152. Vertisol ordosu toprağında DÇ sıcaklıkları ile agregat fraksiyonlarının AS değerleri arasındaki ilişkiler



Şekil 4.153. Vertisol ordosu toprağının farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının AS değerlerinde meydana gelen değişim oranları

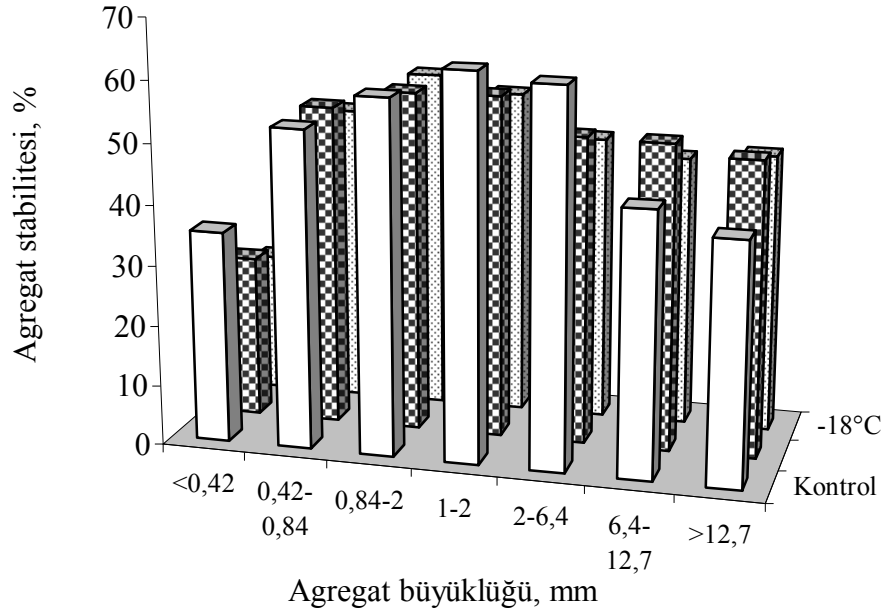
Çizelge 4.108 ve Şekil 4.152 ve 153'den görüldüğü üzere kontrol durumundaki DÇ sıcaklığında agregat fraksiyonlarının AS değerleri sırasıyla %26,23, %33,80, %38,42, %42,72, %33,55, %22,42 ve %22,03 iken -4°C 'de DÇ süreçleri sonrasında $<0,42$, $0,42-0,84$, $0,84-2$, $1-2$, $2-6,4$ ve $>12,7$ mm agregat fraksiyonlarını AS değerleri sırasıyla %8,6, %8,9, %4,3, %15,0, %0,7 ve %1,4 oranlarında düşerken, $6,4-12,7$ mm agregat fraksiyonunun AS değeri ise %24,8 artmıştır. Toprağın -4°C 'de DÇ'ye uğraması sonucunda AS değeri ortalama olarak %31,31'den %30,12'ye düşerek %3,8 oranında azalma meydana geldiği belirlenmiştir.

Vertisol ordosu toprağının -18°C 'de DÇ süreçleri sonrasında da $>12,7$ mm agregat fraksiyonunun AS değeri %1,5 düşerken; diğer agregat fraksiyonlarının AS değerlerinin sırasıyla %1,6, %5,5, %8,7, %0,3, %3,2 ve %19,1 oranlarında arttığı tespit edilmiştir. Toprağın -18°C 'de DÇ'ye uğraması sonucu AS değeri ortalama olarak %31,31'den %32,85'e çıkarak %4,9 oranında artışın meydana geldiği belirlenmiştir.

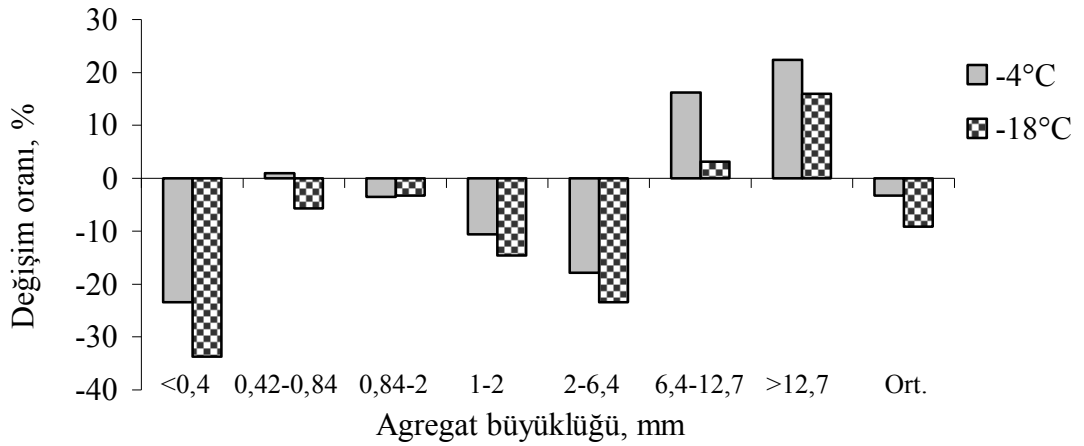
Söz konusu toprakta -4°C ve -18°C 'lerde DÇ süreçleri sonrası en fazla düşüşler sırasıyla $1-2$ mm fraksiyonunda %15,0 ve $>12,7$ mm fraksiyonunda %1,5 oranlarında meydana gelirken, en fazla artışların $6,4-12,7$ mm agregat fraksiyonunda %24,8 ve %19,1 oranlarında olduğu belirlenmiştir.

Vertisol ordosu toprağının farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonrası $2-6,4$ ve $>12,7$ mm agregat fraksiyonlarının AS değerlerinde meydana gelen değişimlerin istatistiki olarak önemsiz olduğu; $<0,42$ mm, $0,42-0,84$ mm ve $1-2$ mm agregat fraksiyonlarında kontrol ile -18°C arasında farklılık olmadığı, ancak söz konusu fraksiyonlarda -4°C 'nin kontrol ile -18°C 'den istatistiki olarak çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklı olduğu belirlenmiştir. $0,84-2$ mm fraksiyonunda kontrol ile -4°C arasında ve $6,4-12,7$ mm fraksiyonunda -4°C ile -18°C arasında istatistiki anlamda farklılık olmadığı saptanmıştır. Ayrıca, Vertisol ordosu toprağının -4°C 'de DÇ süreçlerine uğraması ortalama AS değerini istatistiki olarak çok önemli düzeyde düşürdüğü, -18°C 'nin ise ortalama AS değerini istatistiki olarak çok önemli düzeyde ($p<0,01$) arttırdığı belirlenmiştir (Çizelge 4.108).

Entisol ordosu toprağının farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının AS değerleri Şekil 4.154'de ve AS değerlerinde meydana gelen değişim oranları da Şekil 4.155'de görülmektedir.



Şekil 4.154. Entisol ordosu toprağında DÇ sıcaklıkları ile agregat fraksiyonlarının AS değerleri arasındaki ilişkiler



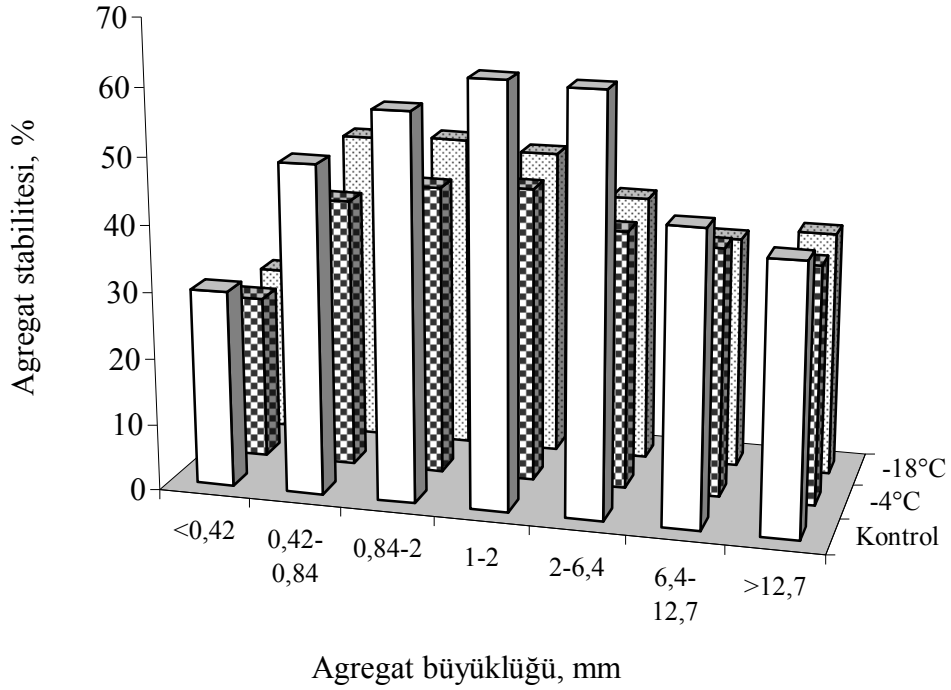
Şekil 4.155. Entisol ordosu toprağının farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının AS değerlerinde meydana gelen değişim oranları

Çizelge 4.108 ve Şekil 4.154 ve 155'den görüldüğü üzere kontrol durumundaki DÇ sıcaklığında agregat fraksiyonlarının AS değerleri sırasıyla %35,08, %52,74, %58,48, %63,39, %61,95, %43,63 ve %39,90 iken -4°C'de DÇ süreçleri sonrasında <0,42, 0,84-2, 1-2 ve 2-6,4 mm agregat fraksiyonlarını AS değerleri sırasıyla %23,4, %3,5, %10,6 ve %17,9 oranlarında düşerken, 0,42-0,84, 6,4-12,7 ve >12,7 mm agregat fraksiyonlarının AS değerleri %1,0, %16,2 ve %22,4 oranlarında artmıştır. Toprağın -4°C'de DÇ'ye uğraması sonucunda AS değeri ortalama olarak %50,74'den %49,09'a düşerek %3,3 oranında azalma meydana geldiği belirlenmiştir.

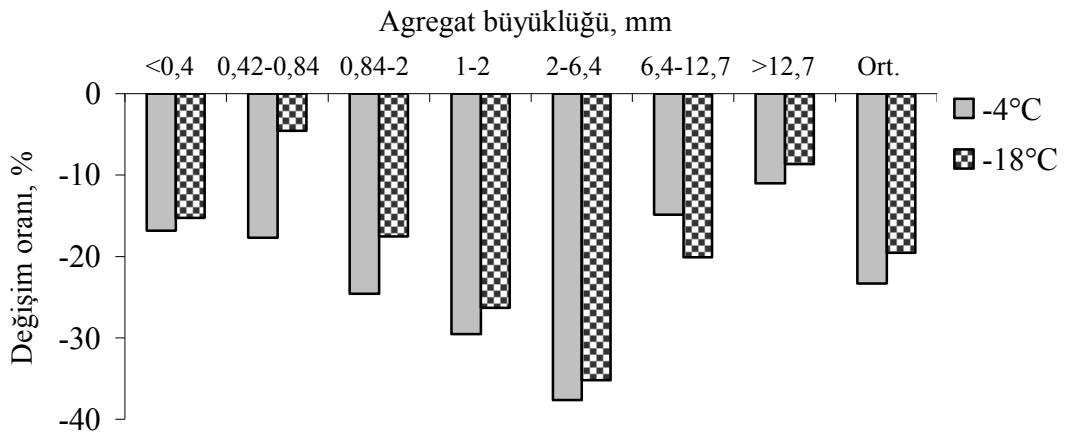
Entisol ordosu toprağının -18°C'de DÇ süreçleri sonrasında da <0,42, 0,42-0,84, 0,84-2, 1-2 ve 2-6,4 mm agregat fraksiyonlarının AS değerleri %33,7, %5,7, %3,2, %14,6 ve %23,5 düşerken; 6,4-12,7 ve >12,7 mm agregat fraksiyonlarının AS değerlerinin %3,1 ve %16,0 oranlarında arttığı tespit edilmiştir. Toprağın -18°C'de DÇ'ye uğraması sonucu AS değeri ortalama olarak %50,74'den %46,06'ya düşerek %9,2 oranında azalmanın meydana geldiği belirlenmiştir. Toprakta -4°C ve -18°C'lerde DÇ süreçleri sonrası en fazla düşüşler sırasıyla <0,42 mm fraksiyonunda %23,4 ve %33,7 oranlarında meydana gelirken, en fazla artışların >12,7 mm agregat fraksiyonunda %22,4 ve %16,0 oranlarında olduğu belirlenmiştir.

Entisol ordosu toprağının farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonrası 0,84-2 mm agregat fraksiyonunun AS değerlerinde meydana gelen değişimlerin istatistiki olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, 0,42-0,84 mm agregat fraksiyonunda kontrol ile -4°C arasında ve 6,4-12,7 mm agregat fraksiyonunda kontrol ile -18°C arasında istatistiki anlamda farklılık olmadığı saptanmıştır. Ancak, <0,42, 1-2, 2-6,4 ve >12,7 mm agregat fraksiyonlarında farklı sıcaklıklarda DÇ sonrası AS değerleri arasında istatistiki olarak çok önemli düzeyde ($p<0,01$) farklılıklar meydana geldiği; <0,42, 1-2 ve 2-6,4 mm fraksiyonlarında DÇ sıcaklığının düşüşüne paralel olarak AS değerinin çok önemli düzeyde düşüş gösterdiği, >12,7 mm fraksiyonunda ise çok önemli düzeylerde artışlar meydana geldiği belirlenmiştir. Ayrıca, Entisol ordosu toprağının -4°C ve -18°C'de DÇ süreçlerine uğraması ortalama AS değerini istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) düzeyde düşürdüğü, -18°C'nin -4°C'ye göre ortalama AS değerini azaltmada daha etkili olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.108).

Mollisol ordosu toprağının farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının AS değerleri Şekil 4.156'da ve AS değerlerinde meydana gelen değişim oranları da Şekil 4.157'de görülmektedir.



Şekil 4.156. Mollisol ordosu toprağında DÇ sıcaklıkları ile agregat fraksiyonlarının AS değerleri arasındaki ilişkiler



Şekil 4.157. Mollisol ordosu toprağının farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının AS değerlerinde meydana gelen değişim oranları

Çizelge 4.108 ve Şekil 4.156 ve 157'den görüldüğü üzere kontrol durumundaki DÇ sıcaklığında agregat fraksiyonlarının AS değerleri sırasıyla %29,65, %49,40, %57,77, %62,89, %62,30, %43,94 ve %40,31 iken -4°C'de DÇ süreçleri sonrasında tüm agregat fraksiyonlarını AS değerleri düşüş göstermiş olup düşüş oranları sırasıyla %16,8, %17,7, %24,6, %29,5, %37,6, %14,8 ve %11,0 olarak belirlenmiştir. Toprağın -4°C'de DÇ'ye uğraması sonucunda AS değeri ortalama olarak %49,46'dan %37,91'e düşerek %23,4 oranında azalma meydana geldiği belirlenmiştir.

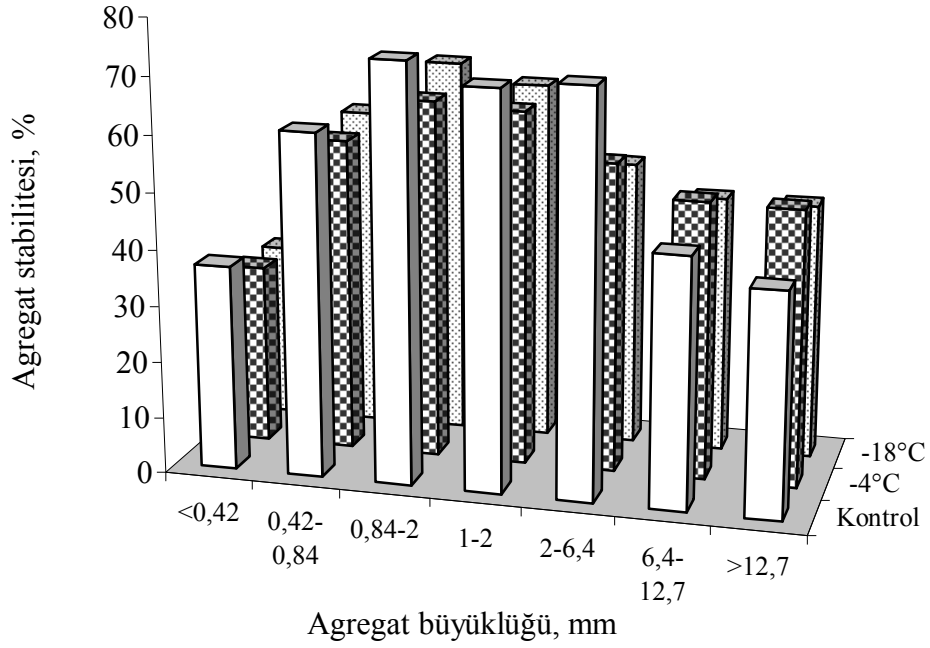
Mollisol ordosu toprağının -18°C'de DÇ süreçleri sonrasında da tüm agregat fraksiyonlarının AS değerleri düşüş göstermiş olup, düşüş oranları %15,2, %4,5, %17,6, %26,3, %35,2, %20,1 ve %8,7 olarak tespit edilmiştir. Toprağın -18°C'de DÇ'ye uğraması sonucu AS değeri ortalama olarak %49,46'dan %39,79'a düşerek %19,6 oranında azalmanın meydana geldiği belirlenmiştir.

Toprakta -4°C ve -18°C'lerde DÇ süreçleri sonrası en fazla düşüşlerin 2-6,4 mm agregat fraksiyonunda %37,6 ve %35,2 oranlarında meydana geldiği belirlenmiştir.

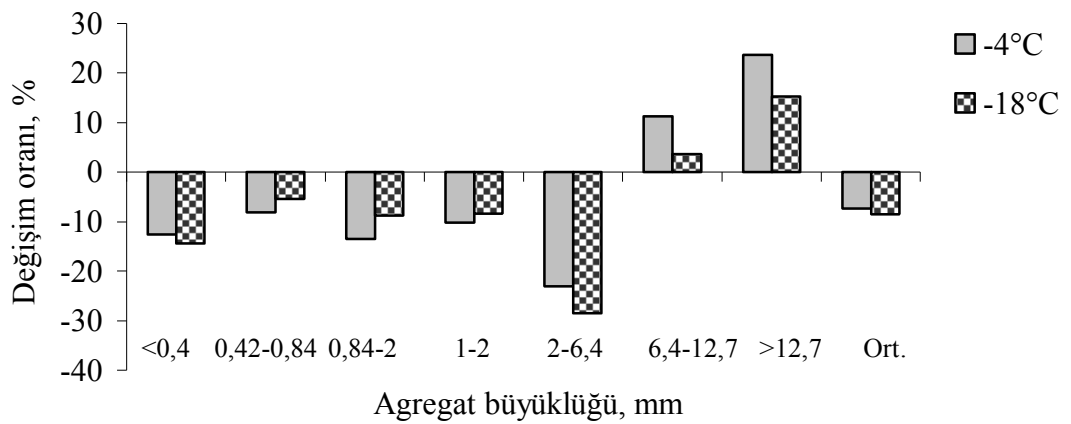
Mollisol ordosu toprağının farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonrası <0,42, 1-2, 2-6,4, 6,4-12,7 ve >12,7 mm agregat fraksiyonlarında -4°C ile -18°C arasında istatistiki anlamda farklılık olmadığı ancak, söz konusu fraksiyonlarda DÇ sıcaklıkları ile kontrol arasında istatistiki anlamda çok önemli düzeyde farklılıklar olduğu belirlenmiştir. 0,42-0,84 mm fraksiyonunda ise kontrol ile -18°C arasında farklılık olmadığı ancak, -4°C'nin kontrol ile -18°C'den çok önemli derecede düşük AS değerine sahip olduğu belirlenmiştir. 0,84-2 mm agregat fraksiyonunda DÇ sıcaklıklarının birbirlerinden istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) derecede farklı olduğu ve -4°C'de DÇ süreçlerinin AS değerini -18°C'den daha fazla düşürdüğü görülmüştür.

Mollisol ordosu toprağının -4°C ve -18°C'de DÇ süreçlerine uğraması ortalama AS değerini istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) düzeyde düşürmüş olup, -4°C'nin -18°C'ye göre ortalama AS değerini azaltmada daha etkili olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.108).

Aridisol ordosu toprağının farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının AS değerleri Şekil 4.158’de ve AS değerlerinde meydana gelen değişim oranları da Şekil 4.159’da görülmektedir.



Şekil 4.158. Aridisol ordosu toprağında DÇ sıcaklıkları ile agregat fraksiyonlarının AS değerleri arasındaki ilişkiler



Şekil 4.159. Aridisol ordosu toprağının farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının AS değerlerinde meydana gelen değişim oranları

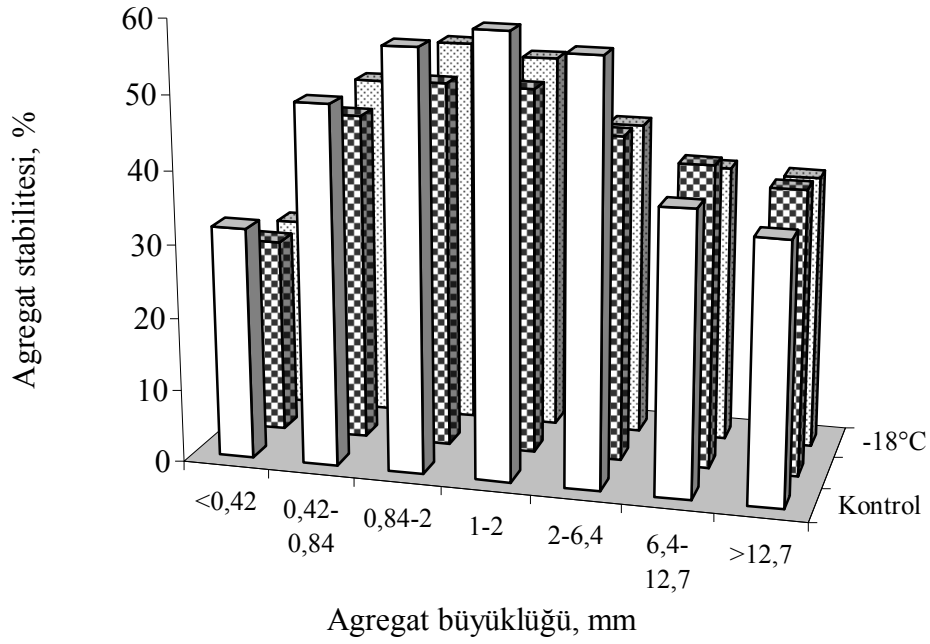
Çizelge 4.108 ve Şekil 4.158 ve 159'dan görüldüğü üzere kontrol durumundaki DÇ sıcaklığında agregat fraksiyonlarının AS değerleri sırasıyla %36,53, %60,96, %73,92, %70,17, %71,46, %44,25 ve %39,57 iken -4°C'de DÇ süreçleri sonrasında <0,42, 0,42-0,84, 0,84-2, 1-2 ve 2-6,4 mm agregat fraksiyonlarını AS değerleri %12,6, %8,1, %13,5, %10,2 ve %23,1 oranlarında düşerken, 6,4-12,7 ve >12,7 mm fraksiyonlarının AS değerlerinin %11,3 ve %23,7 oranlarında arttığı belirlenmiştir. Toprağın -4°C'de DÇ'ye uğraması sonucunda AS değeri ortalama olarak %56,69'dan %52,57'ye düşerek %7,3 oranında azalma meydana geldiği görülmektedir.

Aridisol ordosu toprağının -18°C'de DÇ süreçleri sonrasında da <0,42, 0,42-0,84, 0,84-2, 1-2 ve 2-6,4 mm agregat fraksiyonlarını AS değerleri %14,4, %5,4, %8,8, %8,3 ve %28,5 oranlarında düşerken, 6,4-12,7 ve >12,7 mm fraksiyonlarının AS değerlerinin %3,6 ve %15,3 oranlarında arttığı tespit edilmiştir. Toprağın -18°C'de DÇ'ye uğraması sonucu AS değeri ortalama olarak %56,69'dan %51,89'a düşerek %8,5 oranında azalmanın meydana geldiği belirlenmiştir.

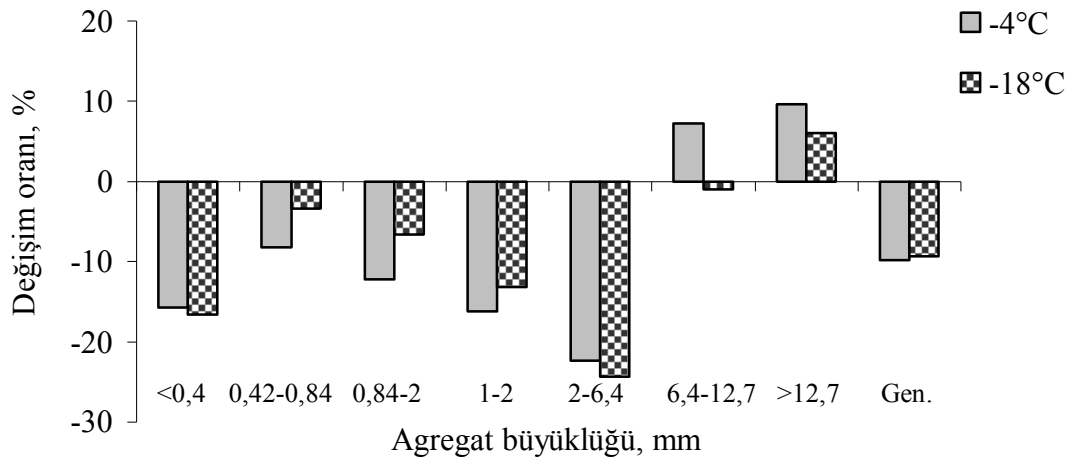
Toprakta -4°C ve -18°C'lerde DÇ süreçleri sonrası en fazla düşüşlerin 2-6,4 mm agregat fraksiyonunda %23,1 ve %28,5 oranlarında, en fazla artışların >12,7 mm agregat fraksiyonunda %23,7 ve %15,3 oranlarında meydana geldiği görülmektedir.

