

T1375

T.C
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DEĞİŞİK KÖKENLİ ORGANİK MATERYALLERİN TOPRAKTA AGREGAT
OLUŞUMU VE STABİLİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Erdem YILMAZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TOPRAK ANABİLİM DALI

2002

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
REKTÖRLÜĞÜ KÜTÜPHANESİ

**DEĞİŞİK KÖKENLİ ORGANİK MATERYALLERİN TOPRAKTA AGREGAT
OLUŞUMU VE STABİLİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Erdem YILMAZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TOPRAK ANABİLİM DALI

**Bu Tez 20.01.0121.15 no'lu proje olarak Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma
Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.**

2002

T.C
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DEĞİŞİK KÖKENLİ ORGANİK MATERYALLERİN TOPRAKTA AGREGAT
OLUŞUMU VE STABİLİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Erdem YILMAZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TOPRAK ANABİLİM DALI

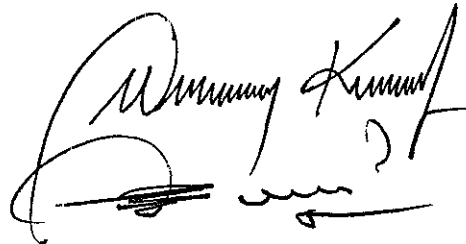
Bu tez 11/06/2002/ tarihinde aşağıdaki jüri tarafından (92) not takdir edilerek
oybirliği ile kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. Zeki ALAGÖZ
(Danışman)



Prof. Dr. Mustafa KAPLAN

Prof. Dr. Lami KAYNAK



ÖZET

DEĞİŞİK KÖKENLİ ORGANİK MATERYALLERİN TOPRAKTA AGREGAT OLUŞUMU VE STABİLİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Erdem YILMAZ

Yüksek Lisans Tezi, Toprak Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Zeki ALAGÖZ

Mayıs 2002, 93 Sayfa

Bu araştırmada, değişik kökenlere sahip olan organik materyallerin toprakta agregat oluşumu ve stabilitesi üzerine olan etkileri değişik dozlarda toprağa uygulanarak araştırılmıştır. Bu amaçla Akdeniz Üniversitesi kampusundaki Akdeniz Kırmızı Toprakları Korkuluk Serisinden 0-25 cm derinlikten bozulmuş toprak örneği alınmıştır.

Araştırma sonucundan elde edilen bulgulara göre, değişik kökene sahip organik materyallerin toprağın agregat oluşum ve stabilitesi üzerine etkileri değişik agregat boyutlarında farklı yönde ve düzeylerde gerçekleşmiştir. Yapılan uygulamalar sonucu toprağın agregat oluşum ve stabilitesinde elde edilen pozitif yöndeki değişimler, özellikleri belirlenmiş organik materyallerin etkin bir biçimde kullanılması ile toprakların agregat oluşum ve stabilitelerinin geliştirilebileceği anlaşılmaktadır.

ANAHTAR KELİMELER: Agregat, Agregat Oluşumu, Agregat Stabilitesi, Toprak Düzenleyicileri.

JÜRİ: Yrd. Doç. Dr. Zeki ALAGÖZ

Prof. Dr. Mustafa KAPLAN

Prof. Dr. Lami KAYNAK

ABSTRACT

THE EFFECTS OF ORGANIC MATERIALS DIFFERENT IN ORIGIN ON AGGREGATE FORMATION AND STABILITY IN SOIL

Erdem YILMAZ

M.Sc. in Soil Science

Adviser: Asst. Prof. Dr. Zeki ALAGÖZ

May 2002, 93 pages

In this research, the effect of organic materials different in origin on aggregate formation and stability in soil has been studied by applying to soil in three different dosages. Disturbed samples of surface soil, 0-25 cm, have been taken from Korkuluk Series of Mediterranean Red Soil in the state of University.

Results obtained showed that effects of organic materials different in origin on aggregate formation and stability in soil have been different in terms of direction and levels for different aggregate sizes. It is thought that the formation and stability of aggregates in soils can be improved by the application of known organic materials.

KEY WORDS: Aggregate, Aggregate Formation, Aggregate Stability, Soil Conditioners.

COMMITTEE: Asst. Prof. Dr. Zeki ALAGÖZ

Prof. Dr. Mustafa KAPLAN

Prof. Dr. Lami KAYNAK

ÖNSÖZ

Verimli tarım topraklarının olumsuz bir çok faktör tarafından miktarının ve verimlilik kapasitelerinin kısıtlanması, birim alandan elde edilecek ürün miktarını arttırmayı ve toprakların korunumunu zorunlu hale getirmiştir. Bu nedenle, toprakların verimliliklerinin yüksek düzeyde tutulması için yapısal niteliklerinin iyileştirilmesi ve sürekliliğinin sağlanması gerekmektedir.

Kolloidal özellikleri nedeniyle toprakta agregat oluşumu ve stabilitenin sağlanmasında oldukça etkin olan organik materyaller toprağa uygulanarak topraklardaki agregat oluşum ve stabiliteyi üzerine olan etki düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bu konuda bana çalışma imkanı sağlayan sayın hocam Turgut KÖSEOĞLU'na, danışmanım sayın Yrd. Doç. Dr. Zeki ALAGÖZ'e, çalışmam sırasında bana desteklerini esirgemeyen bölümümüzün değerli hocalarına ve araştırma görevlisi arkadaşlarıma, maddi açıdan tezime destek sağlayan Akdeniz Üniversitesi Araştırma Fonu'na, denememi gerçekleştirmemde bana yer imkanını sağlayan sayın Prof. Dr. Osman KARAGÜZEL hocama, istatistiksel değerlendirmelerde yardımlarını esirgemeyen sayın Doç. Dr. M. Ziya FIRAT hocama, denemelerde kullandığım organik materyalleri temin etmemde yardımcı olan ITM TÜRHOOL A.Ş., TERA TARIM, AKADEMİK TARIM, ANI_SER ve ALTINTAR firmalarının yöneticilerine teşekkür ederim.

Ayrıca benim için yaptıkları fedakarlık ve göstermiş oldukları destekten dolayı aileme teşekkürlerimi iletmekten de onur duyuyorum.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vi
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL BİLGİLER ve KAYNAK TARAMALARI.....	2
2. 1. Akdeniz Kırmızı Toprakları'nın Tanımı ve Bazı Karakteristik Özellikleri.....	2
2. 2. Agregat Oluşum ve Stabilitesi ile İlgili Mekanizmalar.....	3
2. 3. Organik Maddenin Agregat Oluşum ve Stabilitesi Üzerine Etkileri.....	7
3. MATERYAL ve METOT.....	39
3. 1. Materyal.....	39
3. 1. 1. Çalışmada kullanılan toprak.....	39
3. 1. 2. Çalışmada kullanılan organik materyaller.....	39
3. 2. Metot.....	39
3. 2. 1. Toprak örneğinin alınması ve analize hazırlanması.....	39
3. 2. 2. Organik materyallerin toprağa uygulanması ve analize hazırlanması.....	39
3. 2. 3. İstatistiksel analiz yöntemleri.....	42
3. 2. 4. Fiziksel analiz yöntemleri.....	42
3. 2. 5. Kimyasal analiz yöntemleri.....	45
3. 2. 5. 1. Toprak örneklerinde kimyasal analiz yöntemleri.....	45
3. 2. 5. 2. Organik materyallerde kimyasal analiz yöntemleri.....	46
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	47
4. 1. Toprak Örneği ve Organik Materyallerin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları.....	47
4. 1. 1. Araştırmada kullanılan toprak örneğinin bazı kimyasal özellikleri.....	47
4. 1. 2. Araştırmada kullanılan toprak örneğinin bazı fiziksel özellikleri.....	47
4. 1. 3. Araştırmada kullanılan organik materyallerin bazı kimyasal özellikleri.....	47

4. 2. Toprak Örneklerinin Agregat Büyüklük Dağılımı	50
4. 2. 1. Kontrol toprak örneğinin agregat büyüklük dağılımı	50
4. 2. 2. Katı humik asit uygulamasının agregat büyüklük dağılımı üzerine etkisi	51
4. 2. 3. Sıvı humik asit uygulamasının agregat büyüklük dağılımı üzerine etkisi	53
4. 2. 4. Konsantre bitki ekstraktı uygulamasının agregat büyüklük dağılımı üzerine etkisi	55
4. 2. 5. Ahır gübresi uygulamasının agregat büyüklük dağılımı üzerine etkisi	56
4. 2. 6. Tavuk gübresi uygulamasının agregat büyüklük dağılımı üzerine etkisi	58
4. 2. 7. Çöp kompostu uygulamasının agregat büyüklük dağılımı üzerine etkisi	60
4. 2. 8. Melas uygulamasının agregat büyüklük dağılımı üzerine etkisi	61
4. 2. 9. Pamuk küspesi uygulamasının agregat büyüklük dağılımı üzerine etkisi	62
4. 3. Toprak Örneklerinin Agregat Stabilite Yüzdesi	63
4. 3. 1. Kontrol toprak örneğinin agregat stabilite yüzdesi	63
4. 3. 2. Katı humik asit uygulamasının agregat stabilite yüzdesi üzerine etkisi	64
4. 3. 3. Sıvı humik asit uygulamasının agregat stabilite yüzdesi üzerine etkisi	66
4. 3. 4. Konsantre bitki ekstraktı uygulamasının agregat stabilite yüzdesi üzerine etkisi	68
4. 3. 5. Ahır gübresi uygulamasının agregat stabilite yüzdesi üzerine etkisi	69
4. 3. 6. Tavuk gübresi uygulamasının agregat stabilite yüzdesi üzerine etkisi	70
4. 3. 7. Çöp kompostu uygulamasının agregat stabilite yüzdesi üzerine etkisi	71
4. 3. 8. Melas uygulamasının agregat stabilite yüzdesi üzerine etkisi	73
4. 3. 9. Pamuk küspesi uygulamasının agregat stabilite yüzdesi üzerine etkisi	74
5. SONUÇ	77
6. KAYNAKLAR	84
ÖZGEÇMİŞ	

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 3. 1. Uygulama alanının görüntüsü.....	40
Şekil 3. 2. Agregat büyüklük dağılımı analizinde kullanılan rotar elek makinesi.....	43
Şekil 3. 3. Agregat stabilite % si analizinde kullanılan yoder ıslak eleme aleti.....	44

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 3. 1. Topraklara uygulanan organik materyallerin dozları.....	41
Çizelge 3. 2. Uygulama alanındaki haftalık sıcaklık ölçüm değerleri ve aylık sıcaklık ortalamaları.....	41
Çizelge 4. 1. Araştırmada kullanılan toprağın bazı kimyasal özellikleri.....	48
Çizelge 4. 2. Araştırmada kullanılan toprağın bazı fiziksel özellikleri.....	48
Çizelge 4. 3. Araştırmada kullanılan katı organik materyallerin bazı kimyasal özellikleri.....	49
Çizelge 4. 4. Araştırmada kullanılan sıvı organik materyallerin bazı kimyasal özellikleri.....	49
Çizelge 4. 5. Kontrol toprak örneğinin agregat büyüklük dağılımı.....	51
Çizelge 4. 6. Katı humik asit uygulamasının agregat büyüklük dağılımı üzerine etkisi.....	53
Çizelge 4. 7 Sıvı humik asit uygulamasının agregat büyüklük dağılımı üzerine etkisi.....	55
Çizelge 4. 8. Konsantre bitki ekstraktı uygulamasının agregat büyüklük dağılımı üzerine etkisi.....	56
Çizelge 4. 9. Ahır gübresi uygulamasının agregat büyüklük dağılımı üzerine etkisi.....	58
Çizelge 4. 10. Tavuk gübresi uygulamasının agregat büyüklük dağılımı üzerine etkisi.....	59
Çizelge 4. 11. Çöp kompostu uygulamasının agregat büyüklük dağılımı üzerine etkisi.....	61
Çizelge 4. 12. Melas uygulamasının agregat büyüklük dağılımı üzerine etkisi.....	62
Çizelge 4. 13. Pamuk küspesi uygulamasının agregat büyüklük dağılımı üzerine etkisi.....	63
Çizelge 4. 14. Kontrol toprak örneğinin agregat stabilite % si.....	64
Çizelge 4. 15. Katı humik asit uygulamasının agregat stabilite % 'si üzerine etkisi.....	65

Çizelge 4. 16. Sıvı humik asit uygulamasının agregat stabilite % 'si üzerine etkisi.....	67
Çizelge 4. 17. Konsantre bitki ekstraktı uygulamasının agregat stabilite % 'si üzerine etkisi.....	69
Çizelge 4. 18. Ahır gübresi uygulamasının agregat stabilite % 'si üzerine etkisi.....	70
Çizelge 4. 19. Tavuk gübresi uygulamasının agregat stabilite % 'si üzerine etkisi.....	71
Çizelge 4. 20. Çöp kompostu uygulamasının agregat stabilite % 'si üzerine etkisi.....	73
Çizelge 4. 21. Melas uygulamasının agregat stabilite % 'si üzerine etkisi.....	74
Çizelge 4. 22. Pamuk küspesi uygulamasının agregat stabilite % 'si üzerine etkisi.....	76

1. GİRİŞ

Global nüfusun hızla çoğalması, dünyada mevcut toprakların erozyona uğraması sonucu besin kayıplarının ve strüktürel degradasyonun ortaya çıkması, tarımın yapılabilmesi için gerekli toprakların nitelik ve niceliklerini zayıflatmaktadır (Church 2001).

