

45224

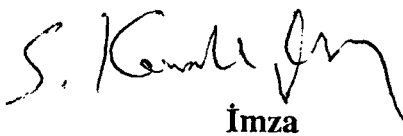
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KONYA OVASI TOPRAKLARINDA
KAYMAK TABAKASI OLUŞUMUNUN
ÖNLENMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Cevdet ŞEKER
Ziraat Yüksek Mühendisi

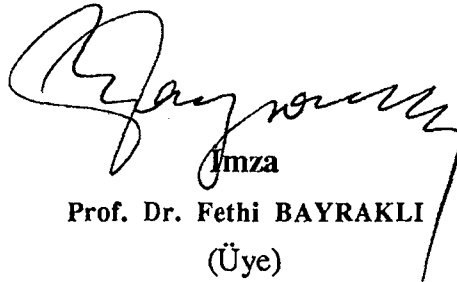
DOKTORA TEZİ
TOPRAK ANABİLİM DALI

Bu tez 17.11.1995 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından kabul edilmiştir.



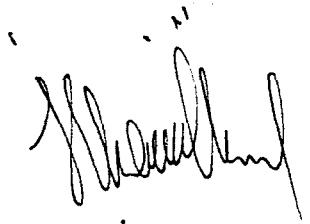
İmza

Prof. Dr. Saim KARAKAPLAN
(Danışman)



İmza

Prof. Dr. Fethi BAYRAKLI
(Üye)



İmza

Prof. Dr. İlhami ÜNVER
(Üye)

ÖZ

Doktora Tezi

**KONYA OVASI TOPRAKLARINDA KAYMAK TABAKASI
OLUŞUMUNUN ÖNLENMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

Cevdet ŞEKER
Selçuk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Saim KARAKAPLAN

1995, Sayfa : 88

Jüri : Prof. Dr. Saim KARAKAPLAN

Prof. Dr. Fethi BAYRAKLI

Prof. Dr. İlhami ÜNVER

Konya ovasında kaymak tabakası problemi bulunan alanlardan alınan toprak örneklerinin bazı özellikleri ile kırılma değerleri arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Kaymak tabakası açısından en problemlili olan toprağın bu bozuk özelliğini düzeltmek için on değişik ıslah maddesi denenmiş, etkili olan beş ıslah maddesi ile 100 günlük inkübasyon denemesi kurulmuştur. Kırılma değerini en fazla düşüren ve agregat stabilitesini en fazla artıran iki ıslah maddesinin (çimento ve buğday samanı) buğdayın sürgün çıkışı ve toprağın penetrasyon direncine etkileri sera şartlarında incelenmiştir. En etkili bulunan ıslah maddesinin (çimento) oluşturduğu agregatların donma-çözünmeden nasıl etkilendiği ortaya konmuştur. Ayrıca etkili ıslah maddesinin 30°C sıcaklıkta en fazla agregasyon artışı sağladığı saptanmıştır.

ANAHTAR KELİMELELER : Kaymak tabakası, kırılma değeri, agregat stabilitesi, ıslah maddesi, sürgün çıkışı.

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

A RESEARCH ON PREVENTION OF SOIL CRUSTING ON THE SOILS OF KONYA PLAIN

Cevdet ŞEKER

Selcuk University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Soil Science

Supervisor : Prof. Dr. Saim KARAKAPLAN

1995, Page : 88

Jury : Prof. Dr. Saim KARAKAPLAN

Prof. Dr. Fethi BAYRAKLI

Prof. Dr. İlhami ÜNVER

In this study, from the stand point of soil crusting the most problematic soil in the research area among Konya-Çumra-Karapınar in Konya plain and the relationship between modulus of rupture and some soil properties was determined. Ten different ameliorative materials were added to the most problematic soil for decreasing modulus of rupture. A hundred days incubation study using the five effective ameliorative materials was set up. This study was carried out under laboratory condition at about field capacity. It was found out that cement and wheat straw were the most effective ameliorative materials in reducing modulus of rupture and increasing aggregate stability. The influence of this two materials on wheat plant seedling emergence and penetration resistance, under greenhouse condition were also studied. Finally the effects of freezing and thawing on the stability of the soil aggregate formed by cement were tested. In addition, the effects of the soil temperature on aggregation in the soil sample supplied with cement were tested at field capacity.

KEY WORDS :Soil crusting, modulus of rupture, aggregate stability, ameliorative material, seedling emergence.

TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın doktora tezi olarak planlanıp yürütülmesi ve sonuçların değerlendirilmesinde daima yardım ve yakın ilgilerini gördüğüm danışman hocam sayın Prof. Dr. Saim KARAKAPLAN'a, Toprak Bölümü Başkanı sayın Prof. Dr. Fethi BAYRAKLI'ya, Toprak Bölümü Öğretim Üyesi sayın Prof. Dr. Kemal GÜR'e ve emeği geçen herkese teşekkür ederim.

Konya, 1995

Cevdet ŞEKER

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No.</u>
ÖZ	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
TABLO LİSTESİ	viii
ŞEKİL LİSTESİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
2.1. Toprak Özellikleri İle Kabuk Bağlama Arasındaki İlişkiler	3
2.2. Toprak Agregasyonuna Bazı Toprak Özelliklerinin Etkileri	6
2.3. Toprak Agregasyonuna Bazı İslah Maddelerinin Etkileri	7
2.4. Kabuk Bağlama Problemini Önleme Üzerine Yapılan Çalışmalar	11
3. MATERYAL VE METOT	14
3.1. Materyal	14
3.1.1. Araştırma alanının konumu	14
3.1.2. İklim özellikleri	14
3.1.3. Jeolojik özellikler	15
3.1.4. Toprak özellikleri	15
3.1.5. Tarımsal yapı ve üretim	16
3.1.6. Toprak örnekleme yerleri	16
3.1.7. Denemede kullanılan ıslah maddeleri	18
3.1.7.1. Kalsiyum hipoklorit	18
3.1.7.2. Çimento	19
3.1.7.3. Kum	19
3.1.7.4. Ponza	19
3.1.7.5. Ahır gübresi	20
3.1.7.6. Çöp kompostu	20
3.1.7.7. Buğday samanı	20
3.1.7.8. Fosforik, sülfirik ve hidroklorik asit	20
3.2. Metot	20
3.2.1. Toprak örneklerinin alınması ve analize hazırlanması	20
3.2.2. Toprak örneklerinden denemeye esas örneğin seçimi	21
3.2.3. Laboratuvar analiz metotları	21

3.2.4. İslah maddelerinin kırılma değeri üzerine 15 günlük etkisinin belirlenmesi	24
3.2.5. Beş ıslah maddesinin kırılma değeri ve agregat stabilitesi üzerine 100 günlük süre içerisindeki etkisinin belirlenmesi	25
3.2.6. Bezostiya çeşidi buğdayda sürgün çıkışı üzerine iki ıslah maddesinin etkisinin belirlenmesi	26
3.2.7. Çimento etkisi ile oluşan agregatlara donma-çözünmenin etkisinin belirlenmesi	26
3.2.8. Çimentonun agregat oluşturması üzerine farklı sıcaklıkların etkisinin belirlenmesi	27
3.2.9. İstatistiksel değerlendirme	27
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	28
4.1. Araştırma Konusu Toprak Örneklerinin Bazı Özellikleri	28
4.1.1. Dane büyüklüğü dağılımı	28
4.1.2. Zerre yoğunluğu	28
4.1.3. Tarla kapasitesi	28
4.1.4. Solma noktası	31
4.1.5. Faydalı su	31
4.1.6. Dispersiyon oranı	31
4.1.7. Agregat stabilitesi	32
4.1.8. Kırılma değeri	32
4.1.9. Toprak reaksiyonu	32
4.1.10. Elektriki iletkenlik	33
4.1.11. Organik madde	33
4.1.12. Karbonatlar	33
4.1.13. Değişebilir katyonlar	33
4.1.14. Değişebilir sodyum yüzdesi	34
4.1.15. Suda eriyebilir katyonlar	34
4.1.16. Katyon değişim kapasitesi	35
4.1.17. Suda eriyebilir anyonlar	35
4.2. Bazı Toprak Özellikleri İle Kırılma Değerleri Arasındaki İlişkiler	36
4.2.1. Zerre yoğunluğu ile kırılma değeri arasındaki ilişki	36
4.2.2. Tarla kapasitesi ile kırılma değeri arasındaki ilişki	36
4.2.3. Solma noktası ile kırılma değeri arasındaki ilişki	36
4.2.4. Faydalı su ile kırılma değeri arasındaki ilişki	36
4.2.5. Kil içeriği ile kırılma değeri arasındaki ilişki	38
4.2.6. Silt içeriği ile kırılma değeri arasındaki ilişki	38

4.2.7. Kum içeriği ile kırılma değeri arasındaki ilişki	38
4.2.8. Dispersiyon oranı ile kırılma değeri arasındaki ilişki	39
4.2.9. Agregat stabilitesi ile kırılma değeri arasındaki ilişki	39
4.2.10. Toprak reaksiyonu ile kırılma değeri arasındaki ilişki	39
4.2.11. Elektriki iletkenlik ile kırılma değeri arasındaki ilişki	40
4.2.12. Organik madde ile kırılma değeri arasındaki ilişki	40
4.2.13. Kireç içeriği ile kırılma değeri arasındaki ilişki	40
4.2.14. Katyon değişim kapasitesi ile kırılma değeri arasındaki ilişki	41
4.2.15. Değişebilir kalsiyum ile kırılma değeri arasındaki ilişki	41
4.2.16. Değişebilir mağnezyum ile kırılma değeri arasındaki ilişki	42
4.2.17. Değişebilir potasyum ile kırılma değeri arasındaki ilişki	42
4.2.18. Değişebilir sodyum ile kırılma değeri arasındaki ilişki	42
4.2.19. Değişebilir sodyum yüzdesi ile kırılma değeri arasındaki ilişki	43
4.2.20. Suda serbest kalsiyum ile kırılma değeri arasındaki ilişki	43
4.2.21. Suda serbest mağnezyum ile kırılma değeri arasındaki ilişki	43
4.2.22. Suda serbest potasyum ile kırılma değeri arasındaki ilişki	44
4.2.23. Suda serbest sodyum ile kırılma değeri arasındaki ilişki	44
4.2.24. Suda serbest bikarbonat ile kırılma değeri arasındaki ilişki	44
4.2.25. Suda serbest sülfat ile kırılma değeri arasındaki ilişki	44
4.2.26. Suda serbest klor ile kırılma değeri arasındaki ilişki	45
4.2.27. Kırılma değeri ile toprak özellikleri arasındaki çoklu regresyon ve korelasyon ilişkileri	45
4.3. Kabuk Oluşumunun Önlenmesi Üzerine On Değişik Islah Maddesinin Etkisi	46
4.4. Beş Islah Maddesinin Zamana Karşı Kırılma Değeri ve Agregat Stabilitesine Olan Etkileri	48
4.4.1. Islah maddelerinin 25. günde kırılma değerine etkileri	48
4.4.2. Islah maddelerinin 25. günde agregat stabilitesine etkileri	50
4.4.3. Islah maddelerinin 50. günde kırılma değerine etkileri	51
4.4.4. Islah maddelerinin 50. günde agregat stabilitesine etkileri	53
4.4.5. Islah maddelerinin 75. günde kırılma değerine etkileri	54
4.4.6. Islah maddelerinin 75. günde agregat stabilitesine etkileri	56
4.4.7. Islah maddelerinin 100. günde kırılma değerine etkileri	58
4.4.8. Islah maddelerinin 100. günde agregat stabilitesine etkileri	60
4.4.9. Islah maddelerinin 100 günlük inkübasyon süresi içerisinde kırılma değeri ve agregat stabilitesine etkilerinin seyri	61

4.5. Donma ve Çözünmenin Agregat Stabilitesine Etkisi	65
4.6. Farklı Sıcaklıkların Çimentonun Agregat Oluşturma Özelliğine Etkisi	66
4.7. İki Islah Maddesinin Buğdayın Sürme Gücü ve Toprağın Penetrasyon Direncine Etkisi	68
4.7.1. Sürgün çıkışına etki	68
4.7.2. Islah maddelerinin toprağın penetrasyon direncine etkileri	75
5. ÖNERİLER	77
6. ÖZET	79
7. KAYNAKLAR	82

TABLO LİSTESİ

<u>Tablo No.</u>	<u>Sayfa No.</u>
3.1. Araştırma Alanına İlişkin Bazı İklimsel Veriler	15
3.2. Çimentonun Bileşimi	19
3.3. Çimentonun CaCO ₃ Kapsamı ve Tekstürü	19
4.1. Araştırmada Kullanılan Toprak Örneklerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analiz Bulguları	29
4.2. Araştırmaya Konu Toprak Örneklerinin Bazı Özellikleri İle Kırılma Değerleri Arasındaki İlişkiler	37
4.3. Bazı Toprak Bileşenlerinin Toprakların Faydalı Su Kapsamlarına Etkilerinin İstatistikî Analiz Sonuçları	38
4.4. Kabuk Oluşumunun Önlenmesi Üzerine On Değişik Islah Maddesinin Etkisi	46
4.5. Kabuk Oluşumunun Önlenmesi Üzerine On Değişik Islah Maddesinin Etkisine Ait Varyans Analizi Sonuçları	47
4.6. Kabuk Oluşumunun Önlenmesi Üzerine On Değişik Islah Maddesinin Etkisinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine Göre Gruplandırılması	47
4.7. Kabuk Oluşumunu Önlemede Etkili Beş Islah Maddesinin 25. Günde Kırılma Değeri ve Agregat Stabilitesine Etkileri	48
4.8. Islah Maddelerinin 25. Günde Kırılma Değeri Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analizi Sonuçları	49
4.9. Islah Maddelerinin 25. Günde Kırılma Değerine Etkisinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine Göre Gruplandırılması	49
4.10. Islah Maddelerinin 25. Günde Agregat Stabilitesi Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analizi Sonuçları	50
4.11. Islah Maddelerinin 25. Günde Kırılma Değerlerine Etkilerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine Göre Gruplandırılması	51
4.12. Kabuk Oluşumunu Önlemede Etkili Beş Islah Maddesinin 50. Günde Kırılma Değeri ve Agregat Stabilitesine Etkileri	52
4.13. Islah Maddelerinin 50. Günde Kırılma Değeri Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analizi Sonuçları	52
4.14. Islah Maddelerinin 50. Günde Kırılma Değerine Etkilerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine Göre Gruplandırılması	53

4.15. Islah Maddelerinin 50. Günde Agregat Stabilitesi Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analizi Sonuçları	54
4.16. Islah Maddelerinin 50. Günde Agregat Stabilitesine Etkilerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine Göre Gruplandırılması	54
4.17. Kabuk Oluşumunu Önlemede Etkili Beş Islah Maddesinin 75. Günde Kırılma Değeri ve Agregat Stabilitesine Etkileri	55
4.18. Islah Maddelerinin 75. Günde Kırılma Değeri Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analizi Sonuçları	55
4.19. Islah Maddelerinin 75. Günde Kırılma Değerine Etkilerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine Göre Gruplandırılması	56
4.20. Islah Maddelerinin 75. Günde Agregat Stabilitesi Değeri Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analizi Sonuçları	57
4.21. Islah Maddelerinin 75. Günde Agregat Stabilitesine Etkilerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine Göre Gruplandırılması	57
4.22. Kabuk Oluşumunu Önlemede Etkili Beş Islah Maddesinin 100. Günde Kırılma Değeri ve Agregat Stabilitesine Etkileri	58
4.23. Islah Maddelerinin 100. Günde Kırılma Değerleri Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analizi Sonuçları	59
4.24. Islah Maddelerinin 100. Günde Kırılma Değerine Etkilerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine Göre Gruplandırılması	59
4.25. Islah Maddelerinin 100. Günde Agregat Stabilitesi Değeri Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analizi Sonuçları	60
4.26. Islah Maddelerinin 100. Günde Agregat Stabilitesi Değerine Etkisinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine Göre Gruplandırılması	61
4.27. Çimentonun 25. ve 100. Gün Muamelesi Sonunda Oluşturduğu Agregatlara Donma-Çözünmenin Etkisi	65
4.28. Agregat Stabilitesine Donma-Çözünmenin Etkisinin Varyans Analizi Sonuçları	66
4.29. Farklı Sıcaklık Ortamlarında Çimentonun Oluşturduğu Agregatların Stabilitesine Ait Varyans Analizi Sonuçları	67
4.30. Farklı Sıcaklık Değerlerinin Çimentonun Oluşturduğu Agregat Stabilitesine Etkisinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine Göre Gruplandırılması	67
4.31. İki Islah Maddesinin Sürgün Çıkışı ve Penetrasyon Direncine Etkileri	69
4.32. Islah Maddesinin Sürgün Çıkışı Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analizi Sonuçları	70

4.33. Islah Maddeleri ve Dozlarının İnteraksiyonunun Sürgün Çıkışına Etkisinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine Göre Gruplandırılması	70
4.34. Islah Maddesinin Penetrasyon Direnci Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analizi Sonuçları	76
4.35. Islah Maddeleri ve Dozlarının İnteraksiyonunun Penetrasyon Direncine Etkisinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine Göre Gruplandırılması	76



ŞEKİL LİSTESİ

<u>Sekil No.</u>	<u>Sayfa No.</u>
3.1. Toprak örneklerinin alındığı yerleri gösteren harita	17
4.1. Kalsiyum hipokloritin kırılma değerine etkisi	62
4.2. Çimentonun kırılma değerine etkisi	62
4.3. Ahır gübresinin kırılma değerine etkisi	62
4.4. Çöp kompostunun kırılma değerine etkisi	63
4.5. Buğday samanının kırılma değerine etkisi	63
4.6. Kalsiyum hipokloritin agregat stabilitesine etkisi	63
4.7. Çimentonun agregat stabilitesine etkisi	63
4.8. Ahır gübresinin agregat stabilitesine etkisi	64
4.9. Çöp kompostunun agregat stabilitesine etkisi	64
4.10. Buğday samanının agregat stabilitesine etkisi	64
4.11. İki ıslah maddesinin sürgün çıkışına etkileri	69
4.12. Kontrol parselinde oluşan kaymak tabakasının kalınlığı görülmektedir	71
4.13. Kontrol parselinde çatlaklardan çıkan sürgünler görülmektedir	71
4.14. Çimentonun % 2 dozunda uygulandığı parseller görülmektedir	72
4.15. Çimentonun % 4 dozunda uygulandığı parseller görülmektedir	72
4.16. Çimentonun % 6 dozunda uygulandığı parseller görülmektedir	73
4.17. Buğday samanının % 2 dozunda uygulandığı parseller görülmektedir	73
4.18. Buğday samanının % 4 dozunda uygulandığı parseller görülmektedir	74
4.19. Buğday samanının % 6 dozunda uygulandığı parseller görülmektedir	74
4.20. Deneme sonunda buğday bitkisinin gelişimi görülmektedir	75

1. GİRİŞ

Toprakta kaymak tabakası ya da kabuk; yüzeyindeki toprak parçacıklarının yeniden istiflenmesi sonucunda oluşan sert bir yüzey katmanıdır. Bu katmanın hacim ağırlığı ve kırılma değeri alttaki topraktan daha yüksektir.

Agregatların dağılması, kaymak tabakası oluşumuna önemli ölçüde katkıda bulunur. Bir kısım toprak agregatları; toprak işleme, bazı değişebilir katyonlar, yağmur damlalarının çarpma ve sulama suyunun ıslatma tesiriyle dağılırlar. Toprak parçacıkları, damlaların sıkıştırma etkisi veya parçacıkların harekete geçmesi sonucunda yeniden istiflenerek, toprağın kurumasıyla yüzeyde sıkı bir kaymak tabakası oluştururlar. Bu tabakanın sertliği ve kalınlığı birçok faktörlere bağlıdır. Toprak tekstürü, organik madde içeriği, değişebilir katyonların tipi ve miktarı, değişebilir sodyum yüzdesi, agregat stabilitesi, dispersiyon oranı, agregat büyüklüğü dağılımı etkili toprak özellikleridir. Yağışın çeşidi, yoğunluğu ve yağmur damlalarının toprağa çarpma hızı, sulama suyunun tuz konsantrasyonu ve sulamanın şekli diğer etkili unsurlardır.

Gerek toprak içerisindeki gerekse toprak ile atmosfer arasındaki su ve hava hareketlerini engellediği ve mekaniki direnç oluşturduğu için kaymak tabakası bitkilerin toprak altı ve toprak üstü aksamalarının gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir. Kaymak tabakası sızmayı azalttığı için, toprakta depolanan su miktarını ve dolayısıyla bitkilere faydalı su miktarını düşürür. İnfiltrasyonu azaltarak yüzey akışı artırır ve erozyonun artmasına sebep olur. Kaymak tabakası çimlenen tohumdan çıkan sürgünlerin toprak yüzeyine ulaşmasını zorlaştırır. Eğer filizin sürme gücü oluşan kabuğun kırılma kuvvetinden düşük ise, tohumdan çıkan filiz toprak yüzeyine ulaşamayıp kabuk altında aşağı doğru kıvrılır ve sarı kıvrım denen olay meydana gelir. Kaymak tabakası bu tür olumsuz etkilerinden dolayı, daha bitkisel üretimin başlangıcında büyük kayıplara sebep olabilmektedir.

Kaymak tabakası oluşumunun önlenmesi veya oluşan kabuğun kırılması üzerinde çalışan araştırmacılar, çeşitli öneriler ileri sürmüşlerdir. Kabuk oluşumunu önleme konusunda çeşitli organik ve inorganik maddelerden yararlanılmaktadır. Çiftlik gübresi, çöp kompostu, yeşil gübre ve bitki artıkları organik maddelerin başında gelir. Toprağa ilave edilen fosforik asit, sülfirik asit, hidroklorik asit, triple süper fosfat ve perlit gibi maddeler de, kabuk oluşumunu önlemede kullanılan inorganik maddeler arasında önemli bir yere sahiptir.

Toprağın sık sık sulanarak nemli tutulması uygulamada en çok başvurulan pratik bir metottur. Toprak parçacıklarının toprak işlemeyle fazlaca kırılıp toz haline getirilmemesi de ön tedbir olarak tavsiye edilen bir uygulamadır. Bunun yanı sıra, diğer bazı araştırmacılar oluşan kabuğun kırılması için çapa, tırmık, merdane, dikenli çalı ve çivi çakılı tahta gibi aletlerin toprak üzerinden geçirilmesinin faydalı olabileceğini bildirmektedirler.

Yukarıda bahsedilen tedbir ve tavsiyelerin çoğu kaymak tabakası oluşumunu önlemede ve oluşan kabuğu kırmada fazla etkili olmadığı gibi bir takım pratik güçlüklerle de sahiptir. Yapılan çalışmalarla problemin kesin ve pratik bir çözümü ortaya konulamamıştır.

Bugüne kadar etkili bir çözümün bulunamayışı kaymak tabakası sorununu Türkiye açısından daha da önemli bir konuma getirmektedir. Zira Türkiye'de çeşitli yörelerde kaymak bağlayan topraklar mevcuttur. Bu problem daha çok kurak ve yarıkurak bölgelerde görülmektedir. Özellikle, tarımsal üretimin yoğun olarak yapıldığı alüviyal ovalar problemlili alanların başında gelmektedir. Konya ovası, Çukurova, Kayseri, Van, Erzurum ve Muş yöresi toprakları bunlar arasında bulunmaktadır (Tüzüner ve Yörük, 1980; Gür, 1981; Sönmez, 1982; Uyanöz, 1993).

Kaymak bağlama problemi, silt ve kil kapsamı yüksek, organik madde oranı düşük olan hemen her yerde görülebilmektedir.

Konya ovasında kaymak bağlayan topraklar üzerinde bitkisel üretimde bulunan çiftçiler, çeşitli bilimsel toplantılarda soruna çözüm bulunması için araştırma yapılması isteklerini sık sık dile getirmektedirler. Buradan hareketle bu araştırma ile Konya ovasında kaymak bağlayan topraklardan alınan örneklerde kaymak tabakası oluşumu ve direnci ile toprak özellikleri arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Ayrıca çiftçilere tavsiye edilebilecek pratik çözümler belirlemek amacıyla, laboratuvar ve sera şartlarında, çeşitli organik ve inorganik maddelerin kaymak oluşumunu önleme üzerindeki etkileri ortaya konulmaya çalışılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Kaymak tabakasının sorun olduğu, bozuk fiziksel özelliklere sahip toprakların bu özelliklerini düzelterek sürgün çıkışı ve iyi bir bitki gelişimini sağlamak üzere pek çok arazi ve laboratuvar çalışmaları yapılmış bulunmaktadır. Bu çalışmalardan önemli bulunanların özetleri aşağıda sunulmuştur.

2.1. Toprak Özellikleri İle Kabuk Bağlama Arasındaki İlişkiler

Lutz (1952), çok az silt ve ince kum içeren topraklarla birlikte kaba kumlu topraklar hariç hemen hemen her çeşit tekstürdeki topraklarda kaymak tabakası oluşabileceğini ileri sürmektedir. Araştırmacı, genellikle ince kum ve silti aşırı derecede içeren toprakların kuvvetli derecede kabuk oluşturma özelliğine sahip olduklarını bildirmiştir.

Lemos ve Lutz (1957), kil tipi, toprak tekstürü ve 0.1 mm'den küçük agregat miktarını belirledikleri, dokuz farklı toprak üzerinde yaptıkları çalışmada, toprakların kırılma değeriyle bu özellikleri arasındaki ilişkiyi açıklamaya çalışmışlardır. Buna göre, 1:1 tipi kaolinit kilini fazla miktarda içeren toprakların kırılma değerleri silt içeriğindeki artış ile artmıştır. Bunun yanında 2:1 tipi montmorillonit kilinin yaygın olduğu toprakların kırılma değerleri bu kilin içeriğindeki artış ile ilişkili olarak değişmiştir. Suya dayanıklı agregat miktarındaki artış ile kırılma değerinin azaldığını ifade etmişlerdir.

Hanks ve Thorp (1957), toprak yüzeyinde, toprağın tekstürü ve su içeriğine bağlı olarak oluşan kaymak tabakasının değişik bitkilerin (buğday, mısır ve soya fasülyesi) sürgün çıkışları üzerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırmacılar toprak rutubeti arttıkça kabuk direncinin azaldığını ve bunlara bağlı olarak sürgün çıkışlarının değiştiğini bildirmektedirler.

Gerard (1965), kabuk direncinin toprağın silt, kil ve değişebilir sodyum kapsamındaki artış ile arttığını ortaya koymuştur. Ayrıca, araştırmacı kabuk direncini belirlemede silt ve organik karbon içeriğinin belirleyici faktör olmasına karşın, kil içeriğinin belli bir ilişki gösterdiğini bildirmektedir.

Ferry ve Olsen (1975), kaymak tabakası oluşumu üzerine; toprak

parçacıklarının dizilişlerinin, ortamın elektrolit konsantrasyonunun, tek ve çok değerli katyonların etkilerini belirlemeye çalışmışlardır. Buna göre; toprak parçacıklarının düzgün olarak sıkı istiflenmeleri, değişebilir durumda tek değerli katyonların fazla bulunması ve düşük elektrolit konsantrasyonunun kabuk oluşumu ve kabuk direncini artırırken, parçacıkların düzensiz olarak gevşek istiflenmeleri, çok değerli katyonların fazla bulunması ve yüksek elektrolit konsantrasyonunun kabuk oluşumunu azaltıcı yönde bir etkiye sahip olduğunu bildirmektedirler.

Chaudhri ve Brown (1976), toprak yüzeyine ve tohum sırası üzerindeki dar bir banda karıştırdıkları ahır gübresinin, sürgün çıkışı ve penetrasyon direncine etkisini araştırmışlardır. Yaptıkları çalışma sonunda araştırmacılar, ahır gübresinin banda verilmesiyle penetrasyon direncinin on kat azaldığını ve sürgün çıkışının bununla ilişkili olarak arttığını bildirmektedirler. Bunun yanında toprak yüzeyine tabaka halinde serilen ahır gübresinin penetrasyon direncini artırdığını belirtmişlerdir.

Hadas ve Stibbe (1977), kabuklanma problemi gösteren topraklarda yaptıkları çalışmada 5-10-30 mm/saat yoğunluklardaki yağışların etkilerini incelemişlerdir. Buna göre araştırmacılar, yağmur yoğunluğu arttıkça ve toprak rutubeti azaldıkça, kabuk direnci ve penetrasyon direncinin arttığını tespit etmişlerdir.

Nuttal (1982), farklı topraklar üzerinde yaptığı çalışmada, kabuk oluşumuna sebep olan toprak özelliklerini tesbit ederek bunların kabuk direnci, penetrasyon direnci ve kolza bitkisinin sürgün çıkışına etkilerini incelemiştir. Buna göre, kabuk direnci ve penetrasyon direncinin silt yüzdesiyle pozitif, organik madde içeriğiyle negatif ilişki verdiğini ve sürgün çıkışının da bunlara bağlı olarak değiştiğini bildirmektedir. Ayrıca, araştırmacı kil içeriğinin kabuk direnci ve penetrasyon direnciyle bazı topraklarda negatif, bazı topraklarda da pozitif ilişki verdiğini bulmuştur.