Aridisol ordosu toprağının farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonrası <0,42, 0,42-0,84 ve 1-2 mm agregat fraksiyonlarında -4°C ile -18°C arasında istatistiki anlamda farklılık olmadığı ancak, söz konusu fraksiyonlarda DÇ sıcaklıklarının AS değerlerini kontrole göre istatistiki anlamda çok önemli düzeyde düşürdüğü belirlenmiştir. 6,4-12,7 mm fraksiyonunda ise kontrol ile -18°C arasında farklılık olmadığı ancak, -4°C'nin kontrol ile -18°C'den çok önemli derecede yüksek AS değerine sahip olduğu görülmektedir. 0,84-2, 2-6,4 ve >12,7 mm agregat fraksiyonunda DÇ sıcaklıklarının birbirlerinden istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) derecede farklı olduğu saptanmıştır. Aridisol ordosu toprağının -4°C ve -18°C'de DÇ süreçlerine uğraması ortalama AS değerini kontrole göre istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) düzeyde düşürdüğü ve -4°C ile -18°C arasında ortalama AS değeri açısından istatistiki farklılık olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.108).

Araştırma topraklarının farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının ortalama AS değerleri Şekil 4.160'da ve ortalama AS değerlerinde meydana gelen değişim oranları da Şekil 4.161'de görülmektedir.



Şekil 4.160. Araştırma topraklarında DÇ sıcaklıkları ile agregat fraksiyonlarının ortalama AS değerleri arasındaki ilişkiler



Şekil 4.161. Araştırma topraklarının farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonrası agregat fraksiyonlarının ortalama AS değerlerinde meydana gelen değişim oranları

Çizelge 4.108 ve Şekil 4.160 ve 161'den görüldüğü üzere kontrol durumundaki DÇ sıcaklığında agregat fraksiyonlarının ortalama AS değerleri sırasıyla %31,87, %49,22, %57,15, %59,79, %57,31, %38,56 ve %35,45 iken -4°C 'de DÇ süreçleri sonrasında $<0,42$, $0,42-0,84$, $0,84-2$, $1-2$ ve $2-6,4$ mm agregat fraksiyonlarını ortalama AS değerleri %15,7, %8,2, %12,2, %16,2 ve %22,4 oranlarında düşerken, $6,4-12,7$ ve $>12,7$ mm fraksiyonlarının ortalama AS değerlerinin %7,2 ve %9,6 oranlarında arttığı belirlenmiştir. Toprağın -4°C 'de DÇ'ye uğraması sonucunda genel ortalama AS değeri %47,05'den %42,42'ye düşerek %9,8 oranında azalma meydana geldiği görülmektedir.

Toprak ordolarının -18°C 'de DÇ süreçleri sonrasında da $<0,42$, $0,42-0,84$, $0,84-2$, $1-2$, $2-6,4$ ve $6,4-12,7$ mm agregat fraksiyonlarını ortalama AS değerleri %16,6, %3,4, %6,6, %13,2, %24,3 ve %1,0 oranlarında düşerken, $>12,7$ mm fraksiyonunun ortalama AS değerinin %6,1 oranında arttığı tespit edilmiştir. Toprağın -18°C 'de DÇ'ye uğraması sonucu genel ortalama AS değeri %47,05'den %42,65'e düşerek %9,4 oranında azalmanın meydana geldiği belirlenmiştir.

Toprakların -4°C ve -18°C 'lerde DÇ süreçlerine uğramasından sonra ortalama olarak en fazla düşüşlerin $2-6,4$ mm agregat fraksiyonunda %22,4 ve %24,3 oranlarında, en fazla artışların ise $>12,7$ mm agregat fraksiyonunda %9,6 ve %6,1 oranlarında meydana geldiği görülmektedir.

Araştırma topraklarının farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonrası $<0,42$ ve $2-6,4$ mm agregat fraksiyonlarında -4°C ile -18°C arasında istatistiki anlamda farklılık olmadığı ancak, söz konusu fraksiyonlarda DÇ sıcaklıklarının ortalama AS değerlerini kontrole göre istatistiki anlamda çok önemli düzeyde düşürdüğü belirlenmiştir. $6,4-12,7$ mm fraksiyonunda ise kontrol ile -18°C arasında farklılık olmadığı ancak, -4°C 'nin kontrol ile -18°C 'den çok önemli derecede yüksek ortalama AS değerine sahip olduğu görülmektedir. $0,42-0,84$, $0,84-2$ $1-2$ ve $>12,7$ mm agregat fraksiyonunda DÇ sıcaklıklarının birbirlerinden istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) derecede farklı olduğu saptanmıştır. -4°C 'de meydana gelen DÇ süreçlerinin $0,42-0,84$, $0,84-2$ ve $1-2$ mm agregat fraksiyonlarının ortalama AS değerlerini düşürmede -18°C 'den daha fazla önemli etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Araştırma topraklarının -4°C ve -18°C 'de DÇ

süreçlerine uğraması genel ortalama AS değerini kontrole göre istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) düzeyde düşürdüğü ve -4°C ile -18°C arasında genel ortalama AS değeri açısından istatistiki farklılık olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.108).

Vertisol ordosu toprağının muamelelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrasında agregat fraksiyonlarının AS değerleri ve değişim oranları Çizelge 4.109'da verilmiştir.

Çizelgeden görüleceği üzere Vertisol ordosu toprağının kontrol muamelesinde DÇ süreçleri öncesi $<0,42$, $0,42-0,84$, $0,84-2$, $1-2$ ve $2-6,4$ mm agregat fraksiyonlarının AS değerleri %6,81, %12,68, %24,49, %26,93 ve %21,61 iken DÇ süreçleri sonrasında sırasıyla %120,3, %66,7, %10,9, %1,1 ve %7,9 oranında artışlar meydana gelmiştir. Ayrıca, DÇ süreçleri öncesinde toprakta $6,4-12,7$ ve $>12,7$ mm agregat fraksiyonları yok iken DÇ süreçleri sonrasında %15,39 ve %13,93 AS değerlerine sahip sözkonusu fraksiyonların meydana geldiği tespit edilmiştir. DÇ süreçleri sonrasında $1-2$ mm fraksiyonu hariç, diğer fraksiyonlarda meydana gelen artışların istatistiki olarak çok önemli düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Toprağın DÇ süreçleri öncesinde %18,50 olan ortalama AS değeri DÇ süreçleri sonrasında %10,5 oranında artış göstererek %20,45'e yükselmiştir. DÇ süreçleri sonrasında meydana gelen bu artışın istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) olduğu belirlenmiştir.

Toprağın PVA uygulanmış durumunda DÇ süreçleri öncesi fraksiyonların AS değerleri sırasıyla %36,18, %40,36, %51,05, %58,46, %64,07, %53,63 ve %55,32 iken DÇ süreçleri sonrasında $<0,42$, $0,42-0,84$, $1-2$, $2-6,4$, $6,4-12,7$ ve $>12,7$ mm agregat fraksiyonlarında %6,1, %2,8, %8,2, %22,4, %29,7 ve %48,4 oranlarında azalma meydana gelirken $0,42-0,84$ mm agregat fraksiyonunda %1,8 oranında artış meydana gelmiştir. DÇ süreçleri sonrasında $0,42-0,84$ mm ve $0,84-2$ mm fraksiyonunda meydana gelen değişimlerin istatistiki olarak önemsiz, diğer fraksiyonlarda meydana gelen değişimlerin ise çok önemli olduğu belirlenmiştir. PVA uygulanmış toprağın DÇ süreçleri öncesi ortalama AS değeri %51,29 iken DÇ süreçleri sonrasında %17,9 düşüşle %42,12 olarak tespit edilmiştir. DÇ süreçleri sonrasında ortalama AS değerinde meydana gelen %17,9 oranındaki düşüşün istatistiki olarak çok önemli düzeyde ($p<0,01$) olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.109. Vertisol ordosu toprağında muamelelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrasında agregat fraksiyonlarının AS değerleri ve değişim oranları

Muameleler	DÇ süreçleri	<0,42	0,42-0,84	0,84-2	1-2	2-6,4	6,4-12,7	>12,7	Ortalama
Kontrol	öncesi	6,81b	12,68b	24,49b	26,93	21,61b	0,0b	0,0b	18,50b
	sonrası	15,00aD	21,14aC	27,17aC	27,23D	23,31aD	15,39aD	13,93aC	20,45aD
Değişim, %		+120,3	+66,7	+10,9	+1,1	+7,9	+∞	+∞	+10,5
PVA	öncesi	36,18a	40,36	51,05	58,46a	64,07a	53,63a	55,32a	51,29a
	sonrası	33,98bA	39,23A	51,98A	53,68bA	49,70bA	37,68bA	28,56bA	42,12bA
Değişim, %		-6,1	-2,8	+1,8	-8,2	-22,4	-29,7	-48,4	-17,9
HA	öncesi	34,75a	36,44a	40,40a	39,34	26,22b	20,85b	20,54b	31,22
	sonrası	25,29bC	34,08bB	38,89bB	40,36B	33,14aB	29,34aB	21,97aB	31,87B
Değişim, %		-27,2	-6,5	-3,7	+2,6	+26,4	+40,7	+7,0	+2,1
PAM	öncesi	27,18ns	45,72a	37,73	46,16a	22,32b	15,19b	12,27b	29,51b
	sonrası	27,28B	38,61bA	38,69B	37,97bC	29,63aC	25,47aC	22,50aB	31,45aB
Değişim, %		+0,4	-15,6	+2,5	-17,7	+32,8	+67,7	+83,4	+6,6
Ortalama	öncesi	26,23	33,80	38,42	42,72a	33,56	29,89a	29,38a	32,63a
	sonrası	25,39	33,27	39,18	39,81b	33,95	26,97b	21,74b	31,47b
Değişim, %		-3,2	-1,6	+2,0	-6,8	+1,2	-9,8	-26,0	-3,5

a: Küçük harfler, her bir muamele içerisinde fraksiyonun DÇ öncesi ve sonrası AS değerini karşılaştırmaktadır.

A: Büyük harfler, DÇ süreçleri sonrası her bir agregat fraksiyonunda muameleleri karşılaştırmaktadır.

HA muamelesi uygulanmış örnekte DÇ süreçleri sonrasında <0,42, 0,42-0,84 ve 0,84-2 mm agregat fraksiyonlarının AS değerleri sırasıyla %27,2, %6,5 ve %3,7 oranlarında azalırken; 1-2, 2-6,4, 6,4-12,7 ve >12,7 mm fraksiyonlarının AS değerlerinde %2,6, %26,4, %40,7 ve %7,0 oranlarında artış meydana geldiği belirlenmiştir. DÇ süreçleri sonrasında 1-2 mm farksiyonu hariç, diğer fraksiyonlarda meydana gelen değişimlerin istatistiki olarak çok önemli olduğu saptanmıştır. DÇ süreçleri öncesinde ortalama AS değeri %31,22 iken DÇ süreçleri sonrasında %31,87 olarak belirlenmiş ve meydana gelen %2,1'lik artışın istatistiki olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir.

PAM uygulanmış Vertisol ordosu toprağının DÇ süreçleri sonrasında 0,42-0,84 ve 1-2 mm fraksiyonlarının AS değerlerinde %15,6 ve %17,7 oranlarında düşüşler meydana geldiği tespit edilirken, <0,42, ,84-2, 2-6,4, 6,4-12,7 ve 12,7 mm agregat fraksiyonlarında ise %0,4, %2,5, %32,8, %67,7 ve %83,4'lük artışlar belirlenmiştir. DÇ süreçleri sonrasında <0,42 ve 0,84-2 mm fraksiyonlarında ortaya çıkan artışların istatistiki olarak önemsiz, diğer fraksiyonlarda meydana gelen değişimlerin ise çok önemli olduğu tespit edilmiştir. DÇ öncesinde ortalama AS %29,51 iken DÇ süreçleri sonrasında %6,6 artışla %31,45'e yükselmiş ve bu artışın istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) olduğu saptanmıştır.

Vertisol ordosu toprağının DÇ süreçleri öncesinde fraksiyonların ortalama AS değerleri sırasıyla %26,23, %33,80, %38,42, %42,72, %33,56, %29,89 ve %29,38 iken DÇ süreçleri sonrasında <0,42, 0,42-0,84, 1-2, 6,4-12,7 ve >12,7 mm agregat fraksiyonlarında sırasıyla %3,2, %1,6, %6,8, %9,8 ve %26,0 oranlarında azalışlar meydana geldiği; 0,84-2 ile 2-6,4 mm fraksiyonlarında ise %2,0 ve %1,2 artışların olduğu belirlenmiştir. DÇ süreçleri sonrasında <0,42, 0,42-0,84, 0,84-2 ve 2-6,4 mm fraksiyonlarında meydana gelen değişimlerin istatistiki olarak önemsiz, 1-2, 6,4-12,7 ve >12,7 mm fraksiyonlarında meydana gelen değişimlerin çok önemli ($p<0,01$) olduğu saptanmıştır. Vertisol ordosu toprağının DÇ süreçleri öncesinde genel ortalama AS değeri %32,63 iken DÇ süreçleri sonrasında %3,5 azalışla %31,47'ye düştüğü ve bu azalışın çok önemli ($p<0,01$) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.109).

DÇ süreçleri sonrasında ortalama AS değerinin PVA muamelesinde en yüksek, kontrol düzeyinde en düşük olduğu belirlenmiştir. DÇ süreçleri sonrasında muameleler arasında ortalama AS değeri bakımından çok önemli ($p<0,01$) farklılık olduğu; ancak HA ile PAM arasında istatistiki anlamda farklılık olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.109).

Çizelge 4.110. Vertisol ordosu toprağında DÇ süreçleri sonrası kontrol ile muameleler ortalaması AS değerleri ve aralarındaki farklılıklar

DÇ sonrası	<0,42	0,42-0,84	0,84-2	1-2	2-6,4	6,4-12,7	>12,7	Ort.
Kontrol AS, %	15,00B	21,14B	27,17B	27,23B	23,31B	15,39B	13,93B	20,45B
PVA, HA ve PAM ortalama AS, %	28,85A	37,31A	43,19A	44,00A	37,49A	30,83A	24,34A	35,15A
Fark, %	+92,3	+76,5	+58,9	+61,6	+60,8	+100,3	+74,8	+71,9

Çizelge 4.110'dan da görüleceği üzere Vertisol ordosu toprağının DÇ süreçleri sonrası kontrol muamelesinde agregat fraksiyonlarının AS değerleri sırasıyla %15,00, %21,14, %27,17, %27,23, %23,31, %15,39 ve %13,93 olarak belirlenmiştir. PVA, HA ve PAM muamelelerinin ortalama değerleri ise %28,85, %37,31, %43,19, %44,00, %37,49, %30,83 ve %24,34 olarak bulunmuştur. PVA, HA ve PAM muameleleri tüm fraksiyonlarda AS değerinin kontrol muamelesine göre ortalama olarak %92,3, %76,5, %58,9, %61,6, %60,8, %100,3 ve %74,8 oranlarında daha fazla olduğu belirlenmiştir. PVA, HA ve PAM muameleleri ile DÇ süreçleri sonrası kontrole göre meydana gelen farklar tüm fraksiyonlarda istatistiki olarak çok önemli bulunmuştur. Ayrıca, DÇ süreçleri sonrasında kontrol muamelesinde ortalama AS değeri %20,45 iken; PVA, HA ve PAM muameleleri sonrasında genel ortalama AS değeri %35,15 olarak bulunmuş ve %71,9 oranında artışın meydana geldiği tespit edilmiştir. Tespit edilen artışın istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.110).

Entisol ordosu toprağının muamelelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrasında agregat fraksiyonlarının AS değerleri ve değişim oranları Çizelge 4.111'de verilmiştir.

Çizelge 4.111. Entisol ordosu toprağında muamelelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrasında agregat fraksiyonlarının AS değerleri ve değişim oranları

Muameleler	DÇ süreçleri	<0,42	0,42-0,84	0,84-2	1-2	2-6,4	6,4-12,7	>12,7	Ortalama
Kontrol	öncesi	22,78a	30,69b	41,00b	45,68b	42,51b	0,0b	0,0b	36,53b
	sonrası	15,96bC	37,42aC	47,13aD	48,21aC	44,01aC	41,67aBC	42,48aB	39,55aD
Değişim, %		-29,9	+21,9	+15,0	+5,5	+3,5	+∞	+∞	+8,3
PVA	öncesi	48,10a	83,25a	86,50a	88,47a	88,44a	84,11a	79,13a	79,71a
	sonrası	35,89bA	74,06bA	76,24bA	72,16bA	66,68bA	63,75bA	63,68bA	64,64bA
Değişim, %		-25,4	-11,0	-11,9	-18,4	-24,6	-24,2	-19,5	-18,9
HA	öncesi	36,53a	44,28b	53,12a	57,61a	55,67a	45,43a	38,71	47,33a
	sonrası	25,03bB	47,60aB	50,29bC	48,69bC	43,34bC	40,98bC	39,94C	42,27bC
Değişim, %		-31,5	+7,5	-5,3	-15,5	-22,1	-9,8	+3,2	-10,7
PAM	öncesi	32,91a	52,74a	53,33	61,81a	61,17a	45,00	41,78	49,82a
	sonrası	26,46bB	47,33bB	53,02B	54,96bB	46,49bB	43,66B	41,78B	44,82bB
Değişim, %		-19,6	-10,2	-0,6	-11,1	-24,0	-3,0	0,0	-10,0
Ortalama	öncesi	35,08a	52,73	58,49	63,39a	61,95a	58,18a	53,21a	53,35a
	sonrası	25,84b	51,60	56,67	56,01b	50,13b	47,52b	46,97b	47,82b
Değişim, %		-26,3	-2,1	-3,1	-11,7	-19,1	-18,3	-11,7	-10,4

a: Küçük harfler, her bir muamele içerisinde fraksiyonun DÇ öncesi ve sonrası AS değerini karşılaştırmaktadır.

A: Büyük harfler, DÇ süreçleri sonrası her bir agregat fraksiyonunda muameleleri karşılaştırmaktadır.

Çizelge 4.111'den görüleceği üzere Entisol ordosu toprağının kontrol muamelesinde DÇ süreçleri öncesi <0,42, 0,42-0,84, 0,84-2, 1-2 ve 2-6,4 mm agregat fraksiyonlarının AS değerleri %22,78, %30,69, %41,00, %45,68 ve %42,51 iken DÇ süreçleri sonrasında <0,42 mm fraksiyonunda %29,9 azalma meydana gelirken, diğer fraksiyonlarda sırasıyla %21,9, %15,0, %5,5 ve %3,5 oranlarında artışlar meydana gelmiştir. Ayrıca, DÇ süreçleri öncesinde toprakta 6,4-12,7 ve >12,7 mm agregat fraksiyonları yok iken DÇ süreçleri sonrasında %41,67 ve %42,48 AS değerlerine sahip sözkonusu fraksiyonların olduğu tespit edilmiştir. DÇ süreçleri sonrasında tüm fraksiyonlarda meydana gelen değişimlerin istatistiki olarak çok önemli düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Toprağın DÇ süreçleri öncesinde %36,53 olan ortalama AS değeri DÇ süreçleri sonrasında %8,3 oranında artış göstererek %39,55'e yükselmiştir. DÇ süreçleri sonrasında meydana gelen bu artışın istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) olduğu belirlenmiştir.

Toprağın PVA uygulanmış durumunda DÇ süreçleri öncesi fraksiyonların AS değerleri sırasıyla %48,10, %83,25, %86,50, %88,47, %88,44, %84,11 ve %79,13 iken DÇ süreçleri sonrasında tüm agregat fraksiyonlarında sırasıyla %25,4, %11,0, %11,9, %18,4, %24,6, %24,2 ve %19,5 oranlarında azalma meydana geldiği belirlenmiştir. DÇ süreçleri sonrasında fraksiyonlarda meydana gelen değişimlerin çok önemli ($p<0,01$) olduğu saptanmıştır. PVA uygulanmış toprağın DÇ süreçleri öncesi ortalama AS değeri %79,71 iken DÇ süreçleri sonrasında %18,9 düşüşle %64,64 olarak tespit edilmiştir. DÇ süreçleri sonrasında ortalama AS değerinde meydana gelen %18,9 oranındaki düşüşün istatistiki olarak çok önemli düzeyde ($p<0,01$) olduğu tespit edilmiştir.

HA muamelesi uygulanmış örnekte DÇ süreçleri sonrasında <0,42, 0,84-2, 1-2, 2-6,4 ve 6,4-12,7 mm agregat fraksiyonlarının AS değerleri sırasıyla %31,5, %5,3, %15,5, %22,1 ve %9,8 oranlarında azalırken; 0,42-0,84 ve >12,7 mm fraksiyonlarının AS değerlerinde %7,5 ve %3,2 oranlarında artış meydana geldiği belirlenmiştir. DÇ süreçleri sonrasında >12,7 mm farksiyonu hariç, diğer fraksiyonlarda meydana gelen değişimlerin istatistiki olarak çok önemli olduğu saptanmıştır. DÇ süreçleri öncesinde

ortalama AS değeri %47,33 iken DÇ süreçleri sonrasında %42,27 olarak belirlenmiş ve meydana gelen %10,7'lik azalışın istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) olduğu tespit edilmiştir.

PAM uygulanmış Entisol ordosu toprağının DÇ süreçleri sonrasında >12,7 mm agregat fraksiyonu hariç, diğer fraksiyonların AS değerlerinde sırasıyla %19,6, %10,2, %0,6, %11,1, %24,0 ve %3,0 oranlarında düşüşler meydana geldiği tespit edilmiştir. DÇ süreçleri sonrasında 0,84-2 ve 6,4-12,7 mm fraksiyonlarında meydana gelen azalışların istatistiki olarak önemsiz, diğer fraksiyonlarda meydana gelen azalışların ise çok önemli olduğu tespit edilmiştir. DÇ öncesinde ortalama AS %49,82 iken DÇ süreçleri sonrasında %10,0 azalışla %44,82'ye düşmüş ve bu düşüşün istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) olduğu saptanmıştır.

Entisol ordosu toprağının DÇ süreçleri öncesinde fraksiyonların ortalama AS değerleri sırasıyla %35,08, %52,73, %58,49, %63,39, %61,95, %58,18 ve %53,21 iken DÇ süreçleri sonrasında agregat fraksiyonlarında sırasıyla %26,3, %2,1, %3,1, %11,7, %19,1, %18,3 ve %11,7 oranlarında azalışlar meydana geldiği belirlenmiştir. DÇ süreçleri sonrasında 0,42-0,84 ve 0,84-2 mm fraksiyonlarında meydana gelen değişimlerin istatistiki olarak önemsiz, diğer fraksiyonlarda meydana gelen değişimlerin çok önemli ($p<0,01$) olduğu saptanmıştır. Entisol ordosu toprağının DÇ süreçleri öncesinde genel ortalama AS değeri %53,35 iken DÇ süreçleri sonrasında %10,4 azalışla %47,82'ye düştüğü ve bu azalışın çok önemli ($p<0,01$) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.111).

DÇ süreçleri sonrasında ortalama AS değerinin PVA muamelesinde (%64,64) en yüksek, kontrol düzeyinde (%39,55) en düşük olduğu belirlenmiştir. DÇ süreçleri sonrasında muameleler arasında ortalama AS değeri bakımından çok önemli ($p<0,01$) farklılık olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.111).

Çizelge 4.112. Entisol ordosu toprağında DÇ süreçleri sonrası kontrol ile muameleler ortalaması AS değerleri ve aralarındaki farklılıklar

DÇ sonrası	<0,42	0,42-0,84	0,84-2	1-2	2-6,4	6,4-12,7	>12,7	Ort.
Kontrol AS, %	15,96B	37,42B	47,13B	48,21B	44,01B	41,67B	42,48B	39,55B
PVA, HA ve PAM ortalama AS, %	29,13A	56,33A	59,85A	58,60A	52,17A	49,46A	48,47A	50,58A
Fark, %	+82,5	+50,5	+27,0	+21,6	+18,5	+18,7	+14,1	+27,9

Çizelge 4.112'den de görüleceği üzere Entisol ordosu toprağının DÇ süreçleri sonrası kontrol muamelesinde agregat fraksiyonlarının AS değerleri sırasıyla %15,96, %37,42, %47,13, %48,21, %44,01, %41,67 ve %42,48 olarak belirlenmiştir. PVA, HA ve PAM muamelelerinin ortalama değerleri ise %29,13, %56,33, %59,85, %58,60, %52,17, %49,46 ve %48,47 olarak bulunmuştur. PVA, HA ve PAM muameleleri tüm fraksiyonlarda AS değerinin kontrol muamelesine göre ortalama olarak %82,5, %50,5, %27,0, %21,6, %18,5, %18,7 ve %14,1 oranlarında daha fazla olduğu belirlenmiştir. PVA, HA ve PAM muameleleri ile DÇ süreçleri sonrası kontrole göre meydana gelen farklar tüm fraksiyonlarda istatistiki olarak çok önemli bulunmuştur. Ayrıca, DÇ süreçleri sonrasında kontrol muamelesinde ortalama AS değeri %39,55 iken; PVA, HA ve PAM muameleleri sonrasında genel ortalama AS değeri %50,58 olarak bulunmuş ve %27,9 oranında artışın meydana geldiği tespit edilmiştir. Tespit edilen artışın istatistiki olarak çok önemli ($p < 0,01$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.112).

Mollisol ordosu toprağının muamelelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrasında agregat fraksiyonlarının AS değerleri ve değişim oranları Çizelge 4.113'de verilmiştir.

Çizelge 4.113. Mollisol ordosu toprağında muamelelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrasında agregat fraksiyonlarının AS değerleri ve değişim oranları

Muameleler	DÇ süreçleri	<0,42	0,42-0,84	0,84-2	1-2	2-6,4	6,4-12,7	>12,7	Ortalama
Kontrol	öncesi	8,43b	37,86a	44,47a	41,11a	52,53a	0,0b	0,0b	36,88a
	sonrası	12,51aD	28,22bC	33,11bD	33,08bC	31,15bC	23,30aD	23,76aD	26,45bD
Değişim, %		+48,4	-25,5	-25,5	-19,5	-40,7	+∞	+∞	-28,3
PVA	öncesi	52,79a	77,18a	82,41a	87,84a	85,87a	94,31a	96,55a	82,42a
	sonrası	35,12bA	66,72bA	72,35bA	70,31bA	64,44bA	65,29bA	65,14bA	62,77bA
Değişim, %		-33,5	-13,6	-12,2	-20,0	-25,0	-30,8	-32,5	-23,8
HA	öncesi	27,27a	45,15a	47,34a	58,89a	57,36a	44,78a	33,12a	44,84a
	sonrası	25,07bC	40,94bB	38,61bC	40,72bB	34,17bBC	27,67bC	27,48bC	33,52bC
Değişim, %		-8,1	-9,3	-18,4	-30,9	-40,4	-38,2	-17,0	-25,2
PAM	öncesi	30,10	37,41b	56,88a	63,73a	53,44a	36,68a	31,57	44,26a
	sonrası	28,36B	41,44aB	42,06bB	42,61bB	35,70bB	31,17bB	30,25B	35,94bB
Değişim, %		-5,8	+10,8	-26,1	-33,1	-33,2	-15,0	-4,2	-18,8
Ortalama	öncesi	29,65a	49,40a	57,78a	62,89a	62,30a	58,59a	53,75a	52,10a
	sonrası	25,27b	44,33b	46,53b	46,68b	41,37b	36,86b	36,66b	39,67b
Değişim, %		-14,8	-10,3	-19,5	-25,8	-33,6	-37,1	-31,8	-23,9

a: Küçük harfler, her bir muamele içerisinde fraksiyonun DÇ öncesi ve sonrası AS değerini karşılaştırmaktadır.