Tarımsal üretimin temeli topraktır. Topraklardan bilimsel anlamda en yüksek verim alınmasının temel koşulu, toprak özelliklerinin iyi bilinmesi, yeteneklerine ve sürdürülebilirlik esasına göre kullanılmasını gerektirmektedir. Bu amaçla, son yıllarda hem sürdürülebilir tarım çerçevesinde hem de ekolojik denge açısından topraklardaki yapısal özelliklerin geliştirilmesi ve stabiliteilerinin sağlanması için organik kökenli materyallerin kullanımı dikkat çekmeye başlamıştır.

Yaklaşık 3000 yıldır tarım yapılan ülkemiz topraklarının özellikle topoğrafik yapı bakımından oldukça engebeli olması ve buna hatalı tarım tekniklerinin de eklenmesiyle kolaylıkla degradasyona uğraması, kaybolacak toprak miktarındaki oranı da arttırmaktadır. Bu nedenle ülkemiz topraklarının yapısal özelliklerinin geliştirilmesi ve devamlılığının sağlanması ayrı bir önem kazanmaktadır.

Tarımsal üretim faaliyetlerinde bitkinin toprakta iyi bir gelişim sağlayabilmesi diğer koşulların yanında önemli derecede yetiştiği toprak ortamının fiziksel özellikleri ile ilişkilidir. Toprağın fiziksel özelliklerini düzeltmede ve sürekliliğini sağlamada en fazla başvurulan yöntem ise toprağa organik kökenli materyallerin ilavesi olmaktadır (Bender vd 1998).

Bu çalışmada, farklı kökene sahip organik materyallerin kullanımı ile bu materyallerin toprağın agregat oluşum ve stabilitesi üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. KURAMSAL BİLGİLER ve KAYNAK TARAMALARI

2.1. Akdeniz Kırmızı Topraklarının Tanımı ve Bazı Karakteristik Özellikleri

Araştırmada kullanılmış olan Akdeniz Kırmızı Toprakları (Terra Rossa) Akdenize kıyısı olan ülkelerin kıyı kesimlerinde sert kireç taşları üzerinde oluşmuş kırmızı renkli topraklardır. Değişik miktarlarda organik madde içeriğine sahip olan bu toprakların üst katmanının rengi nispeten koyudur. Alt katlara doğru önemli bir değişim göstermeyen ince solum, beyaz ve gri renkli sert kireç taşları ile son bulur. Solumda, henüz ayıışmamış ve üzeri demir oksitlerle boyanmış kireç taşı parçacıklarına da rastlanmaktadır. Tipik Akdeniz Kırmızı Topraklarında kil miktarı nispeten yüksek olup, % 30-60 arasında değişmektedir (Akalan 1987).

Akdeniz Kırmızı Topraklarının en belirgin karakteristik özelliklerinden birisi bütün profilin kiremit kırmızısı rengi ve üst topraktaki organik madde azlığıdır. Topraklar karbonatları yıkanmış ağır kil içeriğine sahiptir. Topraklar karbonatlardan tamamen yıkanmış olmasına rağmen baz doygunlukları çoğunlukla % 40'ın üzerindedir (Buringh 1975, Dizdar 1983, 1987).

Arias ve Roquero (1993) İspanya'daki Akdeniz Kırmızı Toprakları üzerinde yaptıkları bir çalışmada, bu topraklardaki kalsiyum karbonatın genel olarak profilden yıkandığını, değişim komplekslerindeki katyonlardan kalsiyumun başat olduğunu bildirmişlerdir. A ve B horizonlarında az fakat iyi gelişmiş blok tipi bir strüktüre sahip olmaları ile birlikte bazı profillerde prizmatik strüktüre eğilimin söz konusu olduğu, organik maddenin genellikle % 2 civarında olduğu tespit edilmiştir.

Anonim (1970) 'e göre, Antalya Havzasısındaki Akdeniz Kırmızı Topraklarının ana materyalleri ikinci zaman gri renkli, çatlaklı kalkerleri ile üçüncü zamanın denizsel miosen kalkerleri, Kuaterner travertenleri veya bunların ayrışma ürünlerinden ibaret koluviyal depozitlerdir. Yıllık ortalama yağışın fazlalığı nedeni ile profillerinde bir yıkanma söz konusudur. Profillerinde genellikle A, B, C horizon dizilimine sahip bu topraklar dalgalı topografya ve sert ana materyalleri sebebi ile sığ veya çok sığ

olduklarından her zaman gelişmiş bir gövdeleri bulunmamaktadır. A horizonları ortalama 10 cm kalınlığında ve renkleri genellikle nemli iken koyu kırmızımsı kahverengi, kuru iken kırmızımsı kahverengi veya sarımsı kırmızıdır. Serbest CaCO_3 hiç yok veya çok azdır. Akdeniz Kırmızı Topraklarında B horizonu düzgün toprak ve topografya şartlarında 60-80 cm kalınlık gösterebilmektedir. Fakat çoğunlukla sığ olan bu topraklarda B horizonu 10 cm kadardır ve killi bir bünyeye sahiptir. B horizonlarında, A horizonundan taşınarak gelen killerin birikimi söz konusudur. Bu toprakların pH'ları ise 7.5 civarındadır.

2.2. Agregat Oluşum ve Stabilitesi ile İlgili Mekanizmalar

Agregasyon ve strüktürel stabilite bitkisel üretim faaliyetleri içerisinde oldukça önemlidir. Larson, Schneider ve Gupta, topraktaki agregatlaşmanın tohum-toprak arasındaki münasebet ve hidrolük iletkenlik açısından önemli olduğunu vurgulamışlardır. Benzer bir biçimde Mathur ve ark, kök solunumu ve topraktaki gazların atmosfer ortamıyla değişiminin agregasyon durumu tarafından oldukça etkilendiğini ve bitkinin gelişimi için önemli bir rol oynadığını belirtmişlerdir. İmeson, Jun Gerius ve Luk, suya dayanıklı iyi bir agregat stabilitesinin toprak erozyonunu azalttığını bildirmişlerdir (Dinel vd 1991).

Agregasyonda sağlanacak bir artışla özellikle ağır tekstüre sahip topraklarda porozitenin artışı, kapillar olmayan porozite artışıyla havalanma ve permeabilite artışı sağlanmakta, hacim ağırlığı ve plastik limit azalmaktadır (Demiralay 1970).

Demiralay (1992) tarafından, toprak strüktürünün bozulmasına neden olan başlıca etmenlerin iklim, kültivasyon, bitki yetiştirme sistemleri ve kimyasal gübrelerin yanlış kullanımı olduğu bildirilmektedir. İklimin yağış ve sıcaklık değişimi yolu ile toprak strüktürü üzerine doğrudan bir etkiye sahip olduğu, özellikle de yağmur şeklindeki yağışların başlıca üç yoldan toprak strüktürünün bozulmasına sebep olduğu söylenmektedir. Yağmurun bu etkisinin yağmur damlalarının toprak yüzeyine mekaniksel çarpma etkisi, yağmur suyunun ıslatma etkisi (şişme ve hapsolan havanın basınç yapması ile) ve yüzey akışı etkisi şeklinde olduğu belirtilmiştir.

Emerson, stabil olmayan hava kuru bir agregat'ın hızla ıslatıldığında agregat yapısının daha küçük ünitelere parçalandığını bildirmektedir. Toprakların çok geniş düzeylerde şişmesi ve kapillar boşluklarda sıkışan havanın yaptığı basınç ile bu basınca yeteri kadar direnci olmayan agregatların yüksek değerlerde parçalanma gösterdiği belirtilmektedir. Arazilerde agregatların parçalanması, toprakların alt katmanlarının aniden ıslanması ve hava kuru olmasından korunduğu için genelde üst katmanlarda meydana geldiği bildirilmektedir (Oades ve Tisdall 1982).

Sıcaklıktaki ekstrem değişimler, nem koşullarına ve toprak kolloidlerinin tabiatına bağlı olarak, hapsolan havanın genişip büzülmesi veya donma ve çözülme yolu ile hacim değişmelerine sebep olarak strüktürün değişmesi ile sonuçlanabilmektedir (Demiralay 1992).

Oades (1984), iyi bir toprak yapısını killi ve tınlı topraklarda bitkiye yararlı suyun depo edilmesi için gerekli yeteri kadar porların bulunması ile tanımlamaktadır. Belirtilen porlardan oluşmuş parçacık büyüklüğünün por ve parçacık çapı ile bağlantılı olduğunu, arzu edilebilir por büyüklüğü sınırının mikro agregatlar içerisinde floküle olmuş kil fraksiyonunda ve toprak işleme derinliğinde oluştuğunu belirtmektedir. Arzu edilen bu por dağılımını <250 µm çapındaki makro agregatlar içinde oluşmuş diğer parçacıklar ile birlikte tanımlamaktadır. Ayrıca mimari düzenleme ile tanımlanan toprak yapısının doğal yada işlemeyle meydana getirildiği için ıslanmanın neden olduğu bozulmaya karşı önlem almada toprakların stabil olması gerekliliğini vurgulamaktadır. Eşit olmayan şişme ve toprakta sıkışmış havadan dolayı makro agregatların ıslandığında dağıldığını belirtmektedir. Mikro agregatlar içerisindeki dağılmanın ise kil parçalarının birleşmiş veya birleşmemiş olmasına bağlı olarak partikül büyüklüğü, biçimi, gruplaşması ve enerji girişini kapsadığını belirtmiştir. Topraklardaki bu dağılmanın infiltrasyonun azalması, yüzey akışının veya sulama suyunun oranını etkileyen bir problem olarak görüldüğünü bildirmektedir.

Oades ve Tisdall (1982) tarafından, bitkisel üretimde iyi bir toprak yapısının 1'den 10 mm'ye kadar aralıktaki çapa sahip toprak agregatlarının ortamda bulunmasına bağlı olduğu bildirilmektedir. Suya dayanıklı agregatların por içeriklerinde aerobik bir

ortamın sağlanabilmesi için por büyüklüğünün $>75 \mu\text{m}$ olması gerektiği ve bitkisel üretim için toprakta suyun tutulabilmesi amacıyla porların genelde $30-0.2 \mu\text{m}$ çapında olması gerektiği vurgulanmaktadır. Orta boy üniteler veya küçük agregatların, kil parçacıklarının bireysel olarak dispers olmasından dolayı stabil olmayan ünitelerin parçalanmasıyla oluştuğunu bildirmektedir. Topraklarda killerin dispers olması porların tıkanmasına ve böylece suyun taşınmasını ve depo edilmesini engellemekte, yüzeyde kabuk oluşumu gibi istenilmeyen yapıların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Şişme ve dispersiyon olayının büyük oranda değişebilir iyonların kil ile birleşmelerinin fonksiyonu olduğu, bununla beraber organik materyallerinde kil minerallerinin yüzey özelliklerini etkileyerek dispersiyon ve flokülasyon işlemlerini gerçekleştirdiği bildirmektedir. Organik anyonların kolloidal yüzeylerdeki pozitif yükleri ve toprak çözeltisi içerisindeki çok değerlikli katyonların kompleks yapmasını bloke ederek dispersiyon olayını ilerlettiği sanılmaktadır. Ayrıca flokülasyon ve dispersiyon olayları büyük oranda elektrostatik bir olay olarak görülürken, agregatlar içerisindeki çimentolayıcı ve birleştirici maddelerin stabilize edici etkisinin inorganik, organo-mineral veya organik ünitelerce gerçekleştirildiği bildirilmektedir.

Özbek vd (1993) tarafından, toprak kolloidlerinin, adsorbe edilmiş katyonların ve adsorbe edilmiş suyun doğrudan değinim yoluyla birbirlerine etki ettiğini, bu suretle yüzeylerdeki pozitif ve negatif yüklü yerler arasında elektrostatik karşılıklı etkileşimlerin meydana geleceğini vurgulamışlardır. Kil minerallerinin ve oksitlerin köşelerinde bulunan pozitif yüklerle organik maddenin negatif yükü pH'ya çok bağımlı olduklarından bu elektrostatik karşılıklı etkileşimlerin toprağın pH'sı tarafından yönlendirildiğini bildirmişlerdir. Birbirine yaklaşan iki parçacık arasındaki itmenin, karşı iyonların aynı elektriksel yüke sahip olması, ortamdaki adsorbe edilmiş moleküllerin bağlanma derecesi ve elektriksel çift tabaka alanındaki konsantrasyonun varlığı ile gerçekleşebildiğini belirtmişlerdir. İki parçacık arasındaki çekimin, bu parçaların birbirine 15 \AA 'dan daha az aralığa kadar yaklaştıklarında meydana geldiğini ve bu olayın çeşitli faktörlerin etkisi ile ortaya çıktığını söylemektedir. İki parçacık arasındaki çekimi sağlayan bu faktörlerin, atomlar ve moleküller arasındaki Van der Waals güçleri, zincir moleküller sayesinde köprülerin oluşması, yüzeylerdeki pozitif ve negatif yükler arasındaki Coulomb güçleri ile birbirine

karışmayan ögeler arasındaki (su-hava-menisküs güçleri gibi) sınır yüzeyi güçleri olduğu bildirilmiştir. Çift tabakanın kalınlığını azaltabilen bütün faktörlerin topaklaşmayı ve daha büyük agregatların oluşmasını sağladığını, bu faktörlerden özellikle çözeltinin konsantrasyonu ve adsorbe edilmiş katyonların değerliliğinin önemli olduğunu bildirmişlerdir. Levhacık şeklindeki parçacıkların koagulat oluşturmaları sırasında üç türlü değininim söz konusu olduğu ve bunların yüzey-yüzey, yüzey-kenar ve kenar-kenar şeklinde gerçekleştiği belirtilmiştir. Yüzey-yüzeye değinim sonucunda oluşan koagülasyonla kalın levhacıklar meydana geldiği halde, kenar-kenara değinimde boşlukları çok olan bir strüktürün olduğu ve bu yapının oktaeder tabakaların kenarlarındaki pozitif yüklerin oluşması ve bunların kil minerallerinin negatif yükleriyle nötrleşmesi sonucunda gerçekleştiği belirtilmektedir.