Hussain ve ark. (1985), kum, silt, kil, organik madde, alüminyum ve demiri içine alan toprak bileşenlerinin, kabuk oluşumu ve sürgün çıkışı üzerine etkilerini seçtikleri 30 toprakta denemişlerdir. Elde edilen verilere göre, toprakların penetrasyon dirençleri organik karbon içeriklerindeki artış ile azalma göstermiştir. Diğer faktörler dikkate alındığında, bazı topraklardaki (toplam organik karbonu % 1.5-2 arasındaki) alkalide ekstrakte edilebilir karbon ile kil içeriklerinin penetrasyon direnci üzerinde maksimum etkiye sahip olurken, toplam organik karbonu % 2.4-3 arasındaki diğer topraklarda kaba kum, ince kum, EDTA ile ekstrakte edilebilir alüminyum ve humik asit karbonu, penetrasyon direnciyle yüksek derecede ilişki vermiştir. Toplam organik kar-

bonu % 4 civarında olan topraklarda, oksalatta ekstrakte edilebilir aliminyum maksimum etkiyi göstermiştir. Araştırmacılar % 40'dan daha az kum ihtiva eden topraklarda yağmurlamadan sonra humik asit karbonu ve penetrasyon direnci arasında iyi bir korelasyon bulmuşlardır.

Arshad ve Mermut (1988), kabuk oluşumuna sebep olan faktörler ve oluşan kabuğun yapısı üzerinde durmuşlardır. Elde edilen verilere göre; yüksek kil ve silt içeriği, değişebilir durumdaki Na^+ ve Mg^{++} fazlalığı, düşük organik madde içeriği gibi faktörler strüktürel bozulmayı artırarak kabuk oluşumunu teşvik etmektedirler. Araştırmacılar kabuk oluşumunun önlenmesi için su idaresinin ve malçlamanın önemli olduğunu bildirmektedirler.

Canpolat (1990), Iğdır yöresi topraklarının kırılma değerini ve bazı toprak özellikleri ile kırılma değeri arasındaki ilişkileri tesbit ederek, iki ıslah maddesinin (ahır gübresi ve buğday samanı) toprakların kırılma değeri ve agregat stabilitesine olan etkilerini incelemiştir. Örneklerin silt içeriği ve değişebilir sodyum yüzdeleri ile kırılma değerleri arasında önemli pozitif ilişkiler, agregat stabilitesi ile kırılma değeri arasında önemli negatif bir ilişki, kil, organik madde, kireç içerikleri ve katyon değişik kapasitesi ile kırılma değeri arasında önemli olmayan ilişkiler saptamıştır. Değişik dozlarda (% 0-0.5-1-2 ve 4) toprağa ilave edilen ahır gübresi ve buğday samanının altı haftalık inkübasyon sonunda, örneklerin kırılma değerini azalttığını ve agregat stabilitesini artırdığını bildirmiştir. Araştırmacı, artış ve azalışların dozla ilişkili olarak değiştiğini ve buğday samanının etkisinin ahır gübresinden daha fazla olduğunu ortaya koymuştur.

2.2. Toprak Agregasyonuna Bazı Toprak Özelliklerinin Etkileri

Kaymak tabakasının kırılma değerini de önemli ölçüde etkileyen toprak agregasyonu konusunda çok sayıda araştırma mevcut olup, bunlardan önemli görülen bir kısmının özetleri aşağıda verilmiştir.

Bryan (1968), toprakların erozyona uğrama eğilimini belirlemede kullanılan çeşitli ölçütler üzerinde yapmış olduğu bir çalışmada, toprak organik maddesinin; dispersiyon oranı, agregasyon oranı, erozyon oranı gibi ölçütleri ve toprak kayıplarını önemli düzeyde etkilediğini belirtmiştir.

Fathi ve ark. (1969), Nil nehri alüviyal toprakları üzerinde yaptıkları çalışmalarda; örneklerin dispersiyon oranı ve silt büyüklüğündeki agregat yüzdeleri ile değişebilir ve suda eriyebilir sodyum yüzdeleri arasında önemli pozitif ilişkiler, yine aynı özellikleri ile değişebilir ve suda eriyebilir kalsiyum içerikleri arasında ise, önemli negatif ilişkiler bulduklarını bildirmişlerdir.

Çelebi (1970), tekstürün toprak agregasyonu üzerine etkisini incelemiştir. Buna göre, kil içeriği ile agregasyon arasında pozitif ($r=0.795$) önemli ilişki, silt içeriği ile önemsiz bir ilişki, kil+silt içeriği ile pozitif ($r=0.645$) önemli ilişki, kum içeriği ile ise negatif ($r=-0.645$) önemli bir ilişki olduğunu bulmuştur.

Çelebi (1971), on iki adet yüzey toprağı üzerinde yapmış olduğu çalışmada örneklerin organik madde kapsamı ile agregasyon yüzdeleri arasında % 5 seviyesinde önemli pozitif ($r=0.534$) bir ilişki olduğunu bildirmiştir.

Sönmez (1972), onaltı adet yüzey toprağı üzerinde yapmış olduğu çalışmada, toprakların agregasyon yüzdeleri ile kil, katyon değiştirme kapasitesi, değişebilir kalsiyum ve magnezyum toplamı, elektriki kondaktivite ve porozite değerleri arasında önemli pozitif, silt, kireç, organik madde, değişebilir sodyum ve potasyum ile önemli olmayan ilişkiler tesbit etmiştir. Kil ve organik maddenin birlikte agregasyon üzerine etkisinin tek tek etkilerinden daha fazla olduğunu, organik maddesi % 1.2'den az olan örneklerde kil ile agregasyon arasındaki ilişki, organik maddesi % 1.2'den fazla olanlardakinden daha büyük olduğunu bildirmiştir. Araştırmacı kil ve silt toplamı ile agregasyon arasında önemli pozitif bir ilişki bulmuştur. Sonuç olarak, kil ve kalsiyum + magnezyum miktarı fazla ve dispers edici katyonların ise az olmasına karşılık yüksek bir agregasyon bulamamıştır. Araştırmacı bunun esas nedenini organik maddenin az olmasına bağlamaktadır. Yine aynı sebepten mevcut agregatlara büyük çoğunluğunun mikro agregat halinde olduğunu, topraklardaki fazla kireç nedeni ile organik madde hızlı bir şekilde ayrıştığı için agregasyon üzerindeki etkisinin kısa süreli olduğunu bildirmektedir.

Saatçi ve Altınbaş (1975), kumlu, kumlu tın tekstürden tın tekstüre kadar değişen tekstürlerde 18 adet toprak örneğinde organik madde içeriğinin agregasyon üzerindeki etkilerini incelemişler ve bu etkinin istatistiksel olarak önemli olmadığını tesbit etmişlerdir. Bu duruma organik madde içeriğinin düşük, toprağın hafif tekstürlü ve kültivasyonun olumsuz etkilerinin sebep olduğunu saptamışlardır.

Rengasamy ve ark. (1984), yaptıkları çalışmada agregat satabilitesinin toprağın değişebilir sodyum yüzdesindeki artış ile azaldığını, toprağın denge çözeltilerindeki elektrolit konsantrasyonunun artışıyla arttığını bulmuşlardır.

Ben-Hur ve ark. (1985), yaptıkları çalışmada agregat stabilitesinin toprağın değişebilir sodyum yüzdesine (DSY) bağlı olarak değiştiğini, düşük DSY ($DSY < 5.2$) oranlarında, DSY'nin agregat stabilitesi üzerine etkisinin az olduğunu, buna karşılık yüksek DSY'nin ($DSY > 5.2$) agregat stabilitesini önemli ölçüde etkilediğini, yüksek DSY'nin agregatları oluşturan primer parçacıklar arasında bulunan bağları zayıflattığını, bu sebeple agregatlar damlaların çarpma etkisine maruz bırakıldıklarında kolayca dağıldıklarını ortaya koymuşlardır.

Özdemir (1987), Iğdır ovası yüzey topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile, strüktürel dayanıklılık ve erozyona duyarlılık ölçütleri arasındaki ilişkileri incelemiştir. Araştırmacı toprakların organik madde içerikleri ile strüktürel dayanıklılık indeksi, agregat stabilitesi, boekel oranı ve çatlamaya karşı duyarlılık değerleri arasında önemli pozitif, kil yüzdesi, dispersiyon oranı ve toprak aşınım faktörü değerleri arasında da önemli negatif ilişkiler saptamıştır.

2.3. Toprak Agregasyonuna Bazı Islah Maddelerinin Etkileri

Toprağın kaymak bağlama ve kırılma değerini de önemli ölçüde etkileyen toprak agregasyonu üzerine çeşitli maddelerin etkilerinin araştırıldığı örnek çalışmalardan bazıları aşağıda özetlenmiştir.

Bhadrapur ve ark. (1970), toprak agregasyonuna ahır gübresi, yer fıstığı küspesi, jips ve sülfürün etkisini belirlemek için dört farklı yüzey toprağı üzerinde çalışmışlardır. Araştırmacılar sözkonusu ıslah maddelerini % 1 seviyesinde uygulayarak ve toprakların tarla kapasitesinin % 70'inde nemli tutarak 40 gün süreyle inkübasyona tabi tutmuşlardır. Deneme sonunda, ıslah maddelerinin 0.1 mm'den büyük agregatların miktarını önemli ölçüde artırdığını ve jipsin etkisinin sülfüre göre daha az olduğunu bildirmişlerdir.

Biswas ve ark. (1970), alüviyal bir toprağa ahır gübresi, yeşil gübre ve yerfıstığı küspesi ilave ederek, bunların toprak özellikleri üzerindeki etkilerini incele-

mişlerdir. Araştırmacılar, suya stabil agregatların miktarında, su geçirgenliği değerinde ve 1/3 barda tutulan nem miktarında önemli artışlar ortaya çıktığını ve en yüksek artışın yeşil gübre ile elde edildiğini saptamışlardır.

Biswas ve Khosla (1971), ahır gübresinin alüviyal ve lateritik topraklar üzerindeki etkisini incelemişler, topraklardaki agregasyonun ahır gübresi ilavesi ile arttığını belirlemişlerdir.

Ahuja ve Swartzendruber (1972), laboratuvar şartlarında yürüttükleri çalışmada siltli-tın bünyeye sahip bir toprağa farklı dozlarda (% 0.475-0.950 ve 1.900) portland çimentosu ilave ederek, tarla kapasitesinde su uygulayıp 1.3-7-14 ve 28 gün süre ile inkübasyona tabi tutmuşlardır. Araştırmacılar, inkübasyon sonunda kontrol ile kıyaslandığında çimento ilave edilen örneklerin suda stabil agregat miktarlarının yaklaşık 3 kat, agregasyon indeksinin ise yaklaşık 8 kat arttığını bildirmişlerdir. Ayrıca 12 saatlik su akışı sonunda çimento ilave edilen örneklerin hidrolik kondaktiviteleri başlangıç değerine yakın bir düzeyde kalırken, kontrol örneklerinin hidrolik kondaktivitelerinin başlangıç değerinin yarısına düştüğü bildirilmektedir. Araştırmacılar, çimentonun bu olumlu etkisini şöyle açıklamışlardır. Çimento; yanmış Ca_2SiO_4 , Ca_3SiO_5 , $Ca_3Al_2O_6$ ve $Ca_4Al_2Fe_2O_{10}$ 'dan ibarettir. Çimentoya su ilave edildiği zaman bu bileşikler jel haline gelmektedir. Araziye uygulanan çimentonun ağırlığının % 15'i oranında kireç serbest hale geçmektedir (Ca açığa çıkmaktadır). Toprak çimento ve su ile karıştırıldığında bu iki faktörden dolayı suya stabil agregatların miktarında önemli artışlar olmaktadır. Serbest kalsiyum değişim kompleksleri üzerinde bulunan diğer katyonlarla yer değiştirerek flokülasyonu artırırken, jelde bulunan her bir çimento zerresi, toprak parçacıkları (kil-silt-kum) arasına girerek geri dönüşümsüz dehidrasyon neticesinde, toprak parçacıklarını birbirine bağlamakta ve stabil agregatların oluşumunu artırmaktadır.

Dhoot ve ark. (1974), yürütmüş oldukları bir laboratuvar çalışmasında, öğütülmüş buğday samanı uygulanan bir toprağın 0.25 mm'den büyük agregat miktarının 75 günlük inkübasyon süresi sonunda, yaklaşık 2 kat arttığını tesbit etmişlerdir.

Stivers ve ark. (1977), ikisi iyi drenajlı ve ikiside zayıf drenajlı olan dört toprak üzerinde yaptıkları arazi çalışmalarında, hektara 0-3920-19600 kg portland çimentosu uygulayarak, 2 yıl süreyle mısır ve soya verimindeki değişiklikleri incelemişlerdir. Ayrıca araştırmacılar ıslak eleme yöntemiyle toprakların ortalama ağırlıklı çaplarını belirlemişlerdir. Buna göre hektara 19600 kg portland çimentosu uygulanması

mısır verimini % 11.9 oranında, ortalama ağırlıklı çapı ise % 54.5 oranında yükseltmiştir. Ayrıca araştırmacılar hektara 19600 kg portland çimentosu uygulanmasının ekonomik olmadığını, hektara 3920 kg uygulanmasının ekonomik olduğunu bildirmişlerdir.

Tisdall ve ark. (1978), üzerinde çalıştıkları toprağa dekara 5 ton olmak üzere koyun gübresi ve yulaf sapı karışımı uygulamışlardır. Bu karışımın kumlu tın tekstürdeki toprağın suya dayanıklı agregat miktarını uygulamayı takip eden ilk dört haftalık sürede önemli derecede artırdığını saptamışlardır. Toprak işlenmediği takdirde suya dayanıklı agregatların devamlılıklarını 32 hafta süre ile koruduklarını bildirmişlerdir.

Bahtiyar (1981), ince (3 mm) ve kalın (10 mm) olarak öğütülmüş çöp kompostunun, hafif ve ağır bünyeli toprakların bazı fiziksel özellikleri üzerine etkilerini incelemiştir. Kompost uygulamasının toprakların hava geçingenliğini, tarla kapasitesinde tutulan nem miktarını ve agregat stabilitesini artırdığını ortaya koymuştur.

Guidi ve ark. (1981), kumlu tın tekstürdeki bir toprağın suya dayanıklı agregatları üzerine 5 ve 15 ton/dekar düzeyinde çiftlik gübresi, kanalizasyon çamuru ve çöp kompostu uygulamalarının etkilerini incelemiştir. Buna göre sözkonusu maddelerin dozlarındaki artış ile paralel olarak suya dayanıklı agregatların miktarını artırdığını bildirmişlerdir.

Demiralay (1982), kil içeriği yüksek (% 67.7), hafif alkali reaksiyonlu, % 0.3 kireç, % 2.1 organik madde ve 50 me/100 g kation değişim kapasitesine sahip toprak üzerinde yaptığı çalışmada, toprağa hava kurusu ağırlık esasına göre % 0-1-2-4-8-12 oranlarında arpa samanı, % 0-1 ve 2 oranlarında CaCO₃ ilave ederek tarla kapasitesinde 9 ay inkübasyona tabi tutmuştur. Araştırmacı her üç ayda bir toprakların agregat stabilitesini tesbit etmiştir. Buna göre, arpa samanı her dönemde agregat stabilitesine istatistiksel olarak % 1 seviyesinde önemli pozitif yönde etki ederken, kireç ilavesinin agregat stabilitesini % 5 seviyede önemli negatif yönde etkilediğini bildirmiştir.

Chandra ve De (1982), laboratuvar koşullarında toprağa % 1 ve 2 düzeyinde ilave edilen ahır gübresinin, 15 ve 30 günlük inkübasyon süreleri sonunda toprakların agregat stabilitesi ve erozyona duyarlılık gibi özelliklerini nasıl etkilediğini araştırmışlardır. Araştırmacılar, ilave edilen miktar arttıkça agregat stabilitesinin arttığını bildirmektedirler.

Yalçuk (1984), 0-4-8-12 ton/dekar düzeylerindeki çöp kompostu uygulamalarının ağır ve hafif bünyeli toprakların fiziksel özellikleri üzerindeki etkilerini incelemiştir. Sonuçta, çöp kompostu uygulamasının toprakların hava ve su geçirgenliğini, organik madde miktarını artırdığını, fakat strüktür stabilitesi değerini etkilemediğini tesbit etmiştir.

Christensen (1986), topraklara karıştırılan samanın toprakların agregat büyüklüğüne ve dağılımına etkisini araştırmıştır. Saman uygulamasının tınlı kum bünyeli toprakta 1-20 mm arasındaki agregat miktarını artırdığını ve kumlu killi tın bünyeli toprakta ise etkili olmadığını belirtmiştir.

Aran (1986), kaba bünyeli topraklara ahır gübresi ilavesinin toprak özellikleri üzerindeki etkilerini incelemiş ve 2-4-6 ton/dekar düzeyindeki uygulamalar içerisinde yalnızca 6 ton/dekar düzeyindeki uygulamanın toprakların strüktür stabilitesi ölçütünü önemli ölçüde artırdığını ifade etmiştir.

Bayramın ve Özkan (1989), farklı büyüklükteki (0-0.8 mm, 0.8-1.2 mm, 1.2-2.0 mm) üç agregat grubunu, iki farklı nem seviyesinde (doygunluk ve 0.5 bar) dengeye getirerek, iki farklı donma sıcaklığında (-6°C ve -18°C) 20 kez donma-çözünme çevrimine tabi tutmuşlardır. Bu işlemler neticesinde örneklerin agregat stabilite ve hidrolik iletkenlikleri saptanmıştır. Buna göre, araştırmacılar, donma-çözünmenin her iki nem seviyesinde ve her iki donma sıcaklığında agregat stabilitesini önemli ölçüde azalttığını, buna karşın hidrolik iletkenlik değerini ise önemli ölçüde artırdığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar buna sebep olarak kapılar olmayan boşluklardaki artışları göstermişlerdir.

Özdemir (1991), üç farklı toprağa % 0-0.5-1.2 ve 4 dozlarında ahır gübresi, buğday samanı, fiğ samanı ve çöp kompostu ilave ederek on haftalık inkübasyona tabi tutmuştur. Deneme sonunda şu neticeleri elde etmiştir.

a- 250 mikrondan büyük suya dayanıklı agregatların miktarı, strüktürel stabilite ölçütü ve boekel oranı değeri istatistiksel bakımdan önemli düzeyde artmıştır.

b- Dispersiyon oranı, erozyon oranı, geçirgenlik oranı ve toprak aşınım faktörü değerleri istatistiksel bakımdan önemli düzeyde azalmıştır.

c- Doğrusal uzama katsayısı, yüzde büzülme ve balçıklaştırılarak hazırlanan birketlerin kırılma değerlerini yine istatistiksel bakımdan önemli düzeyde azaltmıştır. Araştırmacı ıslah maddelerinin etkilerinin birbirlerinden farklı olduğunu çöp kompostu-

nun etkinliğinin ahır gübresi, buğday samanı ve fiğ samanına göre daha düşük düzeyde çıktığını bildirmektedir.

Canbolat (1992), dört adet yüzey toprağı üzerinde yapmış olduğu çalışmada, ahır gübresi ve buğday samanını beş dozda uyguladığı örnekleri tarla kapasitesine yakın rutubette 45 gün inkübasyona tabi tutmuştur. Araştırma sonuçlarına göre; organik materyallerin ilave edilme düzeyine bağlı olarak, toprakların organik maddesi, agregat stabilitesi ve geçirgenlik değerini artırdığını bildirmiştir.

2.4. Kabuk Bağlama Problemini Önleme Üzerine Yapılan Çalışmalar

Kabuklanma problemi olan bir toprağı % 2.5 oranında ahır gübresi ilave eden Nuttal (1970), kontrole göre kırılma değerinin % 51 oranında azaldığını ve kolza bitkisinin sürgün çıkışının kontrole göre önemli ölçüde arttığını bildirmektedir.

Tiarks ve ark. (1974), siltli killi tın tekstürdeki bir yüzey toprağına ahır gübresinin etkilerini incelemişler ve gübre ilavesiyle toprağın kırılma değerinin azaldığını, organik karbon miktarının ve agregasyon derecesinin arttığını kaydetmişlerdir.

Hafez (1974), laboratuvar koşullarında yapmış olduğu çalışmada killi bir toprağı % 1-3 ve 5 dozlarında çeşitli ahır gübrelere (sığır, koyun, tavuk, hindi, at) karıştırmış ve bu gübrelere toprağın fiziksel özellikleri üzerindeki etkilerini incelemiştir. Araştırmacı, üç haftalık inkübasyon sonunda toprağı % 5 dozunda karıştırılan ahır gübresinin toprağın 0.5 mm'den büyük suda dayanıklı agregat içeriğini önemli ölçüde artırdığını, tarla kapasitesinde tutulan nem miktarını yükselttiğini ve kırılma değerini ise düşürdüğünü saptamıştır.

Unger ve Stewart (1974), yaptıkları bir arazi çalışmasında parsellere dört yıl süreyle arkası arkasına 0-22-67-134-268 ton/hektar ahır gübresi uygulamışlar ve bu süre sonunda toprakların su tutma kapasitelerini, hacimsel yoğunluklarını, kabuk direncini, proziterlerini, organik madde içeriklerini ve suya dayanıklı agregat yüzdelerini tespit etmişlerdir. Buna göre kontrollarla kıyaslandığında ahır gübresi ilave edilen parsel topraklarının doygunluk yüzdeleri, 0.2-1.5 barlık tansiyonlarda tutulan su içerikleri, organik madde yüzdeleri ve elektriksel iletkenlik değerlerinde istatistiksel bakımdan önemli

artışlar olmuştur. Diğer yandan 15 barlık tansiyonda tutulan su içeriğinde ve suya dayanıklı agregat yüzdesinde istatistiksel bakımdan önemsiz artışlar kaydedilmiştir. Toprakların hacimsel yoğunlukları ahır gübresi dozundaki artış ile azalmış, ancak kabuk direncinde ise istatistiki bakımdan önemsiz azalış meydana gelmiştir.

Lutz ve Haque (1975), montmorillonit, kaolinit ve bunların eşit orandaki karışımlarına, iki değişik fosfor kaynağından (fosforik asit ve monokalsiyum fosfat) değişik dozlarda (0-1600 ppm) fosfor uygulayarak bu uygulamaların kırılma direnci üzerine etkilerini incelemiştir. Buna göre, uygulanan fosfor konsantrasyonu arttıkça kırılma kuvvetleri azalarak artan oranlarda düşmüştür. Her iki fosfor kaynağının etkileri yaklaşık eşit bulunmuştur.

Tüzüner ve Yörük (1980), kaymak tabakası bağlama sorunu olan bir toprağa değişik düzeylerde ahır gübresi (0-2000-4000-6000 kg/dekar), saman (0-250-500-750 kg/dekar) uygulamışlardır. Ahır gübresi toprak yüzeyine uygulanarak sürümle tohum yatağına karıştırılmıştır. Saman toprak yüzeyine serpilmiştir. Yeşil gübre tohum yatağı derinliğine karıştırılırken, perlit tohum yatağı derinliğine uygulanmıştır. Uygulanan materyallerin kaymak tabakasının direncini azalttığı ve bu maddeler içinde samanın en fazla azatıcı etkiye sahip olduğu bildirilmiştir.

Gür (1981), Van ve Muş yörelerinden almış olduğu toprak örneklerine öğütülmüş buğday ve koca fiğ samanı karıştırmış ve deneme topraklarından izole ettiği iki mantar türünü bu karışıma aşılammıştır. Araştırmacı bu işlemlerin agregat stabilitesi ve kırılma değeri üzerindeki etkilerini incelemiştir. 0-45-90 günlük inkübasyon süreleri sonunda yapılan analizler sonucu araştırmacı, fiğ samanının buğday samanından daha fazla bir agregasyon sağladığını ve kırılma değerini önemli ölçüde düşürdüğünü tesbit etmiştir.

Sönmez (1982), Van yöresi topraklarında, toprakların agregasyonu, agregat stabilitesi ve kabuk sertliği üzerine fosforik asit, triple süper fosfat ve ahır gübresinin etkilerini araştırdığı çalışmada, uygulanan her iki fosforlu bileşiğin ve ahır gübresinin toprakların agregat stabilitesini artırdığını ve hazırlanan birketlerin kırılma değerini düşürdüğü belirtilmektedir. Söz konusu maddelerin olumlu etkilerinin dozlarındaki artış ile arttığını ve fosforik asidin etkisinin daha fazla olduğunu bildirmiştir.

Debicki ve Wontroba (1986), bazı materyallerin podzolik toprakların kabuk oluşumu ve penetrasyon direncine etkilerini araştırmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre

lağım çamuru, kümes hayvanı atığı, üre ve ağaç kabuğu karışımı sulandırıldıktan sonra kurutularak kullanımı durumunda kabuk oluşumu ve penetrasyon direncini maksimum ölçüde düşürdüğü anlaşılmıştır.

Berkman (1986), Çukurova bölgesinde kabuk oluşturma problemi bulunan silt içeriği yüksek olan topraklar üzerinde yapmış olduğu çalışmada, topraklara değişik düzeylerde hidroklorik asit ilave ederek kirecin bir kısmını uzaklaştırmış ve bu toprakların kırılma değerlerini tesbit etmiştir. Araştırmacı kireç içeriğiyle kırılma değeri arasında herhangi bir ilişki elde edememiştir.

Kumar ve Hazra (1989), Cluster fasülyesinin sürgün çıkışı üzerine kabuk direnci, toprak rutubeti ve toprak amenajmanının etkilerini incelemiştir. Araştırmacılar toprak kabuk direnci ve toprak rutubetiyle sürgün çıkışı arasında önemli ilişki olduğunu, 5 ton/hektar düzeyindeki kuru çayır otunun yüzeye serilip on gün sonra kaldırılmasının sürgün çıkışını artırdığını belirtmektedirler.

Uyanöz (1993), kaymak bağlama problemi olan bir toprağa saman, pancar yaprağı ve hızar tozunu değişik dozlarda (% 0-1-2) ilave ederek iki ay süreyle yaklaşık tarla kapasitesinde inkübasyona tabi tutmuştur. Deneme sonunda toprağın kırılma değeri ve agregat stabilitesini tayin etmiştir. Kontrole göre organik artık ilave edilen örneklerin kırılma değerleri düşmüş, agregat stabilitesi artmıştır. Buradaki düşüş ve artış ilave edilen maddelerin dozlarıyla ilişkili olarak değişmiştir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma alanının konumu

Araştırma alanı olarak seçilen Konya ovası, İç Anadolu bölgesinin güneyinde, 36°51'-39°29' kuzey enlemleri ile 31°36'-34°52' doğu boylamları arasında yer alır. Konya ovası Konya kapalı havzası içerisinde bulunmaktadır. Havzanın yüzölçümü 5.426.980 hektar olup, Türkiye'nin % 7.0'sini oluşturur. Havza kuzeyde Sakarya ve Kızılırmak, doğuda Kızılırmak ve Seyhan, güneyde Doğu Akdeniz, batıda Antalya ve Akarçay havzaları tarafından çevrelenmektedir (Anonymous, 1978).

Araştırma alanı olarak seçilen bölge ise, genelde Alüviyal toprakların yaygın olarak bulunduğu ve kaymak bağlama probleminin şiddetli olarak görüldüğü Konya-Cumra-Karapınar üçgeninde bulunmaktadır.

3.1.2. İklim özellikleri

Konya ovası yarı kurak ve kurak iklim özelliklerine sahip olup, kışları soğuk ve yağışlı, yazları sıcak ve kurak geçmektedir. Konya Meteoroloji İstasyonu'na ait bazı iklimsel değerler Tablo 3.1'de sunulmuştur. Tablonun incelenmesinden anlaşılacağı üzere bölgede yağışların çoğunluğu kış aylarında düşmekle birlikte ilkbahar ve sonbaharda da düşmektedir. En yağışlı ay 44.4 mm ile Mayıs, en kurak ay 3.6 mm ile Ağustos ayıdır. Yıllık yağış miktarı 323.8 mm olup bunun yetişme mevsimi (Nisan-Ekim) süresindeki miktarı 146.6 mm'dir. Uzun yıllar ortalaması esas alındığında en sıcak ay 23.1°C ile Temmuz, en soğuk ay -0.1°C ile Ocak ayıdır. Ortalama yıllık sıcaklık 11.5°C, ortalama nispi nem % 60 ve ortalama yıllık buharlaşma 1172.6 mm'dir.

Tablo 3.1. Araştırma Alanına İlişkin Bazı İklimsel Veriler (DMİ, 1989)

Rasat Süresi (Yıl)	İklimsel Değerler	A Y L A R												Yıllık Ort.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
42	Yağış (mm)	39.8	33.2	30.5	27.2	44.4	25.2	6.3	3.6	13.2	26.7	30.8	42.9	323.8
42	Ort. Sıcak. (C)	-0.1	1.5	5.1	11.0	15.8	19.7	23.1	23.0	17.9	12.4	6.7	2.0	11.5
37	Buhar. (mm)	21.4	32.0	66.1	103.2	117.5	146.3	201.8	202.0	138.0	81.9	39.5	22.9	1172.6
41	Nispi Nem (%)	78	74	65	57	56	40	41	40	47	59	72	80	60

3.1.3. Jeolojik özellikler

Konya ovası jeolojik bakımdan 4. zamana kadar bir iç deniz olup, toprakların üst katmanlarını bu denizin kalker çöküntüleri oluşturmuştur. Dördüncü zamanın plio-sen ve neojen devirlerinde iklimin giderek kuraklaşması nedeniyle iç deniz yavaş yavaş kurumuş, çöl karakteri gösteren yer yer tuzlu bir ova halini almıştır (Anonymous, 1978).