A: Büyük harfler, DÇ süreçleri sonrası her bir agregat fraksiyonunda muameleleri karşılaştırmaktadır.

Çizelge 4.113'den görüleceği üzere Mollisol ordosu toprağının kontrol muamelesinde DÇ süreçleri öncesi <0,42, 0,42-0,84, 0,84-2, 1-2 ve 2-6,4 mm agregat fraksiyonlarının AS değerleri %8,43, %37,86, %44,47, %41,11 ve %52,53 iken DÇ süreçleri sonrasında <0,42 mm fraksiyonunda %48,4 artış meydana gelirken, diğer fraksiyonlarda sırasıyla %25,5, %25,5, %19,5 ve %40,7 oranlarında azalışlar meydana gelmiştir. Ayrıca, DÇ süreçleri öncesinde toprakta 6,4-12,7 ve >12,7 mm agregat fraksiyonları yok iken DÇ süreçleri sonrasında %23,30 ve %23,76 AS değerlerine sahip sözkonusu fraksiyonların olduğu tespit edilmiştir. DÇ süreçleri sonrasında tüm fraksiyonlarda meydana gelen değişimlerin istatistiki olarak çok önemli düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Toprağın DÇ süreçleri öncesinde %36,88 olan ortalama AS değeri DÇ süreçleri sonrasında %28,3 oranında azalış göstererek %26,45'e düşmüştür. DÇ süreçleri sonrasında meydana gelen bu düşüşün istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) olduğu belirlenmiştir.

Toprağın PVA uygulanmış durumunda DÇ süreçleri öncesi fraksiyonların AS değerleri sırasıyla %52,79, %77,18, %82,41, %87,84, %85,87, %94,31 ve %96,55 iken DÇ süreçleri sonrasında tüm agregat fraksiyonlarında sırasıyla %33,5, %13,6, %12,2, %20,0, %25,0, %30,8 ve %32,5 oranlarında azalma meydana geldiği belirlenmiştir. DÇ süreçleri sonrasında fraksiyonların AS değerlerinde meydana gelen düşüşlerin çok önemli ($p<0,01$) olduğu saptanmıştır. PVA uygulanmış toprağın DÇ süreçleri öncesi ortalama AS değeri %82,42 iken DÇ süreçleri sonrasında %23,8 düşüşle %62,77 olarak tespit edilmiştir. DÇ süreçleri sonrasında ortalama AS değerinde meydana gelen %23,8 oranındaki düşüşün istatistiki olarak çok önemli düzeyde ($p<0,01$) olduğu tespit edilmiştir.

HA muamelesi uygulanmış örnekte DÇ süreçleri sonrasında tüm fraksiyonların AS değerlerinde düşüşler olduğu belirlenmiş ve düşüş oranlarının sırasıyla %8,1, %9,3, %18,4, %30,9, %40,4, %38,2 ve %17,0 olduğu saptanmıştır. DÇ süreçleri sonrasında fraksiyonlarda meydana gelen değişimlerin istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) olduğu tespit edilmiştir. DÇ süreçleri öncesinde ortalama AS değeri %44,84 iken DÇ

süreçleri sonrasında %33,52 olarak belirlenmiş ve meydana gelen %25,2'lik azalışın istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) olduğu tespit edilmiştir.

PAM uygulanmış Mollisol ordosu toprağında DÇ süreçleri sonrasında 0,42-0,84 mm agregat fraksiyonunun AS değeri %10,8 artarken, diğer fraksiyonların AS değerlerinde sırasıyla %5,8, %26,1, %33,1, %33,2, %15,0 ve %4,2 oranlarında düşüşler meydana geldiği tespit edilmiştir. DÇ süreçleri sonrasında <0,42 ve >12,7 mm fraksiyonlarında meydana gelen azalışların istatistiki olarak önemsiz, diğer fraksiyonlarda meydana gelen değişimlerin ise çok önemli olduğu tespit edilmiştir. DÇ öncesinde ortalama AS %44,26 iken DÇ süreçleri sonrasında %18,8 azalışla %35,94'e düşmüş ve bu düşüşün istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) olduğu belirlenmiştir.

Mollisol ordosu toprağının DÇ süreçleri öncesinde fraksiyonların ortalama AS değerleri sırasıyla %29,65, %49,40, %57,78, %62,89, %62,30, %58,59 ve %53,75 iken DÇ süreçleri sonrasında AS değerlerinde sırasıyla %14,8, %10,3, %19,5, %25,8, %33,6, %37,1 ve %31,8 oranlarında azalışlar meydana geldiği belirlenmiştir. DÇ süreçleri sonrasında, fraksiyonların AS değerlerinde meydana gelen değişimlerin istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) olduğu saptanmıştır. Mollisol ordosu toprağının DÇ süreçleri öncesinde genel ortalama AS değeri %52,10 iken DÇ süreçleri sonrasında %23,9 azalışla %39,67'ye düştüğü ve bu azalışın çok önemli ($p<0,01$) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.113).

DÇ süreçleri sonrasında ortalama AS değerinin PVA muamelesinde (%62,77) en yüksek, kontrol düzeyinde (%26,45) en düşük olduğu belirlenmiştir. DÇ süreçleri sonrasında muameleler arasında ortalama AS değeri bakımından çok önemli ($p<0,01$) farklılık olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.113).

Çizelge 4.114. Mollisol ordosu toprağında DÇ süreçleri sonrası kontrol ile muameleler ortalaması AS değerleri ve aralarındaki farklılıklar

DÇ sonrası	<0,42	0,42-0,84	0,84-2	1-2	2-6,4	6,4-12,7	>12,7	Ort.
Kontrol AS, %	12,51B	28,22B	33,11B	33,08B	31,15B	23,30B	23,76B	26,45B
PVA, HA ve PAM ortalama AS, %	29,52A	49,70A	51,01A	51,21A	44,77A	41,38A	40,96A	44,08A
Fark, %	+136,0	+76,1	+54,1	+54,8	+43,7	+77,6	+72,4	+66,6

Çizelge 4.114'den de görüleceği üzere Mollisol ordosu toprağının DÇ süreçleri sonrası kontrol muamelesinde agregat fraksiyonlarının AS değerleri sırasıyla %12,51, %28,22, %33,11, %33,08, %31,15, %23,30 ve %23,76 olarak belirlenmiştir. PVA, HA ve PAM muamelelerinin ortalama AS değerleri ise %29,52, %49,70, %51,01, %51,21, %44,77, %41,38 ve %40,96 olarak bulunmuştur. PVA, HA ve PAM muameleleri tüm fraksiyonlarda AS değerinin kontrol muamelesine göre ortalama olarak %136,0, %76,1, %54,1, %54,8, %43,7, %77,6 ve %72,4 oranlarında daha fazla olduğu belirlenmiştir. PVA, HA ve PAM muameleleri ile DÇ süreçleri sonrası kontrole göre meydana gelen farklar tüm fraksiyonlarda istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) bulunmuştur. Ayrıca, DÇ süreçleri sonrasında kontrol muamelesinde ortalama AS değeri %26,45 iken; PVA, HA ve PAM muameleleri sonrasında genel ortalama AS değeri %44,08 olarak bulunmuş ve %66,6 oranında artışın meydana geldiği tespit edilmiştir. Tespit edilen artışın istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.114).

Aridisol ordosu toprağının muamelelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrasında agregat fraksiyonlarının AS değerleri ve değişim oranları Çizelge 4.115'de verilmiştir.

Çizelge 4.115. Aridisol ordosu toprağında muamelelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrasında agregat fraksiyonlarının AS değerleri ve değişim oranları

Muameleler	DÇ süreçleri	<0,42	0,42-0,84	0,84-2	1-2	2-6,4	6,4-12,7	>12,7	Ortalama
Kontrol	öncesi	11,09b	35,72b	58,76a	52,91	54,26a	0,0b	0,0b	42,55a
	sonrası	19,09aC	41,88aD	53,70bC	52,01C	45,65bC	34,66aD	36,06aC	40,43bC
Değişim, %		+72,1	+17,2	-8,6	-1,7	-15,9	+∞	+∞	-5,0
PVA	öncesi	62,86a	90,82a	91,33a	91,52a	88,79a	90,25a	84,97a	85,79a
	sonrası	48,43bA	76,15bA	87,91bA	84,34bA	75,52bA	75,52bA	72,74bA	74,37bA
Değişim, %		-23,0	-16,2	-3,7	-7,8	-14,9	-16,3	-14,4	-13,3
HA	öncesi	28,70	51,79	73,21a	67,20a	69,84a	47,86a	34,73a	53,33a
	sonrası	29,25B	51,31C	61,75bB	59,84bB	50,72bB	41,47bB	38,77aB	47,59bB
Değişim, %		+1,9	-0,9	-15,7	-11,0	-27,4	-13,4	+11,6	-10,8
PAM	öncesi	43,48a	65,52a	72,38a	69,06a	72,95a	38,91	38,60	57,27a
	sonrası	31,13bB	59,26bB	61,88bB	60,52bB	45,83bC	37,57C	39,17B	47,91bB
Değişim, %		-28,4	-9,6	-15,1	-12,4	-37,2	-3,4	+1,5	-16,3
Ortalama	öncesi	36,53a	60,96a	74,04a	70,17a	71,46a	59,01a	52,77a	59,74a
	sonrası	31,98b	57,15b	66,31b	64,18b	54,43b	47,31b	46,69b	52,58b
Değişim, %		-12,5	-6,3	-10,4	-8,5	-23,8	-19,8	-11,5	-12,0

a: Küçük harfler, her bir muamele içerisinde fraksiyonun DÇ öncesi ve sonrası AS değerini karşılaştırmaktadır.

A: Büyük harfler, DÇ süreçleri sonrası her bir agregat fraksiyonunda muameleleri karşılaştırmaktadır.

Çizelge 4.115'den görüleceği üzere Aridisol ordosu toprağının kontrol muamelesinde DÇ süreçleri öncesi <0,42, 0,42-0,84, 0,84-2, 1-2 ve 2-6,4 mm agregat fraksiyonlarının AS değerleri %11,09, %35,72, %58,76, %52,91 ve %54,26 iken DÇ süreçleri sonrasında <0,42 ve 0,42-0,84 mm fraksiyonlarında %72,1 ve %17,2 artış meydana gelirken, diğer fraksiyonlarda sırasıyla %8,6, %1,7 ve %15,9 oranlarında azalışlar meydana gelmiştir. Ayrıca, DÇ süreçleri öncesinde toprakta 6,4-12,7 ve >12,7 mm agregat fraksiyonları yok iken DÇ süreçleri sonrasında %34,66 ve %36,06 AS değerlerine sahip sözkonusu fraksiyonların olduğu tespit edilmiştir. DÇ süreçleri sonrasında 1-2 mm agregat fraksiyonu hariç, diğer fraksiyonlarda meydana gelen değişimlerin istatistiki olarak çok önemli düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Toprağın DÇ süreçleri öncesinde %42,55 olan ortalama AS değeri DÇ süreçleri sonrasında %5,0 oranında azalış göstererek %40,43'e düşmüştür. DÇ süreçleri sonrasında meydana gelen bu düşüşün istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) olduğu belirlenmiştir.

Toprağın PVA uygulanmış durumunda DÇ süreçleri öncesi fraksiyonların AS değerleri sırasıyla %62,86, %90,82, %91,33, %91,52, %88,79, %90,25 ve %84,97 iken DÇ süreçleri sonrasında tüm agregat fraksiyonlarında sırasıyla %23,0, %16,2, %3,7, %7,8, %14,9, %16,3 ve %14,4 oranlarında azalma meydana geldiği belirlenmiştir. DÇ süreçleri sonrasında fraksiyonların AS değerlerinde meydana gelen düşüşlerin çok önemli ($p<0,01$) olduğu saptanmıştır. PVA uygulanmış toprağın DÇ süreçleri öncesi ortalama AS değeri %85,79 iken DÇ süreçleri sonrasında %13,3 düşüşle %74,37 olarak tespit edilmiştir. DÇ süreçleri sonrasında ortalama AS değerinde meydana gelen %13,3 oranındaki düşüşün istatistiki olarak çok önemli düzeyde ($p<0,01$) olduğu tespit edilmiştir.

HA muamelesi uygulanmış örnekte DÇ süreçleri sonrasında <0,42 ve >12,7 mm agregat fraksiyonlarında %1,9 ve %11,6 oranında artışlar meydana gelirken, diğer fraksiyonların AS değerlerinde %0,9, %15,7, %11,0, %27,4 ve %13,4 düşüşler meydana geldiği saptanmıştır. DÇ süreçleri sonrasında <0,42 ve 0,42-0,84 mm fraksiyonlarda meydana gelen değişimlerin istatistiki olarak önemsiz; diğer

fraksiyonlarda meydana gelen değişimlerin ise çok önemli ($p<0,01$) olduğu tespit edilmiştir. DÇ süreçleri öncesinde ortalama AS değeri %53,33 iken DÇ süreçleri sonrasında %47,59 olarak belirlenmiş ve meydana gelen %10,8'lik azalışın istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) olduğu tespit edilmiştir.

PAM uygulanmış Aridisol ordosu toprağında DÇ süreçleri sonrasında >12,7 mm agregat fraksiyonunun AS değeri %1,5 artarken, diğer fraksiyonların AS değerlerinde sırasıyla %28,4, %9,6, %15,1, %12,4, %37,2 ve %3,4 oranlarında düşüşler meydana geldiği tespit edilmiştir. DÇ süreçleri sonrasında 6,4-12,7 ve >12,7 mm fraksiyonlarında meydana gelen değişimlerin istatistiki olarak önemsiz, diğer fraksiyonlarda meydana gelen değişimlerin ise çok önemli olduğu tespit edilmiştir. DÇ öncesinde ortalama AS %57,27 iken DÇ süreçleri sonrasında %16,3 oranında azalışla %47,91'e düşmüş ve bu düşüşün istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) olduğu belirlenmiştir.

Aridisol ordosu toprağının DÇ süreçleri öncesinde fraksiyonların ortalama AS değerleri sırasıyla %36,53, %60,96, %74,04, %70,17, %71,46, %59,01 ve %52,77 iken DÇ süreçleri sonrasında AS değerlerinde sırasıyla %12,5, %6,3, %10,4, %8,5, %23,8, %19,8 ve %11,5 oranlarında azalışlar meydana geldiği belirlenmiştir. DÇ süreçleri sonrasında, fraksiyonların AS değerlerinde meydana gelen değişimlerin istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) olduğu saptanmıştır. Aridisol ordosu toprağının DÇ süreçleri öncesinde genel ortalama AS değeri %59,74 iken DÇ süreçleri sonrasında %12,0 azalışla %52,58'e düştüğü ve bu azalışın çok önemli ($p<0,01$) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.115).

DÇ süreçleri sonrasında ortalama AS değerinin PVA muamelesinde (%74,37) en yüksek, kontrol düzeyinde (%40,43) en düşük olduğu belirlenmiştir. DÇ süreçleri sonrasında muameleler arasında ortalama AS değeri bakımından çok önemli ($p<0,01$) farklılıklar ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Ancak, HA ile PAM arasında önemli farkın olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.115).

Çizelge 4.116. Aridisol ordosu toprağında DÇ süreçleri sonrası kontrol ile muameleler ortalaması AS değerleri ve aralarındaki farklılıklar

DÇ sonrası	<0,42	0,42-0,84	0,84-2	1-2	2-6,4	6,4-12,7	>12,7	Ort.
Kontrol AS, %	19,09B	41,88B	53,70B	52,01B	45,65B	34,66B	36,06B	40,43B
PVA, HA ve PAM ortalama AS, %	36,27A	62,24A	70,51A	68,23A	57,36A	51,52A	50,23A	56,62A
Fark, %	+90,0	+48,6	+31,3	+31,2	+25,6	+48,6	+39,3	+40,1

Çizelge 4.116'dan da görüleceği üzere Aridisol ordosu toprağının DÇ süreçleri sonrası kontrol muamelesinde agregat fraksiyonlarının AS değerleri sırasıyla %19,09, %41,88, %53,70, %52,01, %45,65, %34,66 ve %36,06 olarak belirlenmiştir. PVA, HA ve PAM muamelelerinin ortalama AS değerleri ise %36,27, %62,24, %70,51, %68,23, %57,36, %51,52 ve %50,23 olarak bulunmuştur. PVA, HA ve PAM muameleleri tüm fraksiyonlarda AS değerinin kontrol muamelesine göre ortalama olarak %90,0, %48,6, %31,3, %31,2, %25,6, %48,6 ve %39,3 oranlarında daha fazla olduğu belirlenmiştir. PVA, HA ve PAM muameleleri ile DÇ süreçleri sonrası kontrole göre meydana gelen farklar tüm fraksiyonlarda istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) bulunmuştur. Ayrıca, DÇ süreçleri sonrasında kontrol muamelesinde ortalama AS değeri %40,43 iken; PVA, HA ve PAM muameleleri sonrasında genel ortalama AS değeri %56,62 olarak bulunmuş ve %40,1 oranında artışın meydana geldiği tespit edilmiştir. Tespit edilen artışın istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.116).

Araştırma topraklarının muamelelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrasında agregat fraksiyonlarının ortalama AS değerleri ve ortalama AS değerlerinde meydana gelen değişim oranları Çizelge 4.117'de verilmiştir.

Çizelge 4.117. Araştırma topraklarının muamelelere göre DÇ süreçleri öncesi ve sonrasında agregat fraksiyonlarının ortalama AS değerleri ve değişim oranları

Muameleler	DÇ süreçleri	<0,42	0,42-0,84	0,84-2	1-2	2-6,4	6,4-12,7	>12,7	Ortalama
Kontrol ort.	öncesi	12,28b	29,24b	42,18a	41,66	42,73a	0,00b	0,00b	33,62a
	sonrası	15,64aD	32,17aD	40,28bD	40,13D	36,03bC	28,75aC	29,06aD	31,72bD
Değişim, %		+27,4	+10,0	-4,5	-3,7	-15,7	+∞	+∞	-5,7
PVA ort.	öncesi	49,98a	72,90a	77,82a	81,57a	81,79a	80,58a	78,99a	74,80a
	sonrası	38,35bA	64,04bA	72,12bA	70,12bA	64,08bA	60,56bA	57,53bA	60,97bA
Değişim, %		-23,3	-12,2	-7,3	-14,0	-21,7	-24,8	-27,2	-18,5
HA ort.	öncesi	31,81a	44,42	53,52a	55,76a	52,27a	39,73a	31,78	44,18a
	sonrası	26,16bC	43,49C	47,38bC	47,40bC	40,34bB	34,86bB	32,04C	38,81bC
Değişim, %		-17,8	-2,1	-11,5	-15,0	-22,8	-12,3	+0,8	-12,2
PAM ort.	öncesi	33,42a	50,35a	55,08a	60,19a	52,47a	33,95	31,06b	45,22a
	sonrası	28,42bB	46,66bB	48,92bB	49,01bB	39,41bB	34,47B	33,43aB	40,03bB
Değişim, %		-15,0	-7,3	-11,2	-18,6	-24,9	+1,5	+7,6	-11,5
Genel Ortalama	öncesi	31,87a	49,23a	57,15a	59,80a	57,32a	51,42a	47,27a	49,45a
	sonrası	27,14b	46,59b	52,18b	51,67b	44,97b	39,66b	38,02b	42,88b
Değişim, %		-14,8	-5,4	-8,7	-13,6	-21,5	-22,9	-19,6	-13,3

a: Küçük harfler, her bir muamele içerisinde fraksiyonun DÇ öncesi ve sonrası ortalama AS değerini karşılaştırmaktadır.

A: Büyük harfler, DÇ süreçleri sonrası her bir agregat fraksiyonunda muameleleri karşılaştırmaktadır.

Çizelge 4.117'den de görüleceği üzere araştırma topraklarının kontrol muamelesinde DÇ süreçleri öncesi <0,42, 0,42-0,84, 0,84-2, 1-2 ve 2-6,4 mm agregat fraksiyonlarının ortalama AS değerleri %12,28, %29,24, %42,18, %41,66 ve %42,73 iken DÇ süreçleri sonrasında <0,42 ve 0,42-0,84 mm fraksiyonlarında %27,4 ve %10,0 artış meydana gelirken, diğer fraksiyonlarda sırasıyla %4,5, %3,7 ve %15,7 oranlarında azalışlar meydana gelmiştir. Ayrıca, DÇ süreçleri öncesinde topraklarda 6,4-12,7 ve >12,7 mm agregat fraksiyonları yok iken DÇ süreçleri sonrasında %28,75 ve %29,06 ortalama AS değerlerine sahip sözkonusu fraksiyonların olduğu tespit edilmiştir. DÇ süreçleri sonrasında 1-2 mm agregat fraksiyonu hariç, diğer fraksiyonlarda meydana gelen değişimlerin istatistiki olarak çok önemli düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Toprakların DÇ süreçleri öncesinde %33,62 olan ortalama AS değeri DÇ süreçleri sonrasında %5,7 oranında azalış göstererek %31,72'ye düşmüştür. DÇ süreçleri sonrasında kontrol muamelesi ortalama AS değerinde meydana gelen bu düşüşün istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) olduğu belirlenmiştir.

Toprakların PVA uygulanmış durumunda DÇ süreçleri öncesi fraksiyonların ortalama AS değerleri sırasıyla %49,98, %72,90, %77,82, %81,57, %81,79, %80,58 ve %78,99 iken DÇ süreçleri sonrasında tüm agregat fraksiyonlarında sırasıyla %23,3, %12,2, %7,3, %14,0, %21,7, %24,8 ve %27,2 oranlarında azalmalar meydana geldiği belirlenmiştir. DÇ süreçleri sonrasında fraksiyonların ortalama AS değerlerinde meydana gelen düşüşlerin çok önemli ($p<0,01$) olduğu saptanmıştır. PVA uygulanmış toprakların DÇ süreçleri öncesi ortalama AS değeri %74,80 iken DÇ süreçleri sonrasında %18,5 düşüşle %60,97 olarak tespit edilmiştir. DÇ süreçleri sonrasında ortalama AS değerinde meydana gelen %18,5 oranındaki düşüşün istatistiki olarak çok önemli düzeyde ($p<0,01$) olduğu tespit edilmiştir.

HA muamelesi uygulanmış örneklerde DÇ süreçleri sonrasında >12,7 mm agregat fraksiyonunda ortalama %0,8 oranında artışlar meydana gelirken, diğer fraksiyonların ortalama AS değerlerinde ise %17,8, %2,1, %11,5, %15,0, %22,8 ve %12,3 oranlarında düşüşler meydana geldiği saptanmıştır. DÇ süreçleri sonrasında 0,42-0,84 ve >12,7 mm

fraksiyonlarında meydana gelen değişimlerin istatistiki olarak önemsiz; diğer fraksiyonlarda meydana gelen değişimlerin ise çok önemli ($p<0,01$) olduğu tespit edilmiştir. DÇ süreçleri öncesinde ortalama AS değeri %44,18 iken DÇ süreçleri sonrasında %38,81 olarak belirlenmiş ve meydana gelen %12,2'lik azalışın istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) olduğu tespit edilmiştir.

PAM uygulanmış toprakların DÇ süreçleri sonrasında 6,4-12,7 ve >12,7 mm agregat fraksiyonlarının ortalama AS değerleri %1,5 ve %7,6 artarken, diğer fraksiyonların ortalama AS değerlerinde ise sırasıyla %15,0, %7,3, %11,2, %18,6 ve %24,9 oranlarında düşüşler meydana geldiği tespit edilmiştir. DÇ süreçleri sonrasında 6,4-12,7 mm fraksiyonunda meydana gelen değişimlerin istatistiki olarak önemsiz, diğer fraksiyonlarda meydana gelen değişimlerin ise çok önemli olduğu tespit edilmiştir. DÇ öncesinde ortalama AS %45,22 iken DÇ süreçleri sonrasında %11,5 oranında azalarak %40,03'e düşmüş ve bu düşüşün istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) olduğu belirlenmiştir.

Araştırma topraklarının DÇ süreçleri öncesinde fraksiyonların genel ortalama AS değerleri sırasıyla %31,87, %49,23, %57,15, %59,80, %57,32, %51,42 ve %47,27 iken DÇ süreçleri sonrasında genel ortalama AS değerlerinde sırasıyla %14,8, %5,4, %8,7, %13,6, %21,5, %22,9 ve %19,6 oranlarında azalışlar meydana geldiği belirlenmiştir. DÇ süreçleri sonrasında, fraksiyonların genel ortalama AS değerlerinde meydana gelen değişimlerin istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) olduğu saptanmıştır. Araştırma topraklarının DÇ süreçleri öncesinde genel ortalama AS değeri %49,45 iken DÇ süreçleri sonrasında %13,3 azalışla %42,88'e düştüğü ve bu azalışın çok önemli ($p<0,01$) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.117).

DÇ süreçleri sonrasında toprakların ortalama AS değerlerinin PVA muamelesinde (%60,97) en yüksek, kontrol düzeyinde (%31,72) en düşük olduğu belirlenmiştir. DÇ süreçleri sonrasında muameleler arasında ortalama AS değeri bakımından çok önemli ($p<0,01$) farklılıklar ortaya çıktığı tespit edilmiştir. DÇ süreçleri sonrasında PVA, HA ve PAM muamelelerinin ortalama AS değerlerinde düşüşler olmuş olsa bile, muamele

ortalamları AS değerlerinin kontrol muamelesi ortalama AS değerinden istatistiksel olarak çok önemli düzeyde yüksek olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.117).