Ünal ve Başkaya (1981), parçacıkların birbirlerine çok yaklaştığında Van der Waals kuvvetlerinin etkili olduğunu bu yaklaşımın hem yüklü parçacıklar arasında hem de nötr moleküller arasında diğer bağlantı şekillerinin ortaya çıkmasını sağladığını belirtmişlerdir. Van der Waals kuvvetlerinin etkin olabilmesi için 10 \AA 'dan daha az büyüklükteki bir yaklaşımın gerekli olduğunu aksi taktirde iki kolloidal parçacık arasındaki bu çekmenin uzaklıkla azalma gösterdiği bildirilmektedir.

Igwe vd (1999), güneydoğu Nijerya'da sedimenter birikintiler üzerinde oluşmuş toprakların temel kimyasal ve mineralojik özelliklerinin hem makro hem de mikro kolloidal ölçekte agregat stabilitesi ile ilgili olduğunu vurgulamışlardır. Çalışmada toprakların mineralojisinin kaolinit tarafından şekillendirilmiş olup, temel agregatlaşmanın Fe_2O_3 ile sağlandığı, bazı ıslak alanlardaki topraklarda rastlanılan smektitin daha kuru bölgelerden geldiği ve bu topraklardaki agregatlaşmanın kaolinit içeren topraklara göre daha zayıf ve kırılğan bir yapıya sahip olduğu bildirilmiştir. Toprak örneklerinin değişebilir katyonlar bakımından fakir olduğu, agregatların hem mikro hem de makro ölçekte katyonların ve katyon değişim kapasitesinin strüktür stabilitesine olumlu bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

2.3. Organik Maddenin Agregat Oluşum ve Stabilitesi Üzerine Etkileri

Uzun süreden beri devam etmekte olan topraklardaki yapısal özellikleri ve bu özelliklerin devamının nasıl sağlanabileceğine ait çalışmalar günümüzde bir çok araştırmacı tarafından çeşitli organik materyallerin topraklara uygulanmasıyla devam ettirilmektedir.

Six vd (2000) tarafından, toprakların agregat dağılımı ve stabilite ölçümlerinin toprakların kalitesinin bir göstergesi olabileceğini, topraklardaki organik madde düzeyindeki azalmanın bir sonucu olarak stabilite değerlerinin daha fazla azalacağı bildirilmiştir.

Boekel tarafından, kaba bir yaklaşım olarak % 60'ın üzerinde kil içeriğine sahip olan araştırma konusu bir toprağın mekaniksel kuvvetler tarafından sebep olunan plastik deformasyona karşı iyi bir dirence ve iyi bir çalışabilirliğe sahip olabilmesi için minimum % 8 civarında organik madde miktarına sahip olması gerektiği bildirilmektedir (Demiralay 1992).

Yüzey topraktaki agregat oluşumunu geliştirmek amacı ile uygulanan materyallerin bazılarının agregatlaştırıcı ve stabilize edici fonksiyonları sayesinde toprağa su giriş hızını etkilemekle kalmayıp aynı zamanda toprakta tutulan su miktarını da etkilediği bildirilmiştir. Özellikle kumlu topraklarda çeşitli formlarda organik madde ilavelerinin toprağın su tutma kapasitesini arttırdığı bildirilmektedir (Demiralay 1977).

Oades ve Tisdall (1982), agregat stabilitesinden sorumlu farklı konumlarda rol alan üç çeşit çimentolayıcı maddenin varlığından söz etmişlerdir. Bu çimentolayıcı maddelerin a) hızlı bir biçimde parçalanan, bitkilerden ve mikrobiyal üretim sonucu meydana gelen, kısa süreli etkisi ile agregat stabilitesinden sorumlu olan polisakkaritler b) agregat stabilitesini geçici olarak etkileyen bitki köklerindeki hifler ve özellikle mikorizal etmenler c) agregat stabilitesini kalıcı ve uzun süreli etki eden polivalent metal katyonlar içerisinde en etkilileri olan amorf alüminyum ve demirin aromatik

humik materyale katılımıyla oluşan bileşiklerin olduğu bildirilmektedir. Bu bileşenlerin agregatların yapısal organizasyonunda değişik yerlerde farklı çimentolayıcı madde olarak etki ettiği, köklerin ve mantar hiflerinin makro agregatlarda stabilize edici olarak (>250 µm çaplı agregatlarda) görev yaptığı ve bu nedenle makro agregat oluşumunun toprak yönetimi tarafından kontrol edilebileceği bildirilmektedir. Topraktaki bu etkinin yetiştirilen bitkinin kökleri ve organik karbonun oksidasyonunun etkilenmesi ile olduğu belirtilmiştir. Mikro agregatlardaki suya dayanıklılığın, etkisini uzun süre gösteren organik çimentolayıcı maddelerin varlığına ve toprak yönetiminden bağımsız olarak toprakların karakteristikleri ile ilgili olduğu bildirilmiştir.

Chruch (2001), yüksek humus düzeyinin organik tarım tekniği içerisinde erozyona karşı direnci sağlamada sorumlu bir materyal olduğu, yüksek organik madde düzeyinin topraktaki agregat stabilitesini arttırdığını ve buna bağlı olarak erozyonun önlendiğini bildirmiştir. Ayrıca yüksek organik madde düzeyinin mekaniksel penetrasyonu ve suyun kolayca iç kısımlara sızmasını sağladığını, havalanma kapasitesini iyileştirdiğini belirtmiştir. Mantarların toprak parçalarının bir araya getirilmesinde anahtar rol oynadığı, gelişmiş agregatlar içerisindeki mantar misellerinin çeşitli nedenlerden dolayı parçalanmış agregatların ilk sekiz gün içerisinde pedlerin gelişimini başlıca destekleyen bileşenler olduğu belirtilmiştir.

Demiralay (1992), asrımızın ikinci yarısının başlangıcından beri yapay organik polimerlerin strüktür düzeltici olarak önerildiğini ve kullanıldığını bildirmiştir. Bunların genellikle stabil agregatların oluşmasını, toprak havalanmasını ve suyun infiltre olmasını arttırmakla beraber kabuk oluşumunu önlediğini, topraktan buharlaşma yolu ile meydana gelen su kayıplarını azalttığını, tuzlu ve alkali toprakların ıslahında etkili olduğunu, yüzey akışı ve dolayısıyla su erozyonunu azalttığını söylemiştir. Ancak bu organik polimerlerin mikrobiyal parçalanmaya kısa sürede uğradıkları için uzun ömürlü ve çoğu zamanda ekonomik olmadığını belirtmiştir.

Hendrick ve Mowry, floküle ettirici veya yapıştırıcı olarak ilave edilen organik materyallerin vinilasetat maleik asit polimeri (VAMA) ve hidrolize poliakrilonitril (HPAN), Stefanson polivinilalkol (PVA), De Boot poliakrilamid ve bitum olduğunu

söylemişlerdir. Hilel ve Berliner, toprak yüzeyinde bir hidrofobik agregat tabakasının meydana getirilmesinin toprağın doğal "toprak malçı" eğilimini arttırmaya hizmet edebilecek bir işlem olarak düşünmekte ve böyle bir yüzey tabakasının bir bakıma çakıl tabaksı gibi işlev gördüğünü belirtmektedirler (Demiralay 1977).

Belirli organik madde fraksiyonlarının polisakkaritler, poliüronoidler gibi, bunların orijinleri ne olursa olsun (hayvansal veya bitkisel) agregatların stabile edilmesinde başlıca rol oynadıkları yapılan bir çok çalışmayla desteklenmiştir. Alginateler bakteriyel poliüronoidlere benzemekte ve belirli selüloz bileşenleri olan, selüloz asetat, selüloz metil eter, metil selüloz, kroksi metil hidroksi metil selüloz gibi doğal polisakkaritlerde bulunan maddelerin strüktürü geliştirici olarak kullanıldığı belirtilmektedir. Ancak bu materyallerin toprak mikroorganizmaları tarafından parçalanmaya maruz bırakılmasından dolayı topraktaki yapısal değişime olan eğilimlerinin kısa süreli olduğu bildirilmiştir (Demiralay 1970).

Stott vd (1990), toprak humusunun iki çeşit bileşenden meydana geldiğini bunların, humik maddeler ve polisakkaritlerin olduğunu bildirmişlerdir. Fulvik asitlerin ise toprakta düşük miktarlarda var olduklarını, humik asitlerin aromatik ve alifatik yapılardan meydana gelmiş kompleks makro moleküller olduğunu belirtmişlerdir. Toprak polisakkaritlerinin ise humik olmayan bileşikler olduğunu ve bu bileşiklerin toprak strüktürü ve agregasyonda rollerinin bulunduğu, ayrıca hem bitkisel kökenli hem de mikrobiyal kökenli çeşitli şeker ünitelerini içerdiğini belirtmişlerdir.

Özbek vd (1993), yüzey toprağında yeteri kadar fazla ayrılmış organik madde atıklarının bulunması durumunda bunun mineral toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerindeki etkisinin büyük olduğunu belirtmişlerdir. Organik atıkların ayrışma ürünü olan humusun toprağın fiziksel durumu üzerine olan iyileştirici etkisinin tüm topraklarda görülmesiyle beraber, özellikle fazla killi ve kumlu topraklarda daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca organik katyonlarla kil minerallerinin negatif yükleri arasındaki bağlanmanın iyon bağı şeklinde olduğu, organik katyon olarak her şeyden önce aminlerin (alkil vd, amino şekerler ve amino asitlerin) sayılabileceği, bu gibi maddelerin ise izoelektrik noktanın altında bir proton aldığı böylece de bir pozitif

yük kazandığı bildirilmiştir. Topraklardaki mineral bileşiklerin bir kısmının kolloidal büyüklükteki organik maddelerle bir araya gelerek organo-mineral bileşik oluşturduğu ve bu olayda özellikle ince kil fraksiyonunun rol aldığını belirtmişlerdir. Kil fraksiyonu içerisinde kaba kilden ince kile doğru gidildikçe humin madde miktarının arttığını yani kilin yüzey alanının artışıyla humin madde miktarında da artış gözlemlendiğini bildirmişlerdir. Organik katyonların (sitrat, fulvat) bağlanması kil mineralleri kristallerinin yan yüzeylerinde ve Al ve Fe oksitlerin üst yüzeylerinde meydana geldiğini söylemişlerdir. Daha büyük organik moleküllerin (polimerler) bağlanmasında hidrojen köprülerinin önemli olduğu ve bu bağlanmanın kil mineralleri ile organik katyonlar arasındaki iyonik bağlanmaya nazaran daha güçlü olabileceği belirtmişlerdir. Gliserin, üre ve pridin gibi organik moleküllerin değişebilir katyonların hidrasyon örtüsündeki H₂O moleküllerinin yerine girip daha çok adsorbe edilmemiş moleküller arasında rol aldığını vurgulamışlardır. Toprakta biyolojik aktivitenin yüksek olması ile organo-mineral bileşiklerin oluşumunda artış gözleneceği, çünkü biyolojik aktivite sayesinde ortamda sürekli olarak reaksiyon yeteneğine sahip olan ürünlerin oluşması ile mineral parçacıklara karışacağı bildirilmiştir. Humin maddelerin adsorpsiyon gücünün bir çok besin maddelerinin bağlanması için geçerli olduğu özelliklerde turballar da ve killerce fakir mineral topraklarda bu bağlanmanın boyutunun ileri düzeyde pH'ya bağımlı olduğunu bildirmişlerdir.

Ünal ve Başkaya (1981), yapılmış olan bir çok araştırmada organik bileşiklerin topraktaki kil mineralleri ile birleşebildiklerini, bu organik bileşiklerin alkoller, şekerler, aminoasitler, aminler, proteinler, enzimler, benzol, fenol vb. gibi bileşikler sayılabileceğini söylemişlerdir. Humin maddelerin topraktaki kil mineralleri ve oksitlerle bileşik oluşturabileceği, organik katyonlardan aminler, amino şekerleri ve amino asitlerinin izoelektrik noktanın altında daha çok işlev gördüğü bildirilmiştir. Bu bileşenlerin, değişebilir anorganik katyonların tabaka yüzeylerine ve genişleyebilir kil minerallerinde tabakalar arasına bağlandığını, küçük organik katyonların normal değişim ile yerleştiğini ve değişebilirlik karakterlerini muhafaza ettiğini söylemişlerdir. Buna karşılık büyük organik katyonların iyon değişiminin kurallarına uymadığını belirtmişlerdir. Organik anyonların (örneğin karboksil asitler, nüklein asitleri, izoelektrik noktanın üzerindeki amino asitler, fulvo asitleri, humin asitleri ve sentetik

agregat stabilizatörleri gibi) bağlanmalarının kil minerallerinin yan yüzeylerinde bulunan pozitif yükler vasıtasıyla olduğunu, diğer bir bağlantı şeklinin ise, H₂O molekülleri ve bir çok iyonize olmamış organik bileşikler ile kil minerallerinin tetraeder tabakalarındaki oksijen atomları ve H- köprüsü şeklinde gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Polimerlerin büyüklüklerinin artmasıyla adsorpsiyon enerjisinde görülen artış ile adsorpsiyon olayı esnasında spesifik olmayan Van der Waals kuvvetinin öneminin ortaya çıktığı, bu kuvvetlerin adsorbe olmuş polimerler ile üst yüzey arasındaki her dokunma noktası için geçerli olduğu söylenmektedir. Organik maddeler küresel yapılarda oluşmuş değilse, uzun dallanma gösteren, yüksek fleksibiliteye sahip ve fazla miktarda reaksiyona girebilen gruplar ihtiva eden molekül zincirlerinden ibaret iseler bu durumda kuvvetli bir bağlanmanın söz konusu olduğu belirtilmiştir. Bununla beraber, organo-mineral bileşiklerin toprak için öneminin, topraktaki kil minerallerine bağlı organik maddenin mikrobiyal parçalanmaya karşı direncinin artmış olması ve dolayısıyla toprakta organik maddeye bağlı ve gerekli bütün faydalı özelliklerin daha elverişli şartlar kazanması (örneğin agregat stabilitesinin oluşması ve devamlılığı) ile doğrudan doğruya ilgili olduğunu belirtmişlerdir. Organik maddelerin mikrobiyal parçalanmaya karşı gösterdikleri direncin, mikroorganizmaların meydana getirdiği organik maddeyi parçalayıcı enzimlerin kil minerallerince bağlanması ve aktif olmayan hale geçirilmesine bağlı olduğu bildirilmiştir.