Konya ovasının batısında şistler, mermerler ve kalkerler, güneyde kratase kalkerleri ve yeşil taş mostraları görülür. Ovadaki neojen yaşlı konglomera, kalker, kil ve taban konglomeralarının bulunması zengin yeraltı suyu rezervuarlarının oluşumunu sağlar (Anonymous, 1978).

3.1.4. Toprak özellikleri

Ova toprakları genellikle ağır bünyeli ve kireç yönünden zengindirler (% 8-80). Bazı kısımlarda orta bünyeli, pek az olarakta hafif bünyeli topraklara rastlanır. Et-kili toprak derinliği genelde 40-80 cm arasında değişmektedir. Ovanın geniş bir alanı düz ve düze yakın eğime sahiptir. Çukur topoğrafyalı alanlarda ise yer yer tuzlu ve sodyumlu topraklar oluşmuştur. Toprak oluş faktörlerinden özellikle yağış etkisinin azlığı sebebiyle ova toprakları zayıf profil gelişimi göstermektedir. Genelde topraklar A-C horizonlu olup, B horizonu gelişimi zayıftır. Ovada sığ göllerin kurumasiyla yer yer bitki artıklarının ayrışmasıyla peat yapılı organik yataklar bulunmaktadır (Anonymous, 1978).

3.1.5. Tarımsal yapı ve üretim

Ovada en çok hububat tarımı yapılmaktadır. Üretimde ilk sırayı buğday alırken bunu arpa takip etmektedir. Üretimi yapılan diğer türler şeker pancarı, yonca, ayçiçeği, nohut, tarla fasülyesi, kavun ve kimyondur. Ayrıca ovada sebzecilik ve meyvecilikte yapılmaktadır.

3.1.6. Toprak örnekleme yerleri

Araştırmada, Konya ovasından, kaymak tabakası oluşturma eğilimi bulunan 16 farklı yerden 1992 yılı Temmuz ayında alınan yüzey toprak örnekleri (0-15 cm) kullanılmıştır. Örneklerin alındığı sahanın topraklarının büyük çoğunluğu alüviyal topraklar olarak sınıflandırılırken, hidromorfik alüviyal, kolüviyal ve vertisol toprakların da daha az miktarda bulunduğu bildirilmiştir (Anonymous, 1978). Örnek yerleri Harita 3.1'de gösterilmiş ve aşağıda tanımlanmıştır.

1 no'lu toprak örneği; Konya-Çumra istikametinde, eski Çumra yolu üzerinde, Çumra'ya 1 km mesafede, ana sulama kanalının batısında bulunan ve tarla olarak kullanılan araziden alınmıştır.

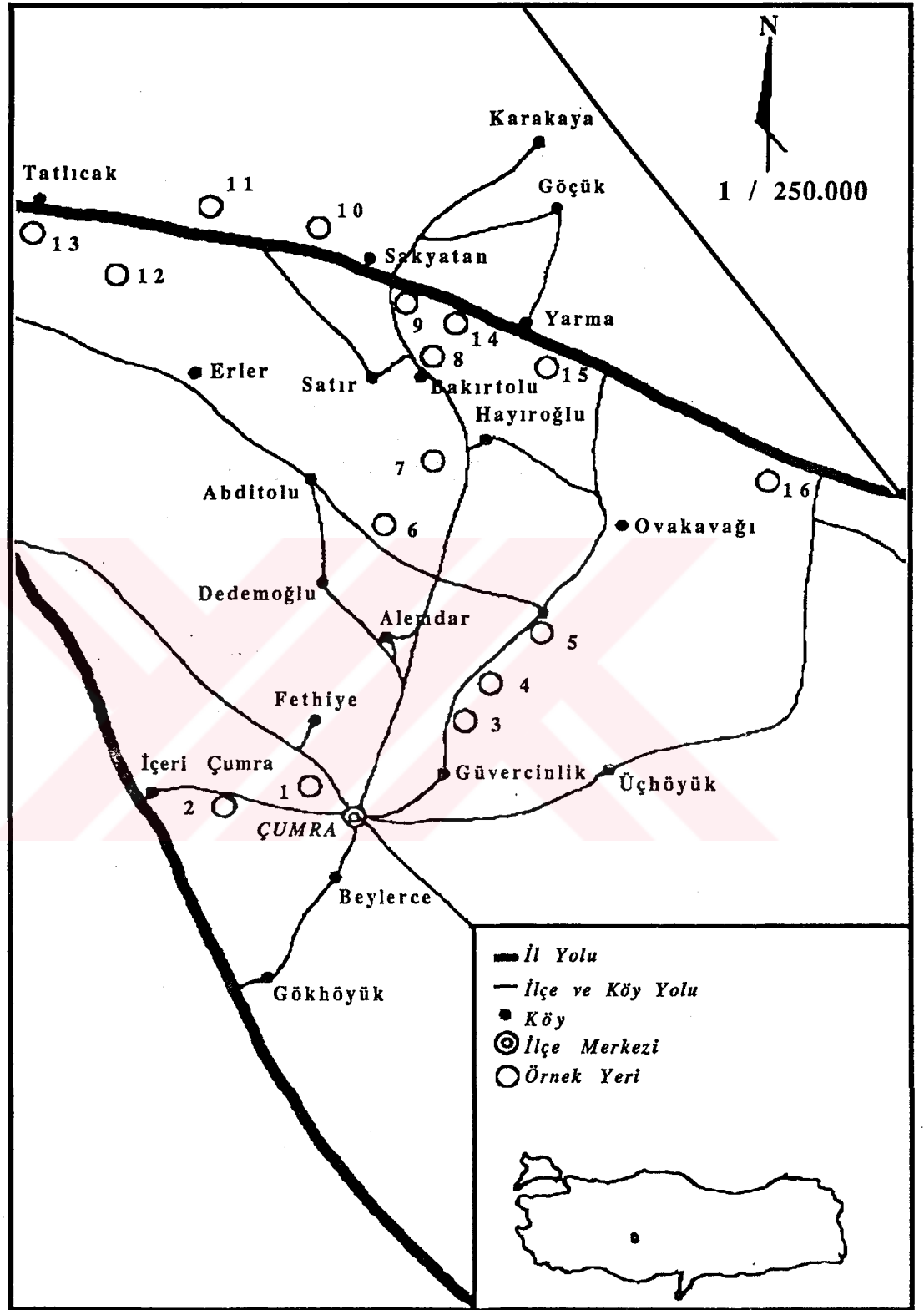
2 no'lu toprak örneği; İçeri Çumra-Çumra istikametinde, karayolunun güneyinde, Çumra'ya 5 km mesafede, yolun sağında bulunan ve tarla olarak kullanılan araziden alınmıştır.

3 no'lu toprak örneği; Güvercinlik-Karkın köyü istikametinde, Güvercinliğe 2.5 km mesafede, yolun güney-doğusunda bulunan ve tarla olarak kullanılan araziden alınmıştır.

4 no'lu toprak örneği; Güvercinlik-Karkın köyü istikametinde, Karkın'a 5.5 km mesafede, yolun güney-doğusunda bulunan ve tarla olarak kullanılan araziden alınmıştır.

5 no'lu toprak örneği; Güvercinlik'den Karkın köyüne giden yol kenarında köye girişte, yolun sağında bulunan ve tarla olarak kullanılan araziden alınmıştır.

6 no'lu toprak örneği; Küçük köy-Abditolu köyü istikametinde, Küçük köye 3 km mesafede, yolun güney-doğusunda bulunan ve tarla olarak kullanılan araziden alınmıştır.



Şekil 3.1. Toprak örneklerinin alındığı yerleri gösteren harita

7 no'lu toprak örneği; Küçük köy-Bakırtolu köyü istikametinde, Küçük köye 8 km mesafede, yolun batı tarafında bulunan ve tarla olarak kullanılan araziden alınmıştır.

8 no'lu toprak örneği; Bakırtolu-Sakyatan istikametinde, Sakyatan'a 4 km mesafede, yolun doğusunda bulunan ve tarla olarak kullanılan araziden alınmıştır.

9 no'lu toprak örneği; Bakırtolu-Sakyatan istikametinde, Sakyatan'a 2 km mesafede, yolun doğusunda bulunan ve tarla olarak kullanılan araziden alınmıştır.

10 no'lu toprak örneği; Sakyatan-Konya istikametinde, Sakyatan'a 2 km mesafede, yolun kuzeyinde bulunan ve tarla olarak kullanılan araziden alınmıştır.

11 no'lu toprak örneği; Sakyatan-Konya istikametinde, Sakyatan'a 7 km mesafede, yolun kuzeyinde bulunan ve tarla olarak kullanılan araziden alınmıştır.

12 no'lu toprak örneği; Sakyatan-Konya istikametinde, Sakyatan'a 13 km mesafede, yolun güneyinde yoldan 500 m içeride bulunan ve tarla olarak kullanılan araziden alınmıştır.

13 no'lu toprak örneği; Karatay merkez ilçeye bağlı Tatlıcak köyünün güneyinde, karayoluna 50 m mesafede, bulunan ve tarla olarak kullanılan araziden alınmıştır.

14 no'lu toprak örneği; Sakyatan-Yarma istikametinde, Sakyatana 4 km mesafede, yolun güneyinde bulunan ve tarla olarak kullanılan araziden alınmıştır.

15 no'lu toprak örneği; Konya-Karapınar istikametinde, Karapınar'a 57 km mesafede, yolun güneyinde bulunan ve tarla olarak kullanılan araziden alınmıştır.

16 no'lu toprak örneği; Konya-Karapınar istikametinde, Karapınar'a 42 km mesafede, yolun sağında bulunan ve tarla olarak kullanılan araziden alınmıştır.

3.1.7. Denemede kullanılan ıslah maddeleri

3.1.7.1. Kalsiyum hipoklorit

Denemede kullanılan kalsiyum hipoklorit ($\text{Ca}(\text{OCl})_2$) çamaşır suyu yapımında kullanılan, bileşiminde kalsiyum ve klorun fazla olduğu toz şeklinde bir materyaldir.

3.1.7.2. Çimento

Araştırmada kullanılan çimento, Konya çimento fabrikasından temin edilmiştir. Bu çimento; % 75-80 kalker, % 20-25 kil ve % 0.5-1 pirit külünden ibaret "Şenk" denen karışımın 1450°C'de fırınlanması ve sonra içerisine % 13-14 Tras denilen öğütülmüş volkanik cüruf ve % 3-4 alçıtaşı ilave edilmesi ile üretilmektedir. Katkılı çimento olarak isimlendirilen bu çimentonun bileşimi Tablo 3.2 ve 3.3'de sunulmuştur (ÇMD, 1993).

Tablo 3.2. Çimentonun Bileşimi (ÇMO, 1993).

Bileşik	%
SiO ₂	25.46
Al ₂ O ₃	6.64
Fe ₂ O ₃	3.03
CaO	56.02
MgO	1.32
K ₂ O+Na ₂ O	1.12
SO ₃	2.74
Kızdırma kaybı ve tayin edilemeyenler	3.67

Tablo 3.3 Çimentonun CaCO₃ Kap-samı ve Tekstürü

Bileşik	%
CaCO ₃	8.65
Kil	7.96
Silt	79.38
Kum	12.66

3.1.7.3. Kum

Denemede kullanılan kum; Karapınar civarında yaygın olarak bulunan, koyu renkli, inşaat sektöründe kullanımı fazla olan volkanik bir materyaldir. Denemede kullanılmadan önce 2 mm'lik elekten geçirilmiş ve alta geçen malzeme kullanılmıştır.

3.1.7.4. Ponza

Karaman Karadağ yakınlarındaki ocaktan temin edilen ponza 2 mm'lik elekten geçirildikten sonra alta geçen kısım denemede kullanılmıştır. Volkanik, gözenekli ve hacim ağırlığı düşük (0.99 g/cm³) bir materyaldir.

3.1.7.5. Ahır gübresi

Denemede kullanılan olgunlaşmış ahır gübresi (sığır gübresi) Hayvancılık Araştırma Merkezinden temin edilmiştir. Kullanılmadan önce havada kurutulup ezilerek 2 mm'lik elekten geçirilmiş ve alta geçen kısım kullanılmıştır.

3.1.7.6. Çöp kompostu

İçel belediyesi tarafından üretilen çöp kompostu havada kurutulduktan sonra ezilerek 2 mm'lik elekten geçirilmiş ve alta geçen kısım denemede kullanılmıştır.

3.1.7.7. Buğday samanı

Denemede buğday samanı olarak öğütülmüş ve 2 mm'lik elekten geçirildikten sonra alta geçen kısım kullanılmıştır.

3.1.7.8. Fosforik, sülfirik ve hidroklorik asit

Kimyasal dereceli fosforik, sülfirik ve hidroklorik asit metot bölümünde belirtildiği şekilde seyreltilerek kullanılmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Toprak örneklerinin alınması ve analize hazırlanması

Toprak haritası (Anonymous, 1978) ve arazi gözlemleri neticesinde tesbit edilen her bir örnek yerinden 0-15 cm derinlikten yaklaşık 20-30 kg toprak örneği alınmış, laboratuvarında havada kurutulmuş ve bir kısmı 2 mm'lik elekten geçirilmiş diğer kısmı ise doğal haliyle plastik saksılar içerisinde saklanmıştır.

3.2.2. Toprak örneklerinden denemeye esas örneğin seçimi

Materyal bölümünde belirtildiği üzere Konya ovasının 16 değişik yerinden alınan toprak örneklerinin laboratuvarda yapılan analizleri neticesinde, en yüksek kırılma değeri veren yani kabuk oluşturma açısından en fazla problemlili olduğu tesbit edilen 11 nolu toprak örneği denemeye esas olmak üzere seçilmiştir. Bu örneğin bulunduğu yerden 0-15 cm derinlikten yeterli miktarda örnek alınıp, 2 mm'lik elekten geçirilmiştir. Çeşitli ıslah maddelerinin kırılma değeri üzerindeki etkileri bu örnek üzerinde denenmiş ve etkili olduğu tesbit edilen iki ıslah maddesinin bezostiya çeşidi buğdayda, sürgün çıkışı ve buğday gelişimi üzerindeki etkileri gözlenmiştir.

3.2.3. Laboratuvar analiz metotları

Zerre yoğunluğu : Piknometre metodu ile tayin edilmiştir (Black, 1965).

Mekanik analiz : "Bouyoucos Hidrometresi" yöntemi uygulanmıştır (Day, 1965).

Kil tipi : X-ışını difraksiyonu yöntemiyle tesbit edilmiştir. Buna göre 40 g toprak örneği deiyonize su içerisinde elektrikli karıştırıcı ile 10 dakika dispers edilmiş, hacmi bir litreye tamamlanmış ve kil fraksiyonu (< 2 mikron) diğer kaba fraksiyonlardan sedimentasyon tekniğiyle ayrılmıştır. En son süspansiyon halinde elde edilen kil, ayrı ayrı potasyum ve magnezyum ile doyurulmuş, örnekler cam levha üzerinde paralel dizilme tekniğine göre hazırlandıktan sonra havada kurutulmuştur. Bu şekilde hazırlanan örnekler radyasyon kaynağı bakır olan bir x-ışını difraktometresi ile difrakte edilmiştir. Potasyumla doymuş örnek 550°C'de 2 saat ısıtıldıktan ve magnezyumla doymuş örnek etilen glikol ile doyurulduktan sonra yeniden okunarak elde edilen difraktogramlardan kil çeşitleri saptanmıştır (Black, 1965).

Tarla kapasitesi : Basınç tablası kullanılarak, 1/3 bar basınçta toprakta tutulan nem yüzdesi olarak belirlenmiştir (Peters, 1965).

Devamlı solma noktası : Basınç membranı aleti kullanılarak, 15 bar basınçta toprakta tutulan nem yüzdesi olarak belirlenmiştir (Peters, 1965).

Faydalı su kapasitesi : Tarla kapasitesi değerinden devamlı solma yüzdesi değeri çıkarılarak bulunmuştur (Peters, 1965).

Dispersiyon oranı (DO) : Dispers edilmeden önce ve sonra topraktaki silt + kil fraksiyonlarının hidrometre ile ölçülmesini takiben aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır (Ngatunga ve ark., 1984).

$$DO = \frac{\text{Süspansiyonda ölçülen (silt + kil), \%}}{\text{Mekanik analizde ölçülen (silt + kil), \%}} \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

Agregat stabilitesi (AS) : Toprak örneklerinin agregat stabilitesi değerlerinin belirlenmesinde "ıslak eleme" yöntemi kullanılmış ve bunun için Kemper (1965) esas alınmıştır. Çapları 1-2 mm arasında olan toprak agregatları 0.25 mm'lik elek üzerine aktarılmış, su içerisinde 5 dakika ıslatılmış ve yine su içerisinde 5 dakika elemeye tabi tutulmuştur. Eleklere dalış derinliği 5.5 cm ve dalış sıklığı 30 devir / dakika olarak ayarlanmıştır. Agregat stabilitesi değeri, kum miktarı için düzeltme işlemi kapsayan eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\% AS = \frac{(\text{Stabil agregat + Kum ağırlığı}) - \text{Kum ağırlığı}}{\text{Toprak örneği ağırlığı} - \text{Kum ağırlığı}} \times 100 \dots\dots\dots (2)$$

Kırılma değeri Deneme topraklarının kırılma değerini saptamada, Richards'ın (1953) geliştirdiği ve Reeve (1965) tarafından ayrıntıları verilen kırılma değeri "modulus of rupture" ölçme yöntemi kullanılmıştır. Bunun için her uygulamaya ait toprak örnekleri, boyutları 1x3.5x7 cm olan kalıplara doldurulup, üzerleri düzeltildikten sonra alttan ıslatılmış ve 50°C'ye ayarlı etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Bu şekilde hazırlanan birketler, kırma aygıtının (tek kefeli, sürgülü terazinin) kefesine yerleştirilmiş, arası 5 cm olan destekler üzerine, tam ortalayacak şekilde konulmuştur. Kesme bıçağı ise birketi üstten ortalayacak şekilde ve birkete değme noktasında tutulmuştur. Sonra, terazi kolunun ucundaki kaba dakikada 2000 g yük uygulayacak şekilde su jeti tatbik edilmiştir. Kırılma anında su jeti kesilmiş, harcanan su miktarı, birketin eni ve boyu tesbit edilerek kırılma kuvveti aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.

$$S = \frac{3FL}{2bd^2} * \frac{1}{1.000} \dots\dots\dots (3)$$

Burada;

S : Kırılma değeri, (milibar)

F : Birketin ortasına uygulanan kırma kuvveti, (dyn)

L : Birketin konulduğu destekler arası mesafe, (cm)

b : Birketin kırılma yüzeyinin eni, (cm)

d : Birketin kırılma yüzeyinin kalınlığı, (cm)

Literatürde verilen değerlerle karşılaştırmalarda kolaylık sağlaması bakımından kırılma değeri milibar cinsinden ifade edilmiştir.

Rutubet içerikleri : Deneme materyallerinin ve birketlerin nem içerikleri, 105-110°C'de etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutularak gravimetrik olarak hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Rutubet} = \frac{\text{Yaş ağırlık} - \text{Kuru ağırlık}}{\text{Kuru ağırlık}} \times 100 \dots\dots\dots (4)$$

Penetrasyon direnci : Penetrasyon dirençleri 0-5 kg/cm² arasında ölçüm yapabilen el penetrometresi kullanılarak tayin edilmiştir (Glancey ve ark., 1988).

Reaksiyon (pH) : Toprakların pH değerleri 1 : 2.5'lük toprak-su karışımında cam elektrodlu pH metre ile ölçülmüştür (Peech, 1965).

Elektriki iletkenlik (EC) : 1: 2.5'lük toprak-su karışımında iletkenlik aleti kullanılarak tayin edilmiştir (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954).

Organik madde : Organik maddenin oksidasyonu esasına dayanan "Smith Weldon" yöntemi uygulanarak tayin edilmiştir (Hocaoğlu, 1966).

Kireç : Örneklerin kireç içerikleri "Scheibler Kalsimetresi" ile hacimsel olarak belirlenmiştir (Hızalan ve Ünal, 1966). Toprak fraksiyonlarındaki kireç miktarları, eleme ve sedimentasyon yöntemine göre ayrılan fraksiyonlarda kalsimetre kullanılarak yapılmıştır. Bouyoucos yöntemine göre dispersiyonu sağlanan örneklerdeki 0.05 mm'den büyük zerreler ıslak eleme yapılarak ayrılmıştır. Elek altına geçen örnekler Bouyoucos silindirine doldurulduktan sonra kil ve silt Stokes kanununun göre ayrılmıştır.

Katyon değişim kapasitesi (KDK) Örneklerin katyon değişim kapasitesi "Bower" yöntemine göre belirlenmiştir. Değişim kompleksleri önce sodyum ve sonrada amonyum ile doyurulmuş, açığa çıkan sodyum miktarı alev fotometresinde okunmuştur (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954).

Ekstrakte edilebilir katyonlar Toprak örneklerinden pH'sı 7'ye ayarlanmış bir normal amonyum asetat çözeltisi kullanılarak ekstrakte edilen katyonlardan

sodyum ve potasyum alev fotometresi ile, kalsiyum ve magnezyum ise aynı ekstrakta EDTA metodu ile tayin edilmiştir (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954).

Suda serbest katyonlar : Toprak örneklerinden 10 g tartılıp üzerine 50 ml saf su ilave edilmiştir. Hazırlanan karışım 30 dakika çalkalandıktan sonra mavi bant filtre kağıdından geçirilerek elde edilen çözeltilerdeki sodyum ve potasyum alev fotometresi ile, kalsiyum ve magnezyum ise aynı çözeltide EDTA ile tayin edilmiştir (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954).

Suda serbest anyonlar : Karbonat ve bikarbonat, suda serbest katyonların tayin edildiği çözeltide sülfirik asit titrasyonu yoluyla belirlenmiştir (Richards, 1954). Sülfat tayini, yine aynı çözeltide asit-tuz çözeltisi kullanılarak kolorimetrik olarak tayin edilmiştir (Gamsız ve Ağacık, 1981). Klor tayini de aynı çözeltide potasyum kromat indikatörü kullanılarak $AgNO_3$ ile titre edilmek suretiyle belirlenmiştir (Kacar, 1990).

Değişebilir katyonlar Bir normal amonyum asetat ile ekstrakta edilebilir katyonlardan suda serbest katyonların çıkartılması ile hesaplanmıştır (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954).

Değişebilir sodyum yüzdesi : 100 g topraktaki miliekivalan (me) olarak değişebilir sodyum değerinin katyon değişim kapasitesi (me/100 g) değerine bölünüp 100 ile çarpılmasıyla bulunmuştur (Sağlam, 1978).

3.2.4. İslah maddelerinin kırılma değeri üzerine 15 günlük etkisinin belirlenmesi

Araziden getirilen 16 toprak örneğinin laboratuvarında yapılan analizleri neticesinde kırılma değeri en yüksek olarak tesbit edilen 11 no'lu toprak örneği, 2 mm'lik elekten geçirildikten sonra fırın kuru ağırlık esasına göre tartılan 500 g'lık örnekler plastik saksılara konulmuştur. Bu saksılara, ıslah maddeleri dört değişik dozda tesadüfi olarak ilave edilmiştir. Kalsiyum hipoklorit, çimento, kum, ponza, ahır gübresi, çöp kompostu ve buğday samanı fırın kuru ağırlık esasına göre % 0-2-4 ve 6 dozlarında, fosforik asit ve hidroklorik asit % 0-0.025-0.05-0.1 dozlarında, sülfirik asit ise % 0-3-6 ve 12 dozlarında uygulanmıştır. Asitler dışındaki ıslah maddeleri toprağa

karıştırılarak uygulanmıştır. Asitler ise, 500 g toprağı tarla kapasitesine getirecek suya ilave edilerek toprağı tatbik edilmiştir. Topraklara tarla kapasitesine gelecek miktarda su ilave edildikten sonra yaklaşık 20°C'lik sıcaklıkta, laboratuvarında 15 gün süreyle inkübasyona tabi tutulmuştur. Kurumaya başlayan topraklar iyice karıştırılmış ve 2 mm'lik elekten geçirilerek her saksıdan 5 adet alt örnek alınmıştır. Alınan bu örneklerde kırılma değerleri tesbit edilmiştir. Bu deneme sonucunda kırılma değerini daha çok düşüren 5 ıslah maddesi seçilerek bir sonraki denemede kullanılmıştır.

3.2.5. Beş ıslah maddesinin kırılma değeri ve agregat stabilitesi üzerine 100 günlük süre içerisindeki etkilerinin belirlenmesi

Bölüm 3.2.4'de belirtilen ıslah maddelerinden beş tanesi (kalsiyum hipoklorit, çimento, ahır gübresi, çöp kompostu ve buğday samanı) 100 günlük bir denemeye alınmıştır. Bu denemeden amaç, etkili olduğu tesbit edilen sözkonusu ıslah maddelerinin kabuk oluşumunda ve agregat stabilitesindeki etkinliğinin zaman içerisindeki değişimini belirlemektir. Laboratuvar koşullarında ele alınıp yürütülen bu denemede kabuk oluşturma açısından en problemli olduğu saptanan 11 no'lu toprak örneğinden yeter miktarda alınarak, havada kurutulmuş ve 2 mm'lik elekten geçirilerek kullanılmıştır. Elenen toprak iyice karıştırılarak fırın kuru ağırlık esasına göre 3'er kg'lık alt örnekler ayrılmış ve plastik saksılar içerisine konmuştur. Bu saksılara fırın kuru ağırlık esasına göre tesadüfi olarak % 0-2-4-6 düzeyinde kalsiyum hipoklorit, çimento, ahır gübresi, çöp kompostu ve buğday samanı karıştırılmıştır. Saksılardaki topraklar tarla kapasitesine gelinceye kadar saf su ile nemlendirilmiştir. Saksılar haftada bir tartılarak tarla kapasitesine tekrar getirilmiş ve örnekler 12-13 günde bir iyice karıştırılarak oluşan keşekler ezilmiştir. 25. günde toprak örnekleri iyice karıştırılarak ilk kırılma değeri ve agregat stabilitesinin tesbiti için, alt örnekler alınmış ve tayinler yapılmıştır. Bundan sonra 25 gün ara ile üç defa daha aynı şekilde örnekler alınarak kırılma değeri ve agregat stabilitesi tayinleri sürdürülmüştür. Böylece bu deneme toplam 100 gün sürdürülmüştür.

Bu deneme süresince en etkili bulunan iki ıslah maddesi (çimento ve buğday samanı) bir sonraki buğday bitkisinin sürgün çıkış denemesinde kullanılmıştır.

3.2.6. Bezostiya çeşidi buğdayda sürgün çıkışı üzerine iki ıslah maddesinin etkisinin belirlenmesi

Bölüm 3.2.5'deki çalışmaların sonuçlarına dayanarak kabuk oluşumunu önlemede en fazla etkiye sahip olduğu saptanan iki ıslah maddesi (çimento ve buğday samanı) fırın kuru ağırlık esasına göre % 0-2-4 ve 6 dozlarında tatbik edilerek, buğday bitkisi ile Ekim 1993'de üçüncü bir deneme planlanmıştır. Planlanan deneme sıcaklığın +1°C ile +33°C ve nemi % 35 ile % 92 arasında değişim gösterdiği sera şartlarında yürütülmüş, sözkonusu maddelerin sürgün çıkış ve toprağın penetrasyon direncine etkileri belirlenmiştir. Bunun için, kontrolle birlikte üç tekerrürlü olarak 21 tane 40x40 cm ebatlarında parsel oluşturulmuştur. Parseller 15 cm enindeki tahtalarla çevrilmiştir. Bu parsel çerçeveleri sera toprağı üzerine yerleştirilerek, içlerine 2 mm'den geçirilmiş, 11 no'lu toprak örneğı 5 cm kalınlığında serilmiştir. Daha sonra parsellere sıra arası 6 cm, sıra üzeri 2.5 cm olacak şekilde her bir parselde 90 adet bezostiya çeşidi buğday tohumları yerleştirilmiş ve sonra tohumların üzeri yukarıda belirtilen dozlarda ıslah maddesi ile karıştırılmış 11 no'lu toprakla 5 cm kalınlığında örtülmüştür. Parsellere yağmurlama suretiyle toprak takriben tarla kapasitesine ulaşacak ölçüde su uygulanmış ve çıkışlar takip edilmiştir. Ondört gün sonra çıkan buğday sürgünleri her parselde ayrı ayrı sayılmış ve kaydedilmiştir. Ayrıca parsellerin penetrasyon dirençleride 20 gün sonunda tesbit edilmiştir. Sürgün çıkışını mütakip buğday bitkisinin gelişimi gözlem altında tutulmuştur.

3.2.7. Çimento etkisi ile oluşan agregatlara donma-çözünmenin etkisinin belirlenmesi

Kabuk oluşumunu önlemede etkili olduğu belirlenen ve sürgün çıkışı denemesinde kullanılan çimentonun % 0-2-4 ve 6 dozlarının uygulandığı saksılardan, inkübasyon denemesi başında ve sonunda 1-2mm arasındaki büyüklüğe sahip agregatlardan altı paralelli olarak alınan örnekler donma-çözünme işlemine tabi tutulmuştur.

Donma-çözünme işlemine başlamadan önce, örnekler tarla kapasitesinde ıslatılmıştır. ıslatmadan sonra örnekler derin dondurucuda -12°C (± 4) sıcaklıkta donmaya bırakılmış ve 24 saat sonra oda ısısında 24 saat çözünmeye bırakılmıştır. Bu

işlem 5 defa tekrarlandıktan sonra ıslak eleme yöntemiyle hava kurusu örneklerin agregat stabiliteleri belirlenmiştir.