Çizelge 4.118. Araştırma topraklarının DÇ süreçleri sonrası kontrol ortalaması ile muameleler genel ortalaması AS değerleri ve aralarındaki farklılıklar

DÇ sonrası	<0,42	0,42-0,84	0,84-2	1-2	2-6,4	6,4-12,7	>12,7	Ort.
Kontrol ort. AS, %	15,64B	32,17B	40,28B	40,13B	36,03B	28,75B	29,06B	31,72B
PVA, HA ve PAM gen. ort. AS, %	30,98A	51,40A	56,14A	55,51A	47,94A	43,30A	41,00A	46,60A
Fark, %	+98,1	+59,8	+39,4	+38,3	+33,1	+50,6	+41,1	+46,9

Çizelge 4.118'den de görüleceği üzere araştırma topraklarının DÇ süreçleri sonrası kontrol muamelesinde agregat fraksiyonlarının ortalama AS değerleri sırasıyla %15,64, %32,17, %40,28, %40,13, %36,03, %28,75 ve %29,06 olarak belirlenmiştir. PVA, HA ve PAM muamelelerinin genel ortalama AS değerleri ise %30,98, %51,40, %56,14, %55,51, %47,94, %43,30 ve %41,00 olarak bulunmuştur. Tüm fraksiyonlarda PVA, HA ve PAM muameleleri ortalama AS değerinin kontrol muamelesine göre ortalama olarak %98,1, %59,8, %39,4, %38,3, %33,1, %50,6 ve %41,1 oranlarında daha fazla olduğu belirlenmiştir. PVA, HA ve PAM muameleleri ile DÇ süreçleri sonrası kontrole göre meydana gelen farklar tüm fraksiyonlarda istatistiksel olarak çok önemli ($p < 0,01$) bulunmuştur. Ayrıca, DÇ süreçleri sonrasında kontrol muamelesinde genel ortalama AS değeri %31,72 iken; PVA, HA ve PAM muameleleri sonrasında genel ortalama AS değeri %46,60 olarak bulunmuş ve %46,9 oranında artışın meydana geldiği tespit edilmiştir. Tespit edilen artışın istatistiksel olarak çok önemli ($p < 0,01$) olduğu belirlenmiştir. PVA, HA ve PAM muamelelerinin DÇ süreçlerine rağmen toprakların AS değerlerini arttırdığı saptanmıştır (Çizelge 4.118).

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Vertisol ordosu Typic Ustert büyük toprak grubu, Entisol ordosu Fluvaquent büyük toprak grubu, Mollisol ordosu Argiustoll büyük toprak grubu ve Aridisol ordosu Calciorthid büyük toprak gruplarına ait örnekler üzerinde yapılan bu çalışmanın sonuçları PVA, HA ve PAM uygulamalarının incelenen fiziksel toprak özelliklerini geliştirdiğini açık olarak ortaya koymaktadır.

Agregat stabilitesi, su ve mekaniksel etmenlerin bozucu etkilerine karşı toprak agregatlarının ve bunların tertiplenme durumunun dayanıklılığını ifade etmektedir. Toprak agregatlarının dayanıklılık durumunun değerlendirilmesi için üzerinde durulan başlıca özellikler; agregatların büyüklüğü, miktarı, büyüklük dağılımı ve stabilite durumudur. Agregatların büyüklüğü ve büyüklük dağılımı, toprakların su ve rüzgar erozyonuna karşı dayanıklılık durumlarının değerlendirilmesi açısından, kültür topraklarında ise toprak içerisindeki su ve hava hareketi açısından önemlidir (Özdemir 1998).

İncelenen toprak özelliklerinden 1-2 mm AS ve GOAS değerleri PVA, HA ve PAM uygulamaları sonucunda, kontrol düzeyinde en düşük olan (%26,93; %15,77) Vertisol ordosunda oransal olarak en fazla (%78,2; %117,8), kontrol düzeyinde en yüksek olan (%52,91; %38,27) Aridisol ordosunda ise en az (%43,5; %81,7) artış göstermiştir.

Muameleler sonrasında farklı büyüklükteki agregat fraksiyonlarının AS değerlerindeki değişimlerde de en fazla artış Vertisol ordosunda, en az artış Aridisol ordosunda meydana gelmiştir. Ayrıca, muamele uygulamaları ile küçük agregat fraksiyonlarının (<0,42 ve 0,42-0,84 mm) AS değerlerinde meydana gelen artışın büyük fraksiyonlardan (0,84-2; 1-2; 2-6,4; 6,4-12,7 ve >12,7 mm) daha fazla olduğu ve genel olarak agregat fraksiyonu büyüdükçe AS değerlerinde meydana gelen artışın azaldığı belirlenmiştir. Muamelelerin, toprakların AS değerlerini geliştirmesi bakımından PVA, PAM ve HA şeklinde sıralama gösterdikleri saptanmıştır.

Araştırmada AS ile ilgili olarak elde edilen sonuçlar; organik polimerlerin toprak agregatlarının oluşumunda çimentolayıcı veya yapıştırıcı olarak strüktürel yapının ortaya çıkmasında çok önemli bir işlevi yerine getirdiğini (Tisdall and Oades 1982) ve polimerlerin toprak agregatları üzerinde adsorbe edilen mikroskobik ağlar gibi davranarak agregatlar için yapısal destek sağladığını (Sojka and Lentz 1997) ayrıca, organik polimerlerin kil mineralleri üzerindeki negatif elektrostatik yük dengesini sağlayarak ve koagüle edici özellik taşıdığını belirterek stabilizasyonu sağladığını ifade eden (Ben-Hur and Keren 1997; Painuli and Pagliali 1990; Sen *et al.* 1995; Green *et al.* 2000; Dodd *et al.* 2004; Bronick and Lal 2005; Kukal *et al.* 2007) çalışma sonuçları ile uygunluk göstermektedir.

Donma-çözülme ile toprakların strüktürel yapısı ve agregat stabilitesi arasındaki ilişkiyi başlangıç agregat büyüklüğü ile agregat stabilitesi, donma hızı, donma anındaki toprak nem içeriği ve donma-çözülme sayısı etkilemektedir (Benoit 1973; Mostaghimi *et al.* 1988; Lehrsch *et al.* 1991; Edwards 1991; Oztas and Fayetorbay 2003).

Araştırma topraklarının TK ve %90 saturasyon nem seviyelerinde DÇ süreçlerine tabi tutulması 1-2 mm AS, GOAS ve farklı büyüklükteki fraksiyonların ortalama AS değerlerinde genel olarak azalmalara neden olmuştur. Tarla kapasitesi ve %90 saturasyon nem seviyelerinde 1-2 mm AS'de ortalama %9,1 ve %20,3 oranında (Çizelge 4.14), GOAS değerinde %14,2 ve %23,4 oranında (Çizelge 4.22), farklı büyüklükteki fraksiyonların AS değerlerinde de ortalama olarak %3,7 ve %15,5 oranlarında (Çizelge 4.106) azalmalar meydana gelmiştir. Toprak nem içeriğinin artmasıyla AS değerlerinde meydana gelen azalmalarda artmış ve %90 saturasyon nem seviyesindeki DÇ süreçlerinin AS üzerine daha fazla yıkıcı etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Araştırma topraklarının 3, 6 ve 9 kez DÇ süreçlerine uğraması da 1-2 mm AS, GOAS ve farklı büyüklükteki fraksiyonların ortalama AS değerlerinde genel olarak azalmalara neden olmuştur. DÇ sayısının artışına göre 1-2 mm AS değerinde ortalama olarak %11,7, %8,1 ve %24,3 oranında (Çizelge 4.16), GOAS değerinde %14,2, %12,9 ve

%29,3 oranlarında (Çizelge 4.24), farklı büyüklükteki fraksiyonların AS değerlerinde de ortalama olarak %4,8, %3,0 ve %21,1 oranlarında (Çizelge 4.107) azalmalar meydana geldiği belirlenmiştir. DÇ sayısının artması ile AS değerlerinde düşüşler meydana gelmesine rağmen, 6 DÇ'den sonra AS değerlerinde artışlar olduğu da gözlemlenmiştir.

Araştırma topraklarının donma anındaki sıcaklık dereceleri (-4°C ve -18°C), 1-2 mm AS, GOAS ve farklı büyüklükteki fraksiyonların ortalama AS değerlerinde genel olarak azalmalara neden olmuştur. Donma sıcaklığına göre -4°C ve -18°C'de 1-2 mm AS değerlerinde ortalama %16,2 ve %13,2 oranında (Çizelge 4.18), GOAS değerlerinde %17,7 ve %19,8 oranında (Çizelge 4.26), farklı büyüklükteki fraksiyonların AS değerlerinde de ortalama olarak %9,8 ve %9,4 oranlarında (Çizelge 4.108) azalmalar meydana gelmiştir. Yavaş donmada büyük kristaller oluşurken, hızlı donmada agregatların kırılmasına neden olan çok sayıda küçük kristaller oluşmaktadır (Demiralay 1977). Yavaş donma, bir taraftan topraktaki suyun donması esnasında oluşan kristallerin etrafına basınç yapıp keseklerin kırılmasını sağlaması, diğer taraftan da buz kristallerinin etrafından su moleküllerinin çekilmesine ortam hazırlaması sebebiyle yeni agregatların oluşumunda etkin rol oynamaktadır (Ergene 1993).

Toprakların farklı nem, sayı ve sıcaklıklarda DÇ süreçlerine tabi tutulması genel olarak AS değerlerinin düşmesine neden olmuştur. PVA, HA ve PAM uygulanmış örneklerde de düşüşler meydana geldiği tespit edilmiştir. Ancak, DÇ süreçleri sonrasında PVA, HA ve PAM uygulanmış örneklerin AS değerlerinde düşüşler olmasına rağmen uygulanmamış kontrol durumdaki örneklerden istatistiki olarak çok önemli ($p < 0,001$) düzeyde yüksek AS değerlerine sahip oldukları belirlenmiştir. PVA, HA ve PAM uygulamalarının agregat stabilitesini arttırdığı ve toprakları DÇ süreçlerine karşı daha dirençli hale getirdiği tespit edilmiştir. Araştırmada, DÇ süreçleri sonucunda AS ile ilgili olarak elde edilen sonuçlar, daha önce yapılmış çalışmalar ile de desteklenmektedir (Mostaghimi *et al.* 1988; Perfect *et al.* 1990; Lehrs *et al.* 1991; Lehrs 1998; Bajracharya *et al.* 1998; Cruse *et al.* 2001; Bronick and Lal 2005; Kvaerno and Oygarden 2006). Toprak nem içeriğinin düşük olması, donma-çözülmenin agregasyon üzerine etkisinin az veya önemsiz olmasına neden olmaktadır. Don olayı

başlangıcında toprağın aşırı su içermesi agregatlaşmış materyali dispers edebilmektedir (Demiralay 1977). Donma anında daha ıslak olan topraklarda donun etkisi daha belirgin olmaktadır (Voorhees 1983; Ferrick and Gatto 2005; Henry 2007). Bullock *et al.* (1988), yaptıkları çalışmada, donma anındaki nem seviyesi ile agregat stabilitesi arasında negatif bir ilişki belirlemişlerdir.

Lehrsch *et al.* (1991), tarafından yapılan çalışmada, donma anındaki nem içeriği artışıyla agregat stabilitesinin doğrusal olarak azaldığı, donma-çözülme sayısının agregasyon üzerindeki etkisinin farklılık gösterdiği tespit edilmiştir.

Donma-çözülme sayısı ile agregat stabilitesi arasındaki ilişki ile ilgili değişik sonuçlar, farklı araştırmacılar tarafından saptanmıştır. Richardson (1976), Perfect *et al.* (1990), Lehrsch *et al.* (1991) ve Lehrsch (1998) ilk birkaç donma-çözülme döngüsü ile agregat stabilitesinin arttığını belirtirlerken pek çok araştırmacı ise (Bullock *et al.* 1988; Benoit 1991; Edwards 1991; Mulla *et al.* 1992; Staricka and Benoit 1995; Dagesse *et al.* 1997; Bajracharya *et al.* 1998; Oztas and Fayetorbay, 2003; Kvaerno and Oygarden 2006) donma-çözülme sayısı arttıkça agregat stabilitesi değerinin azaldığını ifade etmektedir.

Mostaghimi *et al.* (1988), donma anında toprağın sahip olduğu nem içeriğinin, donma hızının ve donma-çözülme olayları sayısının agregat stabilitesi üzerindeki etkilerini incelemiş; donma hızının agregat stabilitesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığını, donma olayının genelde toprak agregatlarını parçaladığını ve donma-çözülme olayı sayısının ise toprak tipine bağlı olarak etkisinin değiştiğini bildirmişlerdir. Donma anında toprağın sahip olduğu nem içeriği ile agregat stabilitesi arasında ters ilişki olmasına karşın zayıf agregatlaşmış toprakların donma-çözülme sürecinde daha stabil olduklarını belirtmişlerdir. Bu araştırmacılar, donma-çözülme süreç sayısı arttıkça killi-tınlı toprağın agregat stabilitesinin azaldığını, siltli-tınlı toprakta ise 1-3 arasında oluşan donma-çözülme olaylarının agregat stabilitesini artırdığını ancak 6'dan fazla donma-çözülmeden sonra agregat stabilitesinin azaldığını belirtmektedirler.

Dispersiyon oranı; toprağın su içerisinde kolaylıkla dispers olabilir durumdaki kil ve silt fraksiyonları toplamının, mekanik analizde belirlenen toplam kil ve silt fraksiyonlarına oranlanması ile elde edilen bir değerdir. Bu oranın küçük olması, toprağın erozyona karşı dayanıklılığının fazla olduğunu göstermektedir. Dispersiyon oranı değeri, %15'ten büyük olan topraklar erozyona karşı dayanıksızdırlar (Bryan 1968; Lal 1988; Sönmez 1994). Araştırma topraklarının muameleler öncesinde kontrol durumunda DO değerleri %21,60 ile %32,93 arasında (Çizelge 4.2) iken; PVA, HA ve PAM uygulamaları sonrasında agregat stabilitesi değerlerinin artmasıyla söz konusu parametre için kabul edilen sınır değerinin altına düşmüştür. Muameleler sonrası toprakların DO değerleri ortalama olarak %2,55 ile %6,15 arasında (Çizelge 4.5) değişmekte olup, PVA ortalaması %1,75 ile en düşük seviyededir (Çizelge 4.6). Toprakların DO değerlerini düşürmesi açısından muameleler PVA, HA ve PAM şeklinde sıralanmaktadır. Elde edilen sonuçlar PVA, HA ve PAM ile ilgili olarak yapılmış benzer çalışmalar ile uygunluk göstermektedir. Wallace and Nelson (1986), Uysal (1986), Uysal ve Taysun (1995), Sen *et al.* (1995), Piccolo *et al.* (1997a, b), Öztaş *et al.* (2002), Özbek (2002), Fox *et al.* (2004), Bronick and Lal (2005), Imbufe *et al.* (2005), Nishimura *et al.* (2005) tarafından yapılmış çalışmalarda PVA, HA ve PAM uygulamalarının toprak agregat stabilitesini arttırdığı ve dispersiyon oranını düşürdüğü vurgulanmaktadır.

Araştırma topraklarının farklı nem, sayı ve sıcaklıkta DÇ süreçlerine uğraması DO değerlerinin arttırmıştır. Tarla kapasitesi ve %90 saturasyon nem seviyelerinde DÇ süreçleri sonrasında DO değerleri ortalama olarak %46,5 ve %115,9 oranında (Çizelge 4.30); 3, 6 ve 9 kez DÇ sonrasında da %61,3, %45,8 ve %136,6 oranında (Çizelge 4.32); -4°C ve -18°C'de %76,2 ve %86,1 oranında (Çizelge 4.34) artmıştır. DÇ süreçleri sonrasında PVA, HA ve PAM uygulanmış toprakların DO değerlerinde de artışlar meydana gelmiştir. Fakat, PVA ve PAM muameleleri (%6,63 ve %14,51) uygulamalarının parametre için belirlenmiş olan %15 sınır değerinin altında kaldığı görülmektedir. HA muamelesi ortalama DO değeri (%16,92) ise parametre için belirlenmiş sınır değerini aşmıştır. PVA, HA ve PAM muamelelerinin DÇ süreçleri sonrasında ortalama DO değeri %12,68 olarak belirlenmiş olup sınır değerinin altında kaldığı, ayrıca kontrolden çok düşük olduğu görülmektedir (Çizelge 4.35, 4.36). PVA,

HA ve PAM muamelelerinin agregat stabilitesini arttırması yanı sıra ve toprakları DÇ süreçlerine karşı daha dirençli hale getirerek DO değerinin de sınır değerin altında kalmasını sağlayarak erozyona karşı dayanıklı hale getirdiği tespit edilmiştir.

Özdemir ve Akgül (1995) tarafından yapılan çalışmada, donma-çözülme olaylarının toprakların suya stabil agregatlar miktarı ile strüktürel stabilite ölçütü değerini önemli ölçüde azalttığını, dispersiyon oranı ile erozyon oranı değerlerini ise önemli ölçüde arttırdığı ve bu azalış ile artışların donma-çözülme sayısı tarafından önemli ölçüde etkilendiği bildirilmektedir. Ayrıca, aynı çalışmada donma-çözülme olaylarının toprakların strüktürel dayanıklılığını azaltarak erozyona karşı duyarlılığını arttırdığı vurgulanmaktadır.

Araştırma topraklarının muameleler öncesinde kontrol durumunda hacim ağırlığı değerleri $1,12 \text{ g cm}^{-3}$ ile $1,25 \text{ g cm}^{-3}$ arasında değişirken PVA, HA ve PAM uygulaması sonrasında $0,87 \text{ g cm}^{-3}$ ile $0,99 \text{ g cm}^{-3}$ 'e düşmüştür. PVA uygulaması hacim ağırlığını en fazla düşüren muamele olurken onu PAM ve HA izlemiştir.

Farklı nem, sayı ve sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonrasında toprakların hacim ağırlığı değerleri artmıştır. Nem miktarının artışına bağlı olarak TK'sinde ortalama %24,7 ve %90 saturasyon nem seviyesinde de %35,1 oranında (Çizelge 4.38), sayı artışına paralel olarak %27,8, %30,9 ve %32,0 oranında (Çizelge 4.40) ve donma sıcaklığının düşmesine paralel olarak da %28,9 ve %30,9 oranlarında (Çizelge 4.42) artışlar meydana gelmiştir. PVA, HA ve PAM uygulanmış topraklarda da DÇ süreçleri sonrası hacim ağırlığında artışlar olmuştur. Ancak, muamele uygulanmış toprakların hacim ağırlığı değerleri kontrol durumdaki topraklardan daha düşük olduğu tespit edilmiştir. DÇ süreçleri sonrasında kontrol topraklarının genel ortalama hacim ağırlığı değeri $1,29 \text{ g cm}^{-3}$ iken PVA, HA ve PAM uygulanmış toprakların genel ortalama hacim ağırlığı değeri $1,22 \text{ g cm}^{-3}$ (Çizelge 4.44) olarak belirlenmiştir. Stefanson (1973), Ben-Hur and Keren (1997), Gehring and Lewis (1980), Green *et al.* (2000) ve Özbek (2002) tarafından yapılan çalışmalarda da söz konusu muamelelerin artan dozlarda

uygulamaları sonucunda toprakların hacim ağırlığının azaldığı, buna karşılık toplam porozitenin arttığı vurgulanmaktadır.

Araştırma topraklarına PVA, HA ve PAM uygulamaları sonrası agregat stabilitesinin artması ve hacim ağırlığının azalması hava ve su geçirgenliği ile hidrolik iletkenliği çok önemli düzeyde arttırmıştır. Muameleler öncesi toprakların hava geçirgenliği $91,17 \mu^2$ ile $128,72 \mu^2$ arasında değişirken, muameleler sonrasında $165,51 \mu^2$ ile $276,04 \mu^2$ 'ye yükselmiştir (Çizelge 4.5). Muamele ortalamalarında ise $242,30 \mu^2$ ile HA uygulaması sonrasında en yüksek hava geçirgenliği elde edilirken, PVA ve PAM HA'den sonra gelmektedir (Çizelge 4.6).

Toprakların su geçirgenlikleri muameleler öncesinde $0,30 \mu^2$ ile $2,26 \mu^2$ arasında ve hidrolik iletkenlikleri $0,97 \text{ cm h}^{-1}$ ile $7,62 \text{ cm h}^{-1}$ arasında değiştiği ve en düşük değerler en fazla kil içeren Vertisol ordosunda, en yüksek değerler de kil içeriği en az, kum ve kaba iskelet maddesi en fazla olan Aridisol ordosunda tespit edilmiştir. Muameleler sonrasında, su geçirgenliği $0,72 \mu^2$ ile $3,63 \mu^2$ 'ye ve hidrolik iletkenlik $2,88 \text{ cm h}^{-1}$ ile $14,87 \text{ cm h}^{-1}$ 'e yükselmiştir. Muameleler sonrasında da en düşük değerler Vertisol ordosunda, en yüksek değerler Aridisol ordosunda belirlenmiştir (Çizelge 4.5). Su geçirgenliği ve hidrolik iletkenliğin artmasında PVA uygulaması en etkili muamele olurken, PVA'yı PAM ve HA takip etmektedir (Çizelge 4.6). PVA'nın en etkili muamele olmasında, agregat stabilitesini en fazla arttırması ve oluşan agregatların stabilitesinin devamlılığının yüksek olması en önemli faktörlerdir.

Wallace and Wallace (1986), Wallace and Nelson (1986), Uysal (1986), Barry *et al.* (1991), El-Morsy *et al.* (1991), Levy *et al.* (1992), Sen *et al.* (1995), Uysal ve Taysun (1995), Ben-Hur and Keren (1997), Santos and Serralheiro (2000), Dodd *et al.* (2004), Abu-Zreig (2006), Sojka *et al.* (2007) tarafında yapılan çalışmalarda da, topraklara çeşitli şekillerde uygulanan sentetik veya organik toprak düzenleyicileri ile polimerlerin, agregat oluşumu yanında var olan agregatların stabilitesini ve su karşısında dağılmaya karşı dirençlerini arttırdığı, işlenen toprakların zayıf strüktürlerinin ıslah edilebildiği,

gözenekliliği ve gözeneklerin devamlılığı ile stabilitelelerini arttırarak toprakların hava ve su geçirgenliği ile hidrolik iletkenliği çok önemli ölçüde arttırdığı ortaya konulmuştur.

Farklı nem, sayı ve sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonrasında toprakların agregat stabilitesi değerlerinin düşmesi ve hacim ağırlığı değerlerinin artmasına bağlı olarak hava ve su geçirgenliği ile hidrolik iletkenliklerinde önemli düşüşler meydana gelmiştir. DÇ süreçleri sonrasında söz konusu geçirgenlik parametrelerinde meydana gelen düşüşler, nem miktarı ile sayının artması ve donma sıcaklığının düşmesiyle artmıştır (Çizelge 4.46; 4.48; 4.50; 4.54; 4.56; 4.58; 4.62; 4.64; 4.66). PVA, HA ve PAM uygulanmış topraklarda da DÇ süreçleri sonrasında geçirgenlik değerlerinde azalmalar meydana gelmiştir. Ancak, muamele uygulanmış topraklarda meydana gelen düşüş oranlarının kontrolden çok daha az olduğu ve muamele uygulanmış toprakların nihai geçirgenlik değerlerinin muamele uygulanmamış kontrol örneklerinden çok önemli düzeyde yüksek olduğu belirlenmiştir. DÇ süreçlerinin geçirgenlik parametreleri üzerine olumsuz etkilerini minimize etmede, muamelelerin PVA>PAM>HA şeklinde sıralama gösterdikleri tespit edilmiştir (Çizelge 4.51; 4.52; 4.59; 4.60; 4.67; 4.68).

Araştırma topraklarının muameleler öncesinde kontrol durumunda geometrik ortalama çap değerleri 1,46, mm ile 1,68 mm arasında değişirken PVA, HA ve PAM uygulamaları sonrasında 3,38 mm ve 5,28 mm'ye yükselmiştir. Muameleler öncesinde toprakların 2 mm'den küçük fraksiyonların miktarının fazla olması GOÇ değerlerinin düşük çıkmasında en önemli etkidir. Muamele uygulamaları sonrasında ise 2 mm'den küçük, özellikle 0,84 mm'den küçük agregat fraksiyonlarının miktarının azalarak, 2 mm'den büyük fraksiyonların miktarının artması ve 6,4-12,7 mm ile >12,7 mm fraksiyonların oluşması GOÇ değerlerini arttırmıştır. Muameleler sonrası GOÇ'da en fazla artış Vertisol ordosu ile HA muamelesinde olmuştur. Tarım topraklarına polimer uygulamasının, söz konusu toprakların geometrik ortalama çap değerini önemli derecede arttırdığı çeşitli araştırmacılar tarafından belirtilerek bu araştırmada elde edilen sonuçlarla uyum içerisindedir (Uysal 1986; Uysal ve Taysun 1995; Ben-Hur and Keren 1997; Piccolo *et al.* 1997a,b; Green *et al.* 2000; Özbek 2002; Imbufe *et al.* 2005).

Toprakların farklı nem, sayı ve sıcaklıklarda DÇ süreçlerine uğraması GOÇ değerlerini arttırmıştır (Çizelge 4.78; 4.80; 4.82). DÇ süreçleri sonrasında, toprakların agregat fraksiyonları miktarlarının belirlenmesi amacıyla kurumaya bırakıldıkları dönemde topraklarda kil etkisi ile büyük agregatlar oluşmuştur. DÇ süreçlerinde nem miktarı ile sayının artması ve donma sıcaklığının düşmesi agregat stabilitesini düşürmesi yanısıra tekselleşen tane miktarının da arttırmaktadır. DÇ süreçlerinden sonra kuruma sürecinde toprak taneleri gelişi güzel daha büyük agregatlar halinde yeniden şekillendikleri için GOÇ değeri artmıştır. DÇ süreçleri sonrasında muameleler özellikle 2 mm'den küçük fraksiyonların miktarlarını azaltırken 2 mm'den büyük fraksiyonların miktarlarını arttırmış ve GOÇ değeri kontrol düzeyinden daha yüksek çıkmıştır (Çizelge 4.104; 4.105).

Benoit (1973), donma-çözülme olayının büyük agregatları parçaladığını, küçük agregatları ise orta büyüklükte agregatlara dönüştürdüğünü ve donma-çözülmenin etkisinin toprak tipine ve toprağın başlangıçtaki agregasyon durumuna bağlı olduğunu bildirmektedir. Ayrıca, Chaney and Swift (1986b) ve Amezketa (1999), donma-çözülme ile ıslanma-kuruma olaylarının toprak agregatlarının yeniden şekillenmesinde önemli rol oynadığını belirtmektedir.