Church (2001), yüksek düzeyde organik maddenin agregat oluşumunun düzenlenmesinde temel rol oynadığını, humik materyallerin hem bakteriyel hem de mantar gelişimini sağladığını, yüksek düzeyde besin maddesi ve havalanma meydana getirerek mantar ve bakteri misellerinin polisakkarit üretiminde artışa neden olduğunu söylemiştir. Ayrıca polifenolik humik materyallerin polisakkaritlerle birlikte, toprakların degradasyonunu sağlayan etkenlere karşı toprakları daha stabil hale getirdiği bildirmiştir. Böylece organik maddenin topraklarda agregat stabilitesini arttırmak için yardımcı unsur olarak görülebileceğini belirtmiştir.

Quirk ve Panabokke, organik maddenin agregat stabilitesini arttırabilmesi için belirli bazı gözenek çeşitlerinin duvarlarını kuvvetlendirmede organik maddenin bu porların içerisine yerleşmesinin gerekliliğini vurgulamışlardır. Quirk ve Williams,

gözenekliliğin doğrudan agregat stabilitesi ile ilişkili olduğunu söylemiştir. Gözeneklerin oluşumunda rol alan olayların bireysel taneciklerin floküle olmasını sağlarken kırılma yüzeylerinin meydana gelmesiyle başarısız bir agregatlaşmaya neden olabileceği, bu nedenle por duvarlarının stratejik açıdan önemli olan organik madde tarafından desteklendiğinde kırılma yüzeyi miktarının nispeten azaltılarak agregat stabilitesinin arttırılabileceğini belirtmiştir. Carr ve Greenland yaptıkları çalışmalar ile organik maddenin 15-50 µm sınır değerleri arasındaki belirli bazı porların içerisine yerleştiğinde organik maddenin agregat stabilitesini arttırıcı etkisinin daha fazla olduğunu belirtmişlerdir (Christopher 1996).

Damolon ve Hanin, kolloidal kil, kolloidal organik madde ve kum içeren sistemlerdeki agregat oluşumunda kolloidal organik maddenin stabil agregat oluşumunu daha fazla etkilediğini tespit etmişlerdir. Myare ise, agregat oluşumu için kuvarz ve ortoklas tozu kullanarak yaptığı çalışmada Damolon ve Hanin'in bulgularını desteklemiştir. Myare, kil kolloidleriyle karşılaştırıldığında suya dayanıklı agregatlarda hidrojen yada kalsiyum gibi sistemlerin daha büyük etki yaptığını belirtmişlerdir. Geoghegan, bazı bakteriyel polisakkaritler ile levan ve dextran olarak bilinen organik maddelerin topraklarda granülizasyonu sağlayıcı etki yaptığını söylemiştir. Bu maddelerin molekül yapılarındaki OH⁻ içerikleri ile bunların agregasyonu sağlayıcı etkileri arasında ilişkinin varlığından söz etmiştir. Polisakkaritlerin toprak parçalarını yapıştırmadaki mekanizmasının H⁺ bağlarıyla olabileceği sonucunu çıkarmış ve bu sonuçlar Martin ve Aldrich tarafından da desteklenmiştir (Demiralay 1970).

Oades (1984) tarafından, agregatların makro (>250 µm) ve mikro (<250 µm) agregatlar adı altında sınıflandırıldığını, hızla ıslanma tarafından bozulmayı sağlayan güce karşı direnci sağlamada toprakların yapısal stabilitesinin organik maddenin varlığına bağlı olduğu bildirilmektedir. Mikro agregatlardaki kil parçacıklarının dispersiyonu kil yüzeylerindeki negatif iyonların artışında adsorbe olmuş kompleks yapıdaki organik asitler tarafından ilerletildiğini, bu asitlerin bitkiler, mantarlar, ve bakteriler tarafından üretildiği bildirilmektedir. Bununla beraber mikro agregatlar içerisindeki kilerin dispers olma eğilimleri polisakkaritlerin birleştirici hareketleriyle, esas olarak ise bakteriler tarafından üretilen musilaj madde, bitki kökleri ve mantar

miselleri tarafından dengelendiği belirtilmiştir. Mikro agregatların stabilitesinin, kil mineralleri ve organik kolloidler arasındaki çok değerlikli katyonların birleştirici etkileri tarafından da sağlandığı bildirilmektedir. Makro agregatların bitki kökleri ve parçalanmış bitkisel materyaller tarafından çevrelendiğini, böylece özellikle toprağı karıştırılmayan alanlarda (çayırık alanlar) bu olayın etkisinin artarak etkili bir toprak yönetiminin sağlanacağı belirtilmiştir. Bitki köklerinin bulunmadığı nadasa bırakılmış alanlarda belirtilen olumlu etkilerin oluşmadığı söylenmektedir.

Demiralay'a (1982) göre, uzun yıllar çayır örtüsü altında kalan toprakların strüktürünün genellikle olumlu yönde geliştiği bildirilmektedir. Bu olumlu gelişmenin esas nedeninin çayır bitkilerinin yoğun saçak köklere sahip olması gösterilmektedir. Bir yandan yoğun kök aktivitesi ve bir yandan da toprağa kazandırılan bol miktarda ölü köklerin mikrobiyal parçalanmaya maruz kalması sonucunda agregasyonun geliştiği bildirilmektedir.

Urbina ve Rodriguez (1995), Venezuela'da Bajo Seco Deneme istasyonunda toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin iyileştirilmesi ve erozyon kontrolünde iki organik düzenleyicinin etkilerini araştırmışlardır. Yaptıkları denemelerde tavuk gübresi ve kahve pulpunu bir Aquic Paleudult'un 10 cm'lik üst kısmına karıştırmışlardır. Sonuçta bu uygulamaların toprak ve su kayıplarını önemli derecede azalttığını ve kahve pulpunun tavuk gübresinden daha büyük bir etkiye sahip olduğunu saptamışlardır.

Waters ve Oades farklı çimentolayıcı maddeler tarafından sürekli artan geniş üniteler içerisinde toprak agregatlarının sağlamlılığını elektron mikroskobunda incelemişler ve agregat topluluklarında dört temel agregat boyutunun (<20 µm, 20-90 µm, 90-250 µm ve >250 µm) kökler ve fungus miselleri tarafından agregat stabiliteilerinin arttırıldığı bildirilmiştir. 90-250 µm arasındaki mikro agregatların inorganik bileşenlerle kaplanmış tanınabilir bitki artıklarına sahip olduğu 20-90 µm arası mikro agregatların ise daha az farklı organik varlık içerdiğini tespit etmişlerdir. Kil mikro strüktürü olan <20 µm boyutlu mikro agregatlarda organik varlığın izlenmediği bildirilmiştir (Christopher 1996).

Demiralay (1992), Alparslan tarım işletmesinin aluviyal orijinli topraklarında yaptıkları bir çalışmada hava kurusu toprak ağırlığı esas alınarak % 0, % 1, % 2, ve % 4 düzeyinde arpa samanı ve korunga sapı kullanarak işletmedeki kil içerikli toprakların agregat stabilitesini ne düzeyde etkileyeceğini incelemişlerdir. Uygulamadan sonra ıslak eleme yapılarak agregatların ıslanmaya karşı stabilitesini ölçmüşlerdir. Deneme sonucunda ise, toprağa ilave edilen organik materyalin miktarı arttıkça agregat stabilitesinin de arttığını bildirmişlerdir. Toprağa % 4 düzeyinde ilave edilen arpa samanının agregat stabilitesini % 55.6'dan % 83.2'ye ve korunga sapında % 81.2'ye yükselttiğini tespit etmişlerdir. Organik materyalin etkisinin, ilave edilen miktar artarken başlangıçta büyük ve gittikçe azalan değerlerde olduğunu, her % 1 organik materyal ilavesinin agregat stabilitesi yüzdesinde ortalama yaklaşık 7 birimlik bir artışa neden olduğunu belirtmişlerdir.

Brandsma vd (1999), İngiltere'de, dört çeşit ticari toprak düzenleyiciyi siltli-tın bünyeye sahip topraklar üzerine uygulayarak bu ticari toprak düzenleyicilerin toprağı stabilize etmedeki özelliklerini araştırmışlardır. Uygulamada kullanılan Soil-Tex, Humus, Agri-SC, ve Kiwi Green isimli toprak düzenleyicilerinin tümünün uygulama sonrasında toprakların yoğunluğunu azaltırken porozite miktarını arttırdığını belirtmişlerdir. Yine bu çalışmanın bir sonucu olarak sadece Soil-Tex ve Kiwi Green uygulamaları sonrasında kabuk oluşumuna karşı dayanıklılığının ve Agri-SC uygulaması sonrasında da agregat stabilitesinin arttığı görülmüştür. Organik kökenli kimyasal toprak düzenleyicilerin uygulanmaları genellikle toprağın erozyona yatkınlığını azaltıp yapısını iyileştirerek toprağın korunmasında yararlı yapısal değişiklikler meydana getirdiği belirtilmektedir.

Demiralay (1982) yaptıkları bir çalışmada, üç çayırılık alandan alınan (0-20 cm) toprak örneklerindeki agregat değişimini incelediğini, yapılan incelemeler sonucunda toprak örneklerinin ıslanmaya karşı stabilitesinin % 75 ile % 45 arasında ve ıslanma+mekaniksel etkilenmeye karşı stabilitesinin ise % 65 ile % 33 arasında değiştiğini belirtmiştir. Mekaniksel etkinin ıslanma stabilitesine nazaran stabilitede % 13 ile % 23 arasında değişen azalmaya sebep olduğu, çalışmadaki agregat stabilite

değerlendirmesinin kumlu kil <siltli tın <killi tın bünyeye sahip toprak olarak yapıldığını bildirmiştir.

Tarchitzky vd (2000), kültivasyon yapılan kireçli iki Akdeniz toprağında (Mevo Horon ve Palmahim) yapısal stabilizasyonu sağlayan organik madde ve diğer bileşenlerin bu olaydaki rolleri karakterize edilerek agregat büyüklük fraksiyonları üzerine bir araştırma yapmışlardır. Her bir agregat büyüklük fraksiyonunun içerdiği parametreler incelenmiş ve bu parametrelerden parçacık büyüklük dağılımı, CaCO₃ içeriği, organik C ve N, fulvik asit ve humik asit fraksiyonu, total humik maddeler ile ekstrakte olabilir Fe ve Al incelemeye alınmıştır. Mevo Horon toprağında organik C ve humik maddeler dışındaki tüm bileşenlerin içeriğinin agregat büyüklük fraksiyonlarındaki ilişkisinin derecesini hesaplamışlardır. Bu hesaplama <2 mm boyutlu agregat fraksiyonlarında ve benzer bileşenlerle yapılmıştır. Yüzeyde kil tabakası varlığının buradaki toprak yapısını stabilize etmede diğer bileşenlerle birlikte etkili olduğu öne sürülmüştür. Tüm agregat büyüklük kombinasyonları ve tüm toprak bileşenlerinin bireysel stabilize edici komponentler olarak <2 mm boyutlu fraksiyonlardan daha büyük fraksiyonlarla oldukça yüksek düzeyde ilişki içerisinde ve yüzeyde birleşmeyi sağlayan materyaller olduğu bildirilmiştir. Hem büyük agregat fraksiyonlarda (>250 µm) hem de küçük agregat fraksiyonlarda (<20 µm) yüksek değerlerde alifatik (% 50-60) ve aromatik karbon (% 22-30) içeriği elde edilmiştir. Büyük agregat fraksiyonlarında yüksek düzeyde polisakkarit içeriği gözlenmiştir. Bu da yeni bitkisel materyallerin bir etkisinin yansması olarak tanımlanmıştır.