3.2.8. Çimentonun agregat oluşturması üzerine farklı sıcaklıkların etkisinin belirlenmesi

2 mm'den geçirilmiş toprak örnekleri fırın kurusu ağırlık esasına göre 500 g'lık alt örneklere ayrılarak, yüksekliği 4, çapı 30 cm olan 9 tava içerisine konulmuştur. Bu tavalardan 7'sine ağırlık esasına göre % 4 çimento ilave edilmiş ve karıştırılmış, diğer iki tava ise kontrol olarak kullanılmıştır. Örnekler inkübasyona alınmadan önce saf su ile damla damla sulanarak tarla kapasitesine getirilmişlerdir. Kontrolden ve % 4 çimento ilave edilen tavadan birer tanesi sabit ağırlığa gelinceye kadar dış ortama bırakılmıştır. Dış ortamın sıcaklığı 0 ile 10°C arasında değişmiştir. Kontrol ve % 4 çimento ilave edilen tavalardan birer tanesi 25°C'ye ($\pm 1^\circ\text{C}$) ayarlı etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiştir. Geriye kalan beş tavadaki örnek ise 30, 35, 40, 45 ve 50°C sıcaklıklarda sabit ağırlığa gelinceye kadar ayrı ayrı olarak etüvde inkübasyona tabi tutulmuşlardır. İşlem sonunda tüm tavalardaki örnekler 2 mm'lik elekten geçirilmiş ve üç alt örnek alınarak agregat stabilitesi tayini yapılmıştır.

3.2.9. İstatistiksel değerlendirme

Denemenin ilk aşamasında, kabuk oluşturma açısından en problemli toprak örneğinin belirlenmesinde sonuçlar regresyon, korelasyon ve çoklu korelasyon analizlerine tabi tutulmuştur. Denemelerin bundan sonraki aşamalarında ise sonuçlar önce varyans analizlerine tabi tutulmuş, sonra bu analiz sonuçlarına göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösteren neticelere "Duncan Çoklu Karşılaştırma" testi uygulanmıştır (Düzgüneş ve ark., 1987).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Araştırma Konusu Toprak Örneklerinin Bazı Özellikleri

Araştırmada kullanılan toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal analiz bulguları Tablo 4.1.'de verilmiştir.

4.1.1. Dane büyüklüğü dağılımı

Araştırma konusu toprakların kil içerikleri % 4.13 ile % 49.05 arasında (8 ve 12 no'lu örnekler), silt içerikleri % 17.80 ile % 77.64 arasında (3 ve 8 no'lu örnekler), kum içerikleri ise % 15.42 ile % 64.70 arasında (12 ve 3 no'lu örnekler) değişmektedir. Toprak örneklerinin tekstürleri kumlu tın ile kil arasına düşmektedir. Bu itibarla, araştırma konusu topraklar orta-orta ağır tekstürlü topraklar grubu içerisinde yer almaktadır. Böylece, toprak işleme bakımından güçlüklerle karşılaşılacağı muhtemeldir (Tablo 4.1). Denemelerde kullanılan 11 no'lu toprak örneğinin kil fraksiyonları içerisinde oransal dağılım bakımından, başat kil minerali illit olup, bunu kaolinit ve montmorillonit mineralleri izlemektedir.

4.1.2. Zerre yoğunluğu

Araştırma konusu toprakların zerre yoğunlukları 2.57 g/cm^3 ile 2.77 g/cm^3 arasında değişmektedir. En düşük zerre yoğunluğuna 2 ve 4 no'lu toprak örneğinde rastlanırken, en yüksek zerre yoğunluğuna 14 no'lu toprak örneğinde rastlanmıştır. Elde edilen rakamlardan anlaşılacağı üzere örneklerin zerre yoğunlukları arasında önemli bir farklılık görülmemektedir (Tablo 4.1).

4.1.3. Tarla kapasitesi

Araştırma topraklarının tarla kapasitesi değerleri % 14.91 ile % 37.08 arasında değişmektedir. En düşük tarla kapasitesi değerine 3 no'lu toprak örneği sahipken, en

Tablo 4.1. Araştırmada Kullanılan Toprak Örneklerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analiz Bulguları

Örnek No	Kil (%)	Silt (%)	Kum (%)	Tekstür Sınıfı	Zerre Yoğun. (g/cm ³)	Tarla Kapasite (%)	Solma Noktası (%)	Faydalı Su (%)	Dispers. Oranı (%)	Agregat Stabil. (%)	Kırılma Değeri (mbar)	pH		Org. Madde (%)	Karbonatlar (CaCO ₃ eşdeğeri) (%)
												1:2.5 Top.-Su Süspan. (mmhos/cm)	EC25°C 1:2.5 Top.-Su Süspan. (mmhos/cm)		
1	19.62	50.04	30.34	L	2.62	30.31	18.63	11.68	12.81	59.91	131	8.17	0.172	1.99	10.78
2	18.47	36.19	45.34	L	2.57	27.52	16.97	10.55	16.28	37.89	448	8.15	0.113	1.23	9.63
3	17.50	17.80	64.70	SL	2.63	14.91	8.71	6.20	25.95	26.10	532	8.81	0.140	1.47	8.31
4	17.13	45.12	37.75	L	2.57	29.43	19.05	10.38	16.30	60.22	313	8.37	0.118	1.26	12.20
5	27.21	42.91	29.88	CL	2.67	30.83	19.78	11.05	19.42	69.48	688	8.15	0.143	1.55	17.94
6	26.90	46.20	26.90	CL	2.65	30.51	21.09	9.42	10.79	65.05	445	8.11	0.220	1.52	13.88
7	32.81	42.50	24.69	CL	2.58	37.08	25.52	11.56	15.28	75.14	1343	8.08	0.153	2.38	25.72
8	4.13	77.64	18.23	SiL	2.59	33.41	20.81	12.60	31.06	43.91	4463	7.55	1.839	2.15	51.44
9	34.10	47.92	17.98	SiCL	2.58	32.23	16.85	15.38	17.97	37.19	1873	7.99	0.366	3.44	50.73
10	36.89	40.57	22.54	CL	2.66	26.37	13.45	12.92	29.47	20.79	2228	7.75	0.685	2.54	57.45
11	19.75	63.84	16.41	SiL	2.63	30.93	15.06	15.87	33.71	13.88	5347	8.14	1.452	1.89	60.31
12	49.05	35.53	15.42	C	2.62	29.22	15.19	14.03	29.26	22.14	2667	8.41	0.409	2.20	51.26
13	22.76	39.34	37.90	L	2.62	22.90	10.84	12.06	31.89	15.07	2100	9.22	0.269	1.81	26.87
14	38.48	44.41	17.11	SiCL	2.77	31.56	16.36	15.20	25.87	28.26	2279	7.82	1.016	3.39	53.04
15	40.02	41.87	18.11	SiC	2.63	29.90	16.29	13.61	21.19	42.75	2935	8.46	0.331	2.48	42.07
16	30.23	42.32	27.45	CL	2.66	27.63	15.52	12.11	24.71	32.51	1754	7.61	0.658	2.25	39.42

Tablo 4.1'in devamı

Örnek No	Değişebilir Katyonlar				Değişebilir Sodyum				Suda Serbest Katyonlar				Suda Serbest Anyonlar				
	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Değişim Kapasitesi	CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁼	Cl ⁻
	(me/100 g)	(me/100 g)	(me/100g)	(me/100g)	(me/100g)	(me/100 g)	(me/100g)	(me/100g)	(me/100 g)	(me/100 g)	(me/100g)	(me/100g)	(me/100g)	(me/100 g)	(me/100 g)	(me/100 g)	(me/100 g)
1	21.881	9.842	1.313	0.622	0.381	0.284	0.099	0.374	0.381	0.284	0.099	0.374	24.301	Eser	0.934	0.218	0.323
2	20.713	8.533	1.139	0.266	0.333	0.224	0.099	0.179	0.333	0.224	0.099	0.179	23.630	"	0.694	0.143	0.101
3	13.699	2.752	3.059	0.434	0.174	0.050	0.389	0.291	0.174	0.050	0.389	0.291	16.420	"	0.789	0.388	0.152
4	22.760	12.205	1.015	0.828	0.249	0.199	0.038	0.394	0.249	0.199	0.038	0.394	25.790	"	0.808	0.156	0.065
5	23.252	12.367	0.977	0.590	0.567	0.113	0.053	0.351	0.567	0.113	0.053	0.351	26.314	"	0.732	0.180	0.244
6	24.251	16.664	1.195	1.041	0.447	0.075	0.058	0.572	0.447	0.075	0.058	0.572	31.674	"	0.542	0.177	0.027
7	25.901	14.176	1.569	0.687	0.421	0.209	0.103	0.363	0.421	0.209	0.103	0.363	36.413	"	0.669	0.270	0.092
8	22.129	10.767	0.659	0.582	4.126	4.468	0.162	0.621	4.126	4.468	0.162	0.621	25.825	"	0.541	8.340	0.669
9	17.038	10.584	0.957	0.507	0.962	0.274	0.145	0.411	0.962	0.274	0.145	0.411	27.432	"	0.705	1.424	0.170
10	15.653	7.097	0.869	0.528	2.278	0.217	0.220	0.519	2.278	0.217	0.220	0.519	21.491	"	0.636	2.815	0.318
11	14.523	7.373	0.667	0.058	3.054	0.834	0.022	2.801	3.054	0.834	0.022	2.801	19.814	"	0.670	4.750	0.267
12	16.153	4.674	1.116	1.033	0.510	0.338	0.182	0.873	0.510	0.338	0.182	0.873	22.120	"	0.814	1.432	0.166
13	13.701	3.819	2.914	0.827	0.351	0.109	0.556	0.569	0.351	0.109	0.556	0.569	19.639	"	1.075	0.319	0.041
14	19.056	7.886	0.837	0.459	2.517	1.663	0.205	0.439	2.517	1.663	0.205	0.439	26.978	"	0.707	4.665	0.120
15	18.158	6.049	1.084	1.091	0.649	0.047	0.132	0.796	0.649	0.047	0.132	0.796	26.733	"	0.638	0.824	0.133
16	19.142	5.509	1.207	0.683	1.287	0.209	0.228	0.574	1.287	0.209	0.228	0.574	26.349	"	0.530	2.223	0.729

yüksek tarla kapasitesi değerine 7 no'lu toprak örneği sahip bulunmuştur. Tarla kapasitesi değerleri arasındaki farklılığın esas sebebinin toprak tekstür farklılığı olduğu söylenebilir (Tablo 4.1).

4.1.4. Solma noktası

Araştırma konusu topraklarının solma noktası değerleri % 8.77 ile % 25.52 arasında değişmektedir. En düşük solma noktası değerine 3 no'lu toprak örneği sahipken, en yüksek solma noktası değerine 7 no'lu toprak örneği sahip bulunmuştur. Örneklerin tekstürünün tarla kapasitesine olan etkisinin aynı şekilde solma noktasında etkilediği görülmektedir (Tablo 4.1).

4.1.5. Faydalı su

Araştırma konusu topraklarının faydalı su içerikleri % 6.20 ile % 15.87 arasında değişmektedir. En düşük faydalı su içeriğine 3 no'lu toprak örneği sahipken, en yüksek faydalı su içeriğine 11 no'lu toprak örneği sahip bulunmuştur. Örneklerin faydalı su içeriklerinin tekstür ve organik madde içeriklerinden önemli ölçüde etkilendiği anlaşılmaktadır (Tablo 4.1).

4.1.6. Dispersiyon oranı

Araştırma konusu toprakların dispersiyon oranı değerleri % 10.79 ile % 33.71 arasında değişmektedir. En düşük dispersiyon oranı değerine 6 no'lu toprak örneği sahipken, en yüksek dispersiyon oranı değerine 11 no'lu toprak örneği sahip bulunmuştur. Bu değerlerden araştırma konusu toprak örneklerindeki agregatların su karşısında yüksek ölçüde dispersiyona uğradığı anlaşılmaktadır (Tablo 4.1). Dispersiyon oranı % 15'den büyük olan 14 adet araştırma konusu toprak örneği bu özellikleri açısından erozyona hassas sınırın üzerinde bulunmaktadır (Bryan, 1968). Bu durum

dikkate alındığında üzerinde çalışılan toprakların çoğunluğu problemli grupta bulunmaktadır.

Bryan (1968), Chandra ve De (1982), Özdemir (1987) ve (1991) yapmış oldukları çalışmalarda toprak organik maddesi ile dispersiyon oranı arasında istatistiksel açıdan önemli negatif ilişkiler saptamışlardır. Ayrıca araştırmacılar örneklerin dispersiyon oranı değeri arttıkça agregat stabilitesinin azaldığını ve kabuklanma eğiliminin arttığını bildirmektedirler. Tablo 4.1 incelendiğinde araştırma konusu topraklarda da bu durum açıkça görülmektedir.

4.1.7. Agregat stabilitesi

Araştırma konusu toprakların agregat stabilitesi değerleri % 13.88 ile % 75.14 arasında değişmektedir. En düşük agregat stabilitesi değerine 11 no'lu toprakta, en yüksek agregat stabilitesi değerine 7 no'lu toprakta rastlanmıştır (Tablo 4.1). Çok sayıda araştırmacı yapmış oldukları çalışmalarda agregat stabilitesiyle kabuk oluşumu ve toprak erozyonu arasında önemli ilişkiler olduğunu bildirmektedirler (Lemos ve Lutz, 1957; Bryan, 1968; Özdemir, 1987, 1991; Canpolat, 1990).

4.1.8. Kırılma değeri

Araştırma konusu toprakların kırılma değerleri 131 mbar ile 5347 mbar arasında değişmektedir. En düşük kırılma değerine 1 no'lu toprakta, en yüksek kırılma değerine 11 no'lu toprakta rastlanmıştır. Bu değerlerden de anlaşılacağı gibi, yağışlı bir dönemi takip edecek kurak ve sıcak bir dönem sonucu, bölge topraklarının çoğunun yüzeyinde sıkı bir kabuk tabakası oluşacağı ve sürgün çıkışı için problem yaratabileceği ortadadır (Tablo 4.1).

4.1.9. Toprak reaksiyonu (pH)

Araştırma konusu toprakların pH'ları 7.55 ile 9.22 arasında değişmektedir. En

düşük pH değerine 8 no'lu toprakta, en yüksek pH değerine 13 no'lu toprakta rastlanmıştır. Buna göre, araştırma konusu topraklar orta ve kuvvetli derecede alkalın bir reaksiyon göstermektedirler (Tablo 4.1).

4.1.10. Elektriki iletkenlik (EC)

Araştırma konusu toprakların EC'leri 0.113 mmhos/cm ile 1.839 mmhos/cm arasında değişmektedir. Bu sonuçlara göre, araştırma konusu topraklarda herhangi bir tuzluluk problemi mevcut değildir. En düşük EC değerine 2 no'lu toprakta, en yüksek EC değerine 8 no'lu toprakta rastlanmıştır (Tablo 4.1).

4.1.11. Organik madde

Araştırma konusu toprakların organik madde içerikleri % 1.23 ile % 3.44 arasında değişmektedir. Buna göre, topraklar genellikle düşük seviyede organik madde ihtiva etmektedirler. En düşük organik madde içeriğine 2 no'lu toprakta, en yüksek organik madde içeriğine 8 no'lu toprakta rastlanmıştır (Tablo 4.1).

4.1.12. Karbonatlar (CaCO_3 eşdeğeri)

Araştırma konusu toprakların kireç içerikleri % 8.31 ile % 60.31 arasında değişmektedir. En düşük kireç içeriğine 3 no'lu toprakta, en yüksek kireç içeriğine 11 no'lu toprakta rastlanmıştır. Konya ovası toprakları kireç içeriği bakımından zengindir (Anonymous, 1987). Konya ovası topraklarında kireç miktarının yüksek oluşunun nedeni, ana materyalin kireççe zengin ve iklimin yarı kurak olmasına bağlanabilir (Tablo 4.1).

4.1.13. Değişebilir katyonlar (Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+)

Araştırma konusu toprakların değişebilir kalsiyum içerikleri 13.699 me/100 g

ile 25.901 me/100 g arasında değişmektedir. En düşük değişebilir kalsiyum içeriğine 3 no'lu toprakta, en yüksek değişebilir kalsiyum içeriğine 7 no'lu toprakta rastlanmıştır (Tablo 4.1).

Değişebilir magnezyum içerikleri 2.752 me/100 g ile 16.664 me/100 g arasında değişmektedir. En düşük değişebilir magnezyum içeriğine 3 no'lu toprakta, en yüksek değişebilir magnezyum içeriğine 6 no'lu toprakta rastlanmıştır (Tablo 4.1).

Değişebilir potasyum içerikleri 0.659 me/100 g ile 3.059 me/100 g arasında değişmektedir. En düşük değişebilir potasyum içeriğine 8 no'lu toprakta, en yüksek değişebilir potasyum içeriğine 3 no'lu toprakta rastlanmıştır (Tablo 4.1).

Değişebilir sodyum içerikleri 0.058 me/100 g ile 1.091 me/100 g arasında değişmektedir. En düşük değişebilir sodyum içeriğine 11 no'lu toprakta, en yüksek değişebilir sodyum içeriğine 15 no'lu toprakta rastlanmıştır (Tablo 4.1).

4.1.14. Değişebilir sodyum yüzdesi

Araştırma konusu toprakların değişebilir sodyum yüzdeleri % 0.293 ile % 4.670 arasında değişmektedir. Elde edilen değerler araştırma konusu topraklarda herhangi bir sodiklik problemi olmadığını göstermektedir. En düşük değişebilir sodyum yüzdesine 11 no'lu toprakta, en yüksek değişebilir sodyum yüzdesine 12 no'lu toprakta rastlanmıştır (Tablo 4.1).

4.1.15. Suda serbest katyonlar (Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+)

Araştırma konusu toprakların suda serbest kalsiyum içerikleri 0.174 me/100 g ile 4.126 me/100 g arasında değişmektedir. En düşük suda serbest kalsiyum içeriğine 3 no'lu toprakta, en yüksek suda serbest kalsiyum içeriğine 8 no'lu toprakta rastlanmıştır (Tablo 4.1).

Suda serbest magnezyum içerikleri 0.047 me/100 g ile 4.468 me/100 g arasında değişmektedir. En düşük suda serbest magnezyum içeriğine 15 no'lu toprakta, en yüksek suda serbest magnezyum içeriğine 8 no'lu toprakta rastlanmıştır (Tablo 4.1).

Suda serbest potasyum içerikleri 0.022 me/100 g ile 0.556 me/100 g arasında değişmektedir. En düşük suda serbest potasyum içeriğine 11 no'lu toprakta, en yüksek suda serbest potasyum içeriğine 13 no'lu toprakta rastlanmıştır (Tablo 4.1).

Suda serbest sodyum içerikleri 0.179 me/100 g ile 2.801 me/100 g arasında değişmektedir. En düşük suda serbest sodyum içeriğine 2 no'lu toprakta, en yüksek suda serbest sodyum içeriğine 11 no'lu toprakta rastlanmıştır (Tablo 4.1).

4.1.16. Katyon değişim kapasitesi (KDK)

Araştırma konusu toprakların KDK'ları 16.420 me/100 g ile 36.314 me/100 g arasında değişmektedir. En düşük KDK'ya 3 no'lu toprakta, en yüksek KDK'ya 7 no'lu toprakta rastlanmıştır. Elde edilen değerler KDK ile toprakların kil ve organik madde muhtevaları arasında yakın bir ilişki olduğunu göstermektedir (Tablo 4.1).

4.1.17. Suda serbest anyonlar ($\text{CO}_3^{=}$, HCO_3^- , $\text{SO}_4^{=}$, Cl^-)

Üzerinde çalışılan toprakların karbonat içerikleri eser miktarda bulunmuştur (Tablo 4.1).

Araştırma konusu toprakların suda serbest bikarbonat içerikleri 0.530 me/100 g ile 1.075 me/100 g arasında değişmektedir. En düşük suda serbest bikarbonat içeriğine 16 no'lu toprakta, en yüksek suda serbest bikarbonat içeriğine 13 no'lu toprakta rastlanmıştır (Tablo 4.1).

Suda serbest sülfat içerikleri 0.143 me/100 g ile 8.340 me/100 g arasında değişmektedir. En düşük suda serbest sülfat içeriğine 2 no'lu toprakta, en yüksek suda serbest sülfat içeriğine 8 no'lu toprakta rastlanmıştır (Tablo 4.1).

Suda serbest klor içerikleri 0.027 me/100 g ile 0.729 me/100 g arasında değişmektedir. En düşük suda serbest klor içeriğine 6 no'lu toprakta, en yüksek suda serbest klor içeriğine 16 no'lu toprakta rastlanmıştır (Tablo 4.1).

4.2. Bazı Toprak Özellikleri İle Kırılma Değerleri Arasındaki İlişkiler

4.2.1. Zerre yoğunluğu ile kırılma değeri arasındaki ilişki

Toprak örneklerinin zerre yoğunlukları ile kırılma değerleri arasında önemli olmayan pozitif bir ilişki ($r= 0.071$) bulunmuştur (Tablo 4.2).

4.2.2. Tarla kapasitesi ile kırılma değeri arasındaki ilişki

Toprak örneklerinin tarla kapasitesi ile kırılma değerleri arasında önemli olmayan pozitif bir ilişki ($r= 0.247$) bulunmuştur (Tablo 4.2). Tablo 4.1'in incelenmesinden anlaşılacağı üzere, araştırmaya konu toprak örneklerinin tarla kapasitesi değerleri (3 no'lu örnek hariç) birbirlerinden önemli bir farklılık göstermemektedir.

4.2.3. Solma noktası ile kırılma değeri arasındaki ilişki

Toprak örneklerinin solma noktası ile kırılma değerleri arasında önemli olmayan negatif bir ilişki ($r= -0.114$) bulunmuştur (Tablo 4.2). Tablo 4.1'in incelenmesinden anlaşılacağı üzere, araştırmaya konu toprak örneklerinin solma noktası değerleri (3 ve 7 no'lu örnekler hariç) birbirlerinden önemli bir farklılık göstermemektedir.

4.2.4. Faydalı su ile kırılma değerleri arasındaki ilişki

Toprak örneklerinin faydalı su içerikleriyle kırılma değerleri arasında önemli ($P<0.01$) pozitif bir ilişki ($r= 0.672$) bulunmuştur (Tablo 4.2). Bilindiği üzere toprakların faydalı su içeriklerine toprak özelliklerinden kil, silt ve kum miktarları, organik madde kapsamı ve kireç içerikleri tesir edebilmektedir. Bu toprak özelliklerinden hangisinin faydalı su kapsamına en fazla etki ettiğini belirlemek için istatistikî analiz yapılmıştır. Tablo 4.3'den de anlaşılacağı üzere en fazla etkiyi örneklerin silt kapsamı oluşturmuştur. Bu durum ise, örneklerin faydalı su içeriklerindeki artışın kırılma değerini neden artırdığını açıklamaktadır. Regresyon eşitliği aşağıdaki gibidir.

$$\% \text{ Faydalı su} = 2.91 + 0.0770 \% \text{ kil} + 0.0922 \% \text{ silt} + 0.771 \% \text{ organik madde} + 0.0435 \% \text{ kireç.}$$

Tablo 4.2. Araştırmaya Konu Toprak Örneklerinin Bazı Özelliklerini İle Kırılma Değerleri Arasındaki İlişkiler

Bağımlı Değişken	Sembolü	Bağımsız Değişken	Sembolü	Hata Serbestlik Derecesi	Korelasyon Katsayısı (r)	Standart Hata (Sr)	"t" Değeri	Regresyon Denklemi
Kırılma Değeri	Y	Zerre Yoğunluğu	X ₁	46	0.071	0.147	0.49	
"	"	% Tarta Kapasitesi	X ₂	46	0.247	0.143	1.73	
"	"	% Solma Noktası	X ₃	46	-0.114	0.146	-0.76	
"	"	% Faydalı Su	X ₄	46	0.672	0.109	6.15**	Y=-3108+407X ₄
"	"	% Kil	X ₅	46	0.000	0.147	0.10	
"	"	% Silt	X ₆	46	0.618	0.116	5.33**	Y=-1391+72.57X ₆
"	"	% Kum	X ₇	46	-0.612	0.117	-5.26**	Y=3819-69.9X ₇
"	"	Dispersiyon Oranı	X ₈	46	0.758	0.096	7.86**	Y=-1665+155X ₈
"	"	Agregat Stabilitesi	X ₉	46	-0.528	0.125	-4.22**	Y=3431-39.10X ₉
"	"	pH	X ₁₀	46	-0.226	0.144	-1.57	
"	"	EC	X ₁₁	46	0.853	0.077	11.07**	Y=591+2.49X ₁₁
"	"	% Organik Madde	X ₁₂	46	0.361	0.019	2.63**	Y=131+820X ₁₂
"	"	% CaCO ₃	X ₁₃	46	0.841	0.080	10.56**	Y=-323+65.4X ₁₃
"	"	KDK	X ₁₄	46	-0.197	0.145	-1.37	
"	"	Değişebilir Ca+2	X ₁₅	46	-0.396	0.115	-2.92**	Y=4752-151X ₁₅
"	"	Değişebilir Mg+2	X ₁₆	46	-0.276	0.142	-1.94	
"	"	Değişebilir K+	X ₁₇	46	-0.346	0.138	-2.51*	Y=2797-739X ₁₇
"	"	Değişebilir Na+	X ₁₈	46	-0.228	0.144	-1.58	
"	"	Değişebilir Sodyum Yüzdesi	X ₁₉	46	-0.214	0.144	-1.50	
"	"	Suda Serbest Ca+2	X ₂₀	46	0.789	0.091	8.71*	Y=712+992X ₂₀
"	"	Suda Serbest Mg+2	X ₂₁	46	0.547	0.123	4.43**	Y=1386+718X ₂₁
"	"	Suda Serbest K+	X ₂₂	46	0.265	0.142	1.86	
"	"	Suda Serbest Na+	X ₂₃	46	0.749	0.098	7.66**	Y=670+1861X ₂₃
"	"	Suda Serbest HCO ₃ ⁻²	X ₂₄	46	-0.251	0.143	-1.75	
"	"	Suda Serbest SO ₄ ⁻²	X ₂₅	46	0.785	0.091	8.62**	Y=956+304 X ₂₅
"	"	Suda Serbest Cl ⁻	X ₂₆	46	0.369	0.137	2.69**	Y=1242+2676X ₂₆

Tablo 4.3. Bazı Toprak Bileşenlerinin Toprakların Faydalı Su Kapsamlarına Etkilerinin İstatistikî Analiz Sonuçları

	Katsayı	Standart Sapma	"t" Oranı	Önem Seviyesi
Sabit	2.909	1.137	2.56	0.014**
Kil	0.07704	0.02465	3.13	0.003**
Silt	0.09224	0.02027	4.55	0.000**
Organik madde	0.7714	0.3740	2.06	0.045*
Kireç	0.04345	0.01465	2.97	0.005**

* : P<0.05

** : P<0.01

4.2.5. Kil içeriği ile kırılma değeri arasındaki ilişki

Toprak örneklerinin kil içeriği ile kırılma değerleri arasında herhangi bir ilişkiye rastlanamamıştır (Tablo 4.2). Bu konu üzerinde çalışan bazı araştırmacılar kil içeriği ile kırılma değeri arasında bazan pozitif, bazan negatif önemli ilişkiler olduğunu belirtirlerken, bazı araştırmacılar da kil içeriği ile kırılma değeri arasında herhangi bir ilişki olmadığını bildirmişlerdir (Gerard, 1965; Nuttal, 1982; Hussain ve ark., 1985; Canpolat, 1990). Sonuçlar ile literatür arasında uyum bulunmaktadır.

4.2.6. Silt içeriği ile kırılma değeri arasındaki ilişki

Toprak örneklerinin silt içeriği ile kırılma değeri arasında önemli (P<0.01) pozitif bir ilişki (r= 0.618) bulunmuştur (Tablo 4.2). Lutz, 1952; Lemos ve Lutz, 1957; Gerard, 1965; Nuttal, 1982; Husain ve ark., 1985; Arshad ve Mermut, 1988 ve Canpolat, 1990, yukarıdaki sonuçlar ile benzer sonuçlar bulmuşlardır.

4.2.7. Kum içeriği ile kırılma değeri arasındaki ilişki

Toprak örneklerinin kum içeriği ile kırılma değerleri arasında önemli (P<0.01) negatif bir ilişki (r=-0.612) bulunmuştur (Tablo 4.2), Hussain ve ark. (1985),

yaptıkları laboratuvar çalışması neticesinde toprakların kum içerikleriyle kırılma değerleri arasında benzer negatif ilişki olduğunu bildirmişlerdir. Bunu yanısıra Lutz (1952), toprakların ince kum içerikleri arttıkça kırılma değerinin de arttığını kaydetmiştir. Diğer taraftan Çelebi (1970), toprak örneklerinin kum içerikleri ile agregasyonları arasında negatif yönde önemli bir ilişki olduğunu bildirmiştir. Yapılan çalışmada ise örneklerin agregat stabiliteleleri ile kırılma değerleri arasında negatif önemli bir ilişki bulunmuştur. Sonuçlar literatürlerle uyum içerisindedir.