Agregatların kırılmaya ve dağılmaya karşı direncini ifade eden agregat stabilitesi, infiltrasyon hızı, hava ve su geçirgenliği, hidrolik iletkenlik ve erozyona karşı direnç gibi toprağın birçok fiziksel ve hidrolojik özelliklerini doğrudan veya dolaylı olarak etkilemektedir. Agregatların direnci üzerine etkili olan donma-çözülme süreçleri de özellikle agregat stabilitesini etkileyerek söz konusu toprak özellikleri üzerinde doğrudan veya dolaylı olarak etkilere sahip olmaktadır.

Bu çalışmada, donma-çözülme süreçlerinin özellikle agregat stabilitesi üzerinde genellikle bozucu etki yaptığı ve donma-çözülmenin agregat stabilitesi ile diğer toprak özellikleri üzerine etkisinin DÇ nem içeriği, DÇ süreç sayısı ve donma sıcaklığı tarafından önemli derecede etkilendiği ortaya konulmuştur.

Pikul and Allmaras (1985); Oztas and Fayetorbay (2003) donma-çözölme süreçlerinin toprağın strüktürel yapısında meydana getireceğı olumsuzlukları minimize etmek için toprak yüzeyinin bitki artıkları veya suni malçlama ile örtölmesi, toprağın organik madde içeriğinin arttırılması gerektiğini önermektedirler.

Bu çalışmanın sonuçları; PVA, HA ve PAM uygulamalarının toprakların fiziksel özelliklerini geliştirdiğı ve donma-çözölme süreçlerinin olumsuz etkilerini minimize etmede etkili olduğunu açık olarak ortaya koymaktadır.

KAYNAKLAR

- Abd El-Rehim, H.A., Hegazy, E. S. A. and Abd El-Mohdy, H.L., 2004. Radiation synthesis of hydrogels to enhance sandy soils water retention and increase plant performance. *Journal of Applied Polymer Science* 93(3): 1360-1371.
- Abedi-Koupai, J., and Asadkazemi, J., 2006. Effects of a hydrophilic polymer on the field performance of an ornamental plant (*Cupressus arizonica*) under reduced irrigation regimes. *Iranian Polymer Journal*, 15(9): 715-725.
- Abu-Zreig, M., 2006. Control of rainfall-induced soil erosion with various types of polyacrylamide. *J. Soils Sediments*, 6(3): 137-144.
- Agrawal, R.P., and Sharma, S.K., 1984. Effect of triple superphosphate and polyvinyl alcohol on crust strength, soil physical properties and seedling emergence of pearl millet. *Trop. Agric. (Trinidad)* 61: 269–272.
- Akgül, M., 1992. Daphan Ovası Topraklarının Sınıflandırılması ve Haritalanması. Atatürk Üni. Fen Bilimleri Enst. Doktora Tezi.
- Akgül, M., 1994. Daphan ovası topraklarının temel toprak etütleri I. Bazı fiziksel ve kimyasal özellikler. Atatürk Üni. Ziraat Fak. Der. No: 2, 223-236.
- Aksakal, E.L., 2009. Polimer (PVA&PAM) ve Hümik Asit (HA) Uygulamalarının Donma-Çözülme Süreçlerine Maruz Kalan Toprakların Stabilité Ölçütleri Üzerine Etkileri. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilimdalı Doktora Tezi, Erzurum.
- Aldrich, J.W., and Slaughter, C.W., 1983. Soil erosion on subarctic forest slopes. *Journal of Soil and Water Conservation*, 38(2): 115-118.
- Amezketta, E., 1999. Soil aggregate stability: A review. *Journal of Sustainable Agriculture*, 14(2/3): 83-151.
- Anonymous, 1984. Erzurum İli Verimlilik Envanteri ve Gübre İhtiyaç Raporu. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları. Araştırma Etüt ve Proje Dairesi Başkanlığı. Tovep Yayın No: 33, Genel Yayın No: 775, Ankara.
- Anonymous, 1998. Pasinler Projesi Söylemez Barajı Sulama Alanı Planlama Drenaj Raporu. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Yayınları. Proje No: 2405 s. 4-12.
- Anonymous, 2006. T.C. Başbakanlık Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Erzurum Bölge Müdürlüğü Raporları.
- Aslan, N., 2004. Toprağa Polimer Uygulamasının Toprak Strüktürel Özellikleri ve Nem Karakteristikleri ile Bitki (*Zea mays* ve *Phaseolus vulgaris L.*) Biyoması Üzerine Etkisi. Doktora Tezi. Atatürk Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü (yayımlanmamış).
- Atalay, İ., 1978. Erzurum ovası ve çevresinin jeolojisi ve jeomorfolojisi. Atatürk Üni. Yayınları No: 91.
- Azzam, R.A.I., 1980. Agricultural polymer, polyacrylamide preparation, and prospects. *Comm. Soil Sci. plant Anal.*, 11(8), 767-834.
- Bajracharya, R.M., and Lal, R., 1992. Seasonal soil loss and erodibility variation on a miamian silty loam soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 56: 1560-1565.
- Bajracharya, R.M., Lal, R., and Hall, G.F., 1998. Temporal variation in properties of an uncropped, ploughed Miamian soil in relation to seasonal erodibility. *Hydrological Processes*, 12: 1021-1030.

- Barik, K. 2004. Erzurum İli Yukarı Pasin Ovası Topraklarının Sıkışma Durumlarının Belirlenmesi. Atatürk Üni. Fen Bilimleri Enst. Doktora Tezi.
- Barry, P.V., Stott, D.E., Turco, R.F., and Bradford, J.M., 1991. Organic polymers' effect on soil shear strength and detachment by single raindrops. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 55(3), 799-804.
- Ben-Hur, M., and Keren, R., 1997. Polymer effects on water infiltration and soil aggregation. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 61(2): 565-570.
- Benoit, G.R., and Bornstein, J., 1970. Freezing and thawing effects on drainage. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 34: 551-557.
- Benoit, G.R., 1973. Effect of freeze-thaw cycles on aggregate stability and hydraulic conductivity of three soil aggregate sizes. *Proc. Soil Sci. Soc. Am.*, 37: 3-5.
- Benoit, G.R., Young, R. A., and Lindstrom, M. J., 1988. Freezing induced field soil water changes during five winters in West Central Minnesota. *Trans. of ASAE*, 31(4): 1108-1114.
- Benoit, G.R., 1991. Freezing-drying caused changes in soil aggregates mean weight diameter. *Agronomy Abstract, Annual Meeting*, 325.
- Blaikie, P., and Brookfield, H.(eds), 1987. *Land Degradation and Society*, Methuen, London.
- Blake, G.R., and Hartge, K.H., 1986a. Particle Density. *Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods. 2nd Edition. Agronomy No: 9. 377-382, 1188 p, Madison, Wisconsin USA.*
- Blake, G.R., and Hartge, K.H., 1986b. Bulk Density. *Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods. 2nd Edition. Agronomy No: 9. 363-375, 1188 p, Madison, Wisconsin USA.*
- Bremner, J.M., and Mulvaney, C.S., 1982. Nitrogen-Total. *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. 2nd Edition. Agronomy No: 9, 595-624, 1159 p, Madison, Wisconsin USA.*
- Bronick, C.J., and Lal, R., 2005. Soil structure and management: a review. *Geoderma*, 124(1-2): 3-22.
- Bryan, R. B., 1968. The development, use and efficiency of indices of soil erodibility. *Geoderma*, 2, 5-25.
- Bryan, R., 1992. The influence of some soil conditioners on soil properties: laboratory tests on Kenya soil samples. *Soil Technol.*, 5: 225-247.
- Bullock, M.S., Kemper, W.D., and Nelson, S.D., 1988. Soil cohesion as effected by freezing, water content, time and tillage. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 52: 770-776.
- Bullock, M.S., Larney, F.J., McGinn, S.M., and Izaurralde, R.C., 1999. Freeze-drying processes and wind erodibility of a clay loam soil in southern Alberta. *Canadian Journal of Soil Science*, 79(1): 127-135.
- Cassel, D.K., and Nielsen, D.R., 1986. Field Capacity and Available Water Capacity. *Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods. 2nd Edition. Agronomy No: 9. 901-926, 1188 p, Madison, Wisconsin USA.*
- Chaney, K., and Swift, R.S., 1986a. Studies on aggregate stability. II. The effect of humic substances on the stability of re-formed soil aggregates. *European Journal of Soil Science*, 37(2): 337-343.
- Chaney, K., and Swift, R.S., 1986b. Studies on aggregate stability. I. Re-formation of soil aggregates. *European Journal of Soil Science*, 37(2): 329-335.

- Chiellini, E., Corti, A., and Swift, G., 2003. Biodegradation of thermally-oxidised, fragmented lowdensity polyethylene. *Polymer Degradation and Stability* 81: 341-351.
- Chiellini, E., Corti, A., Politi, B., and Solaro, R., 2000. Adsorption/desorption of polyvinyl alcohol on solid substrates and relevant biodegradation. *Journal of Polymers and Environment*, 8(2): 67-79.
- Chizoba, E.R., and Chinyere, M.J.S., 2006. Effect of humic acids on size distribution of aggregates in soils of different clay content. *Electron. J. Environ. Agric. Food Chem.*, 5(3): 1419-1428.
- Chow, T.L., Rees, H.W., and Monteith, J., 2000. Seasonal distribution of runoff and soil loss under four tillage treatments in the upper St. John River valley New Brunswick, Canada. *Canadian Journal of Soil Science*, 80(4), 649-660.
- Corey, A.T., 1986. Air Permeability. *Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods. 2nd Edition. Agronomy No: 9. 1121-1137, 1188 p, Madison, Wisconsin USA.*
- Cruse, R.M., Roberto, M., and Mize, C.W., 2001. Surface residue effects on erosion of thawing soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 65: 178-184.
- Çataltaş, A.İ., 1985. Kimyasal Proses Endüstrileri 2 İTÜ., Kimya-Metalurji Fak. Yay. No. 286-289, İstanbul.
- Dagesse, D.F., Groenevelt, P.H., and Kay, B.D., 1997. The effect of freezing cycles on water stability of soil aggregates. pp: 177-181. In I.K. Iskandar *et al...* (ed.) *Proceedings of the International Symposium on Physics, Chemistry, and Ecology of Seasonally Frozen Soils. Fairbanks, Alaska, 10-12 June 1997. U.S. Army Cold Regions Res. and Eng. Lab. Spec. Rep. 97-10. Hanover, NH.*
- Danielson, R.E., and Sutherland, P.L., 1986. Porosity. *Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods. 2nd Edition. Agronomy No: 9. 443-461, 1188 p, Madison, Wisconsin USA.*
- De Boodt, M.F., 1993. Soil conditioning, a modern procedure for restoring physical soil degradation. *Pedologie*, 43: 157-195.
- De Oliveira, T.S., De Costa, L.M., and Schaefer, C.E., 2005. Water-dispersible clay after wetting and drying cycles in four Brazilian oxisols. *Soil and Tillage Research*, 83: 260-269.
- Dehgan, B., Yeager, T.H. and Almira, F.C., 1994. *Photinia and Podocarpus* growth response to a hydrophilic polymer-amended medium. *Hortscience* 29(6): 641-644
- Demiralay, İ., 1977. Toprak Fiziği Ders Notları. Atatürk Üni. Ziraat Fak. Toprak Böl., 232 s, Erzurum.
- Demiralay, İ., 1993. Toprak Fiziksel Analizleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 143, Erzurum.
- Dexter, A.R., 1988. Advances in characterization of soil structure. *Soil and Till. Res.*, 11: 199-238.
- Dodd, K., Guppy, C.N., Lockwood, P., and Rochester, I., 2004. Comparison of applications of sand and polyacrylamide for separating the impact of the physical and chemical properties of sodic soils on the growth and nutrition of cotton (*Gossypium hirsutum L.*). *Supersoil 2004: Proceedings of the 3rd Australian New Zealand Soils Conference, University of Sydney, Australia, 5-9 December.*

- Doran, J.W., and Parkin, T.B., 1994. Defining and Assessing Soil Quality. In Defining Soil Quality for Sustainable Environment, Doran, J.W. *et al.* (eds). Special Publication No: 35. Soil Science Society of America, Madison, WI; 3-21.
- Doran, J.W., and Jones, A.D. (eds), 1996. Methods for Assessing Soil Quality. Special Publication No: 49. Soil Science Society of America, Madison, WI.
- Edwards, L.M., 1991. The effect of alternate freezing and thawing on aggregate stability and aggregate size distribution of some Prince Edward Island soils. *European Journal of Soil Science*, 42(2): 193-204.
- El-Morsy, E.A., Malik, M., and Letey, J. 1991. Polymer effects on the hydraulic conductivity of saline and sodic soil conditions. *Soil Sci.* 151(6): 430-435.
- Ergene, A., 1993. Toprak Biliminin Esasları. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yayınları No: 267, 158-179, Erzurum.
- Ferrick, M.G., and Gatto, L.W., 2005. Quantifying the effect of a freeze-thaw cycle on soil erosion: laboratory experiments. *Earth Surface Processes and Landforms*, 30: 1305-1326.
- Fitch, B.C., Chong, S.K., Arosemena, J., and Theseira, G.W., 1989. Effects of conditioner on soil physical properties. *Soil Sci Soc. Am. J.* 53: 1536-1539.
- Fitzhugh, R.D., Driscoll, C.T., Groffman, P.M., Tierney, G.L., Fahey, T.J., and Hardy, J.P., 2001. Effects of soil freezing, disturbance on soil solution nitrogen, phosphorus, and carbon chemistry in a northern hardwood ecosystem. *Biogeochemistry*, 56(2): 215-238.
- Fortun, A., Fortun, C., and Ortega, C., 1989. Effect of farmyard manure and its humic fractions on the aggregate stability of sandy-loam soil. *J. of Soil Sci.*, 40: 293-298.
- Fox, D.M., Bryan, R.B., and Price, A.G., 2004. The role of soil surface crusting in desertification and strategies to reduce crusting. *Environmental Monitoring and Assessment*, 99: 149-159.
- Froese, J.C., and Cruse, R.M., 1997. Erosion impact of the soil-thawing process. p. 231-234. In I.K. Iskandar *et al.* (ed.) *Proceedings of the International Symposium on Physics, Chemistry, and Ecology of Seasonally Frozen Soils*. Fairbanks, AK. 10-12 June 1997. U.S. Army Cold Regions Res. and Eng. Lab. Spec. Rep. 97-10. NTIS, Springfield, VA.
- Gabriels, D., 1990. Application of soil conditioners for agriculture and engineering. In: De Boodt, M.F., Hayes, M., Herbillon, A. (Eds), *Soil Colloids and Their Association in Aggregates*, plenum Pres, New York, pp: 557-565.
- Gee, G.W., and Bauder, J.W., 1986. Particle-Size Analysis. *Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods*. 2nd Edition. Agronomy No: 9. 383-411, 1188 p, Madison, Wisconsin USA.
- Gehring, J.M., and Lewis, A.J., 1980. Effect of hydrophilic polymer on wilting and moisture stress of bedding plants. *J. Am. Soc. Horticult. Sci.*, 105: 511-513.
- Green, V.S., Stott, D.E., and Norton, L.D., 2000. Polyacrylamide molecular weight and charge effects on infiltration under simulated rainfall. *Soil Sci.Soc.Am.J.*, 64(5), 1786-1791.
- Harris, R.F., Chesters, G., and Allen, O.N., 1966. Dynamics of soil aggregation. *Adv. Argon.*, 18: 107-169.
- Heitner, H.I., 1994. *Encyclopedia of Chemical Technology*, (In eds, Kroschwitz, J.I., and Howe-Grant, M.) 4th edn., vol 11. John Wiley&Sons, pp:61.

- Henry, H.A.L., 2007. Soil freeze-thaw cycle experiments: Trends, methodological weaknesses and suggested improvements. *Soil Biology and Biochemistry*, 39 (5): 977-986.
- Hussein, J., and Adey, M.A., 1995. Changes in structure and tith mellowing in a Vertisol due to wet/drying cycles in the liquid and vapour phases. *Eur. J. Soil Sci.*, 46: 357-368.
- Imbufe, A.U., Patti, A.F., Burrow, D., Surapaneni, A., Jackson, W.R., and Milner, A.D., 2005. Effects of potassium humate on aggregate stability of two soils from Victoria, Australia. *Geoderma*, 125(3-4): 321-330.
- Inyang, H.I., and Bae, S., 2005. Polyacrylamide sorption opportunity on interlayer and external pore surfaces of contaminant barrier clays. *Chemosphere* 58, 19-31.
- Johnson, D.L., Ambrose S.H., Bassett T.J., Bowen M.L., Crummey D.E., Isaacson J.S., Johnson D.N., Lamb P., Saul M., and Winter-Nelson A.E., 1997. Meaning of environmental terms. *Journal of Environment Quality*, 26: 581-589.
- Karlen, D.L., Mausbach, M.J., Doran J.W., Cline R.G., Harris R.F., and Schuman G.E., 1997. Soil quality: a concept, definition, and framework for evaluation. *Soil Science Society of America Journal*, 61: 4-10.
- Kay, B.D., Grant, C.D., and Groenevelt, P.H., 1985. Significance of ground freezing on soil bulk density under zero tillage. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 49(4): 973-978.
- Kemper, W.D., and Rosenau, R.C., 1986. Aggregate Stability and Size Distribution. *Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods*. 2nd Edition. Agronomy No: 9. 425-442, 1188 p, Madison, Wisconsin USA.
- Kirby, P.C., and Mehuys, G.R., 1987. The seasonal variation of soil erosion by water in southwestern Quebec. *Can. J. Soil Sci.*, 67(1): 55-63.
- Klute, A., and Dirksen, C., 1986. Hydraulic Conductivity and Diffusivity: Laboratory Methods. *Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods*. 2nd Edition. Agronomy No: 9. 687-734, 1188 p, Madison, Wisconsin USA.
- Kukul, S.S., Kaur, M., Bawa, S.S., and Gupta, N., 2007. Water-drop stability of PVA-treated natural soil aggregates from different land uses. (In press)
- Kvaerno, S.H., and Oygarden, L., 2006. The influence of freeze-thaw cycles and soil moisture on aggregate stability of three soils in Norway. *Catena*, 67(3):175-182.
- Lal, R., 1988. *Soil Erosion Research Methods*. Soil and Water Conservation Society, Iowa-USA.
- Lal, R., and Pierce, F.J., 1991. The vanishing resource. p: 1-5. In Lal, R., and Pierce, F.J. (eds.), *Soil Management for Sustainability*. Soil and Water Conservation Society. Ankeny, Iowa.
- Lal, R., 1994. Sustainable Land Use Systems and Soil Resilience. In *Soil Resilience and sustainable Land Use*, Greenland D.J., and Szabolcs I. (eds), CAB International: wallingford; 41-67.
- Lal, R., 1997. Degradation and resilience of soils. *Philosophical Transaction of the Royal Society London*, 352: 997-1010.
- Lal, R., 2001. Soil degradation by erosion. *Land Degradation and Development*, 12: 519-539.
- Lehrsch, G.A., Sojka, R.E., Carter, D.L., and Jolley P.M., 1991. Freezing effects on aggregate stability affected by texture, mineralogy, and organic matter. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 55: 1401-1406.

- Lehrsch, G.A., 1998. Freeze-thaw cycles increase near-surface aggregate stability. *Soil Science*, 163(1): 63-70.
- Lentz, R.D., and Sojka, R.E., 1994. Automated imhoff cone calibration and soil loss/infiltration analysis for furrow irrigation studies. In *Computers in Agriculture 1994, Proceedings of the 5th International Conference on Computers in Agriculture*, Orlando, FL, 6-9 Feb 1994, Watson, D.G., Zazueta, F.S., and Harrison, T.V. (eds), ASAE, St. Joseph, MI, pp 858-863.
- Lentz, R.D., Sojka, R.E., Robbins, C.W., Kincaid, D.C., and Westermann, D.T., 2001. Polyacrylamide for surface irrigation to increase nutrient-use efficiency and protect water quality. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 32 (7-8), 1203-1220.
- Levy, G.J., Levin J., Ben-Hur, M., and Shinberg I., 1992. Polymer effects on infiltration and soil erosion during consecutive simulated sprinkler irrigations. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 56 :902-907
- Lipson, D.A., and Schmidt, S.K., 2004. Seasonal changes in an alpine soil bacterial community in the Colorado Rocky Mountains. *Applied Environmental Microbiology*, 70(5): 2867-2879.
- Lynch, J.M., and Bragg, E., 1985. Microorganisms and soil aggregate stability. *Advances in Soil Sci.*, 2: 133-171.
- Malik, M., Nadler, A., and Letey, J., 1991. Mobility of polyacrylamide and polysaccharide polymer through soil material. *Soil Technol.* 4(3): 255-263.
- Mbagwu, J.S.C., and Bazzoffi, P., 1988. Stability of microaggregates as influenced by antecedent moisture content, organic waste amendment and wetting and drying cycles. *Catena*, 15: 565-576.
- Mbagwu, J.S.C., and Bazzoffi, P., 1989. Effect of antecedent matric potential on the stability of soil aggregates subjected to cyclic freezing and thawing as evaluated by three structural indices. *Soil Technology.*, 2(1): 59-70.
- Mbagwu, J.S.C., and Piccolo, A., 1989. Changes in soil aggregate stability induced by amendment with humic substances. *Soil Technology.*, 2(1): 49-57.
- McLean, E.O., 1982. Soil pH and Lime Requirement. *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. 2nd Edition. Agronomy No: 9. 199-224, 1159 p, Madison, Wisconsin USA.
- Mitchell, A.R. 1986. Polyacrylamide application in irrigation water to increase infiltration. *Soil Sci*: 141(5): 353-358.
- Mostaghimi, S., Young, R.A., Wiltts, A.R., and Kenime, A.L., 1988. Effects of frost action on soil aggregate stability. *Trans. of ASAE* 31(2): 435-439.
- Mukhopadhyay, R., Gajri, P.R., and Chaudhary, M.R., 1994. Synthesis of a soil conditioner from acrylic waste and its effect on aggregate stability and moisture retention in two soils. *Arid Soil Res. Rehabil.*, 8: 179-186.
- Mulla, D.J., Huyck, L.M., and Reganold, J.P., 1992. Temporal variations in aggregate stability on conventional and alternative farms. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 56: 1620-1624.
- Nadler, A., Perfect, E., and Kay, B.D., 1996. Effect of polyacrylamide application on the stability of dry and wet aggregates. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 60(2): 555-561.
- Nelson, R.E., 1982. Carbonate and Gypsum. *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. 2nd Edition. Agronomy No: 9. 181-197, 1159 p, Madison, Wisconsin USA.

- Nelson, D.W., and Sommers, L.E., 1982. Total Carbon, Organic Carbon, and Organic Matter. Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. 2nd Edition. Agronomy No: 9. 539-579, 1159 p, Madison, Wisconsin USA.
- Nishimura, T., Yamamoto, T., Suzuki, S., and Kato, M., 2005. Effect of gypsum and polyacrylamide application on erodibility of an acid Kunigami mahji soil. Soil Science and Plant Nutrition 51(5): 641-644
- Oades, J.M., 1993. The role of biology in the formation, stabilization and degradation of soil structure. Geoderma, 56(1-4): 377-400.
- Oldeman, L.R., Hakkeling R.T.A., and Sombroek W.G., 1991. World map of the status of human-induced soil degradation. An explanatory note, ISRIC, Wageningen.
- Olsen, S.R., and Sommers, L.E., 1982. Phosphorus. Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. 2nd Edition. Agronomy No: 9, 403-427, 1159 p, Madison, Wisconsin USA.
- Orts, W.J., Sojka, R.E., Glenn, G.M., 2000. Biopolymer additives to reduce erosion-induced soil losses during irrigation. Industrial Crops and Products 11, 19-29.
- Özbek, A.K., 2002. Organik Kaynaklı Fabrikasyon Atıklarının ve Yapay Organik Polimerlerin Toprağın Strüktürel Gelişimi ve Nem Karakteristikleri Üzerine Etkileri. Atatürk Üni. Fen Bilimleri Enst. Doktora Tezi
- Özdemir, N., ve Akgül, M., 1995. Donma ve çözülmenin toprağın strüktürel dayanıklılığı ve erozyona duyarlılığı üzerine etkisi. Tr. J. of Agriculture and Forestry, 19(6): 429-435.
- Özdemir, N., 1998. Toprak Fiziği. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: 30, s:176-177, Samsun.
- Özgül, M., 2003. Erzurum Yöresinde Yaygın Olarak Bulunan Büyük Toprak Gruplarının Sınıflandırılması ve Haritalanması. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı Doktora Tezi.
- Oztaş, T. and Fayetorbay, F., 2003. Effect of freezing and thawing processes on soil aggregate stability. Catena 52(1): 1-8.
- Öztaş, T., 1997. Toprak degradasyonu. Ekoloji Çevre Dergisi, 22: 31-33.
- Öztaş, T., Canbolat, M.Y. ve Akgül, M., 1998. Agregat stabilitesi tahmininde kullanılacak toprak özelliklerinin ridge regresyon analizi ile belirlenmesi. Doğu Anadolu Tarım Kongresi, 14-18 Eylül 1998, Erzurum.
- Öztaş, T., Sönmez, K., and Canbolat, M.Y., 1999. Strength of Individual Soil Aggregates Against Crushing Forces I. Influence of Aggregate Characteristics. Tr. J. of Agriculture and Forestry, 23:567-572.
- Öztaş, T., Özbek, A.K. ve Aksakal, E.L., 2002. Structural developments in soils Treated with Polyvinylalcohol. International Conference on Sustainable Land Use and Management, 143-148, 10-13 June, Çanakkale TURKEY.
- Öztaş, T. ve Aksakal, E.L., 2003. Effects of Polyvinylalcohol, Polyacrylamide and Humic Acid on Mean Weight Diameter and Wet Aggregate Stability of Different Aggregate Size Groups.
- Painuli, D.K., and Pagliali, M., 1990. Effect of Polyvinyl Alcohol, Dextran and Humic Acid on Some Physical Properties of a Clay and Loam Soil. I. Cracking and Aggregate Stability, Agrochimica, 34(1-2): 117-130.