Miller ve Dick (1995), 1989 yılında iki farklı yetiştiricilik (kırmızı üçgül ve bakla) ve toprak yönetiminde (geleneksel ve alternatif rotasyon) bitkisel üretim yapılmaya başlanılan alandan, 1991 ve 1993 yılları arasında 10 cm'lik toprak derinliğinden örnekleme yapılarak beş farklı agregat büyüklük dağılımındaki (1.00 mm-2.00 mm, 0.50 mm-1.00 mm, 0.25 mm-0.50 mm, 0.10 mm-0.25 mm, ve 0.10 mm >) kimyasal ve mikrobiyolojik parametrelerin değerlendirilmesini yapmışlardır. İki yıl içerisinde alternatif rotasyon sistemindeki (kırmızı üç gül ve bakla rotasyonu) doğal agregat büyüklük dağılımındaki temel değişimin mikro agregatlarda % 35'lik bir azalmayı, makro agregat oranında ise (>0,25 mm) % 35'e yakın bir artışı sağladığını

belirtmişlerdir. Tüm toprakta organik girdilerdeki değişimin topraktaki mikrobiyal biyomas içerisindeki geniş artışı ile toprak karbon oranında da yüksek bir artışı sağladığı bildirilmiştir. Her iki örnekleme yılı içinde alternatif rotasyon sistemindeki yarayışlı organik madde miktarının geleneksel tarım sistemindeki yarayışlı organik madde miktarından daha yüksek değerlerde bulunduğu tespit edilmiştir. Makro agregatların yüksek oranda mikro organizma karbonu (C mic), mikroorganizma karbonu ve organik madde karbonu oranı (C mic/C org) ve düşük düzeyde CO₂ içerdiği tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışmada agregat büyüklüğü ile CO₂ arasında negatif bir korelasyon, C mic veya C mic/C org ile pozitif korelasyon olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak topraktaki agregasyonu geliştirmede topraktaki organik karbon düzeyini artırıcı veya varolan düzeyi koruyucu toprak yönetim sisteminin önemli olduğu bildirilmektedir.

Oades (1984), yüksek organik karbon içerikli (>% 2) kırmızı-kahverengi topraklardaki >2000 µm çapındaki suya dayanıklı agregatların ve toprak parçalarının mantar hifleri ve kökler tarafından etkin bir yayılım göstermesi ile agregatlaşmanın etkilendiğini belirtmiştir. Düşük organik karbon içerikli (<% 1) topraklarda ise bu agregatlaşmanın sadece geçici birleştirici maddeler tarafından sağlandığını bildirmiştir. >2000 µm çapındaki agregat parçalarının stabilitesi bitki kök gelişimi ve mantar hifleri ile ilişkili olduğu için, toprak agregat stabilitesinin zirai uygulamalar tarafından kontrol edile bilineceği bildirmiştir. Bununla beraber organik anyonların metal iyonlar ile kompleks oluşturması nedeniyle diğer kalgon ve fosfatlara benzer şekilde killerin dispersiyonunda önemli bir faktör olarak görüldüğünü, topraklardaki dispersiyon ve şişme olaylarında iki faktörün yer aldığı, bunların, a) üç değerlikli ve iki değerlikli kompleks metal iyonların çözeltideki konsantrasyonlarının azalması, oksit yüzeylerinde veya kil kafeslerinin kenarında yerleşmiş olan üç değerlikli metaller ile birçok pozitif alanla reaksiyona girip birleşmesi b) kolloid yüzeylerine adsorbe edilmiş olan organik anyonların artmasıyla katyonların yüzeye difüze olma düzeyinin de artması olarak görülebileceğini bildirmiştir.

Oades ve Tisdall (1982), düzenli kùltivasyonun toprakların fiziksel özellikleri üzerine olumsuz etkisinin az olmasının yanında topraklardaki organik madde içeriğini arttırabileceğini, bu yüzden bir çok zirai toprakta genelde yüzey toprak katmanında agregatlaşmada temel çimentolayıcı bileşenin organik madde olduğu belirtmişlerdir.

Fortun (1990) tarafından, mikromorfolojik teknikler ve görüntü analizleri kullanılarak kumlu tın ve kil bünyeli toprak örneklerine çiftlik gübresi ve peat materyallerinden elde edilmiş humik ve fulvik asidin uygulanmasıyla bu topraklardaki agregatların büyüklük ve sayısal yoğunluğu üzerine etkileri araştırılmıştır. Çiftlik gübresinden elde edilen humik+fulvik asidin topraklara uygulanmasıyla küçük agregatlardan büyük agregatların meydana getirildiği, peat materyalden elde edilen humik+fulvik asidin uygulanmasıyla ise sayısal olarak küçük boyutlu agregatların yoğunluğunun daha yüksek oranda arttığını bildirmiştir. Her iki toprak çeşidinde de meydana gelen benzer strüktürel çeşitlilikteki değişime rağmen kil bünyeli topraktaki humik+fulvik asit uygulamasının materyal miktarındaki gram yüzdesel değişimde bu farklılıkların daha çok olduğu bildirilmiştir. Toprak çeşidi ve yapılan uygulamalarla oluşan çeşitli agregat şekilleri ayrıca farklı kökenli her iki organik materyalin iki toprak içerisindeki düzlemsel yapıların daralması ve meydana getirilen boşlukların strüktürel yapının geliştirildiğinin bir belirtisi olarak görölmektedir.

Zhang (1994) tarafından, peat yosunu olarak adlandırılan organik madde bileşenin toprak agregatlarının mekaniksel özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Hem yüksek hem de düşük düzeyde humifiye olmuş peat yosunu 0, 1, 3, 5 ve 8 g/100 g oranlarında uygulanmasıyla killi ve siltli kil bünyeli topraklarda kümeleşmeyi sağladığı, organik maddenin artışıyla birlikte agregat porozitesi artarken agregat gerilim direncinin azaldığı tespit edilmiştir. Düşük düzeyde humifiye olmuş organik madde daha yüksek düzeyde agregat porozitesini arttırırken agregat gerilim direncini daha çok azalttığı bildirilmiştir. Organik madde içeriğinin artmasıyla birlikte kuru elemeyle elde edilmiş olan agregatların ortalama ağırlıklı çapları azalmıştır. Islak eleme ile organik madde bileşenleri tarafından bu olayın önemli derecede etkilenmediği belirtilmiştir. Organik madde içeriğinin artması ile birlikte <8 mm boyutlu agregatların gözeneklerindeki korunan nem miktarı artmış ve bu artışın düşük düzeyde humifiye olmuş organik madde

de yüksek düzeyde humifiye olmuş organik madde den daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Piccolo vd (1997), semiarid ve arid Akdeniz iklim koşullarındaki bir çok tarım topraklarında meydana gelen ıslanma ve kuruma olaylarının topraklardaki agregat stabilitesini azalttığını bildirmişlerdir. Bu amaçla, sürekli ıslanma ve kurumaya maruz kalan İtalya'nın çeşitli bölgelerinden aldıkları topraklara sekiz farklı düzeyde (0, 0.001, 0.01, 0.05, 0.10, 0.50, 1.00 ve 10 g/kg toprak) humik materyal uygulayarak agregat stabilitesindeki değişimin tayini için çalışmalar yapmışlardır. Humik materyal uygulamaksızın, smektit ve illit kil minerallerince zengin olan Principina ve Bovolone toprakları arka arkaya ıslanma ve kurumaya tabi tutularak agregat stabilitesi incelenmiş ve bu toprakların agregat stabilitesinin azaldığı gözlenmiştir. Aynı sonuçlar kaolinit kil mineralince zengin olan Acierale topraklarında da elde edilmiştir. Bu topraklara (100-200 kg/ha) humik madde uygulamasıyla birlikte üç farklı toprağın hepsinde de sadece önemli derecede agregat stabilitesini geliştirici etki görülmemiş ayrıca ıslanma ve kurumanın neden olduğu agregatları bozucu etkinin de önemli derecede azaldığı tespit edilmiştir.

Tarchitzky vd (1993) tarafından, farklı pH düzeylerinde 4, 6, 8, 10 ve farklı humik asit konsantrasyonlarında (0-41 mg/l) homoiyonik montmorollionit'in flokülasyon ve dispersiyon karakteristiklerinde değişebilir katyonların (Ca^{++} ve Na^+) etkileri humik madde uygulamasıyla birlikte incelenmiştir. Tüm pH düzeylerinde humik madde konsantrasyonunun artmasıyla sodyumla doyurulmuş montmorollionit'in flokülasyon değerinin de arttığı, pH 4, 6 ve 8 düzeylerinde flokülasyon değerindeki net artışın humik madde konsantrasyonunun 10 mg/l'te artırılması ile birlikte gözlendiğini bildirmişlerdir.

Sağlam vd (1993) tarafından, çeşitli topraklarda organik karbon içeriği ile 0.5 mm'den daha büyük agregatlar arasında önemli bir ilişki bulunduğu ve organik maddenin daha çok iri agregatların oluşmasını teşvik ettiği ortaya konulmuştur. Ayrıca stabil agregatların karbon içeriğinin toprağın diğer kısımlarında bulunan karbon içeriğinden daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Dinel vd (1991) tarafından yapılmış bir çalışmada, su altında kalmış siltli kil bünyeye sahip topraklardaki strüktürel özellikler ve mikrobiyal aktivite, çeşitli miktarlardaki humik ve fibrik peat materyal ilavesine bağlı olarak araştırılmıştır. Çeşitli bileşenleri içeren fibrik materyallerin ortama orantılı miktarlarda ilave edilmesi ile mikrobiyal aktivite artmış bunun aksine humik materyallerin ilavesinde pek fazla etkilenmediği tespit edilmiştir. Laküstürin siltli kil topraklarda humik ve fibrik materyallerin strüktürel stabiliteyi asıl olarak >1.00 mm boyutundaki ünitelerde geliştirdiğini, buradaki humik materyalin agregat stabilitesindeki etkisinin materyalin doğal kimyasal özelliğine bağlı olmasından, fibrik materyal için ise stabilitenin daha çok ilave edilen miktar tarafından etkilendiğini bildirmişlerdir. Parçalanmamış taze organik materyallerin yüksek miktarlarının ilavesiyle agregat stabilitesinin gelişebileceği görülmüştür. Aynı materyalin düşük miktarlarının uygulanması ile agregasyon ve agregat stabilitesi oranında bir azalmaya neden olduğu bildirilmektedir. Ayrışmış ve stabilize olan organik materyallerin strüktürel stabilite üzerinde az oranda fakat kalıcı bir etkiye sahip olduğu bildirilmiştir. Bu materyallerin içerisindeki uzun zincir yapılı alifatiklerin bol miktarlarda bulunmasının bu etkinin ortaya çıkmasında başlıca neden olduğu tespit edilmiştir. Kullanılan her iki materyalinde suda dispers olmayan çimentolayıcı etkisinden dolayı agregat kohezyonunu arttırdığını bildirmişlerdir. Fibrik materyallerin baskın bir biçimde lipitlerden meydana geldiğini ve pozitif etkilerinin oluşabilmesi için geniş niteliklere sahip olmaları gerektiğini belirtmişlerdir. Humik materyalin ise başlıca polisakkaritler'den oluştuğunu ve bunların agregasyon üzerine etkilerinin ilave edilen humik materyalin miktarından çok inkübasyon süresi ve humik materyalin bileşimi ile ortaya çıktığını bildirmişlerdir.

Soong (1980) tarafından yapılan bir çalışmada, Malezya'nın Peninsular bölgesi topraklarında katı organik madde, toprak polisakkaritleri, humik asit ve fulvik asit olmak üzere dört farklı kökenli organik materyalin agregasyon üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlarda, ayrılmaya uğramış organik materyalin ayrılmaya uğramamış organik materyalden daha çok agregasyon yüzdesi üzerine etki yaptığı görülmüştür. Agregat analizi toprak içerisindeki organik materyallerin H₂O₂ ile 20 adet

toprak örneğinde oksidasyonu sağlandıktan sonra gerçekleştirilmiş ve suya dayanıklı agregatlardan 0.25 mm'den daha büyük agregatların hemen hemen hepsinin dağıldığı tespit edilmiştir. Bu çalışmada yalnızca humik ve fulvik asidin agregasyon üzerine önemli bir etkisinin olduğu, istatistiksel analizlerde de humik ve fulvik asidin agregasyon yüzdesi ve özgül ağırlık ile önemli düzeyde pozitif ilişkisinin varlığı ortaya çıkmıştır.