4.2.8. Dispersiyon oranı ile kırılma değeri arasındaki ilişki

Toprak örneklerinin dispersiyon oranları ile kırılma değerleri arasında önemli ($P < 0.01$) pozitif bir ilişki ($r = 0.758$) bulunmuştur (Tablo 4.2). Bryan (1968) ve Özdemir (1987, 1991) yaptıkları çalışmalarla benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

4.2.9. Agregat stabilitesi ile kırılma değeri arasındaki ilişki

Toprak örneklerinin agregat stabiliteleleri ile kırılma değerleri arasında önemli ($P < 0.01$) negatif bir ilişki ($r = -0.528$) bulunmuştur (Tablo 4.2). Topraklarda suya dayanıklı agregat miktarları azaldıkça oluşacak kaymak tabakasının sertliği artmaktadır. Bu sonuçlar, Lemos ve Lutz (1957), Hafez (1974), Gür (1981), Sönmez (1982), Arshad ve Mermut (1988), Canpolat (1990), Özdemir (1991) ve Uyanöz'ün (1993) bulguları ile uyum içerisindedir.

4.2.10. Toprak reaksiyonu ile kırılma değeri arasındaki ilişki

Toprak örneklerinin reaksiyonları ile kırılma değerleri arasında önemli olmayan negatif bir ilişki ($r = -0.226$) bulunmuştur (Tablo 4.2).

4.2.11. Elektriki iletkenlik ile kırılma değeri arasındaki ilişki

Toprak örneklerinin elektriki iletkenlikleri ile kırılma değerleri arasında önemli ($P<0.01$), pozitif bir ilişki ($r=0.853$) bulunmuştur (Tablo 4.2). Bu ilişkinin korelasyon katsayısı, diğer toprak özelliklerinin verdiği korelasyon katsayısından daha yüksek bulunmuştur. Ferry ve Olsen (1975), ortamın elektrolit konsantrasyonu arttıkça toprağın kırılma değerinin düştüğünü, Sönmez (1992), Rengasamy ve ark. (1984), ortamın elektriki iletkenliğinin artışıyla agregat stabilitesinin arttığını bildirmişlerdir. Elde edilen sonucun, literatür ile benzerlik göstermemesi, suda eriyebilir tuz çeşitlerinin ve araştırma konusu toprak özelliklerinin kaymak tabakasının drenajı üzerinde farklı şekilde etkimiş olabileceği ile açıklanabilir.

4.2.12. Organik madde ile kırılma değeri arasındaki ilişki

Toprak örneklerinin organik madde içerikleri ile kırılma değerleri arasında önemli ($P<0.01$), pozitif bir ilişki ($r=0.361$) bulunmuştur (Tablo 4.2). Unger ve Stewart (1974), yaptıkları arazi çalışmasında toprak kabuk direnci ile organik madde içerikleri arasında önemli bir ilişki bulamamışlardır. Saatçı ve Altınbaş (1975) 18 adet toprak üzerinde yaptıkları çalışmada organik maddenin toprak agregasyonu üzerine etkisini incelemişler, toprak örneklerinin organik madde içeriklerinin dar bir aralıkta değişmesinin agregasyon üzerinde önemli olmayan bir etki ortaya koyduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmaların ışığında Tablo 4.1 incelenecek olursa, üzerinde çalışılan örneklerin de organik madde içeriklerinin dar bir aralıkta (% 1.23-% 3.44) değiştiği görülmektedir. Bunun yanısıra diğer bazı toprak özellikleriyle mukayese edildiğinde organik madde içeriğiyle kırılma değeri arasındaki ilişkinin korelasyon katsayısının düşük oluşu ($r= 0.361$) kırılma değeri üzerine diğer toprak özelliklerinin daha etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

4.2.13. Kireç içeriği ile kırılma değeri arasındaki ilişki

Toprak örneklerinin kireç içerikleri ile kırılma değerleri arasında önemli

($P < 0.01$), pozitif bir ilişki ($r = 0.841$) bulunmuştur (Tablo 4.2). Berkman (1986) ve Canpolat (1990) toprak örneklerinin kireç içerikleriyle kırılma değerleri arasında önemli bir ilişki saptayamadıklarını bildirmişlerdir. Ancak araştırmacıların üzerinde çalıştıkları toprakların kireç içerikleri dar bir aralıkta değişmektedir. Yapılan bu çalışmada ise, kullanılan örneklerin kireç içeriklerinin çok geniş bir aralıkta değişmesi (% 8.31-% 60.31) bu etkinin belirlenmesinde önemli bir yere sahiptir (Tablo 4.1). Bunun yanısıra % 60.31 kireç ihtiva eden 11 no'lu toprağın içerdiği kirecin fraksiyonlara dağılımı incelendiğinde kireç miktarının büyük çoğunluğunun silt fraksiyonunda bulunduğu görülmektedir. Zira, bu toprak örneğinde kirecin % 17.42'sinin kil, % 64.67'sinin silt ve % 17.91'inin kum fraksiyonunda bulunduğu tesbit edilmiştir. Kaynak araştırmalarında da belirtildiği gibi, toprakların silt içerikleriyle kırılma değerleri arasında önemli pozitif ilişkiler bulunmaktadır (Lutz, 1952; Lemos ve Lutz, 1957; Gerard, 1965; Nuttal, 1982; Husain ve ark., 1985; Arshad ve Mermut, 1988; Canpolat, 1990). Sönmez (1972), toprak örneklerinin kil içeriğinin yüksek, değişebilir kalsiyum ve magnezyumunun fazla, dispers edici katyonların az olmasına rağmen düşük agregat stabilitesi ölçtüğünü bildirmiştir. Ayrıca, toprak örneklerine kireç ilavesinin agregat stabilitesini azaltıcı yönde etkilediğini saptamıştır. Bu durumu ise üzerinde çalıştığı toprakların düşük seviyede organik madde içermelerine bağlamıştır. Yapılan çalışmada kullanılan toprak örneklerinin de organik madde kapsamaları düşük, kireç içerikleri ise yüksek seviyededir. Fazla kireç nedeniyle değişim kompleksleri üzerinde kalsiyumun fazla miktarda bulunmasına rağmen kaymak tabakası drenajı yüksek olmaktadır.

4.2.14. Katyon değişim kapasitesi ile kırılma değeri arasındaki ilişki

Toprak örneklerinin katyon değişim kapasiteleri ile kırılma değerleri arasında önemli olmayan negatif bir ilişki ($r = -0.197$) bulunmuştur (Tablo 4.2). Canpolat'da (1990) katyon değişim kapasitesi ile kırılma değeri arasında önemli bir ilişki bulunmadığını bildirmiştir.

4.2.15. Değişebilir kalsiyum ile kırılma değeri arasındaki ilişki

Toprak örneklerinin değişebilir kalsiyum içerikleri ile kırılma değerleri

arasında önemli ($P<0.01$) negatif bir ilişki ($r=-0.396$) bulunmuştur (Tablo 4.2). Ferry ve Olsen (1975), değişebilir durumda polivalent katyonların fazla olması durumunda kabuk oluşumu ve kabuk direncinin azaldığını bildirmişlerdir.

4.2.16. Değişebilir magnezyum ile kırılma değeri arasındaki ilişki

Toprak örneklerinin değişebilir magnezyum içerikleri ile kırılma değerleri arasında önemli olmayan negatif bir ilişki ($r=-0.276$) bulunmuştur (Tablo 4.2). Arshad ve Mermut (1988), topraklarda değişebilir durumda sodyum ve magnezyumun fazla olarak bulunması halinde agregat stabilitesinin azaldığını bildirmişlerdir.

4.2.17. Değişebilir potasyum ile kırılma değeri arasındaki ilişki

Toprak örneklerinin değişebilir potasyum içerikleri ile kırılma değerleri arasında önemli ($P<0.05$) negatif bir ilişki ($r=-0.346$) bulunmuştur (Tablo 4.2). Diğer taraftan Ferry ve Olsen (1975) topraklarda değişebilir durumda monovalent katyonların fazla olması durumunda kırılma değerinin arttığını bildirmişlerdir. Araştırmaya konu topraklarda ise değişebilir potasyum fazla olmayıp, 0.650 me/100 g ile 3.059 me/100 g arasında değiştiği tesbit edilmiştir. Bu itibarla monovalent katyonların etkisinin tam olarak ortaya çıkmadığı söylenebilir.

4.2.18. Değişebilir sodyum ile kırılma değeri arasındaki ilişki

Toprak örneklerinin değişebilir sodyum içerikleri ile kırılma değerleri arasında önemli olmayan negatif bir ilişki ($r=-0.228$) bulunmuştur (Tablo 4.1). Gerard (1965), Ferry ve Olsen (1975), Arshad ve Mermut (1988) örneklerin değişebilir sodyum içeriklerindeki artış ile kırılma değerinin de arttığını bildirmişlerdir. Ancak yapılan çalışmada böyle bir ilişkiye rastlanmamıştır. Tablo 4.1'in incelenmesinden görüleceği gibi örneklerin değişebilir sodyum kapsamları çok dar bir aralıkta değişmektedir. Aynı zamanda değişim kompleksleri üzerinde fazla miktarda kalsiyum bulunması sodyumun

gerçek etkisinin ortaya çıkmasını engellemiş olabilir. Diğer taraftan Sönmez (1992), örneklerin değişebilir sodyum içerikleri ile agregat stabiliteleri arasında herhangi bir ilişki bulamadığını bildirmiştir.

4.2.19. Değişebilir sodyum yüzdesi ile kırılma değeri arasındaki ilişki

Toprak örneklerinin değişebilir sodyum yüzdeleri ile kırılma değerleri arasında önemli olmayan negatif bir ilişki ($r=-0.214$) bulunmuştur. Gerard (1965), Rengasamy ve ark. (1984), Arshad ve Mermut (1988), Canpolat (1990) toprak örneklerinin değişebilir sodyum içerikleri ve değişebilir sodyum yüzdeleri arttıkça kırılma değerinin de arttığını bildirmişlerdir. Ben-Hur ve ark. (1985) ise, toprak örneklerinin değişebilir sodyum yüzdesinin 5.2'den küçük olması halinde kırılma değeri üzerinde önemli etkiye sahip olmadığını ancak değişebilir sodyum yüzdesinin 5.2'den büyük olması durumunda kırılma değerini önemli ölçüde etkilediğini bildirmişlerdir. Tablo 4.1'in incelenmesinden görüleceği gibi üzerinde çalışılan toprakların değişebilir sodyum yüzdeleri 5.2'den küçüktür ve aralarında fazla bir farklılık bulunmamaktadır.

4.2.20. Suda serbest kalsiyum ile kırılma değeri arasındaki ilişki

Toprak örneklerinin suda serbest kalsiyum içerikleri ile kırılma değerleri arasında önemli ($P<0.01$) pozitif bir ilişki ($r=0.789$) bulunmuştur (Tablo 4.2). Bu sonuç, araştırma konusu topraklarda çözünebilir kalsiyum tuzlarının toprağın kurumasıyla birlikte kristalize olarak çimentolayıcı görev yapması ve kabuk direncini artırmasıyla açıklanabilir.

4.2.21. Suda serbest magnezyum ile kırılma değeri arasındaki ilişkiler

Toprak örneklerinin suda serbest magnezyum içerikleri ile kırılma değerleri arasında önemli ($P<0.01$) pozitif bir ilişki ($r=0.547$) bulunmuştur (Tablo 4.2). Bu sonuç da, yukarıda açıklanan suda serbest kalsiyum tuzlarının etkisine benzer bir tarzda açıklanabilir.

4.2.22.Suda serbest potasyum ile kırılma değeri arasındaki ilişki

Toprak örneklerinin suda serbest potasyum içerikleri ile kırılma değerleri arasında önemli olmayan pozitif bir ilişki ($r=0.265$) bulunmuştur (Tablo 4.2).

4.2.23.Suda serbest sodyum ile kırılma değeri arasındaki ilişki

Toprak örneklerinin suda serbest sodyum içerikleri ile kırılma değerleri arasında önemli ($P<0.01$) pozitif bir ilişki ($r=0.749$) bulunmuştur (Tablo 4.2). Bu sonuçlar literatür bilgileri ile uygunluk içerisinde bulunmaktadır. Çeşitli araştırmacılar ortamda sodyum miktarının artmasıyla dispersiyonun arttığını, dolayısıyla agregatların bozularak kabuk oluşumunu teşvik ettiğini ortaya koymuşlardır (Gerard, 1965; Ferry ve Olsen, 1975; Arshad ve Mermut, 1988; Canpolat, 1990).

4.2.24.Suda serbest bikarbonat ile kırılma değeri arasındaki ilişki

Toprak örneklerinin suda serbest bikarbonat içerikleri ile kırılma değerleri arasında önemli olmayan negatif bir ilişki ($r=-0.251$) bulunmuştur (Tablo 4.2).

4.2.25. Suda serbest sülfat ile kırılma değeri arasındaki ilişki

Toprak örneklerinin suda serbest sülfat içerikleri ile kırılma değerleri arasında önemli ($P<0.01$) pozitif bir ilişki ($r=0.785$) bulunmuştur (Tablo 4.2). Bu sonuç, suda serbest kalsiyum, magnezyum ve sodyumun sülfat tuzlarının toprağın kurumasıyla birlikte kristalleşmesiyle kaymak tabakasının direncinin arttığı şeklinde yorumlanabilir. Zira, suda serbest kalsiyum, magnezyum ve sodyum ile kaymak tabakası direnci arasında önemli pozitif bir ilişki bulunduğu önceki bölümlerde açıklanmış bulunmaktadır.

4.2.26. Suda serbest klor ile kırılma değeri arasındaki ilişki

Toprak örneklerinin suda serbest klor içerikleri ile kırılma değerleri arasında önemli ($P<0.01$) pozitif bir ilişki ($r=0.369$) bulunmuştur (Tablo 4.2).

4.2.27. Kırılma değeri ile toprak özellikleri arasındaki çoklu regresyon ve korelasyon ilişkileri

Toprak özelliklerinin toprağın kırılma değeri üzerindeki müşterek etkilerini ortaya koymak üzere kademeli çoklu linear regresyon ve korelasyon hesapları yapılmıştır. Bu tür regresyonda, regresyon denkleminde her kademede yeni bir bağımsız değişken ilave edilmektedir. Denklem ilave edilen değişken, bağımsız değişkenler içerisinde hata kareler toplamında en fazla azalma sağlayan değişken olmaktadır. Böylece, bağımsız değişkenler, hata kareler toplamının azaltılmasındaki önem seviyelerine göre sıralanmaktadır. Regresyonun her denemesinde elde edilen çoklu korelasyon katsayılarının karesi güven derecesini göstermektedir. Regresyondaki kademe sayısı ilerledikçe, yani, denkleme yeni değişkenler ilave edildikçe çoklu korelasyon katsayısı artmaktadır. Denklemlere ilave edilen bağımsız değişkenlere ait "t" değerinin regresyon denklemindeki önem seviyeleri ** işaretiyle (% 1 seviyesinde önemli) ve * işaretiyle (% 5 seviyesinde önemli) gösterilmiştir.

Bağımlı değişken olarak kırılma değeri (Y) ve bağımsız değişken olarak ta; elektriksel iletkenlik (X_{11}), % kireç (X_{13}), suda serbest kalsiyum (X_{20}) ve suda eriyebilir sülfat (X_{25}) alındığında regresyon denklemleri, regresyon katsayısı ve bağımsız değişkenlere ait "t" değeri aşağıdaki gibi elde edilmiştir.

$$(1) Y = 591 + 2.49 X_{11} \quad t_{11} = 11.07^{**} \quad r = 0.85$$

$$(2) Y = -118 + 1.49 X_{11} + 36.5 X_{13} \quad t_{11} = 5.74^{**} \quad t_{13} = 5.28^{**} \quad r = 0.91$$

$$(3) Y = -195 + 4.25 X_{11} + 40.8 X_{13} - 1271 X_{20} \quad t_{11} = 6.56^{**} \quad t_{13} = 6.96^{**} \quad t_{20} = -4.91^{**} \\ r = 0.94$$

$$(4) Y = -404 + 5.72 X_{11} + 39.5 X_{13} - 942 X_{20} - 245 X_{25} \quad t_{11} = 7.65^{**} \quad t_{13} = 7.38^{**} \\ t_{20} = 3.42^{**} \quad t_{25} = 3.20^{**} \quad r = 0.95$$

Yukarıdaki denklemlerden anlaşılacağı üzere, dördüncü kademede X_{25} değişkeninin regresyon denklemine ilavesiyle "r" katsayısı pek fazla artmamıştır. Bu

nedenle daha ileri kademedeki denklemlerin verilmesinde yarar görülmemiştir. Birinci kademededen de anlaşılacağı üzere, bağımsız değişkenler içerisinde kırılma değerini en fazla etkileyen faktör elektriki iletkenlik olmaktadır. Dördüncü kademeye kadar denkleme giren faktörler (elektriki iletkenlik, kireç, suda serbest kalsiyum ve suda eriyebilir sülfat) müştereken kırılma değerindeki değişmelerin % 90'nını ($R^2=0.95^2$) açıklamaktadır.

4.3. Kabuk Oluşumunun Önlenmesi Üzerine On Değişik İslah Maddesinin Etkisi

Kabuk oluşumunun önlenmesi üzerine seçilen on değişik ıslah maddesinin etkisi 11 no'lu toprak örneği kullanılarak belirlenmiştir. Örneklerin kırılma değerleri Tablo 4.4'de ve varyans analizi sonuçları Tablo 4.5'de sunulmuştur.

Tablo 4.4. Kabuk Oluşumunun Önlenmesi Üzerine On Değişik İslah Maddesinin Etkisi*

İslah Maddesi	Doz (%)	Kırılma Değeri (mbar)	İslah Maddesi	Doz (%)	Kırılma Değeri (mbar)
Kalsiyum	0	6682 ab		0	6682 ab
Hipoklorit	2	2736 fgh	Buğday samanı	2	1132 ı
	4	2281 gh		4	580 ijk
	6	901 ij		6	373 ijk
Çimento	0	6682 ab	Çöp kompostu	0	6682 ab
	2	842 ijk		2	4436 d
	4	66 ji		4	4225 de
	6	Eser** k		6	2577 gh
Kum	0	6682 ab	H ₃ PO ₄	0	6682 ab
	2	3183 fg		0.025	6285 ab
	4	3564 ef		0.05	5801 bc
	6	2425 gh		0.1	5304 c
Ponza	0	6682 ab	H ₂ SO ₄	0	6682 ab
	2	2512 gh		3	6789 a
	4	3141 fg		6	6879 a
	6	1947 h		12	6716 ab
Ahır gübresi	0	6682 ab	HCl	0	6682 ab
	2	3160 fg		0.025	3146 fg
	4	2768 fgh		0.05	6814 a
	6	2053 h		0.1	6102 abc

* Briketlerin kırılma anındaki nem içerikleri yaklaşık % 2-3 arasında değişmektedir.

** Kırılma değeri tayini için hazırlanan briket elde taşınmayacak derecede zayıf olduğu için kırılma değeri ölçümü yapılamamış ve istatistiki analizde sıfır alınmıştır.

Tablo 4.4'den görüleceği gibi ıslah maddelerinin kırılma değeri üzerindeki etkileri farklılık göstermektedir. % 6 dozunda ilave edilen kalsiyum hipoklorit, çimento, kum, ponza, ahır gübresi, buğday saman, çöp kompostu H_3PO_4 ve HCl en yüksek dozda uygulandıklarında kırılma değerini kontrol muamelesinde ölçülen 6682 mbar'lık

Tablo 4.5. Kabuk Oluşumunun Önlenmesi Üzerine On Değişik Islah Maddesinin Etkilerine Ait Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	"F"
Islah maddesi (IM)	9	51812532	228.72**
Doz	3	149149312	658.40**
IMxDoz	27	7883427	34.80**
Hata	160	226532	

** : $P < 0.01$

kırılma değerinden sırasıyla; 901-0.000-2425-1947-2053-373-2577-5304 ve 6102 mbar'a düşürmüştür. Kırılma değerindeki en fazla düşüş sıfır mbar ile % 6 çimento uygulamasında elde edilmiştir. Diğer ıslah maddelerinin en yüksek dozları kırılma değerini azaltırken H_2SO_4 ise kırılma değerini kontrole nisbeten yükseltmiştir.

Tablo 4.5'in incelenmesinden anlaşılacağı gibi, ıslah maddeleri kırılma değeri üzerinde istatistiksel bakımdan önemli ($P < 0.01$) sayılacak derecede farklı etki göstermektedirler. Ayrıca ıslah maddelerinin uygulama dozları ve ıslah maddesi ile ıslah maddesinin uygulama dozu arasındaki interaksyonun da $P < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu tesbit edilmiştir.

Tablo 4.6. Kabuk Oluşumunun Önlenmesi Üzerine On Değişik Islah Maddesinin Etkisinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine Göre Gruplandırılması*

Islah Maddeleri	H_2SO_4	H_3PO_4	HCl	Çöp Kom- postu	Kum	Ahır Gübresi	Ponza	Kalsiyum Hipoklorit	Buğ. Samanı	Çimento
Kırılma Değerleri Ort.(mbar)	6795 a	5797 b	5354 b	4746 c	3057 d	2660 d	2533 d	1973 e	695 f	303 f

* Aynı harf taşıyan rakamlar arasında istatistiksel bakımdan fark yoktur.

Tablo 4.6'nın incelenmesinden anlaşılacağı üzere kaymak tabakası oluşumunu önlemede çimento, buğday samanı ve kalsiyum hipokloritin en fazla etkinliğe sahip olduğu görülmektedir. Sonraki denemelerde kullanılmak üzere bu üç ıslah maddesine

ilaveten, agregasyonun gelişmesinde ve kabuk oluşumunun önlenmesinde potansiyel etkisinin olduğu bilinen ahır gübresi ve çöp kompostu da ele alınmıştır.

4.4. Beş Islah Maddesinin Zamana Karşı Kırılma Değeri ve Agregat Stabilitesine Olan Etkileri

4.4.1. Islah maddelerinin 25. günde kırılma değerine etkileri

İnkubasyon denemesinin 25. gününde ıslah maddelerinin kırılma değerine etkileri Tablo 4.7'de ve varyans analiz sonuçları Tablo 4.8'de sunulmuştur.

Tablo 4.7. Kabuk Oluşumunu Önlemede Etkili Beş Islah Maddesinin 25. Günde Kırılma Değeri ve Agregat Stabilitesine Etkileri (Kırılma Değerleri ve Agregat Stabilitesi Değerleri Dokuz, Tekerrürün Ortalamasıdır)*

İlave Edilen Islah Maddesi	Islah Maddesinin Dozu (%)	Kırılma Değeri (mbar)	Kırılma** Değerindeki Yüzde Değişim (%)	Agregat Stabilitesi (%)	Agregat Stabilitesindeki Yüzde Değişim (%)
Kalsiyum Hipoklorit	0	3344 a	--	8.19 fgh	--
	2	2272 b	-32.1	5.65 h	-31.0
	4	1848 bc	-44.7	4.75 h	-42.0
	6	989 ef	-70.4	15.66 e	+91.2
Çimento	0	3344 a	--	8.19 fgh	--
	2	750 fg	-77.6	16.08 e	+96.3
	4	Eser h	-100.0	37.64 b	+359.6
	6	Eser h	-100.0	55.94 a	+533.0
Ahır Gübresi	0	3344 a	--	8.19 fgh	--
	2	1974 bc	-41.0	12.24 ef	-49.5
	4	1747 cd	-47.8	14.60 e	+78.3
	6	1947 bc	-45.1	14.91 e	+82.1
Çöp Kompostu	0	3344 a	--	8.19 fgh	--
	2	1915 bc	-45.0	11.85 efg	+44.7
	4	1605 cd	-52.0	13.57 e	+65.7
	6	1684 cd	-49.6	12.57 e	+53.5
Buğday Samanı	0	3344 a	--	8.19 fgh	--
	2	1319 de	-60.6	20.71 d	+153.0
	4	603 fg	-82.0	24.05 cd	+193.7
	6	336 gh	-90.0	26.41 c	+222.5

* : Birketlerin kırılma anındaki nem içerikleri yaklaşık % 2-3 arasında değişmektedir.

** : Verilen değerler önündeki (-) işareti kontrole göre azalışı, (+) işareti kontrole göre artışı göstermektedir.

Tablo 4.8. İslah Maddelerinin 25. Günde Kırılma Değeri Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	"F"
İslah maddesi (İM)	4	10259655	85.68**
Doz	3	52644869	439.63**
İMxDoz	12	1622475	13.55**
Hata	160	119748	

** : $P < 0.01$

Tablo 4.7'den görüleceği gibi, toprağa ilave edilen ıslah maddelerinin uygulama dozu arttıkça genellikle kırılma değeri azalmıştır. Kırılma değerinde, en fazla düşüşün görüldüğü % 6 dozunda ilave edilen; çimento, buğday samanı, kalsiyum hipoklorit, çöp kompostu ve ahır gübresi kırılma değerini kontrol muamelesinde ölçülen 3344 mbar'lık değerden sırasıyla; eser-336-989-1684 ve 1837 mbar'a düşürmüşlerdir. Kırılma değerinde % 100 ile en fazla düşüş, çimentonun % 4 ve 6'lık dozunda görülürken, % 32.1 ile en az düşüş ise, kalsiyum hipokloritin % 2'lik dozunda görülmektedir.

Tablo 4.8'in incelenmesinden anlaşılacağı gibi, ıslah maddeleri kırılma değeri üzerinde istatistiksel bakımdan önemli ($P < 0.01$) sayılacak derecede farklı etki göstermektedirler. Ayrıca ıslah maddelerinin uygulama dozları ve ıslah maddesi ile ıslah maddesinin uygulama dozu arasındaki interaksiyonun da $P < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu tesbit edilmiştir.

Deneme toprağına ilave edilen ıslah maddelerinin 25. gün sonunda kırılma değerine göre etkilerini belirlemek için Duncan Çoklu Karşılaştırma testi uygulanmıştır. Bu testin sonuçlarına göre ıslah maddelerinin gruplandırılması Tablo 4.9'da sunulmuştur.

Tablo 4.9. İslah Maddelerinin 25. Günde Kırılma Değerine Etkisinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine Göre Gruplandırılması

İslah Maddeleri	Ahır Gübresi	Çöp Kompostu	Kalsiyum Hipoklorit	Buğday Samanı	Çimento
Kırılma Değerleri Ortalaması (mbar)	1889 a	1735 a	1703 a	753 b	250 c

Tablo 4.9'un incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, kabuk oluşumunu önlemede en fazla etkiye çimento sahipken, ikinci sırada buğday samanı gelmektedir. Diğer maddelerin (kalsiyum hipoklorit, çöp kompostu ve ahır gübresi) etkileri üçüncü sırada ve eşit seviyede bulunmuştur.

4.4.2. İslah maddelerinin 25. günde agregat stabilitesine etkileri

İnkübasyon denemesinin 25. gününde ıslah maddelerinin agregat stabilitesine etkileri Tablo 4.7'de ve varyans analizi sonuçları Tablo 4.10'da sunulmuştur.

Tablo 4.7'den de görüleceği gibi, toprağa ilave edilen ıslah maddelerinin uygulama dozu arttıkça, kalsiyum hipoklorit hariç, toprağın agregat stabilitesi değeri de artış göstermiştir. Agregat stabilitesinde genellikle en fazla artışın görüldüğü % 6 dozunda ilave edilen; çimento, buğday samanı, kalsiyum hipoklorit, ahır gübresi ve çöp kompostu agregat stabilitesini kontrol muamelesinde ölçülen % 8.19'luk değerden sırasıyla; % 55.94, % 26.41, % 15.66, % 14.91 ve % 12.57'ye yükseltmişlerdir. Agregat stabilitesinde % 533 ile en fazla artış, çimentonun % 6 dozunda görülürken, kalsiyum hipokloritin % 4'lük dozunda % 42'lik bir düşük görülmüştür.

Tablo 4.10. İslah Maddelerinin 25. Günde Agregat Stabilitesi Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	"F"
İslah maddesi (IM)	4	2544.8	261.86**
Doz	3	2384.6	245.38**
IMxDoz	12	690.7	71.08**
Hata	160	9.7	

** : P<0.01

Tablo 4.10'un incelenmesinden anlaşılacağı gibi, ıslah maddeleri agregat stabilitesi değerleri üzerinde istatistiksel bakımdan önemli (P<0.01) sayılacak derecede farklı etki göstermektedirler. Ayrıca ıslah maddelerinin uygulama dozları ve ıslah maddesi ile ıslah maddesinin uygulama dozu arasındaki interaksiyonun da P<0.01 düzeyinde önemli olduğu tesbit edilmiştir.

Deneme toprağına ilave edilen ıslah maddelerinin 25. günde agregat stabilitesine etkilerini belirlemek için Duncan Çoklu Karşılaştırma testi uygulanmıştır. Bu testin sonuçlarına göre ıslah maddelerinin gruplandırılması Tablo 4.11'de sunulmuştur.

Tablo 4.11. Islah Maddelerinin 25. Günde Kırılma Değerine Etkisinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine Göre Gruplandırılması

Islah Maddeleri	Çimento	Buğday Samanı	Ahır Gübresi	Çöp Kompostu	Kalsiyum Hipoklorit
Agregat Stabilitesi Ortalaması (%)	36.55 a	23.72 b	13.92 c	12.66 c	8.69 d

Tablo 4.11'in incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, agregat stabilitesini attırmada en fazla etkiye çimento sahipken, ikinci sırada buğday samanı gelmektedir. Ahır gübresi ve çöp kompostunun etkisi, üçüncü sırada ve eşit seviyede bulunmuştur. Agregat stabilitesini arttırmada en az etkili olan kalsiyum hipoklorit ise son sırada yer almıştır.