- Perfect, E., Van Loon, W.K.P., Kay, B.D., and Groenevelt, P.H., 1990. Influence of ice segregation and solutes on soil structural stability. *Canadian Journal of Soil Science*, 70: 571-581.
- Perry, G. 2006. The story of Australian humates.
<http://www.australianhumates.com/index2.asp?go=products/kh26.html>
- Piccolo, A., Pietramellara, G., and Mbagwu, J.S.C., 1997a. Use of humic substances as soil conditioners to increase aggregate stability. *Geoderma*, 75(3-4): 267-277
- Piccolo, A., Pietramellara, G., and Mbagwu, J.S.C., 1997b. Reduction in soil loss from erosion-susceptible soils amended with humic substances from oxidized coal. *Soil Technology* 10: 235-245.
- Pikul, J.L., and Allmaras, R.R., 1985. Hydraulic potential in unfrozen soil in response to diurnal freezing on thawing of the soil surface. *Trans. of ASAE*, 28: 164-168.
- Rajaram, G., and Erbach, D.C., 1998. Drying stress effect on mechanical behavior of a clay-loam soil. *Soil and Till. Res.*, 49(1-2): 147-158.
- Rhoades, J.D., 1982a. Cation Exchange Capacity. *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. 2nd Edition. Agronomy No: 9*, 149-157, 1159 p, Madison, Wisconsin USA.
- Rhoades, J.D., 1982b. Soluble Salts. *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. 2nd Edition. Agronomy No: 9*, 167-179, 1159 p, Madison, Wisconsin USA.
- Richardson, S.J., 1976. Effect of artificial weathering cycles on the structural stability of a dispersed silt soil. *J. Soil Sci.*, 27(2): 287-294.
- Santos, F.L., and Serralheiro, R.P., 2000. Improving infiltration of irrigated Mediterranean soils with polyacrylamide. *Journal of Agricultural Engineering Research* 76(1): 83-90.
- Seguel, O., and Horn, R., 2006. Structure properties and pore dynamics in aggregate beds due to wetting-drying cycles. *J. Plant Nutr. Soil Sci.*, 169: 221-232.
- Sen, K.K., Bhadoria P.B.S., and Datta, B., 1995. Influence of Soil Conditioners on Soil Physical-Properties and Maize Growth. *Tropical Agriculture* 72(1): 23-27.
- Shainberg, I., Warrington, D.N., and Rengasamy, P., 1990. Water quality and PAM interactions in reducing surface sealing. *Soil Sci.*, 149: 301-307.
- Shainberg, I., and Levy, G.J., 1994. Organic polymers and soil sealing in cultivated soils. *Soil Sci.*, 158, 267-273.
- Sharma, B.R., Dhuldhoya, N.C., and Merchant, U.C., 2006. Flocculants-an ecofriendly approach. *Journal of Polymers and the Environment.*, 14(2): 195-202.
- Shiel, R.S., Adey, M.A., and Lodder, M., 1988. The effect of successive wet/dry cycles on aggregate size distribution in a clay texture soil. *J. Soil Sci.*, 39: 71-80.
- Singer, M.J., Southard, R.J., Warrington, D.N., and Janitzk, P., 1992. Stability of synthetic and sand-clay aggregates after wetting and drying cycles. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 56: 1843-1848.
- Sivapalan, S., 2002. Potential use of polyacrylamides (PAM) in reclaiming some problem soils. *Conference Proceedings, ASSSI Future Soils National Conference, UWA, Perth, Australia.*
- Six, J., Bossuyt, H., Degryze, S., and Deneq, K., 2004. A history of research on the link between (micro)aggregates, soil biota, and soil organic matter dynamics. *Soil and Tillage Research*, 79(1): 7-31.

- Sjursen, H., Michelsen, A., and Holmstrup, M., 2005. Effects of freeze-thaw cycles on microarthropods and nutrient availability in a sub-Arctic soil. *Applied soil Ecology*, 28(1): 79-93.
- Sojka, R.E., and Lentz, R.D., 1994. Time for yet another look at soil conditioners. *Soil Sci.*, 158: 233-234.
- Sojka, R. E., and R. D., Lentz, 1997. Reducing furrow irrigation erosion with polyacrylamide (PAM). *Journal of Production Agriculture*, 10: 47-52.
- Sojka, R.E., Bjorneberg, D.L., Entry, J.A., Lentz, R.D., and Orts, W.J., 2007. Polyacrylamide in agriculture and environmental land management. *Advances in Agronomy*, 92: 75-162.
- Sönmez, K., 1994. Toprak Koruma. Atatürk Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları No: 169, 192 sayfa, Erzurum.
- SPSS, 1999. SPSS for Windows, Release 10.0.5., SPSS Inc., USA.
- Staricka, J.A., and Benoit, G.R., 1995. Freeze-drying effects on wet and dry soil aggregate stability. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 59(1): 218-223.
- Stefanson, R.C. 1973. Polyvinyl alcohol as a stabilizer of surface soils. *Soil Sci.* 115(6): 420-428.
- Şahin, Ü., Canbolat, M.Y. ve Anapalı, Ö., 1999. Donma-çözülme koşullarının bazı toprak-su parametreleri üzerine etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fak. Dergisi*, 30(1): 41-47.
- Terry, R.E. and Nelson S.D. 1986. Effects of polyacrylamide and infiltration methods on soil physical properties. *Soil Sci.* 141(5): 317-320.
- Thomas, G.W., 1982. Exchangeable Cations. *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties.* 2nd Edition. Agronomy No: 9, 159-165, 1159 p, Madison, Wisconsin USA.
- Tinsley, J., 1970. A Manuel of Experiments for Student of Soil Science. Department of Soil Science University of Aberdeen. p: 128. Scotland, UK.
- Tisdall, J.M. and Oades, J.M., 1982. Organic matter and water-stable aggregates in soils. *J. Soil. Sci.*, 33: 141-163.
- Trankel, J., Burton, D., and Shock, C., 1995. PAM and/or low rates straw furrow mulching to reduce soil erosion and increase water infiltration in a furrow irrigated field. Malheur Experiment Station Annual Report, Oregon State University, Oregon.
- Tuncay, H., 1983. Toprak Fiziği. Ege Üni. Zir. Fak. Teksir No: 69-2.
- Utomo, W.H., and Dexter, A.R., 1982. Changes in soil aggregate water stability induced by wetting and drying cycles in non-saturated soil. *J. Soil Sci.*, 33: 623-637.
- Uysal, H., 1986. Gediz Havzasındaki Farklı Büyük Toprak Gruplarına Ait Su Erozyonu Etkisi Altındaki Eğimli Tarım Alanlarında Polivinilalkol (PVA)'ün Agregatlaşmaya Etkileri Üzerine Araştırmalar. Ege Üni. Fen Bilimleri Enst. (Doktora Tezi).
- Uysal, H. ve Taysun, A., 1995. Kümeleşmeyi sağlayan bazı polimerlerin toprak özellikleri ile birlikte laboratuvar şartlarında erozyona etkileri. İlhan Akalan Toprak-Çevre Semp., Ankara Üni. Ziraat Fak. Halkla İlişkiler ve Yayın Ünitesi No: 7-1995, Cilt II, C 101-111.

- Uysal, H., Taysun, A., Yocu, G. ve Yönter, G., 1998., Toprakların erozyonla ilgili kimi özellikleri üzerine poliakrilamid (PAM)'in etkileri. M. Şefik Yeşilsoy International Symposium on Arid Region Soils, 274-278, Menemen-İzmir, TURKEY.
- Vleeschauwer, D. De., Lal, R., and De Boodt, M., 1978. Comparison of detachability indices in relation to soil erodibility for some important Nigerian soils. *Pedologie*, XXVIII 1: 5-20.
- Voorhees, W.B., 1983. Relative effectiveness of tillage and natural forces in alleviating wheel-induced soil compaction. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 47: 129-133.
- Wallace, A., and Nelson, S.D., 1986. Foreword. *Soil Sci.*, 141, 311-312.
- Wallace, A., and Wallace, G.A., 1986. Effect of soil conditioners on emergence and growth of tomato, cotton, and lettuce seedling. *Soil Science* 141: 313-316.
- Wishemeier, W. H., and Smith, D. D., 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses. A Guide to Conservation Planning. USDA, Agric. Handbook, No: 537.
- Zhang, X.C., and Miller, W.P., 1993. The effect of drying on runoff and interrill erosion of crusted soils. P. 103-114. In. J.W.A. Poesen and M.A. Nearing (ed.) *Soil surface sealing and crusting. Catena Supplement* 24.
- Zhao, B.Z., and Xu, F.A., 1995. Improvement of soil physical properties with soil conditioners. *Pedosphere*, 5(4): 363-370.
- Zlatkovic, S., and Raskovic, L., 1998. The effect of polyacrylamide, polyvinylalcohol and carboxymethylcellulose on the aggregation of the soil and on the growth of the plants. University of Nis, The scientific Journal *Facta Universitatis*, Series: Working and Living Environmental Protection, 1(3): 17-23.

EKLER**EK 1**

Bu bölümde toprakların muamelelere göre farklı nem seviyelerinde, farklı sayılarda ve farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonrasında elde edilen 1-2 mm fraksiyonlarının agregat stabilitesi (1-2 mm AS) değerleri yer almaktadır.

Toprak Ordoları	DÇ Nem	Kontrol	TK						%90 Sat					
	DÇ Sayı		3		6		9		3		6		9	
	DÇ Sıcaklık		-4	-18	-4	-18	-4	-18	-4	-18	-4	-18	-4	-18
Vertisol	Kontrol	26,93	25,44	26,07	31,85	32,61	18,48	30,85	18,07	24,22	25,58	43,94	26,15	23,88
	PVA	58,46	53,37	54,44	65,95	59,59	31,67	73,76	47,92	50,35	57,49	47,00	55,08	42,76
	HA	39,34	43,48	37,44	33,12	41,07	18,58	61,09	54,17	32,12	35,91	64,28	31,67	32,34
	PAM	46,16	28,17	39,45	32,42	58,82	23,63	34,40	51,82	33,86	32,03	54,24	29,21	29,38
Entisol	Kontrol	45,68	51,87	57,32	59,15	62,65	43,71	46,63	49,28	38,17	57,65	41,13	41,52	31,94
	PVA	88,47	69,86	76,56	73,34	79,74	64,13	77,20	72,99	66,54	77,79	69,48	68,32	53,61
	HA	57,61	53,42	59,59	57,75	61,73	54,30	42,64	46,77	39,46	47,41	40,89	38,40	32,96
	PAM	61,80	53,58	60,06	60,93	63,30	57,58	59,83	51,93	40,36	59,42	51,64	48,87	45,17
Mollisol	Kontrol	41,11	33,94	32,35	42,17	39,09	34,35	31,05	29,21	26,44	34,10	37,73	25,61	22,85
	PVA	87,84	71,47	72,89	76,84	77,11	73,75	62,47	71,14	63,01	72,79	78,40	45,70	60,64
	HA	58,89	38,20	46,41	51,33	46,42	37,07	40,66	35,69	45,04	31,52	39,59	28,79	29,76
	PAM	63,73	37,43	51,39	45,81	43,10	37,43	44,48	49,03	43,02	32,30	42,01	27,80	36,34
Aridisol	Kontrol	52,91	60,90	50,51	52,94	62,35	49,82	56,80	48,59	57,08	47,89	54,98	42,80	38,49
	PVA	91,52	96,05	89,48	91,05	89,85	81,82	68,47	86,77	81,28	84,87	82,66	78,08	74,53
	HA	67,20	72,11	75,74	63,21	66,23	51,74	65,30	57,18	60,26	49,08	52,95	46,08	50,90
	PAM	69,05	82,22	75,08	72,31	68,33	46,45	58,97	67,45	62,99	52,36	53,41	30,82	47,31

EK 2

Bu bölümde toprakların muamelelere göre farklı nem seviyelerinde, farklı sayılarda ve farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonrasında elde edilen geometrik ortalama agregat stabilitesi (GOAS) değerleri yer almaktadır.

Toprak Ordoları	DÇ Nem	Kontrol	TK						%90 Sat					
	DÇ Sayı		3		6		9		3		6		9	
	DÇ Sıcaklık		-4	-18	-4	-18	-4	-18	-4	-18	-4	-18	-4	-18
Vertisol	Kontrol	15,77	18,83	13,48	20,32	22,12	15,38	24,24	17,87	20,52	24,95	26,59	17,17	14,24
	PVA	53,24	28,43	37,56	47,48	33,57	31,86	50,76	29,74	38,26	41,32	29,16	38,25	29,98
	HA	25,57	33,99	26,54	28,12	26,17	26,24	37,98	42,10	25,45	28,88	43,89	23,34	23,66
	PAM	24,21	26,92	26,02	32,23	35,35	23,36	26,14	39,47	24,97	25,56	42,71	21,42	25,70
Entisol	Kontrol	32,46	40,69	42,11	46,59	44,74	31,50	35,47	34,57	29,87	42,22	37,82	31,55	30,26
	PVA	80,15	56,43	65,06	67,76	68,73	62,78	67,26	61,31	50,14	66,64	51,20	54,28	50,35
	HA	50,11	44,79	46,35	47,00	48,33	38,72	36,53	49,34	36,11	52,22	38,55	36,19	38,20
	PAM	52,05	42,06	49,13	46,85	50,24	36,63	42,66	53,05	39,08	58,39	40,96	36,04	33,09
Mollisol	Kontrol	32,43	20,69	25,87	36,10	32,45	19,30	22,20	23,54	22,26	28,63	31,48	16,12	26,25
	PVA	83,03	63,80	59,68	66,46	62,34	52,86	49,67	61,11	58,19	58,69	55,23	44,13	48,85
	HA	47,53	27,49	35,17	40,73	37,77	28,44	29,34	36,48	32,98	29,89	29,32	25,52	21,55
	PAM	45,42	29,08	41,54	37,03	35,98	26,63	33,28	39,11	36,89	30,83	31,59	28,78	29,40
Aridisol	Kontrol	38,27	51,27	48,91	48,15	42,01	33,38	32,10	34,61	41,29	31,38	29,99	20,11	21,06
	PVA	84,60	78,16	82,88	74,06	78,81	66,32	61,13	79,84	65,88	68,46	59,55	61,09	48,21
	HA	60,77	56,20	54,53	49,07	51,96	40,34	45,15	52,39	46,50	39,64	35,82	35,00	26,13
	PAM	63,22	60,24	59,40	53,24	48,05	46,32	35,18	49,05	43,01	40,57	36,31	32,72	33,16

EK 3

Bu bölümde toprakların muamelelere göre farklı nem seviyelerinde, farklı sayılarda ve farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonrasında elde edilen dispersiyon oranı (DO) değerleri yer almaktadır.

Toprak Ordoları	DÇ Nem	Kontrol	TK						%90 Sat					
	DÇ Sayı		3		6		9		3		6		9	
	DÇ Sıcaklık		-4	-18	-4	-18	-4	-18	-4	-18	-4	-18	-4	-18
Vertisol	Kontrol	32,93	34,63	29,88	28,45	22,86	44,23	29,60	47,28	44,70	33,92	27,24	33,83	45,65
	PVA	3,44	4,47	5,79	3,56	3,35	15,58	4,38	12,11	11,57	8,52	18,81	10,54	22,73
	HA	8,20	8,83	20,54	17,10	16,65	37,37	10,14	14,70	26,60	22,92	15,22	26,48	32,02
	PAM	6,82	15,74	16,54	13,78	11,18	35,46	24,16	10,70	22,75	20,30	11,31	20,48	31,09
Entisol	Kontrol	24,76	17,77	12,82	10,89	11,99	29,20	29,00	22,36	35,47	10,99	28,01	33,12	43,74
	PVA	1,22	3,14	2,08	1,79	2,40	7,51	1,93	1,84	10,14	3,34	6,16	7,32	16,36
	HA	3,62	9,44	6,05	6,88	8,90	15,82	17,77	15,04	26,67	13,22	21,82	24,23	38,56
	PAM	2,80	8,56	9,07	8,20	8,34	13,05	11,80	12,70	29,28	9,21	15,57	20,76	26,46
Mollisol	Kontrol	27,45	34,99	35,58	25,26	27,84	36,58	38,88	42,72	40,99	32,33	30,70	46,32	49,08
	PVA	1,31	3,45	2,77	2,09	3,32	4,68	10,19	4,79	10,42	6,13	8,80	22,23	17,29
	HA	5,78	12,72	15,51	9,10	19,51	16,45	26,26	30,54	15,89	26,65	24,83	35,64	31,16
	PAM	4,36	11,49	8,03	10,11	13,32	15,99	17,44	14,30	15,68	21,39	17,92	30,12	25,36
Aridisol	Kontrol	21,60	18,22	23,61	22,87	14,43	29,03	28,83	28,12	21,04	29,73	24,64	36,83	32,63
	PVA	1,02	1,57	1,72	2,07	2,48	3,31	9,65	2,06	4,34	2,24	4,96	9,05	12,60
	HA	4,70	4,78	4,88	8,42	10,90	14,89	12,83	11,45	10,72	16,25	11,68	18,24	15,23
	PAM	5,85	2,25	3,29	5,31	6,29	14,17	13,93	8,63	9,79	12,92	11,16	21,80	17,32

EK 4

Bu bölümde toprakların muamelelere göre farklı nem seviyelerinde, farklı sayılarda ve farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonrasında elde edilen hacim ağırlığı değerleri yer almaktadır.

Toprak Ordoları	DÇ Nem	Kontrol	TK						%90 Sat					
	DÇ Sayı		3		6		9		3		6		9	
	DÇ Sıcaklık		-4	-18	-4	-18	-4	-18	-4	-18	-4	-18	-4	-18
Vertisol	Kontrol	1,17	1,23	1,29	1,28	1,39	1,35	1,36	1,36	1,29	1,35	1,33	1,34	1,35
	PVA	0,80	1,14	1,23	1,22	1,24	1,27	1,22	1,25	1,22	1,29	1,20	1,22	1,19
	HA	0,93	1,23	1,24	1,25	1,33	1,30	1,32	1,34	1,26	1,35	1,31	1,34	1,34
	PAM	0,88	1,21	1,27	1,29	1,31	1,28	1,33	1,32	1,26	1,33	1,31	1,32	1,33
Entisol	Kontrol	1,12	1,16	1,15	1,15	1,16	1,17	1,14	1,24	1,25	1,29	1,32	1,29	1,38
	PVA	0,84	1,08	1,06	1,06	1,06	1,04	1,04	1,12	1,14	1,13	1,18	1,12	1,23
	HA	0,92	1,10	1,10	1,12	1,09	1,13	1,12	1,20	1,25	1,28	1,28	1,30	1,29
	PAM	0,85	1,12	1,12	1,10	1,15	1,14	1,14	1,23	1,22	1,30	1,26	1,27	1,38
Mollisol	Kontrol	1,23	1,24	1,26	1,25	1,26	1,27	1,27	1,34	1,39	1,42	1,42	1,40	1,41
	PVA	0,88	1,13	1,17	1,13	1,17	1,15	1,13	1,21	1,32	1,23	1,33	1,31	1,32
	HA	0,91	1,26	1,26	1,28	1,23	1,28	1,25	1,34	1,43	1,41	1,43	1,43	1,44
	PAM	0,89	1,25	1,27	1,25	1,27	1,26	1,25	1,37	1,42	1,38	1,43	1,41	1,45
Aridisol	Kontrol	1,25	1,24	1,30	1,21	1,27	1,23	1,27	1,27	1,34	1,34	1,35	1,35	1,36
	PVA	0,94	1,13	1,21	1,16	1,20	1,13	1,18	1,14	1,15	1,20	1,24	1,21	1,29
	HA	1,05	1,27	1,29	1,25	1,30	1,27	1,27	1,32	1,32	1,36	1,36	1,36	1,39
	PAM	0,99	1,24	1,30	1,24	1,30	1,26	1,31	1,29	1,34	1,34	1,36	1,35	1,37

EK 5

Bu bölümde toprakların muamelelere göre farklı nem seviyelerinde, farklı sayılarda ve farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonrasında elde edilen hava geçirgenliği (HG) değerleri yer almaktadır.

Toprak Ordoları	DÇ Nem	Kontrol	TK						%90 Sat					
	DÇ Sayı		3		6		9		3		6		9	
	DÇ Sıcaklık		-4	-18	-4	-18	-4	-18	-4	-18	-4	-18	-4	-18
Vertisol	Kontrol	125,27	55,86	26,42	29,67	24,03	23,32	22,12	28,34	37,04	25,61	32,63	25,40	14,77
	PVA	243,71	161,03	62,95	112,46	45,68	67,44	51,16	57,55	54,98	43,80	44,54	46,06	35,77
	HA	314,66	138,76	91,39	98,38	55,34	76,06	46,42	90,52	45,59	60,13	26,50	43,97	20,17
	PAM	269,76	185,55	107,53	84,95	54,06	95,10	44,05	74,28	43,84	48,59	35,01	49,28	18,30
Entisol	Kontrol	91,17	36,52	23,47	30,13	21,81	28,15	19,82	5,72	5,58	3,66	1,51	3,34	1,68
	PVA	208,67	93,95	65,82	48,20	45,39	36,97	40,08	19,14	14,94	15,07	6,61	15,10	5,73
	HA	197,51	45,36	32,81	37,03	24,47	23,85	20,31	9,21	5,68	5,76	3,36	5,77	3,18
	PAM	153,79	50,56	31,12	38,29	28,49	20,41	17,95	9,20	4,53	4,13	2,34	4,39	1,99
Mollisol	Kontrol	91,86	86,06	53,08	42,32	30,74	35,62	28,71	10,48	4,23	6,81	2,80	9,28	2,97
	PVA	199,96	154,28	109,26	98,14	83,11	64,11	72,72	33,94	9,67	18,46	6,31	10,06	6,47
	HA	168,16	120,98	46,76	47,34	40,34	35,88	28,97	13,46	7,18	10,34	6,08	11,26	5,62
	PAM	128,40	135,23	63,84	58,15	49,49	40,55	28,55	11,69	7,69	10,32	7,17	11,10	5,31
Aridisol	Kontrol	128,71	101,15	55,64	72,79	49,11	67,52	48,14	41,58	27,13	24,73	17,14	17,17	8,71
	PVA	297,72	174,96	107,18	139,94	98,18	121,87	86,00	148,59	69,23	75,82	51,11	71,83	39,88
	HA	288,87	132,49	61,55	87,23	48,69	70,61	50,16	58,29	38,90	38,43	36,90	32,99	22,10
	PAM	227,51	168,36	84,37	126,38	75,78	89,95	57,40	62,96	51,85	44,02	40,44	37,99	29,66

EK 6

Bu bölümde toprakların muamelelere göre farklı nem seviyelerinde, farklı sayılarda ve farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonrasında elde edilen su geçirgenliği (SG) değerleri yer almaktadır.

Toprak Ordoları	DÇ Nem	Kontrol	TK						%90 Sat					
	DÇ Sayı		3		6		9		3		6		9	
	DÇ Sıcaklık		-4	-18	-4	-18	-4	-18	-4	-18	-4	-18	-4	-18
Vertisol	Kontrol	0,30	0,28	0,20	0,20	0,10	0,13	0,14	0,19	0,17	0,13	0,13	0,09	0,07
	PVA	1,31	1,32	0,97	0,84	0,76	0,68	0,71	0,85	0,87	0,70	0,54	0,66	0,47
	HA	0,39	0,56	0,45	0,43	0,28	0,30	0,25	0,44	0,42	0,31	0,28	0,27	0,19
	PAM	0,47	0,64	0,56	0,43	0,31	0,43	0,25	0,45	0,47	0,36	0,28	0,25	0,14
Entisol	Kontrol	0,73	0,77	0,73	0,61	0,56	0,43	0,51	0,59	0,43	0,39	0,26	0,21	0,18
	PVA	2,55	2,80	2,67	2,19	1,98	2,30	1,98	2,13	1,64	1,47	0,92	1,35	0,68
	HA	1,03	1,11	1,07	0,91	0,76	0,56	0,56	0,73	0,69	0,53	0,33	0,35	0,27
	PAM	1,73	1,66	1,50	1,46	1,15	0,77	0,70	0,97	0,85	0,59	0,45	0,43	0,28
Mollisol	Kontrol	1,36	1,32	1,28	1,23	1,29	0,85	0,77	1,04	0,93	0,57	0,44	0,50	0,39
	PVA	4,36	4,17	4,17	4,24	3,98	4,07	4,34	3,47	3,00	3,20	2,89	2,72	2,51
	HA	2,12	2,43	2,28	1,71	1,85	1,62	1,86	1,75	1,60	1,47	1,04	1,07	0,92
	PAM	2,98	3,25	2,79	2,15	2,32	1,83	2,36	2,10	1,78	2,01	1,22	1,96	0,99
Aridisol	Kontrol	2,26	2,29	1,98	2,04	1,65	1,86	1,62	1,78	1,41	1,06	1,03	1,03	0,62
	PVA	4,78	5,10	4,09	4,69	4,30	4,32	4,24	4,26	3,94	3,59	3,45	3,52	3,17
	HA	3,32	3,47	2,59	2,98	2,06	3,02	1,73	1,70	1,55	1,20	1,06	1,09	0,73
	PAM	2,78	3,65	2,62	3,08	2,40	2,67	1,91	1,85	1,57	1,50	1,16	1,12	0,82

EK 7

Bu bölümde toprakların muamelelere göre farklı nem seviyelerinde, farklı sayılarda ve farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonrasında elde edilen hidrolik iletkenlik (Hİ) değerleri yer almaktadır.

Toprak Ordoları	DÇ Nem	Kontrol	TK						%90 Sat					
	DÇ Sayı		3		6		9		3		6		9	
	DÇ Sıcaklık		-4	-18	-4	-18	-4	-18	-4	-18	-4	-18	-4	-18
Vertisol	Kontrol	0,97	1,01	0,74	0,63	0,41	0,39	0,39	0,81	0,72	0,55	0,55	0,38	0,23
	PVA	5,50	4,50	4,21	3,83	3,49	3,07	2,96	3,95	4,18	2,82	3,57	2,58	3,20
	HA	1,38	2,33	1,82	1,80	0,82	1,15	0,76	1,35	1,53	0,97	0,91	0,65	0,49
	PAM	1,75	2,67	1,90	1,83	1,07	1,72	0,95	1,49	2,01	1,10	1,08	0,80	0,55
Entisol	Kontrol	2,36	2,66	2,51	2,35	1,91	2,01	1,98	1,91	1,91	1,11	1,12	0,96	0,50
	PVA	10,40	12,49	11,26	11,68	10,35	11,39	11,77	10,35	8,05	8,51	6,33	8,05	4,21
	HA	3,68	4,90	5,57	4,54	5,03	4,00	3,88	3,16	2,90	1,91	2,42	1,63	2,16
	PAM	6,57	7,45	6,67	6,90	6,05	4,96	6,26	4,10	3,79	3,35	2,87	3,72	2,02
Mollisol	Kontrol	4,44	5,02	3,56	4,05	3,16	3,03	2,06	2,84	2,47	1,43	1,72	1,83	1,63
	PVA	17,70	20,02	18,09	17,89	17,07	17,69	18,06	13,99	12,60	12,98	10,45	8,96	9,77
	HA	7,58	7,52	6,31	6,16	5,84	5,90	5,67	5,47	4,42	5,12	3,27	3,68	2,66
	PAM	11,26	11,95	10,44	10,05	9,32	8,08	8,59	6,04	4,36	5,36	3,66	4,34	3,03
Aridisol	Kontrol	7,62	7,63	6,37	7,43	6,79	5,80	6,13	4,92	3,54	3,93	2,70	3,22	1,64
	PVA	21,32	25,48	19,90	20,77	19,19	19,86	17,44	18,60	17,49	16,74	16,16	15,06	14,20
	HA	12,28	13,10	10,08	12,00	9,29	10,86	10,07	8,70	8,07	7,02	6,59	6,74	5,33
	PAM	11,00	11,78	8,73	10,37	7,29	9,31	6,39	10,20	8,03	8,29	6,30	7,26	5,77

EK 8

Bu bölümde toprakların muamelelere göre farklı nem seviyelerinde, farklı sayılarda ve farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonrasında elde edilen penetrasyon direnci (PD) değerleri yer almaktadır.