Miller ve arkadaşları Amerika Birleşik Devletleri'nin güney doğusundaki yüksek havalanma kapasitesine sahip topraklardan aldıkları örnekler üzerinde yaptıkları çalışmada, bu topraklardaki baskın kil tipinin kaolinit olduğunu tespit etmişlerdir. Bu toprakların Bt horizonundan alınan kil örneklerinin dispers olmadığını Ap horizonundan aldıkları kil örneklerinin hızlı bir biçimde dispers olduğunu gözlemlemişlerdir. Yapay kil karışımlarına ve humik maddelere benzemeksizin azda olsa deneysel kanıtların humik maddelerin doğal toprak killerinin flokülasyonu üzerine olan etkisi organo-kil komplekslerini içermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Jekel, yüzey ve yer altı sularından türetilmiş üç farklı humik ekstraktın silika ve kaolinit süspansiyonları içerisindeki çözülme etkisi bir biçimde azalttığını bildirmiştir. Ayrıca bu süspansiyon içindeki adsorbe edilmiş durumdaki ve yüksek moleküler ağırlıktaki (>3000 dalton) nötr moleküllerin en etkili bir biçimde stabilizasyonu sağladığını tespit etmiştir. Humik asidin mineral çözeltiler üzerine stabilize edici etkisinin elektrostatik veya sterik stabilizasyonun bir sonucu olabileceğini bildirmiştir (Kretzschmar vd 1993)

Piccolo ve Mbagwu (1994) tarafından, Nijerya'nın güney bölgelerinde güçlü bir agregatlaşma gösteren Ultisol ve zayıf bir agregatlaşma gösteren Entisol ordosuna sahip topraklardan alınmış örneklerle sırayla humik asit, anyonik özellikteki agro kimyasal madde ve iyonik olmayan özellikteki agro kimyasal maddenin laboratuvar ortamında uygulamasıyla bu topraklardaki strüktürel stabilitenin değişimi üzerine bir araştırma yapılmıştır. Hem humik asit hem de diğer uygulama materyalleri dört farklı oranda (0, 0.1, 1.0, 10 g/kg) uygulanmıştır. Makro agregasyon düzeyinde suya dayanıklı agregatların oranı humik asit ve iyonik olmayan materyalinin artan dozlarında arttığı, diğer yandan anyonik özellikteki materyalin her iki toprak örneği üzerine uygulanmasıyla suya dayanıklı agregat oranının düştüğü tespit edilmiştir. Humik asit ve

anyonik olmayan materyalin birlikte uygulanmasıyla elde edilen suya dayanıklı agregat değeri, her birinin yalnız başına uygulanmasıyla elde edilen suya dayanıklı agregat değerinden daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Anyonik özellikteki materyal ilavesi tarafından bozulan agregatların derecesinin azaltılması için humik asit kullanımının gerekli olduğu bildirilmektedir

Yapılan bir başka çalışmada üç çeşit organik polianyonun (toprak humik asidi, toprak polisakkariti ve ticari anyonik polisakkarit) ve hidroksi alüminyum poli katyonun (Al-p) topraktaki kil dispersiyonu ve agregasyonu üzerine etkileri araştırılmıştır. Yapılan bu çalışmada organik polianyonların ve özellikle de humik asidin floküle edici özelliğinin olmadığı, sodyumlu topraklar ve killer için dispers edici özelliği olduğu bildirilmiştir. Bu organik maddelerin topraktan uzaklaştırılmasıyla dispers olayının azaldığı saptanmıştır. Az miktarlarda dahi polianyon ilavesinin toprak kil dispersiyonunu arttırdığı görülmüştür. Al-p ise kil kolloidlerindeki negatif değişim yüzeylerinde tutulmuş buna ilaveten anyonik polisakkarit ve negatif değişim yüzeyleri arasında köprü görevi görmüş ve bu şekilde kil dispersiyonu önlenmiştir. Sodyumlu topraklar anyonik polisakkaritle muamele edilip ıslak eleme metoduyla elendikten sonra agregat stabilitesinin arttığı tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışmada toprak kolloid stabilitesinin, toprak pH'sı, iyon çeşidi ve yoğunluğu ile bileşimine ilaveten toprak organik bileşikleri tarafından güçlü bir şekilde etkilenmektedir. Toprakta polivalent katyonların yokluğuyla humik maddeler ve özellikle de humik asidin toprak agregat stabilitesini etkilemediği gözlenmektedir. Oysa hem polivalent katyonların hem de polianyonların ikisinin de ortamda bulunmasıyla topraktaki kil dispersiyonunun önlenmesi muhtemeldir (Gu ve Doner 1993).

Sahnmuganathan ve Oades, topraklara yapılan organik anyon ilavesinin özellikle de en etkili anyon olarak bilinen fulvik asitlerin, birleşik kil fraksiyonu içerisinde dispersiyona ve izoelektrik noktanın düşmesine neden olduğunu bildirmişlerdir (Kütük ve ark. 2000)

Guggenberger vd (1998) tarafından, silt içerikli toprak örneklerine ^{13}C etiketli granüler nişasta (8 mg nişasta karbonu/g toprak) muamele edilmiş, 71 gün uygulama periyodundan sonra suya dayanıklı agregatların dağılım değerleri ve agregat büyüklük sınıfı içerisindeki etiketli karbon ve doğal karbon izlenmiştir. Yapılan ölçümler sonucunda 53-250 μm boyutundaki mikro agregat oluşumunun elde edildiği bildirilmiştir. Nişastanın parçalanmasından sonraki 4. günde makro agregatların (250-8000 μm) toprak kütlesi içerisinde % 56'lık bir paya sahip olduğu bildirilmiştir. Mikrobiyal biyomas içerisinden izole edilmiş olan nişasta karbon konsantrasyonu 4. günde makro agregatlar içerisinde 3270 $\mu\text{g/g}$ toprak, mikro agregatlar içerisinde 630 $\mu\text{g/g}$ toprak olarak tespit edilmiş ve daha sonra her iki agregat sınıfında da bu miktarın azaldığı bildirilmiştir. Makro agregatlar içerisindeki mikrobiyal topluluklardan mantar faaliyetinin üstünlük gösterdiğini, diğer agregat boyutlarında ise bakteriyel faaliyetlerin etkisinin daha fazla olduğu belirtilmiştir. Topraklardaki makro agregatlar içindeki parçalarda herhangi bir uygulama yapılmadığında fungal ve bakteriyel biyomasın azaldığı gözlenmiştir. Makro agregatlarla karşılaştırılmış iyi bir stabilizasyonun mikro agregatlar içerisindeki nişasta karbonu ile gerçekleşebileceği bildirilmiştir.

Singh ve Singh (1995) tarafından yapılan bir başka çalışmada, orman ve savanna (bozkır) ekosisteminde üretim faaliyeti gerçekleştirilen mikrobiyal biyomas ile zenginleşmiş topraklar içerisindeki suya dayanıklı makro ve mikro agregatların dağılımları araştırılmıştır. Hem makro hem de mikro agregatlar içinde mikrobiyal biyomas sonucu ortaya çıkan karbon, orman topraklarında maksimum, işlenmiş alanlarda ise minimum düzeyde bulunmuştur. Tüm birimlerdeki mikrobiyal karbon mikro agregatlardan çok makro agregatlarda tespit edilmiştir.

Puget vd (1998) Fransa'da yaptıkları bir çalışmada, siltli bünyeye sahip iki toprak örneğindeki parçacık büyüklük fraksiyonu ve bozulmaya dirençli agregatlar içindeki karbonhidratların yayılımı ve bileşimi araştırılmış, bitkisel kökenli karbonhidrat parçalarının >50 μm boyutunda, mikrobiyal kökenli karbonhidrat parçalarının ise <50 μm (silt+kil) fraksiyonunda baskın bir biçimde bulunduğu gözlenmiştir. Total karbon ve karbonhidrat içeriğinin her ikisi birlikte agregat boyutunu arttırdığı tespit edilmiştir. Agregatlar içerisindeki organik madde parçacıklarının dağılımında bitkisel atıklardan

oluşmuş karbonhidratların agregat büyüklüğünü arttırmada etkili olduğu, <50 µm (silt+kil) fraksiyonundaki dayanıklı agregatların ise (>50 µm'deki dayanıklı agregatların içinde bulunan) mikroorganizmalar tarafından üretilen karbonhidratlarca zenginleştirildiği belirtilmiştir.

Degens ve Sparling (1996) tarafından yapılmış bir çalışmada, kuru elemeye tabi tutulmuş agregatlara (>2 mm, 2-1 mm, 1.0-0.5 mm, 0.5-0.25 mm, 0.25 mm<) glikoz ¹⁴C uygulaması 615 ng ve 2457 ng C/g toprak olmak üzere iki farklı dozda yapılmıştır. Su ve asit içerisinde ekstrakte edilebilir karbonhidrat karbonu, mikrobiyal biyomas ¹⁴C ve mikrobiyal faaliyet sonucu oluşan ¹⁴C'ün suya dayanıklı her bir agregat büyüklük sınıfı içerisindeki değişimi 50 gün ve üzerindeki sürelerde izlenmiştir. Her bir agregat büyüklük sınıfı içindeki glikozdan türemiş karbonu ve doğal mineralizasyonu tanımlamak için ortamda meydana gelen CO₂ çıkışı ölçülmüştür. Glikoz ilaveleri >2 mm boyutundaki agregatların ortalama ağırlık çapı üzerine herhangi bir etki yapmadığı tespit edilmiştir. Uygulanan materyallerin her iki dozu <0.25 mm boyutundaki agregatların ortalama ağırlık çapını arttırdığı bildirilmiştir. Yalnızca yüksek dozlardaki glikoz uygulamaları genelde 0.5-2 mm boyutundaki agregatların ortalama ağırlık çapını arttırdığı bildirilmiştir. Su ve asit ile ekstrakte edilebilir karbonhidrat karbonundaki artış, glikoz muamelesi yapılmayan topraklarla karşılaştırıldığında uygulamadan 7 gün sonra bir artış gösterdiği belirtilmiştir. Uygulama yapılmış topraktaki ekstrakte edilebilir karbonun, uygulama yapılmamış topraktaki karbondan daha az bir artış gösterdiği, mikrobiyal biyomas içerisinde oluşan ¹⁴C'ün yüzdesel oranının makro agregatların azalmasıyla birlikte azaldığı belirtilmiştir. Mikrobiyal üretim sonucu oluşmuş olan ¹⁴C'nin yüzdesel oranının genelde büyük agregatlarda daha fazla olduğu bildirilmiştir. Glikoz uygulamaları ile zenginleştirilen ortamda, başlangıçta mineralizasyonla uyumsuz bir etkinin gözlenmesine rağmen yüksek dozlardaki glikoz uygulamalarından 21 gün sonra devamlı olarak 0.25-0.5 mm'lik agregatların içerisinde mineralizasyonda bir artışın meydana geldiği bildirilmiştir. Bu gecikmiş olan etkinin, glikoz uygulaması yapılmış ve makro agregatların artışıyla birlikte yarı korunmuş mineralize olabilir organik karbonun artan miktarlarının içinde enzim aktivitesi tarafından doğal organik karbonun artışına bağlanmaktadır.

Kütük vd (2000), humik asidin bazı toprak özelliklerine olan etkilerini araştırmışlar ve denemede sıvı humik asit örneği kullanmışlardır. Üç farklı uygulama periyodunda (30, 60 ve 90 gün) yedi farklı humik asit dozunu (0, 100, 250, 500, 1000, 2000 ve 4000 ppm) denemişlerdir. Genelde ilk uygulama dönemlerinde humik asit ilavesi ile pH değerlerinde azalma, EC değerinin tüm uygulama periyodunda ilave edilen humik asit miktarıyla birlikte arttığı, suya dayanıklı agregat miktarında ise 2000 ve 4000 ppm'lik humik asit uygulamalarında yüksek değerlerin elde edildiği bildirilmiştir. Diğer uygulama periyotları ile karşılaştırıldığında uygulanan tüm humik asit dozları içinde 3. uygulama periyodu olan 90. günde suya dayanıklı agregatlarda azalmanın meydana geldiği bildirilmektedir. Suya dayanıklı agregatlardaki bu düşüşün 2. uygulama periyodunda da gözlemlendiği belirtilmiştir

Painuli ve Pagliali (1990) yaptıkları laboratuvar çalışmalarında, % 0, % 0.5, % 1.0, ve % 2.5 oranlarında kil ve tın bünyeli topraklara polivinil alkol, dekstran ve humik asit ilave ederek toprakların strüktürel yapılanmalarını incelemişlerdir. Hem polivinil alkolün hem de dekstranın toprak yapısını geliştirdiği suda dispers olabilen silt+kil miktarının azaldığı yada kontrol örnekten daha düşük oranlarda gerçekleştiğini söylemişlerdir. Humik asidin özellikle kil bünyeli topraklarda etkili bir sonuç sağlamadığı fakat az düzeyde de olsa toprakta dağılmanın azaldığını ve büyük boyutlarda kesek oluşumunun sağlandığını bildirmiştir.

Malik ve Scullion (1998) tarafından, İngiltere'nin güney bölgesinde benzer tekstüre sahip işlenmemiş kömür ocağı üzerindeki gelişmiş topraklarda organik içerik ve agregat stabilitesi incelenmiştir. Çalışmada işlenmemiş toprak koşulları altındaki organik madde değişimi, organik madde ile agregasyon arasındaki ilişkinin büyüklüğünün zamana bağlı olarak değişimi tayin edilmiştir. Kömür ocağı üzerindeki yeniden yapılanmış toprakların 0-7.5 cm'lik derinliğinde biriken organik madde içeriğinin 21 yıl sonra işlenmemiş toprakların içerdiği organik maddeden daha fazla birikim meydana geldiği bildirilmiştir. Ayrıca total organik maddede ki bu artışın umulan derecede bir agregat stabilitesi sağlamadığı bildirilmiştir. 7.5 ve 15 cm'lik derinlikteki organik madde değişim oranının ise oldukça düşük olduğu, bu topraklara lağım atığı uygulaması ile (100 t/ha), killerin stabilitesinde bir gelişme olduğu belirtilmiştir.

Páre vd (1999) toprakların işlenmemesi ve organik madde ilavesi ile topraklardaki agregasyonun geliştiği ve organik madde düzeyinin daha fazla arttığını belirtmişlerdir. Bu ifadelerine paralel olarak kısa dönemdeki (1993 – 1996) toprak işlemez koşullar altında hayvan gübresinin uygulanması ile topraktaki organik maddenin niteliği ve suya dayanıklı agregatlar üzerine olan etkilerini Melfort siltli killi tın toprağında araştırmışlardır. Kuru ağırlık esas alınarak taze hayvan gübresi ve olgunlaştırılmış hayvan gübresi denemenin başlangıcında toplam 23 0 t/ha olmak üzere yıllık 4.5 t/ha oranlarında üç yıl uygulamışlar, uygulamada kontrol parseline yıllık 81.0 kg N/ha (amonyum nitrat), 9.3 kg P/ha (amonyum fosfat) kullanmışlardır. Toprak örnekleri üç yıllık uygulama periyodu sonunda 0-15 cm toprak derinliğinden alınmış ve analize hazırlanmıştır. Elde ettikleri bulgulara göre ortama taze hayvan gübresi uygulamasıyla işlemeli ve işlemez koşullarda stabil toprak agregatları karşısında suyun dispers edici ve çözücü etkisinin sırasıyla % 13 ve % 16 oranında azaldığı bildirilmiştir. Üstelik bu etkinin toprak agregatlarının çözümlenmesini sağlayıcı güçlere karşı dirençteki eşit artış tarafından dengelenmiş olduğu, olgunlaşmış hayvan gübresi ilavesinin toprak agregat stabilitesine etki etmediği ancak bu çözücü güçlere karşı dirençte % 7'lik bir artış sağladığı bildirilmiştir.