4.4.3. Islah maddelerinin 50. günde kırılma değerine etkileri

İnkübasyon denemesinin 50. gününde ıslah maddelerinin kırılma değerine etkileri Tablo 4.12'de ve varyans analizi sonuçları ise Tablo 4.13'de sunulmuştur.

Tablo 4.12'den görüleceği gibi, toprağına ilave edilen ıslah maddelerinin uygulama dozu arttıkça kırılma değeri genellikle azalmıştır. Kırılma değerinde en fazla düşüşün görüldüğü % 6 dozunda ilave edilen; çimento, buğday samanı, ahır gübresi, kalsiyum hipoklorit ve çöp kompostu kırılma değerini kontrol muamelesinde ölçülen 2879 mbar'lık değerden sırasıyla; eser-345-972-1493 ve 1654 mbar'a düşürmüşlerdir. Kırılma değerinde % 100 ile en fazla düşüş, çimentonun % 4 ve 6'lık dozunda görülürken, % 21.1 ile en az düşüş ise, ahır gübresinin % 2'lik dozunda görülmektedir.

Tablo 4.13'ün incelenmesinden anlaşılacağı gibi, ıslah maddeleri kırılma değeri üzerinde istatistiksel bakımdan önemli ($P < 0.01$) sayılacak derecede farklı etki göstermektedirler. Ayrıca ıslah maddelerinin uygulama dozları ve ıslah maddesi ile

Tablo 4.12. Kabuk Oluşumunu Önlemede Etkili Beş İslah Maddesinin 50. Günde Kırılma Değeri ve Agregat Stabilitesine Etkileri (Kırılma Değeri Dokuz, Agregat Stabilitesi Altı, Tekerrürün Ortalamasıdır)*

İlave Edilen İslah Maddesi	İslah Maddesinin Dozu (%)	Kırılma Değeri (mbar)	Kont. Göre** Kırılma Değeri. Yüzde Değiş. (%)	Agregat Stabilitesi (%)	Kont. Göre** Ag. Stab. Yüzde Değişim (%)
Kalsiyum Hipoklorit	0	2879 a	--	9.36 efg	--
	2	1937 bcd	-32.72	5.69 fg	-39.21
	4	2163 bc	-24.93	3.70 g	-60.47
	6	1493 d	-48.14	4.43 fg	-52.67
Çimento	0	2879 a	--	9.36 efg	--
	2	598 ef	-79.25	20.23 b	+116.13
	4	Eser g	-100.00	43.40 b	+363.68
	6	Eser g	-100.00	69.29 a	+640.28
Ahır Gübresi	0	2879 a	--	9.36 efg	--
	2	2243 b	-22.09	9.55 efg	+2.03
	4	1702 bcd	-40.85	9.80 efg	+4.70
	6	972 e	-66.24	11.40 ef	+21.79
Çöp Kompostu	0	2879 a	--	9.36 efg	--
	2	1652 cd	-42.62	8.21 efg	-12.29
	4	1879 bcd	-34.73	10.89 efg	+16.35
	6	1654 cd	-42.55	12.85 e	+37.29
Buğday Samanı	0	2879 a	--	9.36 efg	--
	2	926 e	-67.84	20.67 d	+120.83
	4	511 efg	-82.25	26.17 d	+179.59
	6	345 fg	-88.02	33.76 c	+260.68

* : Birketlerin kırılma anındaki nem içerikleri yaklaşık % 2-3 arasında değişmektedir.

** : Verilen değerler önündeki (-) işareti kontrole göre azalışı, (+) işareti kontrole göre artışı göstermektedir.

Tablo 4.13. İslah Maddelerinin 50. Günde Kırılma Değeri Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	"F"
İslah maddesi (IM)	4	11549798	65.82**
Doz	3	34063436	194.12**
IMxDoz	12	1766892	10.07**
Hata	160	175475	

** : P<0.01

ıslah maddesi uygulama dozu arasındaki interaksiyonun da $P < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu tesbit edilmiştir.

Deneme toprağına ilave edilen ıslah maddelerinin 50. gün sonunda kırılma değerine etkileri Duncan Çoklu Karşılaştırma testi ile değerlendirilmiştir. Bu testin sonuçlarına göre ıslah maddelerinin gruplandırılması Tablo 4.14'de sunulmuştur.

Tablo 4.14. Islah Maddelerinin 50. Günde Kırılma Değerine Etkilerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine Göre Gruplandırılması

Islah Maddeleri	Kalsiyum Hipoklorit	Çöp Kompostu	Ahır Gübresi	Buğday Samanı	Çimento
Kırılma Değerleri Ortalaması (mbar)	1864 a	1728 a	1639 a	594 b	199 c

Tablo 4.14'ün incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, kabuk oluşumunu önlemede en fazla etkiye çimento sahipken, ikinci sırada buğday samanı gelmektedir. Diğer maddelerin (Kalsiyum hipoklorit, çöp kompostu ve ahır gübresi) etkinlikleri üçüncü sırada ve eşit seviyede bulunmuştur.

4.4.4. Islah maddelerinin 50. günde agregat stabilitesine etkileri

İnkübasyon denemesinin 50. gününde ıslah maddelerinin agregat stabilitesine etkileri Tablo 4.12'de ve varyans analizi sonuçları Tablo 4.15'de sunulmuştur.

Tablo 4.12'den de görüleceği gibi, toprağına ilave edilen ıslah maddelerinin uygulama dozu arttıkça, kalsiyum hipoklorit hariç, toprağın agregat stabilitesi değeri de artış göstermiştir. Agregat stabilitesinde genellikle en fazla artışın görüldüğü % 6 dozunda ilave edilen; çimento, buğday samanı, çöp kompostu ve ahır gübresi agregat stabilitesini kontrol muamelesinde ölçülen % 9.36'lık değerden sırasıyla % 69.29-% 33.76-% 12.85 ve % 11.40'a yükseltmişlerdir. Aynı dozdaki kalsiyum hipoklorit ise agregat stabilitesini % 4.43'e düşürmüştür. Agregat stabilitesinde % 640.28 ile en fazla artış, çimentonun % 6 dozunda görülürken, % 60.47 ile en fazla düşüş ise kalsiyum hipokloritin % 4'lük dozunda görülmektedir.

Tablo 4.15'in incelenmesinden anlaşılacağı gibi, ıslah maddeleri agregat stabilitesi değeri üzerinde istatistiksel bakımdan önemli ($P < 0.01$) sayılacak derecede farklı

Tablo 4.15. İslah Maddelerinin 50. Günde Agregat Stabilitesi Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	"F"
İslah maddesi (IM)	4	3560.7	209.09**
Doz	3	1658.8	97.41**
IMxDoz	12	820.6	48.19**
Hata	100	17.0	

** : P<0.01

etki göstermektedirler. Ayrıca ıslah maddelerinin uygulama dozları ve ıslah maddesi ile ıslah maddesinin uygulama dozu arasındaki interaksiyonun da P<0.01 düzeyinde önemli olduğu tesbit edilmiştir.

Deneme toprağına ilave edilen ıslah maddelerinin 50. gün sonunda agregat stabilitesine etkilerini belirlemek için Duncan Çoklu Karşılaştırma testi uygulanmıştır. Bu testin sonuçlarına göre ıslah maddelerinin gruplandırılması Tablo 4.16'da sunulmuştur.

Tablo 4.16. İslah Maddelerinin 50. Günde Agregat Stabilitesine Etkisinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine Göre Gruplandırılması

İslah Maddeleri	Çimento	Buğday Samanı	Çöp Kompostu	Ahr Gübresi	Kalsiyum Hipoklorit
Agregat Stabilitesi Ortalaması (%)	44.31 a	26.87 b	10.65 c	10.25 c	4.61 d

Tablo 4.16'nın incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, agregat stabilitesini arttırmada en fazla etkiye çimento sahipken, ikinci sırada buğday samanı gelmektedir. Çöp kompostu ve ahır gübresinin etkisi, üçüncü sırada ve eşit seviyede bulunmuştur. Agregat stabilitesini azaltıcı yönde etkileyen kalsiyum hipoklorit ise son sırada yer almıştır.

4.4.5. İslah maddelerinin 75. günde kırılma değerine etkileri

İnkübasyon denemesinin 75. gününde ıslah maddelerinin kırılma değerine etkileri Tablo 4.17'de ve varyans analizi sonuçları Tablo 4.18'de sunulmuştur.

Tablo 4.17. Kabuk Oluşumunu Önlemede Etkili Beş İslah Maddesinin 75. Günde Kırılma Değeri ve Agregat Stabilitesine Etkileri (Kırılma Değeri Dokuz, Agregat Stabilitesi Altı, Tekerrürün Ortalamasıdır)*

İlave Edilen İslah Maddesi	İslah Maddesinin Dozu (%)	Kırılma Değeri (mbar)	Kont. Göre** Kırılma Değeri. Yüzde Değiş. (%)	Agregat Stabilitesi (%)	Kont. Göre** Ag. Stab. Yüzde Değişim (%)
Kalsiyum Hipoklorit	0	6704 a	--	7.33 gh	--
	2	3127 bcd	-53.36	3.65 h	-50.20
	4	2869 cd	-57.20	3.51 h	-52.11
	6	1601 f	-76.12	3.68 h	-49.80
Çimento	0	6704 a	--	7.33 gh	--
	2	1360 fg	-79.71	16.83 de	+129.60
	4	308 h1	-95.41	40.05 e	+446.38
	6	Eser 1	-100.0	61.80 a	+743.11
Ahır Gübresi	0	6704 a	--	7.33 gh	--
	2	3565 bc	-46.82	7.52 gh	+2.59
	4	2472 de	-63.13	8.35 gh	+13.91
	6	2705 d	-59.65	9.85 fg	+34.38
Çöp Kompostu	0	6704 a	--	7.33 gh	--
	2	3758 b	-43.94	6.07 gh	-17.19
	4	3715 b	-44.59	5.24 gh	-28.51
	6	1974 ef	-71.23	6.78 gh	-7.50
Buğday Samanı	0	6704 a	--	7.33 gh	--
	2	1226 fg	-81.71	14.42 ef	+96.71
	4	790 gh	-88.22	20.29 d	+176.81
	6	357 h1	-94.67	30.30 c	+313.37

* : Birketlerin kırılma anındaki nem içerikleri yaklaşık % 2-3 arasında değişmektedir.

** : Verilen değerler önündeki (-) işareti kontrole göre azalışı, (+) işareti kontrole göre artışı göstermektedir.

Tablo 4.18. İslah Maddelerinin 75. Günde Kırılma Değeri Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	"F"
İslah maddesi (IM)	4	30119390	86.28**
Doz	3	263015184	753.45**
IMxDoz	12	4399537	12.60**
Hata	160	349083	

** : P<0.01

Tablo 4.17'den de görüleceği gibi, toprağa ilave edilen ıslah maddelerinin uygulama dozu arttıkça toprağın kırılma değeri azalmıştır. Kırılma değerinde genellikle en fazla düşüşün görüldüğü % 6 dozunda ilave edilen; çimento, buğday samanı, kalsiyum hipoklorit, çöp kompostu ve ahır gübresi kırılma değerini kontrol muamelesinde ölçülen 6704 mbar'lık değerden sırasıyla; eser-357-1601-1929 ve 2705 mbar'a düşürmüşlerdir. Kırılma değerinde % 100 ile en fazla düşüş, çimentonun % 6 dozunda görülürken, % 43.82 ile en az düşüş ise, çöp kompostunun % 2'lik dozunda görülmektedir.

Tablo 4.18'in incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, ıslah maddeleri kırılma değeri üzerinde istatistiksel bakımdan önemli ($P<0.01$) sayılacak derecede farklı etki göstermektedirler. Ayrıca ıslah maddelerinin uygulama dozları ve ıslah maddesi ile ıslah maddesinin uygulama dozu arasındaki interaksyonun da $P<0.01$ düzeyinde önemli olduğu tesbit edilmiştir.

Deneme toprağına ilave edilen ıslah maddelerinin 75. gün sonunda kırılma değerine göre etkilerini belirlemek için Duncan Çoklu Karşılaştırma testi uygulanmıştır. Bu testin sonuçlarına göre ıslah maddelerinin gruplandırılması Tablo 4.19'da sunulmuştur.

Tablo 4.19. Islah Maddelerinin 75. Günde Kırılma Değerine Etkilerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine Göre Gruplandırılması

Islah Maddeleri	Çöp Kompostu	Ahır Gübresi	Kalsiyum Hipoklorit	Buğday Samanı	Çimento
Kırılma Değerleri Ortalaması (mbar)	3149 a	2914 a	2532 b	791 c	556 c

Tablo 4.19'un incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, kabuk oluşumunu önlemede en fazla etkiye çimento ve buğday samanı sahipken, ikinci sırada kalsiyum hipoklorit uygulaması gelmektedir. Etkinlik bakımından ahır gübresi ve çöp kompostu uygulamaları son sırada yer almıştır.

4.4.6. Islah maddelerinin 75. günde agregat stabilitesine etkileri

İnkübasyon denemesinin 75. gününde ıslah maddelerinin agregat stabilitesine etkileri Tablo 4.17'den ve varyans analizi sonuçları Tablo 4.20'de sunulmuştur.

Tablo 4.20. İslah Maddelerinin 75. Günde Agregat Stabilitesi Değeri Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	"F"
İslah maddesi (İM)	4	3021.0	323.51**
Doz	3	1369.2	146.62**
İMxDoz	12	703.0	75.28**
Hata	100	9.3	

** : P<0.01

Tablo 4.17'den de görüleceği gibi, toprağa ilave edilen ıslah maddelerinin uygulama dozu arttıkça, kalsiyum hipoklorit ve çöp kompostu hariç, toprağın agregat stabilitesi değeri de artış göstermiştir. Agregat stabilitesinde genellikle en fazla artışın görüldüğü % 6 dozunda ilave edilen; çimento, buğday samanı ve ahır gübresi agregat stabilitesini kontrol muamelesinde ölçülen % 7.33'lük değerden sırasıyla; % 61.80- % 30.30 ve % 9.85'e yükseltmişlerdir. Aynı dozdaki kalsiyum hipoklorit ve çöp kompostu ise agregat stabilitesini sırasıyla; % 3.68 ve % 6.78'e düşürmüşlerdir. Agregat stabilitesinde % 743.11 ile en fazla artış, çimentonun % 6 dozunda görülürken, kalsiyum hipokloritin % 4'lük dozunda -% 52.11'lik düşüş görülmektedir.

Tablo 4.20'nin incelenmesinden anlaşılacağı gibi, ıslah maddeleri agregat stabilitesi değeri üzerinde istatistiksel bakımdan önemli (P<0.01) sayılacak derecede farklı etki göstermektedirler. Ayrıca ıslah maddelerinin uygulama dozları ve ıslah maddesi ile ıslah maddesinin uygulama dozu arasındaki interaksiyonun da P<0.01 düzeyinde önemli olduğu tesbit edilmiştir.

Deneme toprağına ilave edilen ıslah maddelerinin 75. gün sonunda agregat stabilitesine göre etkilerini belirlemek için Duncan Çoklu Karşılaştırma testi uygulanmıştır. Bu testin sonuçlarına göre ıslah maddelerinin gruplandırılması Tablo 4.21'de sunulmuştur.

Tablo 4.21. İslah Maddelerinin 75. Günde Agregat Stabilitesine Etkisinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine Göre Gruplandırılması

İslah Maddeleri	Çimento	Buğday Samanı	Ahır Gübresi	Çöp Kompostu	Kalsiyum Hipoklorit
Agregat Stabilitesi Ortalaması (%)	39.56 a	21.67 b	8.57 c	6.03 cd	3.61 d

Tablo 4.21'in incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, agregat stabilitesini arttırmada en fazla etkiye çimento sahipken, ikinci sırada buğday samanı gelmektedir. Etkinlik bakımından ahır gübresi üçüncü sırayı alırken, kalsiyum hikoplorit uygulaması agregat stabilitesini azaltıcı yönde etkileyerek son sırada yer almıştır. Çöp kompostu uygulaması ise ahır gübresi ile kalsiyum hipoklorit uygulamaları arasında yer alırken, agregat stabilitesine olumsuz etki yapmıştır.

4.4.7. Islah maddelerinin 100. günde kırılma değerine etkileri

İnkübasyon denemesinin 100. gününde ıslah maddelerinin kırılma değerine etkileri Tablo 4.22'de ve varyans analizi sonuçları Tablo 4.23'de sunulmuştur.

Tablo 4.22. Kabuk Oluşumunu Önlemede Etkili Beş Islah Maddesinin 100. Günde Kırılma Değeri ve Agregat Stabilitesine Etkileri (Kırılma Değeri Dokuz, Agregat Stabilitesi Altı Tekerrürün Ortalamasıdır)*

İlave Edilen Islah Maddesi	Islah Maddesinin Dozu (%)	Kırılma Değeri (mbar)	Kont. Göre** Kırılma Değer. Yüzde Değişim (%)	Agregat Stabilitesi (%)	Kont. Göre** Ag. Stab. Yüzde Değişim (%)
Kalsiyum Hipoklorit	0	7261 a	--	5.61 ghı	--
	2	6115 bc	-16.55	2.73 ı	-47.09
	4	5005 d	-31.07	3.78 hı	-26.74
	6	3185 e	-56.14	5.02 ghı	-2.71
Çimento	0	7261 a	--	5.16 ghı	--
	2	3008 e	-58.57	12.75 e	+147.09
	4	657 hı	-90.95	34.19 b	+562.60
	6	Eser ı	-100.0	55.03 a	+966.47
Ahır Gübresi	0	7261 a	--	5.16 ghı	--
	2	6755 ab	-6.97	7.03 fgh	+36.24
	4	5381 cd	-25.89	8.13 fg	+57.56
	6	4942 d	-31.94	10.86 ef	+110.47
Çöp Kompostu	0	7261 a	--	5.16 ghı	--
	2	5246 cd	-27.75	7.42 fgh	+43.80
	4	5730 cd	-21.09	7.12 fgh	+37.98
	6	5644 cd	-22.27	8.44 fg	+63.57
Buğday Samanı	0	7261 a	--	5.16 ghı	--
	2	2460 ef	-66.02	19.89 d	+285.47
	4	1987 fg	-72.63	28.17 c	+445.93
	6	1129 gh	-84.45	34.98 b	+577.91

* : Birketlerin kırılma anındaki nem içerikleri yaklaşık % 2-3 arasında değişmektedir.

** : Verilen değerler önündeki (-) işareti kontrole göre azalışı, (+) işareti kontrole göre artışı göstermektedir.

Tablo 4.22'den de görüleceği gibi, toprağa ilave edilen ıslah maddelerinin uygulama dozu arttıkça toprağın kırılma değeri, çöp kompostu hariç, azalmıştır. Kırılma değerinde genellikle en fazla düşüşün görüldüğü % 6 dozunda ilave edilen; çimento, buğday samanı, kalsiyum hipoklorit, ahır gübresi ve çöp kompostu kırılma değerini kontrol muamelesinde ölçülen 7261 mbar'lık değerden sırasıyla; eser-1129-3185-4942 ve 5644 mbar'a düşürmüşlerdir. Kırılma değerinde % 100 ile en fazla düşüş, çimentonun % 6 dozunda görülürken, % 16.55 ile en az düşüş ise, çöp kompostunun % 2'lik dozunda görülmektedir.

Tablo 4.23. Islah Maddelerinin 100. Günde Kırılma Değeri Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	"F"
Islah maddesi (IM)	4	90717432	164.20**
Doz	3	156207584	282.73**
IMxDoz	12	13520434	24.47**
Hata	160	552494	

** : P<0.01

Tablo 4.23'ün incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, ıslah maddeleri kırılma değeri üzerindeki istatistiksel bakımdan önemli (P<0.01) sayılacak derecede farklı etki göstermektedirler. Ayrıca ıslah maddelerinin uygulama dozları ve ıslah maddesi ile ıslah maddesinin uygulama dozu arasındaki interaksyonun da P<0.01 düzeyinde önemli olduğu tesbit edilmiştir.

Deneme toprağına ilave edilen ıslah maddelerinin 100. gün sonunda kırılma değerine göre etkilerinin belirlemek için Duncan Çoklu Karşılaştırma testi uygulanmıştır. Bu testin sonuçlarına göre ıslah maddelerinin gruplandırılması Tablo 4.24'te sunulmuştur.

Tablo 4.24. Islah Maddelerinin 100. Günde Kırılma Değerine Etkilerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine Göre Gruplandırılması

Islah Maddeleri	Ahır Gübresi	Çöp Kompostu	Kalsiyum Hipoklorit	Buğday Samanı	Çimento
Kırılma Değerleri Ortalaması (mbar)	5693 a	5540 a	4768 b	1859 c	1222 d

Tablo 4.24'ün incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, kabuk oluşumunu önlemede en fazla etkiye çimento sahipken, ikinci sırada buğday samanı uygulaması gelmiştir. Kalsiyum hipoklorit uygulaması etkinlik bakımından üçüncü sırada bulunurken, çöp kompostu ve ahır gübresi uygulamaları eşit seviyede ve son sırada bulunmuştur.

4.4.8. İslah maddelerinin 100. günde agregat stabilitesine etkileri

İnkübasyon denemesinin 100. gününde ıslah maddelerinin agregat stabilitesine etkileri Tablo 4.22'de ve varyans analizi sonuçları Tablo 4.25'de sunulmuştur.

Tablo 4.22'den de görüleceği gibi, toprağa ilave edilen ıslah maddelerinin uygulama dozu arttıkça, kalsiyum hipoklorit uygulaması hariç, toprağın agregat stabilitesi değeri de artış göstermiştir. Agregat stabilitesinde genellikle en fazla artışın görüldüğü % 6 dozunda ilave edilen; çimento, buğday samanı, ahır gübresi ve çöp kompostu agregat stabilitesini kontrol muamelesinde ölçülen % 5.61'lik değerden sırasıyla; % 55.03-% 34.98-% 10.86 ve % 8.44'e yükseltmişlerdir. Aynı dozdaki kalsiyum hipoklorit ise agregat stabilitesini % 5.02'ye düşürmüştür. Agregat stabilitesinde % 966.47 ile en fazla artış, çimentonun % 6 dozunda görülürken, kalsiyum hipokloritin % 2'lik dozunda -% 47.09'luk düşüş görülmektedir.

Tablo 4.25. İslah Maddelerinin 100. Günde Agregat Stabilitesi Değeri Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	"F"
İslah maddesi (IM)	4	2464.7	474.39**
Doz	3	1774.8	341.61**
IMxDoz	12	575.5	110.77**
Hata	100	5.2	

** : P<0.01

Tablo 4.25'in incelenmesinden anlaşılacağı gibi, ıslah maddeleri agregat stabilitesi değeri üzerinde istatistiksel bakımdan önemli (P<0.01) sayılacak derecede farklı etki göstermektedirler. Ayrıca ıslah maddelerinin uygulama dozları ve ıslah maddesi ile ıslah maddesinin uygulama dozu arasındaki interaksiyonun da P<0.01 düzeyinde önemli olduğu tesbit edilmiştir.

Deneme toprağına ilave edilen ıslah maddelerinin 100. gün sonunda agregat stabilitesine göre etkilerini belirlemek için Duncan oklu Karşılaştırma testi uygulanmıştır. Bu testin sonuçlarına göre ıslah maddelerinin gruplandırılmaları Tablo 4.26'da sunulmuştur.

Tablo 4.26. Islah Maddelerinin 100. Günde Agregat Stabilitesi Değerine Etkisinin Duncan oklu Karşılaştırma Testine Göre Gruplandırılması

Islah Maddeleri	imento	Buğday Samanı	Ahr Gübresi	p Kompostu	Kalsiyum Hipoklorit
Agregat Stabilitesi Ortalaması (%)	33.99 a	27.68 b	8.67 c	7.66 c	3.84 d

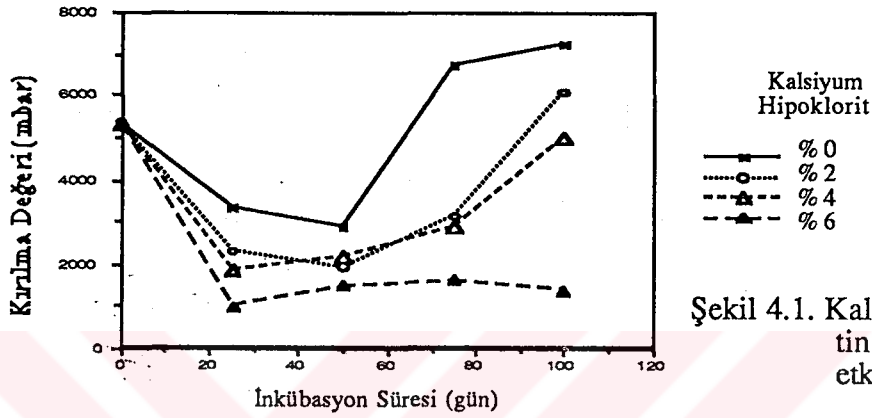
Tablo 4.26'nın incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, agregat stabilitesini artırmada en fazla etkiye imento sahipken, ikinci sırada buğday samanı gelmektedir. Ahr gübresi ve çöp kompostu uygulamaları üçüncü sırada yer almıştır. Kalsiyum hipoklorit uygulaması ise son sırada yer alırken, agregat stabilitesine olumsuz etki yapmıştır.

Çok sayıda araştırıcı ahr gübresi, buğday samanı, çöp kompostu, fiğ samanı, yeşil gübre, perlit, imento, fosforik asit, triple süperfosfat gibi maddelerin toprakların agregat stabilitesini artırdığını, kırılma değerini düşürdüğünü ve söz konusu maddelerin etkilerinin maddenin çeşidine ve dozuna bağlı olarak değiştiğini bildirmişlerdir (Bhadrapur ve ark., 1970; Biswas ve ark., 1970; Nuttal, 1970; Biswas ve Khosla, 1971; Ahuja ve Swartzendruber, 1972; Hafez, 1974; Unger ve Stewart, 1974; Dhoat ve ark., 1974; Lutz ve Haque, 1975; Stivers ve ark., 1977; Tisdall ve ark., 1978; Tüzüner ve Yrk, 1980; Bahtiyar, 1981; Gr, 1981; Demiralay, 1982; Chandra ve De, 1982; Yalçuk, 1984; Christensen, 1986; zdemir, 1991; Canpolat, 1992; Uyanöz, 1993).

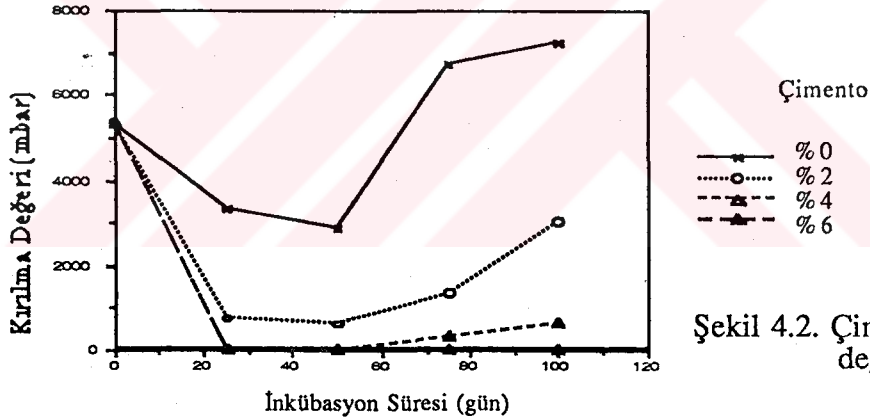
4.4.9. Islah maddelerinin 100 günlük inkübasyon süresi içerisinde kırılma değeri ve agregat stabilitesine etkilerinin seyri

şekil 4.1-4.5'den görüleceği gibi, 100 günlük inkübasyon süresi içerisinde kullanılan ıslah maddeleri 25. ve 50. gün sonunda kırılma değerini önemli derecede dşrmştir. 75. ve 100. gün ölçümlerinde kırılma değeri bir miktar yükselmiştir. Çimento muamelesindeki yükseliş diğerlerine nazaran daha az olmuştur. Ayrıca ıslah maddelerinin uygulama dozları artırıldıkça hemen her inkübasyon kademesinde kırılma değeri azalma göstermiştir.

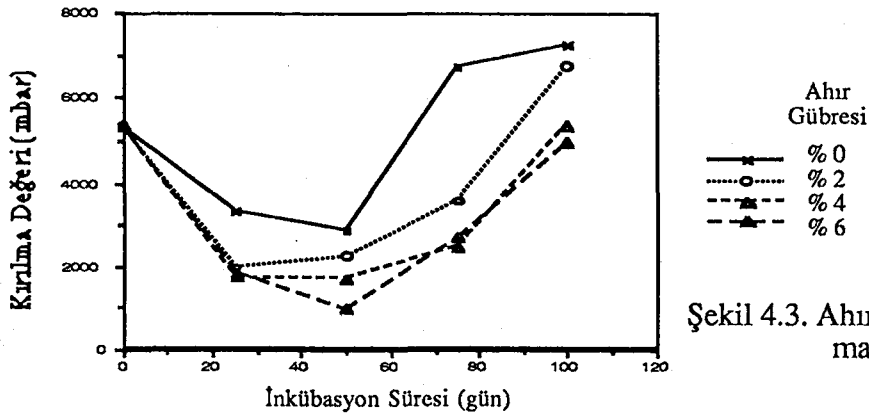
Şekil 4.6-4.10'dan görüleceği gibi, inkübasyon süresi içerisinde agregat stabilitesindeki değişim kırılma değerinin tersi bir seyir göstermiştir. Kalsiyum hipoklorit ve ahır gübresi inkübasyon süresindeki artış ile agregat stabilitesini genelde düşürmüştür. Çöp kompostuda bu iki muameleye yakın bir etki göstermiştir. Çimento ve buğday samanı muamelelerinde, özellikler yüksek dozlarda, inkübasyon süresi arttıkça agregat stabilitesi değerinde de düzenli artışlar görülmektedir.