Toprak Ordoları	DÇ Nem	Kontrol	TK						%90 Sat					
	DÇ Sayı		3		6		9		3		6		9	
	DÇ Sıcaklık		-4	-18	-4	-18	-4	-18	-4	-18	-4	-18	-4	-18
Vertisol	Kontrol	0,00	0,90	1,29	0,99	1,16	1,10	1,18	1,93	3,24	2,49	2,93	2,99	3,67
	PVA	0,00	1,54	0,74	0,81	0,59	1,75	0,52	0,82	0,86	0,85	1,14	0,81	0,78
	HA	0,00	1,82	1,07	1,25	0,81	0,92	1,14	1,29	2,35	2,74	2,46	1,30	2,55
	PAM	0,00	1,40	1,66	1,60	1,35	1,19	1,08	1,61	2,67	2,82	2,87	1,41	2,88
Entisol	Kontrol	0,00	0,41	0,68	0,75	0,60	0,58	0,59	3,16	4,57	4,00	4,78	4,53	5,00
	PVA	0,00	0,28	0,31	0,21	0,25	0,25	0,24	1,33	3,75	2,35	4,20	2,39	5,00
	HA	0,00	0,84	1,00	0,87	0,96	1,08	1,00	4,89	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
	PAM	0,00	0,82	1,48	0,75	1,49	1,18	1,08	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Mollisol	Kontrol	0,00	0,70	0,85	0,76	0,96	0,96	0,75	4,73	5,00	4,80	4,79	5,00	4,94
	PVA	0,00	0,20	0,31	0,21	0,34	0,22	0,26	2,69	5,00	3,18	4,63	4,33	4,76
	HA	0,00	0,97	0,92	0,90	0,81	1,36	1,01	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
	PAM	0,00	1,25	1,54	1,05	1,29	1,11	1,37	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Aridisol	Kontrol	0,00	0,21	0,23	0,24	0,28	0,30	0,47	1,53	2,37	3,07	3,76	4,09	4,88
	PVA	0,00	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,84	0,37	1,42	1,06	1,29	1,58
	HA	0,00	0,66	0,95	0,72	0,56	0,44	0,69	4,69	4,29	4,85	4,58	4,70	4,75
	PAM	0,00	0,76	0,58	0,42	0,66	0,65	0,63	3,51	4,48	4,77	4,69	4,63	4,90

EK 9

Bu bölümde toprakların muamelelere göre farklı nem seviyelerinde, farklı sayılarda ve farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonrasında elde edilen geometrik ortalama çap (GOÇ) değerleri yer almaktadır.

Toprak Ordoları	DÇ Nem	Kontrol	TK						%90 Sat					
	DÇ Sayı		3		6		9		3		6		9	
	DÇ Sıcaklık		-4	-18	-4	-18	-4	-18	-4	-18	-4	-18	-4	-18
Vertisol	Kontrol	1,68	4,09	4,38	3,95	4,22	4,17	4,15	4,63	5,19	4,97	5,05	4,44	5,14
	PVA	4,05	7,23	7,22	6,25	6,95	7,00	6,29	7,84	8,26	6,88	7,30	5,98	5,88
	HA	6,47	6,51	7,16	5,73	6,12	5,64	5,01	6,71	7,91	8,32	7,48	4,91	7,02
	PAM	5,31	5,23	7,41	5,75	5,97	4,85	5,14	7,68	8,02	7,62	6,73	5,75	7,49
Entisol	Kontrol	1,46	1,90	1,89	2,06	1,92	2,01	2,25	6,74	9,62	9,60	10,06	7,96	10,18
	PVA	3,09	2,27	2,80	2,25	2,34	2,28	2,50	4,42	8,33	5,84	8,28	7,43	9,48
	HA	3,85	4,38	5,01	4,10	5,22	4,72	5,39	10,53	10,59	11,27	11,04	10,94	10,50
	PAM	3,69	4,47	5,64	3,99	5,64	5,28	5,49	10,57	10,95	11,52	10,81	10,34	10,88
Mollisol	Kontrol	1,67	2,47	2,53	2,60	2,93	2,61	2,47	8,25	9,17	10,24	7,75	10,35	8,89
	PVA	4,36	2,80	2,68	2,54	2,38	2,42	2,19	6,71	8,26	7,57	8,71	8,78	8,91
	HA	5,80	5,24	4,47	4,58	4,49	5,24	5,37	11,47	10,00	10,88	9,66	10,82	9,50
	PAM	4,28	5,60	5,42	5,64	5,43	5,13	5,29	11,42	10,15	11,18	9,78	10,00	9,88
Aridisol	Kontrol	1,65	1,75	1,82	1,92	1,89	1,75	1,69	3,20	4,56	4,87	5,37	6,90	6,23
	PVA	2,69	2,21	1,80	2,09	1,99	1,90	1,75	2,93	2,33	3,17	3,58	3,82	3,68
	HA	4,12	4,05	4,48	4,51	3,46	4,40	3,29	7,27	7,10	7,74	6,95	10,02	7,72
	PAM	3,34	4,62	3,61	3,82	3,39	3,93	2,71	6,47	7,49	7,64	7,48	9,99	7,63

EK 10

Bu bölümde toprakların muamelelere göre farklı nem seviyelerinde, farklı sayılarda ve farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonrasında elde edilen mekaniksel stabilite (MS) değerleri yer almaktadır.

Toprak Ordoları	DÇ Nem	Kontrol	TK						%90 Sat					
	DÇ Sayı		3		6		9		3		6		9	
	DÇ Sıcaklık		-4	-18	-4	-18	-4	-18	-4	-18	-4	-18	-4	-18
Vertisol	Kontrol	99,52	91,75	91,65	89,98	90,78	92,50	88,95	90,61	86,08	85,84	86,05	85,64	84,03
	PVA	97,31	97,84	95,63	95,02	95,05	96,12	95,77	94,41	93,00	92,04	91,79	90,58	89,99
	HA	99,63	96,51	96,50	96,45	94,61	97,00	93,39	95,59	94,59	94,79	92,15	90,31	91,82
	PAM	98,63	97,16	95,93	94,53	94,27	95,79	92,56	93,61	94,18	94,01	91,44	90,32	90,77
Entisol	Kontrol	98,93	93,86	85,58	91,81	92,14	93,43	92,30	83,15	92,61	93,13	95,02	87,59	92,65
	PVA	95,10	91,44	89,94	92,51	91,58	92,38	91,50	84,27	91,01	83,97	90,00	86,94	91,14
	HA	96,64	90,76	94,18	91,73	92,68	92,40	92,31	93,55	94,39	92,76	94,22	95,56	95,51
	PAM	94,65	90,71	93,33	90,91	93,90	92,41	94,30	93,41	95,41	95,35	95,47	94,35	95,30
Mollisol	Kontrol	99,47	87,11	85,72	91,07	85,94	88,02	87,06	92,21	90,55	93,90	81,80	94,76	76,49
	PVA	95,60	90,43	91,40	87,91	92,07	91,93	89,88	89,80	89,86	89,06	87,72	92,04	84,84
	HA	97,96	93,59	93,43	92,29	91,84	94,22	93,80	95,86	89,14	97,45	83,26	93,97	84,67
	PAM	96,29	94,14	93,63	93,86	92,85	93,60	93,37	97,54	89,21	96,35	84,30	92,77	85,81
Aridisol	Kontrol	99,63	94,41	92,09	93,18	92,70	92,73	91,95	83,33	74,19	76,64	73,27	85,62	75,69
	PVA	93,74	89,73	88,38	89,07	86,28	87,26	88,54	86,09	76,24	80,88	73,36	83,16	73,18
	HA	96,44	88,53	88,39	89,76	87,80	88,60	85,96	90,39	85,22	86,09	80,53	93,14	84,51
	PAM	94,13	89,90	87,37	85,87	84,43	86,17	82,94	89,42	85,36	85,39	84,80	93,46	82,40

EK 11

Bu bölümde, toprakların muamelelere göre farklı nem seviyelerinde, farklı sayılarda ve farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonrasında agregat fraksiyonlarının toprak kütlesi içerisinde dağılım oranları (W_i) değerleri yer almaktadır.

Toprak Ordosu	DÇ Nem	DÇ Sayı	DÇ Sıcaklık	Agregat Büyüklüğü	Muameleler					
					Kontrol	PVA	HA	PAM		
VERTİSOL	Kontrol			<0,42	35,91	9,58	1,60	5,76		
				0,42-0,84	13,08	10,58	1,64	5,99		
				0,84-2	22,47	24,03	11,73	18,56		
				2-6,4	28,54	33,02	36,54	33,40		
				6,4-12,7	0,00	21,01	44,58	32,33		
				>12,7	0,00	1,77	3,91	3,96		
	TK			3	-4	<0,42	23,29	6,90	4,13	3,57
						0,42-0,84	11,86	7,14	3,49	3,17
						0,84-2	19,95	18,07	16,95	21,02
					2-6,4	19,24	15,84	28,64	40,53	
					6,4-12,7	12,25	11,70	28,91	26,22	
					>12,7	13,41	40,36	17,88	5,48	
				-18	<0,42	22,53	9,20	3,93	4,54	
					0,42-0,84	10,89	7,70	3,31	3,38	
					0,84-2	19,62	14,45	14,67	13,35	
					2-6,4	19,99	14,59	22,28	20,33	
					6,4-12,7	8,96	16,91	35,26	34,57	
					>12,7	18,01	37,15	20,56	23,83	
	6	-4	<0,42	25,23	9,77	5,85	6,17			
			0,42-0,84	12,58	10,28	5,38	5,44			
			0,84-2	19,41	20,51	26,72	24,67			
			2-6,4	17,71	15,67	21,99	23,45			
			6,4-12,7	12,24	10,94	22,32	23,68			
			>12,7	12,83	32,83	17,72	16,58			
		-18	<0,42	25,88	11,79	8,23	8,73			
			0,42-0,84	12,04	8,27	5,76	5,99			
			0,84-2	19,27	13,63	18,03	19,20			
			2-6,4	16,37	13,67	21,41	20,48			
			6,4-12,7	7,53	18,27	31,99	32,00			
			>12,7	18,91	34,37	14,57	13,60			
	9	-4	<0,42	23,92	8,57	6,27	6,64			
			0,42-0,84	12,68	7,92	5,88	6,41			
			0,84-2	19,07	15,01	25,80	29,89			
			2-6,4	18,57	15,82	21,49	24,73			
			6,4-12,7	9,03	20,17	26,41	24,55			
			>12,7	16,74	32,52	14,16	7,78			
		-18	<0,42	30,79	14,79	11,92	12,07			
			0,42-0,84	11,65	8,41	8,37	8,34			
			0,84-2	16,37	13,96	22,75	21,30			
			2-6,4	13,75	14,64	20,54	21,60			
			6,4-12,7	8,98	23,15	27,91	25,78			
			>12,7	18,46	25,05	8,52	10,89			

Toprak Ordosu	DÇ Nem	DÇ Sayı	DÇ Sıcaklık	Agregat Büyüklüğü	Muameleler			
					Kontrol	PVA	HA	PAM
VERTİSOL	%90 Sat	3	-4	<0,42	18,94	7,72	5,30	5,08
				0,42-0,84	10,88	5,82	4,38	3,76
				0,84-2	19,65	11,64	17,62	14,47
				2-6,4	18,99	13,66	22,72	17,80
				6,4-12,7	17,90	22,91	28,14	25,24
				>12,7	13,65	38,26	21,83	33,65
			-18	<0,42	23,69	9,29	6,70	7,13
				0,42-0,84	9,25	4,98	4,66	4,65
				0,84-2	15,12	9,46	12,81	11,69
				2-6,4	14,44	12,15	14,27	13,78
				6,4-12,7	15,96	18,45	23,44	23,33
				>12,7	21,55	45,66	38,13	39,41
		6	-4	<0,42	21,27	13,22	5,08	5,98
				0,42-0,84	11,19	8,40	4,03	4,67
				0,84-2	16,26	11,87	13,58	14,96
				2-6,4	15,56	14,56	13,78	15,19
				6,4-12,7	18,02	18,45	17,52	25,32
				>12,7	17,70	33,50	46,01	33,88
			-18	<0,42	25,03	14,42	9,92	11,26
				0,42-0,84	9,38	6,04	5,61	6,11
				0,84-2	13,72	9,62	11,52	13,16
				2-6,4	15,73	12,54	14,70	16,60
				6,4-12,7	16,12	22,92	24,23	29,84
				>12,7	20,02	34,46	34,02	23,04
		9	-4	<0,42	25,78	19,86	9,76	9,36
				0,42-0,84	12,41	9,37	7,44	6,60
				0,84-2	16,17	12,16	27,59	22,32
				2-6,4	14,68	14,00	21,52	19,66
				6,4-12,7	15,05	17,43	23,52	25,43
				>12,7	15,91	27,19	10,17	16,64
			-18	<0,42	28,36	22,18	12,95	12,62
				0,42-0,84	8,50	6,68	6,62	6,16
				0,84-2	12,03	10,89	13,42	10,86
				2-6,4	13,32	15,34	13,31	12,57
				6,4-12,7	15,97	22,73	19,72	19,20
				>12,7	21,81	22,17	33,98	38,59

Toprak Ordosu	DÇ Nem	DÇ Sayı	DÇ Sıcaklık	Agregat Büyüklüğü	Muameleler			
					Kontrol	PVA	HA	PAM
ENTİSOL	Kontrol			<0,42	41,47	14,61	8,06	12,34
				0,42-0,84	13,03	11,51	9,15	9,97
				0,84-2	22,43	22,44	27,47	24,59
				2-6,4	23,08	30,61	34,85	35,11
				6,4-12,7	0,00	13,07	18,51	15,99
				>12,7	0,00	7,76	1,96	1,99
	TK	3	-4	<0,42	35,63	31,41	22,18	21,42
				0,42-0,84	11,58	12,44	10,40	10,17
				0,84-2	22,91	23,29	19,95	20,08
				2-6,4	27,02	25,80	21,35	21,30
				6,4-12,7	2,48	5,97	7,39	8,04
				>12,7	0,38	1,09	18,73	18,98
			-18	<0,42	40,98	27,70	13,19	11,93
				0,42-0,84	12,06	11,23	9,44	8,53
				0,84-2	21,22	21,93	20,38	19,99
				2-6,4	20,72	28,18	27,24	23,31
				6,4-12,7	2,74	7,04	9,14	9,86
				>12,7	2,28	3,92	20,60	26,38
		6	-4	<0,42	33,47	29,80	20,91	22,28
				0,42-0,84	11,05	12,23	10,71	11,22
				0,84-2	22,84	23,79	21,15	21,94
				2-6,4	28,84	28,14	23,00	21,02
				6,4-12,7	3,25	5,75	11,36	9,89
				>12,7	0,55	0,28	12,87	13,64
			-18	<0,42	35,46	29,48	15,94	11,01
				0,42-0,84	11,17	11,27	9,14	7,77
				0,84-2	22,78	23,19	19,51	19,91
				2-6,4	27,62	29,59	22,41	26,23
				6,4-12,7	2,75	6,15	9,12	8,87
				>12,7	0,23	0,32	23,88	26,20
	9	-4	<0,42	32,73	28,74	19,49	18,78	
			0,42-0,84	10,99	11,87	10,34	9,51	
			0,84-2	23,43	25,07	19,71	17,96	
			2-6,4	30,15	28,11	21,30	19,76	
			6,4-12,7	2,22	5,80	8,57	7,16	
			>12,7	0,49	0,40	20,60	26,83	
		-18	<0,42	31,26	27,84	14,96	12,26	
			0,42-0,84	10,18	10,91	9,47	8,97	
			0,84-2	21,84	22,57	19,43	20,91	
			2-6,4	32,05	31,60	21,44	23,19	
			6,4-12,7	4,04	5,70	9,22	8,67	
			>12,7	0,63	1,38	25,47	25,99	

Toprak Ordosu	DÇ Nem	DÇ Sayı	DÇ Sıcaklık	Agregat Büyüklüğü	Muameleler			
					Kontrol	PVA	HA	PAM
ENTİSOL	%90 Sat	3	-4	<0,42	20,11	25,06	6,06	5,70
				0,42-0,84	7,08	9,24	2,09	1,79
				0,84-2	12,73	19,45	4,62	3,87
				2-6,4	11,21	19,21	5,64	5,94
				6,4-12,7	6,65	6,73	5,27	8,15
				>12,7	42,22	20,31	76,33	74,54
			-18	<0,42	10,41	12,16	5,27	4,89
				0,42-0,84	3,52	4,63	1,80	1,49
				0,84-2	5,95	9,67	3,80	2,92
				2-6,4	5,69	12,11	6,04	4,19
				6,4-12,7	6,54	5,77	9,29	8,87
				>12,7	67,89	55,67	73,79	77,65
		6	-4	<0,42	8,34	21,98	3,49	2,53
				0,42-0,84	3,04	8,03	1,10	0,73
				0,84-2	6,24	15,74	2,57	1,92
				2-6,4	8,07	13,90	3,57	4,12
				6,4-12,7	9,57	6,07	8,56	6,58
				>12,7	64,74	34,29	80,71	84,12
			-18	<0,42	7,31	14,95	3,68	4,16
				0,42-0,84	2,35	4,93	1,21	1,32
				0,84-2	4,08	8,52	2,62	2,94
				2-6,4	6,22	8,51	4,04	5,07
				6,4-12,7	14,38	8,93	13,25	14,28
				>12,7	65,67	54,17	75,19	72,23
		9	-4	<0,42	12,41	16,05	3,68	5,71
				0,42-0,84	4,77	5,85	1,08	1,83
				0,84-2	9,70	11,87	2,67	4,18
				2-6,4	11,86	11,45	5,68	6,31
				6,4-12,7	16,24	7,97	12,39	13,72
				>12,7	45,02	46,81	74,51	68,25
			-18	<0,42	7,21	10,75	4,48	3,79
				0,42-0,84	2,36	3,20	1,61	1,18
				0,84-2	4,09	5,28	3,65	2,65
				2-6,4	6,22	6,54	6,55	4,75
				6,4-12,7	11,23	10,85	15,21	15,99
				>12,7	68,89	63,37	68,50	71,64

Toprak Ordosu	DÇ Nem	DÇ Sayı	DÇ Sıcaklık	Agregat Büyüklüğü	Muameleler			
					Kontrol	PVA	HA	PAM
MOLLISOL	Kontrol			<0,42	37,55	10,25	4,50	11,89
				0,42-0,84	12,37	9,63	4,76	8,89
				0,84-2	21,26	23,72	18,52	21,32
				2-6,4	28,82	31,21	31,32	32,32
				6,4-12,7	0,00	18,22	32,19	22,50
				>12,7	0,00	6,97	8,71	3,08
	TK	3	-4	<0,42	35,19	27,65	14,25	14,43
				0,42-0,84	10,46	11,68	8,44	8,82
				0,84-2	19,59	21,36	17,88	17,88
				2-6,4	25,89	27,79	26,65	23,10
				6,4-12,7	5,23	8,46	11,92	8,07
				>12,7	3,63	3,07	20,86	27,70
			-18	<0,42	39,27	27,81	19,70	13,67
				0,42-0,84	10,83	10,99	9,14	8,24
				0,84-2	17,95	21,25	17,84	17,93
				2-6,4	20,09	30,54	26,39	25,73
				6,4-12,7	7,26	7,19	13,24	11,61
				>12,7	4,60	2,21	13,68	22,82
		6	-4	<0,42	32,33	32,84	19,17	13,77
				0,42-0,84	10,04	11,92	10,40	8,11
				0,84-2	19,42	20,13	18,72	17,10
				2-6,4	29,43	24,64	24,16	23,96
				6,4-12,7	4,97	8,09	9,77	12,64
				>12,7	3,80	2,37	17,78	24,43
			-18	<0,42	34,60	30,70	20,08	17,15
				0,42-0,84	10,15	11,51	9,44	8,61
				0,84-2	18,11	21,33	18,10	16,45
				2-6,4	23,35	29,33	25,29	22,45
				6,4-12,7	6,31	6,41	12,10	10,39
				>12,7	7,49	0,72	14,99	24,95
	9	-4	<0,42	37,32	31,25	16,17	15,48	
			0,42-0,84	11,00	12,04	8,89	9,14	
			0,84-2	18,34	21,20	17,91	18,44	
			2-6,4	21,89	26,72	22,67	24,32	
			6,4-12,7	5,57	8,47	13,42	12,16	
			>12,7	5,88	0,32	20,94	20,46	
		-18	<0,42	36,36	33,89	15,43	13,91	
			0,42-0,84	11,10	11,81	7,68	8,05	
			0,84-2	19,37	21,65	16,61	17,94	
			2-6,4	22,79	26,60	26,65	27,60	
			6,4-12,7	7,34	4,86	10,79	10,49	
			>12,7	3,05	1,18	22,83	22,01	

Toprak Ordosu	DÇ Nem	DÇ Sayı	DÇ Sıcaklık	Agregat Büyüklüğü	Muameleler			
					Kontrol	PVA	HA	PAM
MOLLİSOL	%90 Sat	3	-4	<0,42	13,04	17,09	3,06	2,79
				0,42-0,84	4,73	6,59	0,81	0,78
				0,84-2	8,90	12,47	2,01	2,22
				2-6,4	11,23	16,49	3,53	4,23
				6,4-12,7	9,33	8,01	7,35	7,32
				>12,7	52,78	39,34	83,25	82,66
			-18	<0,42	11,81	17,10	8,92	8,57
				0,42-0,84	3,52	5,19	2,47	2,34
				0,84-2	5,80	7,58	4,33	3,90
				2-6,4	7,28	7,86	5,81	5,13
				6,4-12,7	11,28	5,08	9,69	10,44
				>12,7	60,31	57,19	68,78	69,63
		6	-4	<0,42	6,51	15,92	4,28	3,75
				0,42-0,84	2,09	5,83	1,15	0,95
				0,84-2	4,11	10,52	2,46	2,03
				2-6,4	6,48	11,69	5,64	4,50
				6,4-12,7	12,01	8,15	12,57	10,56
				>12,7	68,80	47,90	73,89	78,21
			-18	<0,42	17,41	16,29	10,28	9,61
				0,42-0,84	4,90	4,53	2,45	2,23
				0,84-2	7,13	6,32	4,07	3,73
				2-6,4	8,99	5,50	6,85	5,49
				6,4-12,7	19,68	7,46	13,29	17,91
				>12,7	41,89	59,91	63,06	61,03
		9	-4	<0,42	6,77	11,13	3,91	6,77
				0,42-0,84	2,16	3,67	1,08	2,10
				0,84-2	3,96	7,24	2,63	4,57
				2-6,4	5,38	9,79	6,11	7,15
				6,4-12,7	10,84	13,83	14,31	15,16
				>12,7	70,89	54,34	71,96	64,24
			-18	<0,42	15,95	17,63	10,94	9,65
				0,42-0,84	3,87	4,49	2,51	2,03
				0,84-2	4,97	4,92	3,73	3,42
				2-6,4	5,69	3,46	6,10	6,35
				6,4-12,7	9,87	6,18	18,78	14,37
				>12,7	59,65	63,31	57,94	64,19

Toprak Ordosu	DÇ Nem	DÇ Sayı	DÇ Sıcaklık	Agregat Büyüklüğü	Muameleler			
					Kontrol	PVA	HA	PAM
ARİDİSOL	Kontrol			<0,42	34,18	20,23	8,01	13,82
				0,42-0,84	12,97	13,61	8,46	10,32
				0,84-2	26,13	26,70	25,89	26,39
				2-6,4	26,72	30,22	35,33	35,56
				6,4-12,7	0,00	8,55	20,09	12,22
				>12,7	0,00	0,69	2,22	1,68
	TK	3	-4	<0,42	36,05	28,93	19,60	16,90
				0,42-0,84	13,98	14,78	10,06	9,14
				0,84-2	23,57	24,40	21,80	20,84
				2-6,4	23,97	25,27	24,95	24,81
				6,4-12,7	2,19	6,24	12,96	12,85
				>12,7	0,24	0,39	10,63	15,46
			-18	<0,42	36,13	34,82	17,11	23,24
				0,42-0,84	13,56	14,96	7,93	10,71
				0,84-2	23,94	23,85	20,92	21,17
				2-6,4	22,84	23,03	26,88	24,10
				6,4-12,7	2,77	3,10	15,34	14,40
				>12,7	0,76	0,25	11,81	6,37
		6	-4	<0,42	33,10	29,01	17,67	24,17
				0,42-0,84	13,10	14,87	9,80	10,78
				0,84-2	24,12	25,68	21,07	20,76
				2-6,4	26,55	25,24	23,96	21,74
				6,4-12,7	2,90	4,88	12,36	11,91
				>12,7	0,24	0,32	15,15	10,64
			-18	<0,42	34,86	33,47	24,00	25,29
				0,42-0,84	12,63	13,94	10,55	10,75
				0,84-2	23,42	23,72	22,62	21,25
				2-6,4	25,91	23,76	24,25	24,12
				6,4-12,7	3,00	4,82	12,03	12,92
				>12,7	0,18	0,29	6,54	5,66
	9	-4	<0,42	34,90	34,80	18,00	23,23	
			0,42-0,84	14,75	15,23	9,13	10,53	
			0,84-2	24,55	22,45	21,39	20,76	
			2-6,4	23,16	22,96	24,08	21,99	
			6,4-12,7	2,40	4,27	15,79	12,27	
			>12,7	0,24	0,28	11,61	11,22	
		-18	<0,42	38,12	37,85	24,95	32,34	
			0,42-0,84	13,00	13,41	10,05	11,47	
			0,84-2	23,46	22,68	22,99	21,54	
			2-6,4	23,25	23,05	24,97	21,22	
			6,4-12,7	1,95	2,82	11,83	10,84	
			>12,7	0,21	0,19	5,21	2,58	

Toprak Ordosu	DÇ Nem	DÇ Sayı	DÇ Sıcaklık	Agregat Büyüklüğü	Muameleler			
					Kontrol	PVA	HA	PAM
ARİDİSOL	%90 Sat	3	-4	<0,42	26,98	22,12	11,15	13,22
				0,42-0,84	11,46	12,37	4,65	6,01
				0,84-2	24,13	27,48	12,21	15,63
				2-6,4	21,40	25,68	18,29	19,18
				6,4-12,7	6,88	7,65	17,49	14,80
				>12,7	9,16	4,71	36,22	31,16
			-18	<0,42	28,93	36,94	17,54	16,67
				0,42-0,84	11,10	13,63	5,64	5,10
				0,84-2	16,95	21,75	10,92	10,06
				2-6,4	13,59	18,26	13,54	11,95
				6,4-12,7	3,73	3,57	10,96	11,44
				>12,7	25,70	5,86	41,39	44,79
		6	-4	<0,42	25,25	26,95	14,89	15,11
				0,42-0,84	10,11	12,16	5,13	5,28
				0,84-2	17,43	24,81	10,27	11,20
				2-6,4	13,94	20,05	11,56	12,47
				6,4-12,7	9,80	6,36	10,79	6,92
				>12,7	23,48	9,68	47,36	49,03
			-18	<0,42	27,88	32,74	19,89	16,98
				0,42-0,84	9,64	11,46	5,59	5,08
				0,84-2	13,69	18,50	10,15	9,72
				2-6,4	11,42	16,59	12,43	12,45
				6,4-12,7	5,58	4,85	12,46	10,69
				>12,7	31,79	15,86	39,48	45,08
		9	-4	<0,42	16,62	22,89	6,94	5,37
				0,42-0,84	6,94	10,83	2,52	2,25
				0,84-2	13,87	23,46	5,67	5,98
				2-6,4	12,30	21,45	7,78	9,13
				6,4-12,7	8,83	7,96	6,66	10,21
				>12,7	41,44	13,41	70,43	67,07
			-18	<0,42	26,87	34,40	18,64	18,88
				0,42-0,84	8,00	11,19	4,80	5,08
				0,84-2	10,30	17,01	7,82	8,38
				2-6,4	9,89	15,36	9,96	10,03
				6,4-12,7	4,80	4,65	11,02	9,71
				>12,7	40,14	17,40	47,76	47,93

EK 12

Bu bölümde, toprakların muamelelere göre farklı nem seviyelerinde, farklı sayılarda ve farklı sıcaklıklarda DÇ süreçleri sonrasında elde edilen agregat fraksiyonlarının agregat stabilitesi değerleri yer almaktadır.