Bell vd (1999) tarafından, kırmızı ferrosol (Oxisol) topraklarda yüzey akış hızını azaltmak ve toprağa giren su miktarını arttırmak için topraktaki aktif organik madde fraksiyonunun kritik konsantrasyon düzeyi üzerine bir çalışma yapılmıştır. Toprak örnekleri Avustralya Queensland bölgesindeki, otlatmanın yapılan ve yapılmayan iki bölge ile birlikte, yoğun tarımsal üretim yapılan farklı işleme tekniklerinin kullanılıp yönetildiği üç farklı alanlardan alınmıştır. Hem total karbon hem de aktif organik madde fraksiyonu konsantrasyonlarının tarımsal sistemler ve bölgeler arasında çeşitlilik gösterdiği belirtilmiştir. Aktif organik maddenin agregatların kırılmasını kontrol etmede birinci faktör olarak görülmüştür.

Chappell vd (1999) tarafından, Malezya'da yayılım gösteren ve orman ekosistemi tarafından etkilenen bölge içerisindeki ultisol ordosuna ait toprakların strüktürel stabilite değişimleri incelenmiş, stabilite çeşitliliği gibi etkenler ile toprakların hacimsel özellikleri araştırılmıştır. Örneklenen alanlardaki çıplaklaşma ile tetiklenen yüzey akış

ve toprak kayması sonucu oluşan erozyon olgusu bu çalışmanın başlıca nedenini oluşturduğu belirtilmiştir. Toprak profillerinin düşük agregat stabilitesine sahip olması nedeniyle 10 mm/yıl'dan daha fazla erozyon oranıyla karşılaşıldığı bildirilmiştir. Aynı horizonlara sahip toprak profilleri arasındaki agregat stabilitesi arasında geniş farklılıklar, toprakların hacimsel özellikleri, karbon ve kil içeriğinin dispers edici madde olarak görev yapan değişebilir sodyum oranı ile etkileşim içerisinde olduğu bildirilmiştir. Bu topraklardaki 2:1 tipindeki killerin baskın bir biçimde bulunmasının bu toprakların tekrar stabil olmasında bir faktör olarak görülmektedir. Erozyona uğrayan alandaki zayıf toprak agregatları ile birlikte porozite miktarının da azaldığı bildirilmektedir.

Oyedele vd (1999) tarafından, topraktaki dinamik organik madde fraksiyonunun etkisiyle toprak yapısındaki değişim araştırılmıştır. Nijerya'da üç farklı toprak serisi üzerinde yapılan çalışmada, Arpa (*Hordeum vulgare*) ve İngiliz çimi (*Lilium perenne*) bitkileri toprağa karıştırılmıştır. Bitkisel materyal bileşenlerinin önemli derecede topraktaki hafif organik madde fraksiyon düzeyini (1.7 g/cm^3) arttırdığı ancak topraktaki polisakkarit fraksiyonu üzerine önemli bir etki yapmadığı bildirilmiştir. Topraktaki hafif organik madde düzeyi, uygulama süresi olan 0-41 günleri arası % 21, % 30 ve % 36 oranlarında tespit edilmiştir. Toprağa bitkisel materyal ilavesi ile uygulama öncesindeki dispers olabilen kil miktarında azalma meydana geldiği böylece dispers olabilen kil miktarının makro agregat stabilitesi için iyi bir gösterge olabileceği belirtilmiştir. Uygulama süresinin son günü olan 41. gün suya dayanıklı agregatların konsantrasyonu bitkisel materyal ilavesi yapılmayan topraklarla karşılaştırıldığında bitkisel materyal ilavesi yapılan topraklarda ortalama % 9 daha yüksek düzeylerde bulunmuştur. Topraklar işlemeli ve işlemez tarım tekniklerinin uygulaması bakımından da karşılaştırılmış, işlemeli tarım tekniğinin kullanıldığı topraklarda uygulama süresince suya dayanıklı agregatların konsantrasyonu işlemez tarım tekniğinin uygulandığı toprak örneklerine nazaran % 7 oranında azalmıştır. Araştırmaların bir sonucu olarak toprak organik madde fraksiyonlarındaki hızlı değişimin uygulama süresince kısa bir zaman diliminde gerçekleştiği bildirilmiştir. Ayrıca bu değişimlerin tropikal topraklardaki strüktür üzerine olumlu etkilerinin daha da belirgin bir biçimde olduğu, bitkisel bileşenlerin toprakla karıştırılması ve bu bitkisel

bileşenlerin ayrışmasıyla topraklardaki yapısal degradasyonun azaltılabileceği belirtilmiştir.

Lavee vd (1998) tarafından İsrail'de yaptıkları bir çalışmada, çölleşmeyle birlikte topraklardaki tepki incelenmiş Akdeniz ikliminden etkilenen bu alan topraklarındaki organik madde içeriğinin, agregat büyüklük dağılımı ve stabilitesinin kuraklık artışı ile birlikte azaldığını, sodyum adsorpsiyon oranı ve yüzey akışı etkisinin arttığını tespit etmişlerdir. Semiarid bölgelerde de step alanlarına benzer bir başlangıcın varolduğu, bu iki sistem arasındaki sınırdan yalnızca küçük bir iklimsel değişime ihtiyaç duyulabileceği belirtilmiştir. Akdeniz iklimine sahip bölgelere komşu bir çok semiarid bölgenin iklimsel değişimlerin bir neticesi olarak çölleşme tehdidi altında kaldığı belirtilmektedir.

Guggenberger vd (1998) tarafından, toprak organik maddesinin toprakların fiziksel özellikleri ile olan bağlantısı araştırılmıştır. Çeşitli bitki kalıntıları, küçük organik bitkisel atıklar ve mikrobiyal orijinli kalıntıların mineral yüzeylerle olan ilişkisi, agregatların içerisindeki mikrobiyal atıklar ve bitkisel atıkların korunumu, agregatların dağılımı ve makro agregatların yıkımına takiben bu agregatların dağılımındaki yoğunluk bu araştırma kapsamında incelenmiştir. Yapılan çalışmanın sonucunda, agregat stabilitesinin aktif ve orta düzeydeki toprak organik madde fraksiyonu ile yakın bir ilişkisinin olmadığı aksine makro agregatların ve geniş oranlarda mikro agregatların yeniden yapılanmasının bu agregatların içerisinde korunan organik maddenin parçalanmasıyla güçlü bir biçimde etkilendiği görülmüştür. Ayrıca mikro agregatlar içerisindeki küçük parçaların daha fazla yapısal bozulma üniteleri içerisine girdiği belirtilmiştir. Yine bu çalışma kapsamında birincil toprak parçalarının izolasyonu ve organik madde ilavesi aracılığıyla minerallerle kompleks yapan stabil oluşumlar üzerine etkiler araştırılmış, yüksek biyo oksidasyonla lignin parçalarındaki değişim sonucu oluşan ürünlerin kil içerisinde zenginleştiği görülmüştür. Silt boyutundaki toprak parçaları içerisinde yüksek konsantrasyonda parçalanmamış lignin parçalarının yayılımının görüldüğü tespit edilmiştir. Organik moleküllerin sterik konfigürasyonu ve boyutunun, silt ve kil boyutu dağılımındaki ayırımı etkili olabileceği bildirilmiştir.

Lalande vd (1998), bitki sürgünlerinin parçalanmasıyla elde edilen talaşın tın bünyeye sahip toprağa uygulanması ile birlikte 20 hafta boyunca topraktaki total karbon ve azot içeriği, bakteri, mantar ve aktinomiset popülasyonu, mikrobiyal biyomas ve aktivitesi izlenerek uygulanan atığın topraktaki suya dayanıklı agregat stabilitesi ve toprağın besin içeriğini nasıl etkilediğini incelemiştir. Talaş ilavesi hızlı bir biçimde (8 hafta içerisinde) aktinomiset ve bakteriyel gelişimini sağladığı, daha sonraki dönemlerde ise bu etkinin zamanla azaldığı belirtilmiştir. En önemli ve en uzun etkinin mantar popülasyonunda birbirini takip eden iki yıl içinde gözlenmiştir. İkinci yıl içerisinde mantar popülasyonunda ki bu ilerlemenin suya dayanıklı agregat stabilitesinde geniş değerlerde ve önemli bir düzeyde artışın sağlanmasından sorumlu olduğu belirtilmiştir.

Sort ve Alacanz (1999), İspanya'da kireç taşı ocağı üzerindeki topraklara bu toprakların fiziksel durumlarını iyileştirmek için (kuru ağırlık olarak) 200 ve 400 t/ha katı atık uygulaması yapılmıştır. Kullanılan organik atığın topraktaki agregat oluşumu ve strüktürel stabiliteye etkisi 28 ay boyunca belirli dönemlerde ıslak eleme yöntemi ve agregat büyüklük dağılımı ölçümü ile tespit edilmiştir. Katı atık uygulamasıyla agregat boyutunun önemli derecede etkilenmediği ancak yağmur damlalarının darbe etkisiyle oluşan bozulmaya karşı agregat stabilitesinde artış sağladığı belirtilmiştir. Bununla beraber, bu etkinin iki yıl içerisinde azaldığı tespit edilmiştir.

Biederbeck vd (1998) tarafından, Kanada'nın Saskatchewan bölgesindeki Aridic Haploboroll ile tanımlanan topraklarda dört yıl süreyle hububat üretim sistemi uygulayarak baklagillerle yapılan yeşil gübrelemenin hassas toprak parametreleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Yeşil gübreleme materyali olarak baklagillerden siyah mercimek (*Lathyrus lingianus*) ve bezelye (*Lathyrus sativus*), hububattan ise buğday uygulanmıştır. Sürekli buğday üretimi ve yeşil gübreleme ile birlikte periyodik olarak buğday üretimi yapılan sistemlerde ölçülen toprak parametreleri, nadas-buğday sistemiyle üretim yapılan topraklardaki toprak parametrelerinden daha fazla etkilendiği bildirilmiştir. Toprak kalite parametrelerinden en çok karbon ve azot mineralizasyonu, suya dayanıklı agregat stabilitesi ve hafif organik madde fraksiyonunun etkilendiği,

toprak kalite parametrelerinin en fazla yeşil gübreleme olarak mercimek kullanılan buğday üretim sisteminde etkilendiği bildirilmiştir.

Yao vd (1990) tarafından, latasol ve latasolik kırmızı topraklardan örnekleme yapılan >5 , $3-1$, $1-0.5$, ve <0.25 mm çaplı suya dayanıklı agregatların içerisindeki organik ve inorganik çimentolayıcı maddelerin ortamdan uzaklaştırılarak bu topraklardaki strüktürel özelliklerin değişimi incelenmiştir. Toprak örneklerine uygun hayvan gübresi ve toprak yönetimi gerçekleştirildiğinde agregat stabilitesinin derece derece arttığı bildirilmiştir. Orta subtropik kırmızı topraklardaki strüktürel stabilitenin organik madde ilavesi ile gelişiminin, tropikal latasol topraklardaki strüktürel stabilite gelişimini teşvik etmesinden daha önemli olduğunu vurgulamışlardır.

Avnimelech vd (1992) tarafından, İsrail'deki tuzlu-alkali ve kesif killi tın bünyeli topraklara şehirselleştirme çöp atığı olan kompostun uygulanmasıyla bu topraklar üzerine olan etkisi araştırılmıştır. Uygulama sonrasında organik madde fraksiyonunun yağmur veya sulama suyuyla 60 cm derinliğe yıkandığı, su tutma kapasitesi, penetrasyona olan direnç ve toprağın strüktürel stabilitesinin derinlikle birlikte arttığı gözlemlenmiştir. Uygulanan kompostun tuzlu topraklarda CaCO_3 'ün çözülmesine neden olduğu ayrıca serbest kalsiyumun artmasına ve topraktan sodyumun uzaklaştırılmasına etki ettiği bildirilmiştir. Tuzun topraktan uzaklaştırılmasını sağladığı için toprakların strüktürel stabilitesini arttırmış ve yüzeyde kabuk oluşumunu önleyici etkide bulunduğu bildirilmiştir.

Sela vd (1998) tarafından, şehirselleştirme çöp atıklarından meydana getirilmiş kompostun toprakların strüktürel özelliklerini geliştirici etkisi laboratuvar koşullarında araştırılmıştır. Kompost örnekleri zayıf strüktürel yapıdaki lös toprak örnekleri ile karıştırılarak 21 gün süreyle aerobik bir ortamda uygulamaya tabi tutulmuştur. Kompost örneklerindeki optimal aktivite kompostlaşma süresince 7-14. günleri takiben elde edilmiştir. Kompost örneklerindeki polisakkarit konsantrasyonunda benzer bir optimum artış meydana getirmiştir. Kompost uygulamasının toprak örneklerinde strüktürel özellikler üzerine olumlu yönde etkide bulunduğu bildirilmiştir.