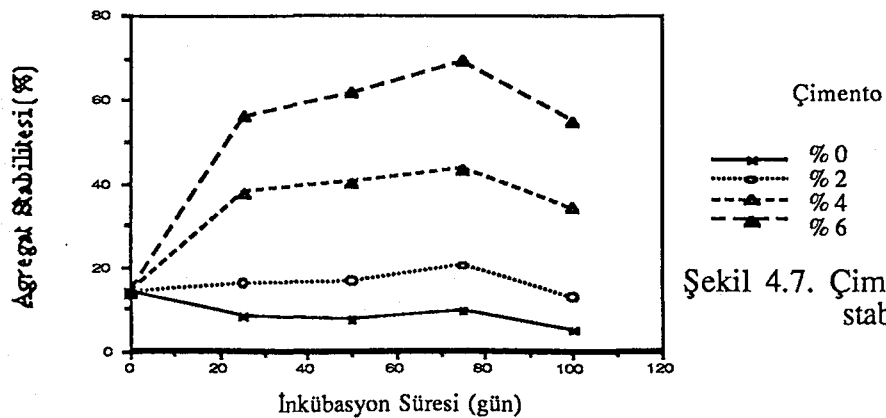
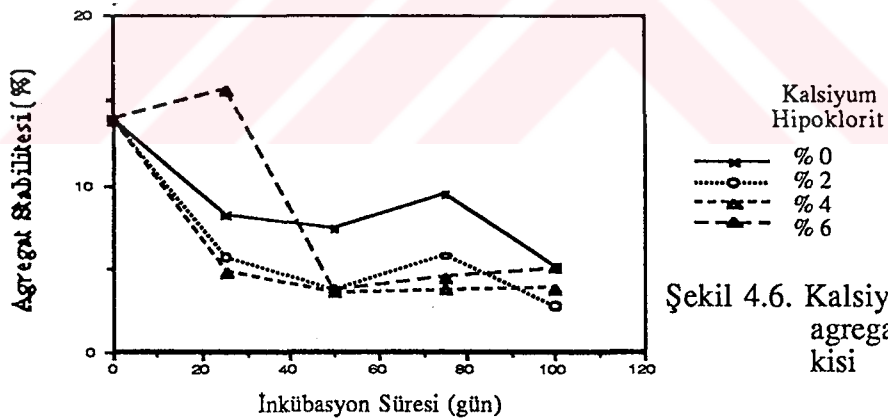
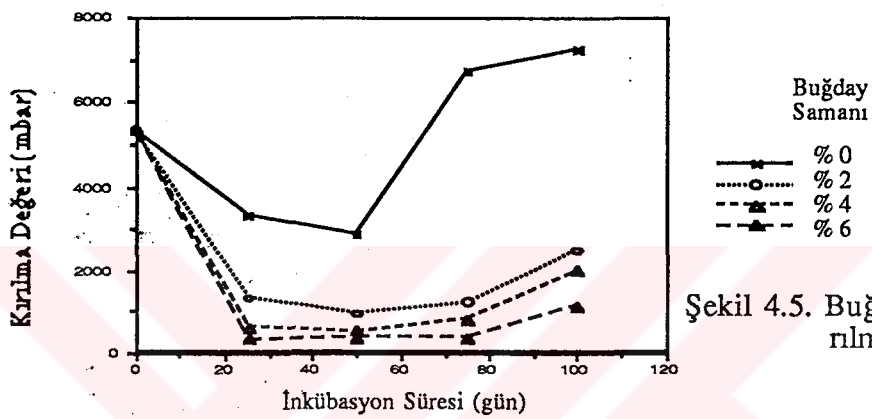
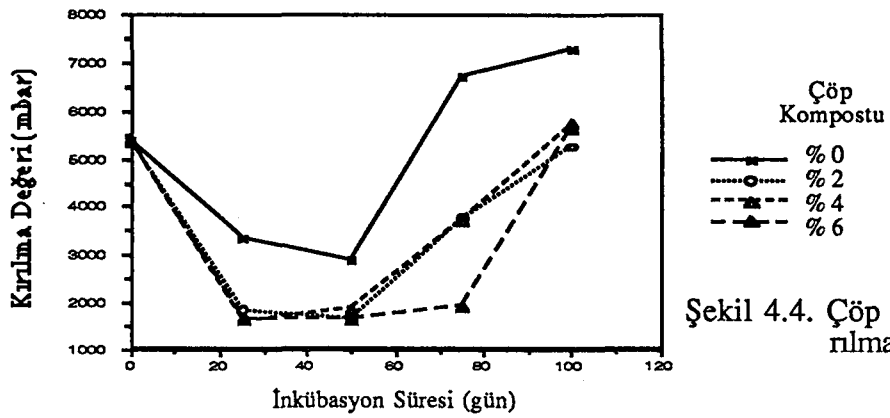
Şekil 4.1. Kalsiyum hipokloritin kırılma değerine etkisi

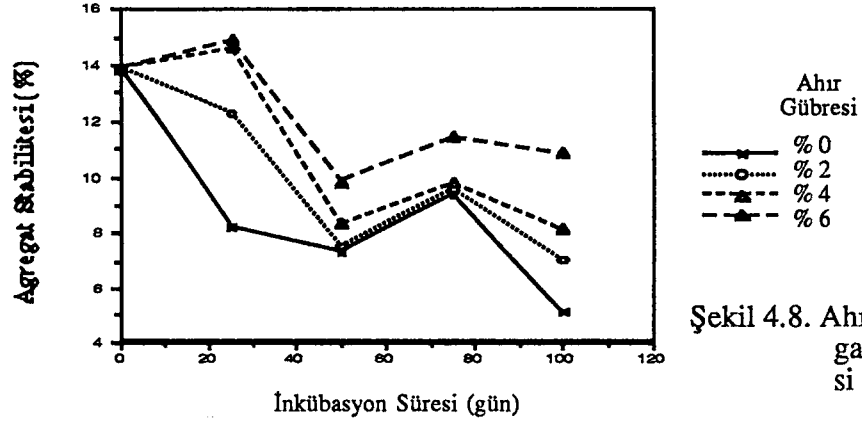


Şekil 4.2. Çimentonun kırılma değerine etkisi

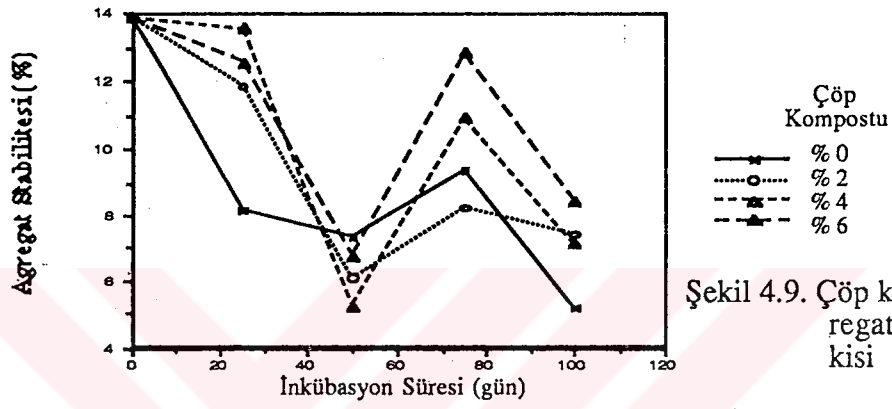


Şekil 4.3. Ahır gübresinin kırılma değerine etkisi

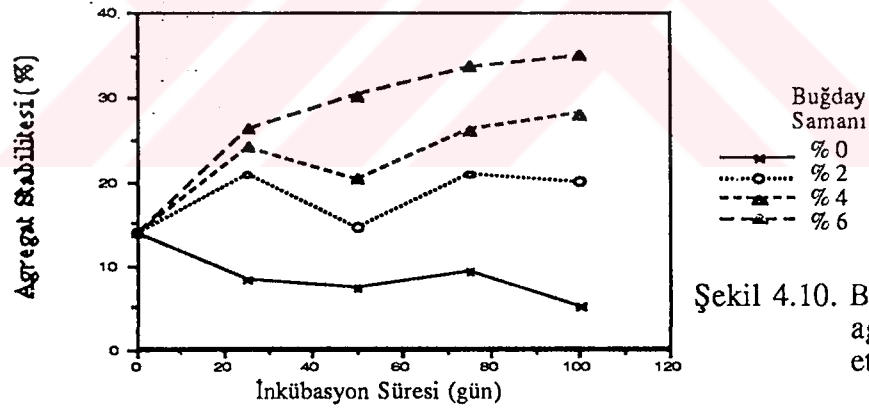




Şekil 4.8. Ahır gübresinin agregat stabilitesine etkisi



Şekil 4.9. Çöp kompostunun agregat stabilitesine etkisi



Şekil 4.10. Buğday samanının agregat stabilitesine etkisi

4.5. Donma ve Çözünmenin Agregat Stabilesine Etkisi

Materyal ve metot bölümünde anlatıldığı gibi hazırlanan toprak agregatlarının donma-çözünme neticesinde uğradığı değişim Tablo 4.27'de ve varyans analizi sonucu Tablo 4.28'de sunulmuştur.

Tablo 4.27. Çimentonun 25. ve 100. Gün Muamelesi Sonunda Oluşturduğu Agregatlara Donma-Çözünmenin Etkisi

Doz (%)	25 Günlük inkübasyon Sonundaki Toprakta Yapılan Ölçüm				100 Günlük inkübasyon Sonundaki Toprakta Yapılan Ölçüm			
	Kont.** Toprakta 25. Gün Sonra AS. (%)	Kont.** Toprakta AS. DÇ. Sonu (%)	Bozulan* AS. (%)	Değişim* Oranı (%)	Kontrol Toprakta 100 Gün Sonra AS. (%)	Kontrol Toprakta AS. DÇ. Sonu (%)	Bozulan* AS. (%)	Değişim* Oranı (%)
0	8.19	5.74	-2.45	-29.91	5.16	2.39	-2.77	-53.68
2	16.08	7.21	-8.87	-55.16	12.75	5.43	-7.32	-57.41
4	37.04	12.12	-25.52	-67.80	34.19	10.86	-23.33	-68.24
6	55.94	25.03	-30.91	-55.26	55.03	34.59	-20.44	-37.14

* Rakamların önündeki (-) işareti kontrole göre azalışı ifade etmektedir.

**AS. : Agregat Stabilesi

*** DÇ. : Donma-çözünme

Tablo 4.27'den görüleceği gibi, kontrol ve çimento uygulamaları neticesinde oluşan agregatların donma-çözünme işleminden önemli ölçüde etkilendiği ortaya çıkmıştır. Kontrolde donma-çözünme işleminden önce % 8.19 olan agregat stabilesi donma-çözünme sonunda % 5.74'e düşerken, % 6 dozunda ilave edilen çimentonun oluşturduğu agregatların stabilesi % 55.94 iken bu değer donma-çözünme sonunda % 25.03'e düşmüştür. Agregatlardaki en fazla bozulma % 67.80 ile % 4 çimento uygulamasında olurken, en az bozulma kontrol örneğinde olmuştur. Bu değer kontrol değerinden beş kat daha yüksek olup, donma-çözünme çimentonun oluşturduğu agregatları kontrol toprağı seviyesine indirememiştir. Buradan çimento uygulamasının oluşturduğu agregatların donma-çözünmeye karşı dayanıklılıklarının yaklaşık olarak ortalama % 40 olduğu ortaya çıkmaktadır.

Yine Tablo 4.27'den görüleceği gibi, 100. gün sonunda kontrol ve çimento uygulamaları neticesinde oluşan agregatların donma-çözünme işleminden önemli ölçüde etkilendiği ortaya çıkmaktadır. Kontrolde donma-çözünme işleminden önce % 5.1 olan

agregat stabilitesi donma-çözünme sonunda % 2.39'a düşerken, % 6 dozunda ilave edilen çimentonun oluşturduğu agregatların stabilitesi % 55.03'den donma-çözünme sonunda % 34.59'a düşmüştür. Aynı tablodan görüleceği gibi, donma-çözünme sonunda başlangıçtaki agregatların yaklaşık yarısının bozulduğu anlaşılmaktadır. Agregatlardaki en fazla bozulma (% 68.24) % 4 çimento uygulamasında olurken, en az bozulma % 6 çimento uygulamasında olmuştur. Burada çimento uygulamasının oluşturduğu agregatların donma-çözünmeye dayanıklılıklarının yaklaşık % 45 olduğu ortaya çıkmaktadır.

Tablo 4.28. Agregat Stabilitesine Donma-Çözünmenin Etkisinin Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	"F"
Donma-Çözünme (DÇ)	3	1941.0	148.41**
Doz	3	6683.5	511.10**
DÇxDoz	9	308.2	23.56**
Hata	80	13.1	

** : P<0.01

Tablo 4.28'in incelenmesinden anlaşılacağı gibi, donma-çözünmenin toprak agregatlarının dayanıklılığı üzerinde istatistiksel bakımdan önemli (P<0.01) sayılacak derecede etki gösterdiği anlaşılmaktadır. Ayrıca ıslah maddesinin uygulama dozu ve donma-çözünme ile doz arasındaki interaksiyonun da P<0.01 düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak donma-çözünme çevriminin agregat stabilitesini başlangıç değerini yaklaşık yarısına düşürmüştür. Bayramin ve Özkan (1989), yaptıkları çalışmada benzer sonuçlar elde ettiklerini bildirmişlerdir.

4.6.Farklı Sıcaklıkların Çimentonun Agregat Oluşturma Özelliğine Etkisi

Materyal ve metod bölümünde anlatıldığı gibi farklı sıcaklık değerlerine sahip ortamlarda % 4 çimento ilavesinin oluşturduğu agregatların, agregat stabilitesine ait varyans analizi sonucu Tablo 4.29'da ve Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre gruplandırılması Tablo 4.30'da sunulmuştur.

Tablo 4.29. Farklı Sıcaklık Ortamlarında Çimentonun Oluşturduğu Agregatların Stabilesine Ait Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	"F"
Sıcaklık	8	720.05	98.23**
Hata	18	7.32	
Genel	26	226.63	

** : $P < 0.01$

Tablo 4.29'un incelenmesinden anlaşılacağı gibi, farklı sıcaklık değerleri oluşan agregat stabilitesi değerleri üzerine istatistiksel bakımdan önemli ($P < 0.01$) derecede farklı etki göstermiştir.

Farklı sıcaklık derecelerinin çimentonun agregat oluşturma özelliği üzerinde etkili olduğu varyans analizi sonucundan anlaşılmaktadır. Bu etkinin farklı sıcaklık kademelerindeki durumunu belirlemek için Duncan Çoklu Karşılaştırma testi uygulanmıştır. Bu testin sonuçlarına göre, ıslah maddelerinin gruplandırılması Tablo 4.30'da sunulmuştur.

Tablo 4.30. Farklı Sıcaklık Değerlerinin Çimentonun Oluşturduğu Agregat Stabilesine Etkisinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine Göre Gruplandırılması

Sıcaklık (°C)	30	25	40	35	45	50	DŞ*	25	DŞ*
Uygulanan Çimento Dozu (%)	4	4	4	4	4	4	4	0	0
Agregat Stabilesi (%)	52.47 a	37.13 ab	34.10 ab	30.20 b	26.60 b	26.50 b	25.41 b	3.66 c	3.29 c

* DŞ : Dış ortam şartları 0°C ile 10°C arasında değişmiştir.

Tablo 4.30'un incelenmesinden anlaşılacağı üzere, agregat stabilitesi değerinin en fazla arttığı sıcaklık 30°C olmuştur. Bunu, aralarında istatistiki bakımdan fark olmayan 25 ve 40°C'deki sıcaklıklar izlemiştir. Üçüncü sırada ise, aralarında istatistiki bakımdan fark olmayan 35-45-50°C ve dış ortam (% 4 çimento uygulanan) muameleleri izlemiştir. Çimento uygulanmayan 25°C'de ve dış ortamda bekletilen örneklerin agregat stabiliteleleri son derece düşük olarak bulunmuştur.

Elde edilen bu değerlere göre çimentonun; agregat oluşturma ve kırılma değerini düşürmede, 25-40°C'lik ortam sıcaklıklarının daha etkili olduğu anlaşılmaktadır.

Bir ıslah maddesi olarak kullanılmak istendiği takdirde bu duruma önem verilmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır.

4.7. İki Islah Maddesinin Buğdayın Sürme Gücü ve Toprağın Penetrasyon Direncine Etkisi

İnkübasyon denemesi sonunda kabuk oluşumunu önlemede etkili olduğu tesbit edilen iki ıslah maddesiyle (çimento ve buğday samanı), % 0-2-4 ve 6 dozlarında uygulanarak yapılan sera çalışmasında sürgün çıkışları sayılarak ve toprağın penetrasyon dirençleri ölçülerek elde edilen sonuçlar aşağıdaki paragraflarda açıklanmıştır.

4.7.1. Sürgün çıkışına etki

Şekil 4.12 ve 4.13'de kontrol parselinde oluşan kaymak tabakasının kalınlığı ve kaymak tabakaları arasındaki çatlaklardan çıkan sürgünlerin fotoğrafları görülmektedir. Kaymak tabakası yaklaşık 10-20 cm çapında bloklar halinde ve 3-6 cm kalındığında oluştuğu belirlenmiştir. Çıkışlar sadece çatlaklardan olmuş, gerek kaymak tabakasını kaldırarak ve gerekse kırarak sürgün çıkışları gerçekleşmemiştir. Böylece çimlenen tohumlardan çıkan sürgünlerin kaymak tabakasını geçmesinin mümkün olmadığı anlaşılmaktadır.

Şekil 4.13'de kontrol parseli, Şekil 4.14, 4.15 ve 4.16'da sırasıyla; % 2-4 ve 6 dozlarında çimentonun uygulandığı parsellerin fotoğrafları görülmektedir. Kontrol parselinde şiddetli kaymak tabakasının oluştuğu görülürken, % 2 dozunda çimentonun uygulandığı parselde zayıf kaymak tabakasının oluştuğu görülmektedir. Fakat oluşan bu kaymak tabakasının buğday sürgünlerinin çıkışına önemli bir engel teşkil etmediği anlaşılmaktadır. % 4 ve 6 dozlarında çimentonun uygulandığı parsellerde ise kaymak tabakasının hiç oluşmadığı, çıkışların iyi bir şekilde gerçekleştiği görülmektedir. Stevers ve ark. (1977), toprağa çimento ilavesinin agregat stabilitesini % 54.4 ve buğday verimini ise % 11.9 artırdığını bildirmişlerdir.

Şekil 4.13'de kontrol parseli, Şekil 4.17, 4.18 ve 4.19'da sırasıyla; % 2-4 ve 6 dozlarında buğday samanının uygulandığı parsellerin fotoğrafları görülmektedir. Şekil 4.17'den görüleceği gibi % 2 dozunda uygulanan buğday samanı çatlamayı

önemli ölçüde azaltırken kaymak tabakası oluşumunu engelleyememiştir. Buğday sürgünlerinin çıkışlarının genelde küçük çatlaklardan olduğu görülmektedir. Özellikle % 4 ve 6 dozlarında buğday samanının uygulandığı parsellerde yağmurlama sulamadan sonra yüzeyde sıva benzeri bir katman oluşarak sürgün çıkışlarını engellemiştir.

Şekil 4.20'de ise denemenin ilerleyen aşamasında buğday bitkisinin gelişimi görülmektedir. Buradan anlaşılacağı gibi buğday bitkisinin gelişimi normal olmuştur.

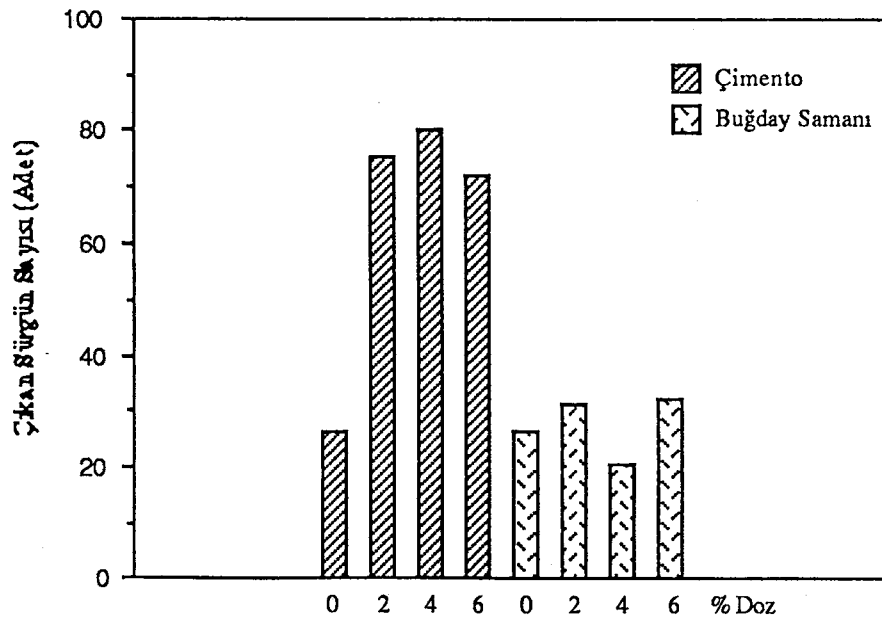
İslah maddelerinin ekimden 14 gün sonra sürgün çıkışlarına etkileri Tablo 4.31'de ve varyans analiz sonuçları Tablo 4.32'de sunulmuştur.

Tablo 4.31. İki İslah Maddesinin Sürgün Çıkışı ve Penetrasyon Direncine Etkileri (Her Rakam 18 Tekerrürün Ortalamasıdır).

İslah Maddesi	İslah Maddesinin Dozu (%)	Çıkan Sürgün Sayısı (Ad.)	Sürme Gücü (%)	Penetrasyon* Direnci (Kg/cm ²)	Değişim** Oranı (%)
Çimento	0	26	28.89	4.807	--
	2	75	83.33	0.793	-83.50
	4	80	88.89	0.013	-99.73
	6	72	80.00	0.000	-100.00
Buğday Samanı	0	26	28.89	4.807	--
	2	31	34.44	3.707	-22.88
	4	20	22.22	4.750	-1.19
	6	32	35.56	4.680	-2.64

* : Çimentonun % 6 dozunda uygulandığı parselin penetrasyon direnci ölçülemeyecek kadar küçük olduğundan istatistiki analizde sıfır alınmıştır.

** : Rakamların önündeki (-) işareti kontrole göre azalışı ifade etmektedir.



Şekil 4.11. İki ıslah maddesinin sürgün çıkışına etkileri

Tablo 4.31 ve Şekil 4.11'den de anlaşılacağı gibi, toprağa ilave edilen ıslah maddesi çeşidi ve dozlarıyla ilgili olarak çıkan sürgün sayısında büyük değişiklikler görülmektedir. Doksan adet tohum ekilen parsellerden kontrolde 26 adet sürgün çıkarken, çimentonun % 2 dozunda uygulandığı parselden 75 adet, % 4 dozunda uygulandığı parselden 80 adet ve % 6 dozunda uygulandığı parselden ise 72 adet sürgün çıkışı gerçekleşmiştir. Buna karşın buğday samanının % 2 dozunda uygulandığı parselden 31 adet, % 4 dozunda uygulandığı parselden 20 adet ve % 6 dozunda uygulandığı parselden ise 32 adet sürgün çıkışı gerçekleşmiştir. En yüksek sürme gücü % 88.89 ile % 4 çimento uygulamasından elde edilirken, en düşük sürme gücü % 22.22 ile % 4 buğday samanı uygulamasından elde edilmiştir.

Tablo 4.32. Islah Maddesinin Sürgün Çıkışı Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	"F"
Islah maddesi (IM)	1	7740.0	216.25**
Doz	3	1040.0	29.06**
IMxDoz	3	968.0	27.05**
Hata	16	35.8	

** : $P < 0.01$

Tablo 4.32'nin incelenmesinden anlaşılacağı gibi, ıslah maddeleri sürgün çıkışı üzerinde istatistiksel bakımdan önemli ($P < 0.01$) sayılacak derecede farklı etki göstermektedirler. Ayrıca ıslah maddelerinin uygulama dozları ve ıslah maddesi ile ıslah maddesinin uygulama dozu arasındaki interaksiyonun da $P < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir.

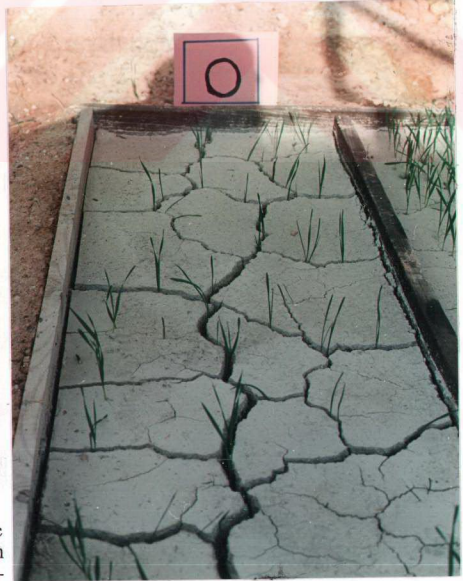
Deneme toprağına ilave edilen ıslah maddeleri (çimento ve buğday samanı) ve bu maddelerin dozlarının interaksiyonunun sürgün çıkışına etkilerini görmek için Duncan Çoklu Karşılaştırma testi uygulanmıştır. Bu testin sonucuna göre yapılan gruplandırılmalar Tablo 4.33'de sunulmuştur.

Tablo 4.33. Islah Maddeleri ve Dozlarının İnteraksiyonunun Sürgün Çıkışına Etkisinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine Göre Gruplandırılması

Islah Maddesi	Çimento			Buğday Samanı			Kontrol
	2	4	6	2	4	6	
Doz	2	4	6	2	4	6	0
Çıkan Sürgün Sayısı (Adet)	75 a	80 a	72 a	31 b	20 b	32 b	26 b



Şekil 4.12. Kontrol parselinde oluşan kaymak tabakasının kalınlığı görülmektedir.



Şekil 4.13. Kontrol parselinde çatlaklardan çıkan sürgünler görülmektedir.



Şekil 4.14. Çimentonun % 2 dozunda uygulandığı parsel görünümüdür.



Şekil 4.15. Çimentonun % 4 dozunda uygulandığı parsel görünümüdür.



Şekil 4.16. Çimentonun % 6 dozunda uygulandığı parsel görülmektedir.



Şekil 4.17. Buğday samanının % 2 dozunda uygulandığı parsel görülmektedir.



Şekil 4.18. Buğday samanının % 4 dozunda uygulandığı parsel görülmektedir.



Şekil 4.19. Buğday samanının % 6 dozunda uygulandığı parsel görülmektedir.



Şekil 4.20. Deneme sonunda buğday bitsinini gelişimi görülmektedir.

Tablo 4.33'ün incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, ıslah maddeleri arasında sürgün çıkışını artırma açısından istatistiki olarak önemli ($P<0.01$) farklılık saptanmıştır. Çimento uygulaması buğday samanı uygulamasına göre sürgün çıkışını arttırmada daha etkili bulunmuştur. Etkinlik bakımından çimentonun dozları arasında farklılığa rastlanmazken, kontrolle kıyaslandığında önemli ($P<0.01$) farklılık göstermiştir. Buğday samanının dozları ve kontrol arasında etkinlik bakımından her hangi bir farklılığa rastlanmamıştır.

4.7.2. Islah maddelerinin toprağın penetrasyon direncine etkileri

Islah maddelerinin ekimden 20 gün sonra toprağın penetrasyon direncine etkileri Tablo 4.31'de ve varyans analiz sonuçları Tablo 4.34'de sunulmuştur.

Tablo 4.31'den de anlaşılacağı gibi, toprağa ilave edilen ıslah maddesi çeşidi ve dozlarıyla ilgili olarak penetrasyon direnci önemli değişiklikler göstermektedir. Kontrol parselinin penetrasyon direnci 4.807 kg/cm^2 iken, % 6 dozunda çimentonun ilave edildiği parselde bu değer sıfıra düşmüş ve yine aynı dozda buğday samanı ilave edilen parselde ise 4.680 kg/cm^2 olmuştur. Penetrasyon direncindeki en büyük (-%)

Tablo 4.34. İslah Maddesinin Penetrasyon Direnci Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	"F"
İslah maddesi (IM)	1	57.011	1080.35**
Doz	3	9.264	175.56**
IMxDoz	3	7.409	140.41**
Hata	16	0.053	

** : P<0.01

100) düşüş çimentonun % 6 dozunda olurken, en az düşüş (% -1.19) ise buğday samanı uygulamasının % 4 dozunda gerçekleşmiştir. Yine Tablo 4.31'den anlaşıldığı üzere deneme toprağına ilave edilen çimentonun dozu arttıkça penetrasyon direnci azalırken, buğday samanı uygulamasında ise, doz ile penetrasyon direnci arasında olumsuz bir ilişki ortaya çıkmıştır.