Toprak Ordosu	DÇ Nem	DÇ Sayı	DÇ Sıcaklık	Agregat Büyüklüğü	Muameleler			
					Kontrol	PVA	HA	PAM
VERTİSOL	Kontrol			<0,42	6,81	36,18	34,75	27,18
				0,42-0,84	12,68	40,36	36,44	45,72
				0,84-2	24,49	51,05	40,40	37,73
				1-2	26,93	58,46	39,34	46,16
				2-6,4	21,61	64,07	26,22	22,32
				6,4-12,7	0,00	53,63	20,85	15,19
				>12,7	0,00	55,32	20,54	12,27
	TK	3	-4	<0,42	10,66	18,00	21,82	28,51
				0,42-0,84	15,47	21,68	32,86	37,80
				0,84-2	35,25	44,12	39,53	30,57
				1-2	25,44	53,37	43,48	28,17
				2-6,4	19,84	46,82	33,85	24,84
				6,4-12,7	15,79	40,82	36,74	26,71
				>12,7	13,10	13,53	28,78	19,24
			-18	<0,42	12,25	43,23	14,75	17,58
				0,42-0,84	13,95	50,42	18,01	47,36
				0,84-2	14,91	58,74	32,01	34,37
				1-2	26,07	54,44	37,44	39,45
				2-6,4	15,63	52,31	27,15	31,73
				6,4-12,7	10,69	34,44	33,14	23,62
				>12,7	12,22	20,56	14,29	18,89
		6	-4	<0,42	15,57	47,87	26,94	24,55
				0,42-0,84	20,59	45,03	35,94	36,72
				0,84-2	27,75	61,89	34,40	40,96
				1-2	31,85	65,95	33,12	32,42
				2-6,4	24,55	59,34	32,84	31,22
				6,4-12,7	19,01	56,99	21,50	28,81
				>12,7	13,66	30,32	19,44	26,68
			-18	<0,42	25,68	29,01	27,00	42,51
				0,42-0,84	25,81	28,71	31,78	51,98
				0,84-2	24,99	53,69	36,99	49,77
				1-2	32,61	59,59	41,07	58,82
				2-6,4	25,41	45,57	32,53	36,42
				6,4-12,7	19,02	28,42	19,54	25,84
				>12,7	10,46	25,89	14,16	23,73
	9	-4	<0,42	7,53	30,11	19,91	25,70	
			0,42-0,84	17,56	34,90	36,52	24,01	
			0,84-2	23,55	31,17	26,25	23,39	
			1-2	18,48	31,67	18,58	23,63	
			2-6,4	20,65	52,33	22,50	26,30	
			6,4-12,7	8,32	25,02	30,73	20,56	
			>12,7	13,40	26,44	21,97	20,94	
		-18	<0,42	15,00	45,79	17,14	25,03	
			0,42-0,84	26,44	70,27	32,52	37,94	
			0,84-2	41,43	79,52	61,11	37,67	
			1-2	30,85	73,76	61,09	34,40	
			2-6,4	35,65	67,47	46,53	20,58	
			6,4-12,7	17,68	36,51	29,93	19,63	
>12,7			17,76	34,72	16,09	22,05		

Toprak Ordosu	DÇ Nem	DÇ Sayı	DÇ Sıcaklık	Agregat Büyüklüğü	Muameleler			
					Kontrol	PVA	HA	PAM
VERTİSOL	%90 Sat	3	-4	<0,42	19,60	24,29	33,72	24,43
				0,42-0,84	21,35	25,19	49,34	54,42
				0,84-2	23,63	48,21	50,09	61,60
				1-2	18,07	47,92	54,17	51,82
				2-6,4	17,00	37,56	47,09	41,18
				6,4-12,7	12,55	24,53	44,05	39,67
				>12,7	12,89	26,27	28,75	28,37
			-18	<0,42	14,76	54,03	29,20	28,91
				0,42-0,84	25,72	60,79	33,17	34,43
				0,84-2	23,49	59,08	32,62	31,45
				1-2	24,22	50,35	32,12	33,86
				2-6,4	21,76	46,40	30,84	28,77
				6,4-12,7	21,45	42,07	20,89	23,35
				>12,7	21,28	24,71	22,30	20,66
		6	-4	<0,42	25,27	33,13	30,92	26,94
				0,42-0,84	31,30	33,61	39,24	26,03
				0,84-2	32,52	50,84	36,58	33,83
				1-2	25,58	57,49	35,91	32,03
				2-6,4	28,79	49,31	34,37	25,10
				6,4-12,7	18,13	48,88	25,17	27,15
				>12,7	17,60	35,68	25,51	20,42
			-18	<0,42	19,53	23,28	37,74	41,85
				0,42-0,84	33,36	29,66	54,53	54,61
				0,84-2	39,26	45,74	60,78	60,84
				1-2	43,94	47,00	64,28	54,24
				2-6,4	26,66	37,58	41,84	46,53
				6,4-12,7	27,87	30,33	47,15	37,50
				>12,7	22,50	23,03	37,20	33,81
		9	-4	<0,42	12,81	30,03	14,62	22,36
				0,42-0,84	15,72	41,81	17,02	24,57
				0,84-2	24,77	51,28	25,44	24,31
				1-2	26,15	55,08	31,67	29,21
				2-6,4	25,34	50,22	26,94	21,97
				6,4-12,7	16,58	39,69	26,43	17,84
				>12,7	10,80	29,44	17,14	21,22
			-18	<0,42	9,51	26,76	20,23	19,10
				0,42-0,84	14,94	27,60	25,70	26,30
				0,84-2	17,25	40,38	29,40	36,53
				1-2	23,88	42,76	32,34	29,38
				2-6,4	20,14	37,16	28,09	28,25
				6,4-12,7	13,06	28,55	25,30	25,18
				>12,7	15,38	25,29	19,39	24,22

Toprak Ordosu	DÇ Nem	DÇ Sayı	DÇ Sıcaklık	Agregat Büyüklüğü	Muameleler			
					Kontrol	PVA	HA	PAM
ENTİSOL	Kontrol			<0,42	22,78	48,10	36,53	32,91
				0,42-0,84	30,69	83,25	44,28	52,74
				0,84-2	41,00	86,50	53,12	53,33
				1-2	45,68	88,47	57,61	61,81
				2-6,4	42,51	88,44	55,67	61,17
				6,4-12,7	0,00	84,11	45,43	45,00
				>12,7	0,00	79,13	38,71	41,78
	TK	3	-4	<0,42	22,75	31,19	28,54	28,43
				0,42-0,84	37,28	61,79	45,84	54,69
				0,84-2	48,82	70,56	53,95	49,71
				1-2	51,87	69,86	53,42	53,58
				2-6,4	57,08	68,31	58,18	48,60
				6,4-12,7	57,42	69,42	43,55	46,87
				>12,7	58,50	66,31	38,85	33,00
			-18	<0,42	24,28	34,95	31,51	29,96
				0,42-0,84	56,03	77,84	52,73	57,30
				0,84-2	51,79	82,19	52,03	57,19
				1-2	57,32	76,56	59,59	60,06
				2-6,4	56,32	75,98	54,61	61,20
				6,4-12,7	55,15	68,31	43,73	47,66
				>12,7	53,28	61,52	37,68	38,93
		6	-4	<0,42	24,17	47,70	35,83	34,06
				0,42-0,84	53,33	85,54	54,96	54,30
				0,84-2	55,69	81,10	57,23	56,95
				1-2	59,15	73,34	57,75	60,93
				2-6,4	62,66	68,38	52,15	50,87
				6,4-12,7	46,56	75,23	44,14	43,61
				>12,7	59,22	71,79	34,88	41,49
			-18	<0,42	23,58	43,04	30,40	41,55
				0,42-0,84	52,48	84,07	51,05	59,82
				0,84-2	54,18	83,62	65,87	55,65
				1-2	62,65	79,74	61,73	63,30
				2-6,4	59,13	77,48	58,85	52,08
				6,4-12,7	62,51	65,11	39,62	47,18
				>12,7	60,70	71,09	38,51	46,29
	9	-4	<0,42	6,35	46,52	20,51	17,14	
			0,42-0,84	30,69	76,78	46,28	25,09	
			0,84-2	44,74	76,14	51,66	51,29	
			1-2	43,71	64,13	54,30	57,58	
			2-6,4	47,58	58,81	43,34	52,35	
			6,4-12,7	43,18	75,41	38,77	34,81	
			>12,7	48,64	66,99	34,82	33,34	
		-18	<0,42	7,99	40,99	18,28	14,32	
			0,42-0,84	36,56	87,63	33,79	35,66	
			0,84-2	48,47	81,06	51,00	55,68	
			1-2	46,63	77,20	42,64	59,83	
			2-6,4	50,36	73,58	39,05	49,37	
			6,4-12,7	54,31	67,14	38,89	41,06	
			>12,7	54,16	70,06	34,29	42,50	

Toprak Ordosu	DÇ Nem	DÇ Sayı	DÇ Sıcaklık	Agregat Büyüklüğü	Muameleler			
					Kontrol	PVA	HA	PAM
ENTİSOL	%90 Sat	3	-4	<0,42	19,09	38,31	23,41	22,32
				0,42-0,84	42,67	84,15	55,32	44,34
				0,84-2	45,03	76,34	48,53	57,85
				1-2	49,28	72,99	46,77	51,93
				2-6,4	39,09	73,12	36,72	48,12
				6,4-12,7	52,66	61,58	46,20	51,98
				>12,7	33,09	53,08	52,48	55,86
			-18	<0,42	6,89	19,41	14,57	20,70
				0,42-0,84	21,09	67,62	41,83	45,33
				0,84-2	43,83	70,00	42,82	47,42
				1-2	38,17	66,54	39,46	40,36
				2-6,4	25,32	53,00	35,36	37,53
				6,4-12,7	21,82	36,03	30,37	42,12
				>12,7	33,69	52,86	37,89	39,51
		6	-4	<0,42	26,00	39,30	24,86	30,48
				0,42-0,84	53,20	85,01	55,00	46,59
				0,84-2	46,36	79,74	52,91	55,10
				1-2	57,65	77,79	47,41	59,42
				2-6,4	47,68	80,01	42,14	43,96
				6,4-12,7	46,65	67,14	52,02	49,63
				>12,7	42,04	68,67	53,79	60,81
			-18	<0,42	7,89	29,62	23,78	28,93
				0,42-0,84	25,11	53,24	47,07	48,54
				0,84-2	47,67	74,10	44,15	53,93
				1-2	41,13	69,48	40,89	51,64
				2-6,4	28,26	52,03	32,33	33,53
				6,4-12,7	33,74	51,07	37,27	41,59
				>12,7	42,78	53,28	39,61	41,43
		9	-4	<0,42	9,06	29,36	17,50	21,93
				0,42-0,84	26,42	71,39	42,14	45,26
				0,84-2	43,46	64,82	37,72	49,15
				1-2	41,52	68,32	38,40	48,87
				2-6,4	32,68	53,26	25,56	30,52
				6,4-12,7	37,35	57,23	34,17	40,78
				>12,7	33,27	57,62	38,14	35,72
			-18	<0,42	6,64	18,11	19,73	21,28
				0,42-0,84	20,95	44,41	48,52	45,69
				0,84-2	41,69	64,87	42,75	46,09
				1-2	31,94	53,61	32,96	45,17
				2-6,4	23,47	44,38	29,45	35,02
				6,4-12,7	30,38	50,93	38,60	35,25
				>12,7	32,92	55,47	39,64	32,50

Toprak Ordosu	DÇ Nem	DÇ Sayı	DÇ Sıcaklık	Agregat Büyüklüğü	Muameleler			
					Kontrol	PVA	HA	PAM
MOLLİSOL	Kontrol			<0,42	8,43	52,79	27,27	30,10
				0,42-0,84	37,86	77,18	45,15	37,41
				0,84-2	44,47	82,41	47,34	56,88
				1-2	41,11	87,84	58,89	63,73
				2-6,4	52,53	85,87	57,36	53,44
				6,4-12,7	0,00	94,31	44,78	36,68
				>12,7	0,00	96,55	33,12	31,57
	TK	3	-4	<0,42	5,73	39,74	15,54	29,66
				0,42-0,84	14,06	78,58	20,58	25,05
				0,84-2	31,31	73,39	35,20	29,66
				1-2	33,94	71,47	38,20	37,43
				2-6,4	33,74	71,60	33,37	37,24
				6,4-12,7	26,50	71,56	25,83	24,88
				>12,7	27,34	64,31	25,49	24,24
			-18	<0,42	16,73	29,57	40,67	46,78
				0,42-0,84	46,79	64,71	35,50	48,23
				0,84-2	31,83	78,26	43,35	51,07
				1-2	32,35	72,89	46,41	51,39
				2-6,4	28,18	71,00	38,93	42,27
				6,4-12,7	24,61	64,15	24,31	32,38
				>12,7	22,46	67,05	20,22	32,01
		6	-4	<0,42	30,58	45,75	42,48	39,11
				0,42-0,84	39,69	80,08	49,63	43,40
				0,84-2	38,81	77,11	50,81	40,61
				1-2	42,17	76,84	51,33	45,81
				2-6,4	40,94	74,76	41,37	37,24
				6,4-12,7	31,38	75,87	30,33	34,58
				>12,7	27,92	75,92	28,21	32,38
	-18		<0,42	16,03	39,62	32,73	30,93	
			0,42-0,84	51,82	72,87	62,82	53,80	
			0,84-2	40,57	72,82	54,44	44,08	
			1-2	39,09	77,11	46,42	43,10	
			2-6,4	44,65	70,84	31,18	35,84	
			6,4-12,7	32,37	76,25	26,62	31,79	
			>12,7	23,52	75,72	28,47	29,53	
	9	-4	<0,42	10,85	19,05	33,60	28,81	
			0,42-0,84	32,24	59,89	32,29	29,73	
			0,84-2	36,17	71,74	29,75	36,51	
			1-2	34,35	73,75	37,07	37,43	
			2-6,4	12,55	68,82	34,73	21,39	
			6,4-12,7	14,99	69,79	23,74	23,78	
			>12,7	25,28	64,73	17,66	22,60	
-18		<0,42	7,16	28,94	18,15	28,07		
		0,42-0,84	12,41	54,39	20,50	49,24		
		0,84-2	37,66	73,82	36,18	41,42		
		1-2	31,05	62,47	40,66	44,48		
		2-6,4	36,53	52,36	39,19	36,64		
		6,4-12,7	25,63	56,74	20,00	25,32		
		>12,7	21,32	65,42	27,80	23,48		

Toprak Ordosu	DÇ Nem	DÇ Sayı	DÇ Sıcaklık	Agregat Büyüklüğü	Muameleler			
					Kontrol	PVA	HA	PAM
MOLLİSOL	%90 Sat	3	-4	<0,42	4,95	48,28	19,17	27,76
				0,42-0,84	11,38	84,28	48,17	37,66
				0,84-2	31,31	68,58	36,25	55,30
				1-2	29,21	71,14	35,69	49,03
				2-6,4	30,76	65,22	22,97	36,47
				6,4-12,7	29,91	68,73	30,35	36,25
				>12,7	25,06	57,20	38,11	39,42
			-18	<0,42	15,76	33,10	28,24	26,80
				0,42-0,84	14,36	69,05	53,65	56,76
				0,84-2	28,35	69,07	44,77	63,58
				1-2	26,44	63,01	45,04	43,02
				2-6,4	14,50	49,73	36,12	35,81
				6,4-12,7	16,42	56,32	24,01	31,75
				>12,7	25,43	64,28	33,55	36,31
		6	-4	<0,42	5,90	44,00	17,82	20,60
				0,42-0,84	16,35	69,94	41,69	37,78
				0,84-2	32,43	72,44	31,59	36,61
				1-2	34,10	72,79	31,52	32,30
				2-6,4	30,54	59,99	27,35	30,77
				6,4-12,7	25,10	60,45	26,71	33,62
				>12,7	31,39	58,18	31,08	30,73
			-18	<0,42	23,37	26,36	21,06	28,41
				0,42-0,84	42,39	57,40	60,31	54,09
				0,84-2	33,48	78,79	33,76	37,97
				1-2	37,73	78,40	39,59	42,01
				2-6,4	30,91	58,97	34,37	34,22
				6,4-12,7	31,95	52,51	24,68	30,16
				>12,7	33,35	60,44	29,04	31,22
		9	-4	<0,42	3,79	25,95	12,78	20,13
				0,42-0,84	11,27	53,25	23,84	34,85
				0,84-2	27,84	48,13	28,17	25,68
				1-2	25,61	45,70	28,79	27,80
				2-6,4	21,53	50,46	21,50	27,44
				6,4-12,7	16,03	53,04	33,86	31,12
				>12,7	16,44	43,24	25,09	29,39
			-18	<0,42	13,37	23,39	16,38	11,49
				0,42-0,84	36,25	45,78	38,15	30,69
				0,84-2	16,19	73,97	30,31	27,41
				1-2	22,85	60,64	29,76	36,34
				2-6,4	27,67	58,04	25,82	35,34
				6,4-12,7	27,97	49,04	24,50	32,90
				>12,7	29,34	53,82	19,38	30,41

Toprak Ordosu	DÇ Nem	DÇ Sayı	DÇ Sıcaklık	Agregat Büyüklüğü	Muameleler			
					Kontrol	PVA	HA	PAM
ARİDİSOL	Kontrol			<0,42	11,09	62,86	28,70	43,48
				0,42-0,84	35,72	90,82	51,79	65,52
				0,84-2	58,76	91,33	73,21	72,38
				1-2	52,91	91,52	67,20	69,06
				2-6,4	54,26	88,79	69,84	72,95
				6,4-12,7	0,00	90,25	47,86	38,91
				>12,7	0,00	84,97	34,73	38,60
	TK	3	-4	<0,42	37,03	47,19	32,64	43,10
				0,42-0,84	60,89	94,49	83,75	83,50
				0,84-2	64,73	91,85	74,84	83,56
				1-2	60,90	96,05	72,11	82,22
				2-6,4	53,20	88,19	53,48	63,54
				6,4-12,7	56,15	88,81	51,23	41,17
				>12,7	65,14	88,05	46,73	43,46
			-18	<0,42	34,58	70,73	38,02	49,37
				0,42-0,84	60,90	89,89	68,81	81,40
				0,84-2	56,35	90,87	71,90	82,21
				1-2	50,51	89,48	75,74	75,08
				2-6,4	56,03	87,81	63,00	61,36
				6,4-12,7	50,58	85,07	40,74	31,89
				>12,7	59,79	88,83	36,73	38,43
		6	-4	<0,42	37,24	46,34	32,05	37,23
				0,42-0,84	55,54	81,22	38,98	71,62
				0,84-2	58,01	92,55	51,42	72,72
				1-2	52,94	91,05	63,21	72,31
				2-6,4	50,43	81,89	67,21	57,73
				6,4-12,7	37,79	80,10	43,81	40,72
				>12,7	40,51	82,86	47,99	38,98
			-18	<0,42	16,41	55,20	44,33	33,40
				0,42-0,84	60,37	95,03	74,18	68,56
				0,84-2	57,31	93,47	74,73	69,55
				1-2	62,35	89,85	66,23	68,33
				2-6,4	51,84	85,99	36,58	45,59
				6,4-12,7	55,93	90,23	45,01	33,79
				>12,7	55,24	78,12	33,99	35,61
	9	-4	<0,42	10,26	45,09	18,27	38,67	
			0,42-0,84	32,40	70,26	34,68	64,51	
			0,84-2	55,17	88,10	47,85	64,73	
			1-2	49,82	81,82	51,74	46,45	
			2-6,4	44,94	75,78	53,66	37,05	
			6,4-12,7	40,38	58,60	39,13	38,65	
			>12,7	39,11	66,54	38,45	34,62	
		-18	<0,42	10,41	37,99	21,20	18,14	
			0,42-0,84	28,34	78,94	31,35	38,02	
			0,84-2	56,82	92,61	65,83	66,82	
			1-2	56,80	68,47	65,30	58,97	
			2-6,4	44,61	58,19	59,46	31,79	
			6,4-12,7	30,96	57,90	40,12	25,99	
>12,7			49,42	62,57	38,01	33,49		

Toprak Ordosu	DÇ Nem	DÇ Sayı	DÇ Sıcaklık	Agregat Büyüklüğü	Muameleler			
					Kontrol	PVA	HA	PAM
ARİDİSOL	%90 Sat	3	-4	<0,42	12,25	65,29	38,88	27,48
				0,42-0,84	22,75	86,81	68,06	65,96
				0,84-2	48,17	87,43	70,38	49,22
				1-2	48,59	86,77	57,18	67,45
				2-6,4	48,98	82,41	52,70	45,73
				6,4-12,7	45,58	78,05	47,10	52,09
				>12,7	37,44	74,98	51,19	55,14
			-18	<0,42	28,27	40,74	39,37	33,39
				0,42-0,84	46,94	71,39	46,67	62,78
				0,84-2	58,04	87,75	53,16	58,67
				1-2	57,08	81,28	60,26	62,99
				2-6,4	52,17	78,67	47,49	42,63
				6,4-12,7	35,54	83,53	43,28	37,83
				>12,7	36,20	79,52	48,70	42,12
		6	-4	<0,42	19,59	45,91	26,44	17,65
				0,42-0,84	50,41	62,27	54,99	30,67
				0,84-2	48,63	86,72	52,46	39,18
				1-2	47,89	84,87	49,08	52,36
				2-6,4	34,90	77,09	47,22	42,51
				6,4-12,7	28,70	74,38	39,87	48,09
				>12,7	22,88	70,29	37,27	47,17
			-18	<0,42	12,33	40,73	18,47	25,61
				0,42-0,84	45,82	61,77	43,73	57,64
				0,84-2	53,97	82,87	58,44	58,14
				1-2	54,98	82,66	52,95	53,41
				2-6,4	45,29	67,73	33,77	34,13
				6,4-12,7	27,35	66,55	46,58	35,06
				>12,7	26,65	57,65	35,52	33,55
		9	-4	<0,42	9,35	41,66	19,27	17,28
				0,42-0,84	21,93	56,87	27,57	24,38
				0,84-2	39,64	85,58	50,02	30,85
				1-2	42,80	78,08	46,08	30,82
				2-6,4	27,59	55,46	36,62	40,29
				6,4-12,7	17,57	68,19	34,70	31,19
				>12,7	15,71	61,34	35,29	33,67
			-18	<0,42	9,31	29,83	22,54	19,88
				0,42-0,84	22,36	50,16	42,54	55,84
				0,84-2	42,47	71,72	58,52	56,47
				1-2	38,49	74,53	50,90	47,31
				2-6,4	29,17	53,81	38,38	20,50
				6,4-12,7	23,98	60,05	19,66	33,02
				>12,7	20,69	49,94	19,38	34,37

ÖZGEÇMİŞ

Denizli'nin Acıpayam ilçesinde 12.03.1975 tarihinde doğdu. İlk ve orta öğrenimini Acıpayam'ın Karahöyük köyünde, lise öğrenimini Denizli'de tamamladı. 1992 yılında girdiği Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü'nden 1996 yılında mezun oldu. Aralık 1996–Nisan 2000 tarihleri arasında sınıf öğretmeni olarak görev yaptı. Temmuz 1998–Kasım 1999 tarihleri arasında vatani görevini tamamladı. 2000-2003 yılları arasında, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimini bitirdi ve 2003 yılında aynı anabilim dalında doktora programına başladı.

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümünde 2000 yılından beri Araştırma Görevlisi olarak görev yapmakta olup, evli ve iki çocuk babasıdır.