Tablo 4.34'ün incelenmesinden anlaşılacağı gibi, ıslah maddelerinin penetrasyon direnci üzerinde istatistiksel bakımdan önemli (P<0.01) sayılacak derecede farklı etki göstermektedirler. Ayrıca ıslah maddelerinin uygulama dozları ve ıslah maddesi ile ıslah maddesinin uygulama dozu arasındaki interaksyonun da P<0.01 düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir.

Deneme toprağına ilave edilen ıslah maddeleri (çimento ve buğday samanı) ve bu maddelerin dozlarının interaksyonunun penetrasyon direncine etkilerini görmek için Duncan Çoklu Karşılaştırma testi uygulanmıştır. Bu testin sonucuna göre yapılan gruplandırma Tablo 4.35'de sunulmuştur.

Tablo 4.35. İslah Maddeleri ve Dozlarının İnteraksyonunun Penetrasyon Direncine Etkisinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine Göre Gruplandırılması

İslah Maddesi	Çimento			Buğday Samanı			Kontrol
	2	4	6	2	4	6	0
Penetrasyon Direnci (kg/cm ²)	0.793 c	0.013 d	0.000 d	3.707 b	4.750 a	4.680 a	4.807 a

Tablo 4.35'in incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, çimento uygulaması buğday samanı uygulamasına göre penetrasyon direncini azaltmada daha etkili bulunmuştur. Etkinlik bakımından çimentonun % 4 ve 6 dozları ilk sırayı alırken, % 2 dozu ikinci sırayı almıştır. Buğday samanı uygulamasının % 2 dozu üçüncü sırayı, % 4 ve 6 dozu ise penetrasyon direncini azaltma açısından son sırada yer almıştır.

5. ÖNERİLER

Toprakta kaymak tabakası oluşması, bitkisel üretimi daha üretimin başlangıcında olumsuz yönde etkileyen önemli bir faktördür. Bu faktör ülkemizin birçok kesiminde, özellikle gelişme mevsiminin kurak geçtiği yıllarda, bitkisel gelişimi ve verimi önemli ölçüde etkilemektedir.

Kaymak tabakası oluşumunu önleme, ya da etkisini azaltma yönünde çeşitli tedbirler mevcut olmakla beraber yöreye ve toprağa göre bunlardan hangilerinin daha etkili ve uygulanabilir olduğu konusunda yeterli bilgi mevcut değildir. Yapılan çalışmaya Konya ovasındaki bazı topraklarda kuvvetli kaymak tabakası oluştuğu belirlenmiştir. Oluşan kaymak tabakasının direnci, çimlenen bitki sürgünlerinin çıkışını engelleyecek, toprağa su ve hava girişini azaltacak niteliktedir. Bu tür arazilere sahip çiftçilerin zirai faaliyetler esnasında problemi azaltmaya yönelik önlemler almaları gerekmektedir.

Kaymak tabakası oluşumuna sebep olan toprak özelliklerinin başında; düşük agregat stabilitesi, yüksek silt içeriği ve dispersiyon oranı değerleri gelmektedir. Toprakların tekstürlerinin değiştirilmesi çok güç olduğundan özellikle agregat stabilitesini artırmaya yönelik önlemlerin alınması gerekmektedir. Bu çalışmada çimento ve buğday samanının (% 0-2-4 ve 6 dozlarında) agregat stabilitesini artırmada ve kırılma değerini düşürmede önemli derecede etkili oldukları saptanmıştır. Çimento, buğday samanına göre daha etkili bulunmuştur. Ayrıca sera şartlarında buğday bitkisinin sürgün çıkışlarına iki ıslah maddesinin etkileri incelendiğinde, çimento; sürgün çıkışlarını önemli ölçüde artırırken, buğday samanı uygulamaları önemli artışlar sağlamamıştır. Samanın çatlamayı önleyerek yüzeyde sıva benzeri bir yapı oluşturması etkisini azaltmıştır. Bu nedenle bozuk fiziksel özelliklere sahip topraklarda, buğday hasadından sonra arda kalan sapların ne şekilde uygulanacağı konusunda araştırmalar yapılması gerekmektedir.

Çimento uygulamalarındaki olumlu etki kısa sürede görülmüştür. Ayrıca çimentonun oluşturduğu agregatlar uzun süre topraktan bozulmadan kalabilmektedir. Buğday samanının toprakta çürümesi zaman aldığı gibi organik maddenin parçalanması ile oluşan agregatların dayanıklılığı zamanla kaybolma eğilimi gösterecektir.

Çimentonun belirtilen dozlarda toprağa karıştırılması şu anda ekonomik

değildir. Bunun için çimentonun toprağı bant şeklinde ve tohum yatağıının hemen üzerine verilmesini sağlayacak ekim makinalarının yapılması gerekmektedir. Bu sağlandığı zaman uzun yıllar banda uygulanan çimentonun oluşturduğu dayanıklı agregatlar toprakta birikerek, iyi fiziksel özelliklere sahip bir toprak oluşturacaktır. Laboratuvar ve sera şartlarında yürütölen bu deneme ile tavsiye edilen çalışmaların tarla denemeleri kurularak desteklenmesine ihtiyaç vardır. Ayrıca, bu araştırmada, etkili olduğı belirlenen çimento ve buğday samanının etkinlik, ekonomiklik ve pratiğe uygulama bakımından PVA, HPAN, PAM, VAMA, PAA, PVAc ve benzeri sentetik maddelerle mukayeseli olarak denemeler kurulmasına ve elde edilecek sonuçlarla çiftçilere daha güvenilir metot ve yöntemler tavsiye etme imkanlarının araştırılmasına ihtiyaç bulunmaktadır.

6. ÖZET

Bu çalışmanın amacı madde madde aşağıda belirtilmiştir : (1) Konya-Çumra-Karapınar üçgenindeki bölge topraklarının kırıma değerleri ile bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkileri ve kaymak tabakası oluşturma açısından en problemlili toprağı belirlemek, (2) belirlenen toprağın kırıma değeri üzerine on değişik ıslah maddesinin, 15 günlük inkübasyon süresi sonunda tesirini oraya koymak, (3) daha etkili olduğu saptanan beş ıslah maddesinin 100 günlük inkübasyon süresi içinde kırıma değeri ve agregat stabilitesinde ortaya çıkan değişimi incelemek, (4) beş ıslah maddesinden, kaymak tabakası oluşumunu azaltmada ve agregat stabilitesini artırmada daha etkili iki ıslah maddesinin sera şartlarında buğday bitkisinin sürgün çıkışına ve penetrasyon direncine etkilerini saptamak, (5) en etkili olduğu belirlenen ıslah maddesinin (çimento) oluşturduğu agregatların donma-çözünmeye karşı dayanıklılıklarını ve farklı sıcaklıklarını bu maddenin agregat oluşturma özelliğine tesirini belirlemektir.

Konya ovası deniz seviyesinden ortalama 975 m yükseklikte, düz ve düze yakın eğimde bulunmaktadır. Ovanın büyük bir kısmı kahverengi, alüviyal ve kolüviyal topraklarla kaplıdır. Ovada yarı kurak iklim hakim olup, ortalama yıllık yağış 323.8 mm, ortalama yıllık sıcaklık 11.5°C, ortalama nisbi nem % 60 ve ortalama yıllık buharlaşma 1172.6 mm'dir.

Araştırmada Konya-Çumra-Karapınar arasında, kaymak tabakası sorununun görüldüğü araziden 0-15 cm derinlikten 16 adet toprak örneği alınmış ve çalışmanın amacına göre kullanılmıştır.

Toprak örneklerinin kil içeriği % 4.13 ile % 49.05, silt içeriği % 17.80 ile % 77.64, kum içeriği % 15.42 ile % 64.70, zerre yoğunluğu 2.57 g/cm³ ile 2.77 g/cm³, tarla kapasitesi % 14.91 ile % 37.08, solma noktası % 8.77 ile % 25.52, faydalı su kapasitesi % 6.20 ile % 15.87, dispersiyon oranı % 10.71 ile % 33.71, agregat stabilitesi % 13.88 ile % 75.14, kırıma değeri 131 mbar ile 5347 mbar, toprak reaksiyonu (pH) 7.55 ile 9.22, elektrikli iletkenliği (EC) 0.113 mmhos/cm ile 1.839 mmhos/cm, organik madde içeriği % 1.23 ile % 3.44, kireç içeriği % 8.31 ile % 60.31, değişebilir kalsiyum içeriği 13.699 me/100 g ile 25.901 me/100 g, değişebilir magnezyum içeriği 2.752 me/100 g ile 16.664 me/100 g, değişebilir potasyum içeriği 0.659 me/100 g ile 3.059 me/100 g, değişebilir sodyum içeriği 0.058 me/100 g ile 1.091 me/100 g, değişebilir sodyum yüzdesi % 0.293 ile % 4.670, suda serbest kalsiyum içeriği 0.174

me/100 g ile 4.126 me/100 g, suda serbest mağnezyum içeriği 0.047 me/100 g ile 4.468 me/100 g, suda serbest potasyum içeriği 0.022 me/100 g ile 0.556 me/100 g, suda serbest sodyum içeriği 0.179 me/100 g ile 2.801 me/100 g, kation değişim kapasitesi 16.420 me/100 g ile 36.314 me/100 g, suda serbest bikarbonat içeriği 0.530 me/100 g, ile 1.075 me/100 g, suda serbest sülfat içeriği 0.143 me/100 g ile 8.340 me/100 g ve suda serbest klor içeriği 0.027 me/100 g ile 0.729 me/100 g arasında bulunmuştur.

Toprak özellikleri ile kırılma değerleri arasındaki ilişkilerin durumları aşağıda özetlenmiştir. Örneklerin faydalı su yüzdesi, silt yüzdesi, dispersiyon oranı, elektriki iletkenliği, organik madde yüzdesi, kireç yüzdesi, suda serbest kalsiyum içeriği, suda serbest mağnezyum içeriği, suda serbest sodyum içeriği, suda serbest sülfat içeriği ve suda serbest klor içeriği ile kırılma değeri arasında istatistiki bakımdan önemli pozitif ilişkiler; kum yüzdesi, agregat stabilitesi, değişebilir kalsiyum içeriği, değişebilir potasyum içeriği ve suda serbest bikarbonat içeriği ile kırılma değeri arasında istatistiki bakımdan önemli negatif ilişkiler tesbit edilmiştir. Zerre yoğunluğu, tarla kapasitesi yüzdesi, solma noktası yüzdesi, kil yüzdesi, pH, kation değişim kapasitesi, değişebilir mağnezyum içeriği, değişebilir sodyum içeriği, değişebilir sodyum yüzdesi ve suda serbest potasyum içeriği ile kırılma değeri arasındaki ilişkinin istatistiki bakımdan önemli olmadığı saptanmıştır. Bu değerlendirmeler sonucunda, kabuk bağlama açısından 11 no'lu toprak örneğinin alındığı arazi en problemlili alan olarak belirlenmiştir. Bundan sonraki denemelerde bu toprak örneği kullanılmıştır.

Kabuk bağlama probleminin en şiddetli olduğu belirlenen araziden getirilen örneğe kalsiyum hipoklorit, çimento, kum, ponza, ahır gübresi, buğday samanı, çöp kompostu, H_3PO_4 , H_2SO_4 ve HCl dört dozda uygulandıktan sonra toprak tarla kapasitesinde sulanıp 15 gün süreyle inkübasyona tabi tutulmuştur. Islah maddelerinden ilk yedisi % 0-2-4-6 dozlarında, H_3PO_4 ve HCl % 0-0.025-0.05-0.1 dozlarında H_2SO_4 ise % 0-3-6-12 dozlarında uygulanmıştır. İlk ıslatmayı takiben hava kurusu hale gelen örneklerin kırılma değerleri modulus of rupture yöntemiyle belirlenmiştir. Islah maddesinin en yüksek dozda uygulandığı muamelelerde kırılma değerleri sırasıyla; 901-000-2425-1947-2053-373-2577-5304-6716-6102 mbar bulunurken, kontrol örneğinin kırılma değeri 6682 mbar bulunmuştur. Kırılma değerini en fazla düşüren kalsiyum hipoklorit, çimento ve buğday samanı ile kırılma değerini düşürmede potansiyel etkisinin olduğu bilinen ahır gübresi ve çöp kompostu müteakip denemelerde kullanmak üzere seçilmiştir.

Seçilen beş ıslah maddesi ile kurulan 100 günlük inkübasyon denemesinde 25 gün ara ile kırılma değerleri ve agregat stabilitesi saptanmıştır. İnkübasyon işlemi laboratuvar şartlarında ve tarla kapasitesine yakın bir rutubet içeriğinde yapılmıştır. Yapılan çalışmayla, kırılma değerini en fazla azaltan agregat stabilitesini en fazla yükselten ıslah maddelerinin çimento ve buğday samanı olduğu tespit edilmiştir. Bu iki ıslah maddesinin sera şartlarında buğday bitkisinin sürgün çıkışı ve penetrasyon direncine etkileri incelenmiştir.

Serada yapılan denemede 90 adet tohum ekilen kontrol parselden 26 adet sürgün çıkışı gerçekleşirken, çimentonun % 4 dozunda uygulandığı parselden 80 adet, buğday samanının % 6 dozunda uygulandığı parselden ise 32 adet sürgün çıkmıştır. Penetrasyon direnci kontrol parseline 4.807 kg/cm² iken, çimentonun % 6 dozunda uygulandığı parselde sıfır, buğday samanının % 6 dozunda uygulandığı parselde ise 4.680 kg/cm² olmuştur. Bu verilerden, çimentonun gerek sürgün çıkışını artırmada ve gerekse penetrasyon direncini azaltmada daha etkili olduğu saptanmıştır.

Araştırmanın son bölümünde; donma-çözünme ve çeşitli sıcaklık derecelerinin çimentonun tesirini ne ölçüde etkilediği belirlenmeye çalışılmıştır. Çimentonun oluşturduğu agregatların yaklaşık % 45'i beş defa donma-çözünme sonucu bozulurken, kontrol örneğinde bozulma % 40 civarında olmuştur.

Çimentonun % 4 dozda uygulandığı örneklerle, kontrol örneği tarla kapasitesinde sulandıktan sonra farklı sıcaklıklarda bekletilerek agregat stabilitesi tayin edilmiştir. Buna göre, 30°C'de bekletilen örneklerde suya dayanıklı agregat oluşumunun en yüksek olduğu kaydedilmiştir.

7. KAYNAKLAR

- Ahuja, L.A. ve D. Swartzendruber, 1972. Effect of Portland Cement on Soil Aggregation and Hydraulic Properties. Soil S. 114 (5), 359-366.
- Anonymous, 1978. Konya Kapalı Havzası Toprakları, Topraksu Genel Müdürlüğü Yayınları. No : 228, Ankara.
- Anonymous, 1987. Nevşehir İli Verimlilik Envanteri ve Gübre İhtiyaç Raporu. T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müd. Yayınları, Yayın No : 43, Ankara.
- Aran, A., 1986. Organik Maddece Fakir Kaba Bünyeli Topraklara Çiftlik Gübresinin Etkileri. Köy Hizmetleri Gen. Müd. Konya Araş. Ens. Yayınları.
- Arshad, M.A. ve A.R. Mermut, 1988. Micromorphological and Physico-Chemical Characteristics of Soil Crust Types in Northwestern Alberta, Canada, Soil Sci. Soc. of Amer. J., 52 (3), 724-729.
- Bahtiyar, M., 1981. Çöp Kompostu Miktarı ve Çeşitlerinin Ağır, Orta ve Hafif Bünyeli Toprakların Bazı Fiziksel Özelliklerine Etkileri Üzerine Bir Araştırma. Atatürk Üniv. Ziraat Fak., Erzurum (Yayınlanmamış).
- Bayramın, İ. ve İ. Özkan, 1989. Donma ve Çözünmenin Toprak Agregasyonuna ve Hidrolik İletkenliğe Etkileri. Toprak İlmi Derneği, 10. Bilimsel Toplantı Tebliği. Yayın No : 5.
- Ben-Hur, M., I. Shainberg, R. Keven ve M. Gal, 1985. Effect of Water Quality and Drying on Soil Crust Properties. Soil Sci. Soc. Amer. J., 49, 191-196.
- Berkman, A., 1986. Topraklarda Kaymak Tabakası Oluşumunu ve Kaymak Sertliğini Etkileyen Faktörlerin Laboratuvar Koşullarında Araştırılması. Toprak İlmi Derneği 9. Bilimsel Toplantı Tebliği, Adana, 4, 18-29.
- Bhadrapur, T.G., T.S. Rao ve K.B. Kulkarnı, 1970. Laboratory Studies on the Effect of Soil Amendements on Aggregation and Other Physical Properties in Selected Soils of Mysore State. The Mysore J. of Agricultural Sci. (4) 61-68.
- Biswas, T.D., M.R. Roy ve B.N. Sahu, 1970. Effect of Different Sources of Organik

- Manures on the Physical Properties of the Soil Growing Rice. Indian Soc. of Soil Sci., 18 (3), 233-242.
- Biswas, T.O. ve B.K. Khosla, 1971. Building up of Organik Matter Status of the Soil and its Relation to the Soil Physical Properties. Indian Soc. of Soil Sci., 1, 831-841.
- Black, C.A., 1965. X-Ray Diffraction Techniques for Mineral Identification and Mineralogical Composition. In : Methods of Soil Analysis Part I. (Black, C.A., ed), Amerian Society of Agronomy, Inc., Madison, Wisconsin, USA, 671-696 pp.
- Black, C.A., 1965. Particle Density. In : Methods of Soil Analysis Part I (Black, C.A., ed.), American Society of Agronomy, Inc., Madison, Wisconsin, USA, 371-373 pp.
- Bryan, R.B., 1968. The Development, Use and Efficiency of Indices of Soil Erodibility, Geoderma, 2, 5-25.
- Canpolat, M.Y., 1990. Iğdır Yöresi Topraklarında Kaymak Sertliği (Karılma Değeri) İle İlgili Araştırmalar. Doktora Tezi, Atatürk Üniv. Ziraat Fak., Erzurum (Yayınlanmadı).
- Canpolat, M.Y., 1992. Toprağa Organik Materyal İlavesinin Toprağın Organik Maddesi, Agregat Stabilitesi ve Geçirgenliği Üzerine Etkileri. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 23 (2), 113-123.
- Chandra, S. ve S.K. De, 1982. A Simple Laboratory Apparatus to Measure Relative Erodibility of Soils. Soil Sci., 2, 115-119.
- Chaudri, K.G., K.W. Brown ve C.B. Holder, 1976. Reduction of Crust Impedance to Simulated Seedling Emergence by the Addition of Manure. Soil Sci., 122 (4), 216-222.
- Christensen, B., 1986. Straw Incorporation and Soil Organic Matter in Macro-Aggregates and Particle Size Separates. Soil Sci., 37, 125-135.
- Çelebi, H., 1970. Atatürk Üniversitesi Erzurum Çiftliğinde Toprakların Kil, Silt ve Kum Miktarları İle Agregat Stabiliteleleri Arasındaki İlişkiler. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg. 1(3) : 42-53.
- Çelebi, H., 1971. Atatürk Üniversitesi Erzurum Çiftliği Topraklarının Agregat

Stabilitele ve Erozyona Mukavemetleri Üzerine Araştırmalar. Atatürk Üniv. Yayın No : 19, Erzurum.

- ÇMD., 1993. Çimento Müstahsilleri Derneği, Konya Çimento Fabrikası Aralık 1993 Yılı Analiz Kayıtları, Konya.
- Day, P.R., 1965. Particle Fractionation and Particle - Size Analysis. In : Methods of Soil Analysis Part I (Black, C.A., ed.), American Society of Agronomy, Inc., Madison, Wisconsin, USA, 545-566 pp.
- Debicki, R. ve J. Wontroba, 1986. Mechanical Resistance of Surface Crusts of Soil Fertilized With Different Organic Waste Products. Assessment of Soil Surface Sealing and Crusting (Callebaut, F. ve D. Gariels ve M. Boodt ed.), Flanders Res. Center for Soil Erosion and Soil Conservation, Ghent, Belgium, 194-201 pp.
- Demiralay, İ., 1982. Muş-Alparslanlı Devlet Üretme Çiftliği Killi Toprağına Organik Materyal ve Kireç İlavasının Agregat Stabilitesi Üzerine Etkisi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg. 13(1-2) : 87-96.
- Dhoot, J.S., N.T. Singh ve S.S. Drars, 1974. Note on the Influence of Organic Matter in Polyuronides of Soil Aggregates. Indian Agr. Sci., 44 (4), 243-244.
- DMİ., 1989. Meteoroloji Kayıtları, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Düzgüneş, O., T. Kesici, O. Kavuncu ve F. Gürbüz, 1987. Araştırma ve Deneme Metodları. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları : 1021, Ders Kitabı : 295, Ankara.
- Fathi, A., S.H. Milad ve N. Shehata, 1969. Effect of Water Soluble and Exchangeable Sodium and Calcium on Aggregation of the Nile Alluvial Soils. J. Soil Sci., U.A.R. 9(2), 149-164.
- Ferry, D.M. ve R.A. Olsen, 1975. Orientation of Clay Particles as It Relates to Crusting of Soil. Soil Sci. 120 (5), 367-375.
- Gamsız, E. ve G. Ağacık, 1981. Su ve Analiz Metotları. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Yayınları, DSİ Basım ve Foto-Film İşletme Müdürlüğü Matbaası Ankara.

- Gerard, C.J., 1965. The Influence of Soil Moisture, Soil Texture, Drying Conditions and Exchangeable Cations on Soil Strength. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 29, 641-645.
- Glancey, J.L., S.K. Upadhyaya, K.R. Zeier, D. Wulfsohn ve W.J. Chancellor, 1988. Instrumentation for Measuring Soil Crust Strength. Written for Presentation at the International Summer Meeting of the Amer. Soc. of Agricultural Engineers, Rushmore Plaze Civic Center Rapid City.
- Guidi, G., M. Pagliai ve M. Giachetti, 1981. Modification of Some Physical and Chemical Soil Properties Following Sludge and Compost Application. D. Reidel Publishing Company (Catroux, G., ed.), 122-130.
- Gür, K., 1981. Muş ve Van Yöresi Topraklarında Mantar (Mikro fungus) Dağılımı ve Bunlardan *Aspergillus versicolor* ile *Penicillium Chrysogenum* 'un Toprakların Agregat Stabilitesi ve Kırılma Değeri Üzerine Etkileri. Atatürk Üniv. Ziraat Fak., Erzurum (Yayınlanmamış).
- Hadas, A. ve E. Stibbe, 1977. Soil Crusting and Emergence of Wheat Seedlings. *Agronomy J.*, 69, 547-550.
- Hafez, A.A. R., 1974. Comparative Changes in Soil Physical Properties Induced by Admixtures of Manures from Various Domestic Animals. *Soil Sci.*, 118 (1), 53-59.
- Hanks, R.J. ve F.C. Thorp, 1957. Seedling Emergence of Wheat, Grain Sorghum and Soybeans as Influenced by Soil Crust Strength and Moisture Content. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 21, 357-359.
- Hızalan, E. ve H. Ünal, 1966. Toprakta Önemli Kimyasal Analizler. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, 278.
- Hocaoğlu, Ö. L., 1966. Toprakta Organik Madde, Nitrojen ve Nitrat Tayini. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Zirai Araştırma Ens., Teknik Bült. No : 9.
- Hussain, S.M., G.W. Smillie ve J.F. Collins, 1985. Laboratory Studies of Crust Development in Irish and İraqı Soils. II. Effects of Some Physico-Chemical Constituents on Crust Strength and Seedling Emergence. *Soil & Tillage Res.*, 6, 123-138.
- Kemper, W.D., 1965. Aggregate Stability. In : *Methods of Soil Analysis Part I*

- (Black, C.A., ed.), American Society of Agronomy, Inc. Madison, Wisconsin, USA, 511-519 pp.
- Kumar, A. ve C.R. Hazra, 1989. Quantification of Direct and Indirect Influence of Soil Management Practices on Seeding Emergence of Cluster Bean (*Cyamopsis tetragonoloba*) Under Dryland Condition. *Annals of Agricultural Res.*, 10 (3), 262-269.
- Lemos, P. ve J.P. Lutz, 1957. Soil Crusting and Some Factor Effecting It. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 21, 484-491.
- Lutz, J.F., 1952. Mechanical Impedance and Plant Growth. In : *Soil Physical Conditions and Plant Growth* (Shaw, B.T., ed.), Academic Press, New York, 491.
- Lutz, J.F. ve I. Haque, 1975. Effects of Phosphorus on Some Physical and Chemical Properties of Clays. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 39, 33-36.
- Ngatunga, E.L. N., I. Lal ve M.J. Singer, 1984. Effect of Surface Management on Runoff and Soil Erosion From Some Plot at Milangano, Tanzania. *Geoderma*, 33, 1-12.
- Nuttal, W.F., 1970. Effect of Organik Amendmets on Some Physical Properties of Luvisolic Soils in Relation to Emergence of Rapeseed in a Growth Chamber. *Can. J. of Soil Sci.* 50, 397-402.
- Nuttal, W.F., 1982. The Effect of Seedling Depth, Soil Moisture Regime and Crust Strength on Emergence of Rape Cultivars. *Agronomy J.*, 74, 1018-1022.
- Özdemir, N., 1987.İğdır Ovası Yüzey Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri İle Strüktürel Dayanıklılık ve Erozyona Duyarlılık Ölçütleri Arasındaki İlişkiler. Y. Lisans Tezi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak., Erzurum (Yayınlanmadı).
- Özdemir, N., 1991. Toprağa Karıştırılan Organik Arutkların Toprağın Bazı Özellikleri İle Strüktürel Dayanıklılığı ve Erozyona Duyarlılığı Üzerine Etkileri. Doktora Tezi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak., Erzurum (Yayınlanmadı).
- Peech, M., 1965. Hydrogen-Ion Activity. In : *Methods of Soil Analysis Part 2* (Black , C.A., ed.) American Society of Agronomy, Inc., Madison, Wisconsin, USA, 914-926 pp.

- Peters, D.B., 1965. Water Availability. In : Methods of Soil Analysis Part I (Black, C.A., ed.), American Society of Agronomy, Inc., Madison, Wisconsin, USA, 279-285 pp.
- Reeve, R.C., 1965. Modulus of Rupture. In : Methods of Soil Analysis. Part I (Black, C.A., ed.), American Society of Agronomy, Inc., Madison, Wisconsin, USA, 466-671.
- Rengasamy, P., R.S.B. Greene, G.W. Ford ve A.H. Mchammi, 1984. Identification of Dispersive Behavior and Management of Red-brown earths. Aust. J. Soil Res. 22: 413-431.
- Richards, L.A., 1953. Modulus of Rupture as an Index of Soil Crusting. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 17, 321-323.
- Richards, L.A., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils. United States Department of Agriculture. Agriculture Handbook, No : 60.
- Saatçı, F. ve Ü. Altınbaş, 1975. Küçük Menderes Ovası Alüvial Topraklarında Organik Madde Miktarı İle Agregasyon İndeksi Arasındaki İlişkiler. Ege Üniv., Ziraat Fak. Yayın No . 247.
- Sağlam, M.T., 1978. Toprak Kimyası Tatbikat Notları (Teksir), Atatürk Üniv. Yayınları, Erzurum.
- Sönmez, K., 1972. Atatürk Üniversitesi Elazığ Çiftliği Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Agregasyon Üzerine Tesirleri İle İlgili Araştırma. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg. 2(4) : 90-100.
- Sönmez, K., 1982. Van Yöresi Topraklarında Fosforik Asit, Triple Süperfosfat ve Ahır Gübresinin Agregasyon, Agregat Stabilitesi ve Kırılma Değeri Üzerine Etkileri. Atatürk Üniv. Ziraat Fak., Erzurum (Yayınlanmamış).
- Stivers, R.K., D.Swartzendruber ve W.E. Nyquist, 1977. Portland Cement as a Soil Amendment for Corn and Soybeans. Agronomy J. Vol. 69, 969-964.
- Tiarks, A.E., A.P. Mazurak ve L. Chesnin, 1974. Physical Properties of Soil Associated With Heavy Application of Manure From Cattle Feedlots. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 38(5), 826-830.
- Tisdal, J.M., B. Cocroft ve N.C. Uren, 1978. The Stability of Soil Aggregates as Effected by Organic Materials, Mikrobial Activity and Physical Distruption. Australian J. Res., 16 (1), 9-17.

- Tüzüner, A. ve M. Yörüük, 1980. Van İli Yöresindeki Topraklarda Teşekkül Eden Kaymak Tabakasının Hububat Verimine Etkisi ve Giderilme Yolları. T.C. Köy İşleri ve Kooperatifler Bakanlığı, Topraksu Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, 87, 20.
- Unger, P.W. ve B.A. Stewart, 1974. Feedlot Waste Effects on Soil Conditions and Water Evaporation. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 36, 954-957.
- U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkalın Soils. Agricultural Handbook No. 60.
- Uyanöz, R., 1993. Bazı Toprak Özelliklerinin Düzeltilmesi İçin Çeşitli Artıkların Değerlendirilmesinde Toprak Solucanlarının Rolü. Y. Lisans Tezi, Selçuk Üniv. Ziraat Fak., Konya (Yayınlanmadı).
- Yalçuk, H., 1984. İzmir İli Çöplerinin İşlenmesi İle Elde Edilen Gübrelerin Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi. Menemen Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, 104, 67.