Piccolo ve Mbagwu (1990) tarafından yapılan bir çalışmada, üç toprak çeşidi üzerinde domuz, sığır ve lağım atıkları kullanılarak 250-125, 125-50 ve <50 µm boyutundaki mikro agregatların elde edilmesi amaçlanmıştır. Yapılan uygulamalarla tüm topraklardaki agregat büyüklük dağılımının geniş boyutlu agregatlara doğru bir değişim gösterdiği, özellikle bu etkinin en çok kırılma özelliği gösteren topraklarda ortaya çıktığı bildirilmektedir. Kırılma topraklardaki küçük boyutlu agregatların haricinde yüzdesel olarak mikro agregat içeriğinin azaldığı tespit edilmiştir. Elde edilen <50 µm boyutlu mikro agregatların parçacık büyüklük dağılımı tüm topraklarda kum yüzdesinin artışı, silt ve kil yüzdesinin azalmasıyla açıklanmıştır. Araştırmada, agregasyonun olumsuz etkilenmesinin organik atık ilavesiyle azaldığı, mikro agregatların stabilitelerinin humik madde içeriği ile (humik asit veya humik+fulvik asit) önemli derecede bir korelasyona sahip olduğu bildirilmiştir. Ancak beklenildiği gibi topraktaki total organik madde miktarı ile stabilite arasında önemli derecede bir ilişkinin var olmadığı tespit edilmiştir. Buradaki agregat oluşumunda humik maddelerin baskın biçimde yapıştırıcı görev üstlendiği bildirilmektedir. Herhangi bir uygulama yapılmamış topraklardan ekstrakte edilen humik asitlerin moleküler ağırlık dağılımında agregat boyutunun azalmasıyla birlikte yüksek moleküler ağırlıklı humik asitlerin daha geniş bir yayılım gösterdiği bildirilmiştir. Bu agregat boyutunun ise en fazla <50 µm olduğu vurgulanmaktadır.

Chen vd (1998), Kanada'nın Alberta bölgesindeki iki çeşit Mollisol ordosuna ait topraktaki granüler yapı ve humifiye olmuş organik karbon dağılımını araştırmışlardır. Örnekler Raven serisi (orthic humic gleysol) ve Malmö serisi olan (gleyed black chernozem) topraklardan alınmıştır. Humik asit, karbon içeriği, kil mineralojisi, toprak agregatları ve mikro morfoloji çalışmaları bu çalışmada incelenen parametreler olmuştur. Her iki toprak örneğinde yüksek düzeyde kil, düşük miktarda kum oranına sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu topraklardaki kil minerali kompozisyonu baskın olarak smektit olmakla birlikte az düzeyde kaolinit varlığı tespit edilmiştir. Raven serisi toprakta derinlikle beraber humik asit miktarının azaldığı belirlenmiştir. Ancak Malmö toprağındaki organik horizonsa derinlikle birlikte humik asit düzeyinde artış gözlenmiştir. Derinlikle birlikte hava kuru agregatların dağılımında çeşitliliğin olduğu, hava kuru örneklerdeki geniş boyutlu agregatların miktarı tarla kapasitesi nem

düzeyindeki miktardan daha az, küçük boyutlu agregatları ise daha fazla bulundurduğu bildirilmiştir. Raven serisi toprak örneğindeki yüzey horizontunda ve Malmö toprağındaki A_n horizonundaki granüler yapının büyük ölçüde toprak biotası tarafından etkilenmiş olabileceği bildirilmiştir.

Almendros (1994) tarafından, bitkisel ürün ve iki çeşit topraktaki farklı özelliklerin değişimi uygun bir potasyum humatın sera ortamında muamele edilmesiyle incelenmiştir. Organik materyaller için yapısal parametreler olan oksijen ve azot içerikli fonksiyonel gruplar laboratuvar ortamında düzenlenerek peat materyalden 12 çeşit humik asit elde edilmiştir. Humik asit de çalışılan parametreler arasındaki hidrojen karbon oranının (H/C) bitkisel ürünle en önemli korelasyonu gösterdiği, humik örneklerin edafik rollerinde elde edilen farklılıklar uygulanan farklı kimyasal oluşumun büyük ve doğrudan etkisinden kaynaklanmadığı varsayılmıştır. Uygulanan potasyum humatın (2-4 t/ha) bitkisel üründe çok büyük bir değişim meydana getirmediği, agregat stabilitesi ve K.D.K'nın ise yüksek düzeyde etkilendiği bildirilmiştir.

Haynes (2000) tarafından, organik karbon içeriği bakımından farklılık gösteren (20-40 g C/kg toprak) bir grup toprak arasındaki agregat stabilite düzeyleri ıslak eleme yöntemi ve bulanıklılık ölçümleriyle belirlenerek değerlendirilmiştir. Total azot, sıcak su ile ekstrakte olan total karbonhidrat ve mikrobiyal biyomas sonucu oluşan karbon konsantrasyonları, belirtilen karbon konsantrasyonu ile doğrusal bir ilişki içerisinde olduğu bildirilmiştir. Agregat stabilitesi, hava kuru veya tarla kapasitesindeki örneklerin ıslak eleme yöntemleri kullanılarak ve bulanıklık tayinleri yapılarak ölçülmüştür. Örneklere ıslak eleme gerçekleştirildiğinde esas itibariyle toprakların organik karbon içeriği tarafından agregat stabilitesinin değişmediği belirtilmiştir. Agregat stabilitesi ölçümlerinde organik karbonun diğer etkenlerle yani total ve ekstrakte edilebilir karbonhidrat ve topraktaki mikrobiyal biyomas sonucu oluşan karbon ile yakın bir ilişkisinin varlığı tespit edilmiştir. Tüm bu etkenlerin kısa dönem içerisindeki agregat stabilitesi üzerine olan etkileri de incelenmiştir. Uzun süreli işlenen topraklarda ve bununla beraber 1 ila 3 yıl çayırılık olarak yönetilen alanlarda benzer düzeylerde organik karbon içeriğinin olduğu ancak çayırılık olarak yönetim süresinin artmasıyla organik karbon düzeyinin arttığı bildirilmiştir. Diğer etkenler olan kolay ayrışabilir karbon

fraksiyonu, mikrobiyal biyomas ve sıcak su ile ekstrakte edilebilir karbonhidrat konsantrasyonlarının da çayrılık alan biçiminde yönetilmesiyle artış sağladığını belirtmiştir. Çalışmada hem total hem de yarayırlı organik karbon içeriğinin suya dayanıklı agregatlar ile önemli düzeyde ilişkinin varlığı ortaya konulmuştur.

Barthes vd (1999) tarafından yapılan çalışmada, Fransa Avegrun bölgesinin yüksek arazilerindeki işlemeli tarım yapılan topraklarda toprak erozyonu, makro agregat stabilitesi ile yüzey toprak örneklerindeki karbon içeriği arasındaki ilişki araştırılmıştır. Suya dayanıklı makro agregatların (>0.2 mm) tayini ıslak eleme metodu ile gerçekleştirilmiştir. Yüzey akışı, bulanıklık ve üst toprak katmanında bulunan karbon içeriği ve suya dayanıklı makro agregatlar ilişkilendirilmiştir. İlk 30 dakika yağmurlama işlemi boyunca yüzey akışı ve toprak kayıplarında yüzeydeki makro agregatların varlığıyla yakın bir korelasyona sahip olduğu fakat yüzey topraktaki karbon içeriğiyle (suya dayanıklı makro agregatlar ile karbon içeriği arasındaki varolan ilişkiye rağmen) bu korelasyonun oluşmadığını tespit etmişlerdir. Suya dayanıklı makro agregat oluşumu ve karbon içeriği çalışılan topraklardaki erozyona yatkınlığı açıklamada önemli bir faktör olduğunu bildirmişlerdir.

Brandt ve Wildhagen (1998), Almanya'nın iki bölgesinde yayılım gösteren Chernozem siyah toprakta yaptıkları bir çalışmanın sonucunda topraklara yeşil gübre ilavesi ve çapa ile işlenmesinin agregat stabilitesini, havalanmayı, infiltrasyonu ve toprağın su tutma kapasitesini arttırdığını ayrıca toprak yüzeyinde kabuk oluşumunu ve su erozyonunu azalttığını tespit etmişlerdir.

Quiroga vd (1998) tarafından, Arjantin'de tarımsal üretimin yapıldığı semiarid bölge topraklarının fiziksel özelliklerindeki değişim araştırılmıştır. Üç farklı kullanım modeli altındaki (24 adet sürekli tarımsal işleme yapılan toprak, 18 adet çim yetiştiriciliği yapılan toprak ve 10 adet bakır toprak) 52 adet Mollisol ordosuna dahil edilen topraklardan alınan yüzey toprak örneklerinde bünye, su içeriği, hacim ağırlığı, sıkışma ve agregat stabilitesi analizleri yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda topraklarda hacim ağırlığı, sıkışma ve suya dayanıklı agregat stabilitesi gibi fiziksel özelliklerin organik madde ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir.

Plante ve Voroney (1998) Kanada'nın Ontorio bölgesinde tarımsal üretim yapılan alanlara uygulanan yağlı yiyecek atıklarının ayrışmasıyla potansiyel agronomik faydalar tarla ve laboratuvar çalışmaları ile araştırmışlardır. Atıklardaki karbon (C) miktarı 3 - 11.3 g C/kg' a kadarki oranlarda uygulanmış ve uygulama sonunda topraktaki mikrobiyal biyomas karbondaki bir artışın sağlandığını belirtmişlerdir. Sağlanan artışın ise kontrol örneklerden beş kat daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Suya dayanıklı agregat stabilitesi ilave edilen atık miktarı ile birlikte artmıştır. Laboratuvar ortamında yürütülen çalışmalarda kolza tohumu yağı ve yağlı yiyecek atıklarının biyodegradasyonu bu atıklardaki yağ fraksiyonunun oranıyla sınırlı olmadığı görülmüştür. Uygulanan kolza yağı ve diğer yağlı yiyecek atık maddeleri 40'dan 45 saate ve 70'den 94 saate kadarki geçen parçalanma süresiyle birlikte her iki madde de hızla degrade olmuştur. Benzer bir ilişkide, kolza yağı ilavesiyle agregat stabilitesinin artışında elde edilmiştir. Biyodegradasyon verileri iki maddenin birikiminin dekompoze olmalarının bir sonucu olarak görülmektedir ve ilave edilen maddelerin topraklardaki strüktürel yapının gelişmesinde direkt olarak etkili olmadıkları belirtmişlerdir. Mikrobiyal ürünlerin parçacıkları birleştirici kabiliyetlerinin uzun süre devam etmesinin bu mikrobiyal canlıların toprakların agregasyonlarındaki artışından birinci dereceden etkili olmasından kaynaklandığı bildirilmiştir.

Lindsay ve Logan (1998) tarafından, aerobik şartlarda oluşturulmuş katı atık siltli tın bünyeli toprak örneğine 0-7.5, 15-30, 60-90, 120-150, 188-225 ve 300 t/ha dozlarında uygulanmıştır. Elde edilen yüzey toprağına (0-15 cm) katı atık uygulamasından 4 yıl sonra hacim ağırlığı, kütle yoğunluğu, porozite, hidrolik iletkenlik, nem tutma yeteneğı, agregat stabilitesi, büzülme, likit ve plastik limitleri ve toplam karbon miktarı üzerine çalışma yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda suya dayanıklı agregat yüzdesi ve agregatların ortalama ağırlık çaplarında bir artışın meydana geldiğı bildirilmiştir. Fiziksel özelliklerin katı atık uygulamasına olan tepkisi agregat stabilitesi ve agregatların ortalama ağırlık çapı haricinde diğer özelliklerde doğrusal olmuştur. Buradaki etkinin ise 60 t/ha'lık katı atık uygulamasında maksimum seviyeye ulaştığı belirtilmiştir. Katı atık uygulaması ile topraktaki organik karbon miktarında doğrusal biçimde artışın olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak ise toprakta elde edilen

farklı fiziksel özelliklerin bir çoğunun ilave edilen organik madde ve bunların en az 4 yıl süreyle kalıcı etkisinin oluştuğu gözlemlenmiştir.

Lu vd (1998) tarafından, Japonya'da üç çeşit Andisol ordosuna dahil edilen yüksek arazilerde çayırılık ve çeltik tarımı yapılan topraklar ile iki çeşit Fulvisol ordosuna dahil çayırılık alan ve çeltik tarımı yapılarak yönetilen topraklarda organik maddenin bu topraklardaki agregat stabilizasyonu üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Yüksek arazilerde mera şeklinde yönetilen Andisol toprakların çeltik tarımı yapılan alanlardaki toprakların içerdiği organik madde düzeyinden daha fazla organik madde içerdiği belirtilmiştir. Ancak çeltik tarımı yapılan topraklardaki agregat stabilitesi derecesinin yüksek arazideki çayırılık alan topraklarındaki agregat stabilitesi derecesinden daha yüksek düzeylerde gerçekleştiği bildirilmiştir. İki adet Fulvisol ordosuna dahil edilen topraklar agregat stabiliteyi açısından karşılaştırıldığında çeltik alanlarındaki agregat stabiliteilerinin diğer yönetim şeklindeki toprakların agregat stabilitesinden daha yüksek değerlerde bulunmuştur. Üzerinde çalışılan organik bileşenler arasında (sodyum pirofosfat, organik madde ve karbonhidratlar gibi) yalnızca sıcak su ile ekstrakte edilebilir karbonhidrat içerikli bileşenlerin topraklardaki agregat stabilitesi ile önemli düzeyde ilişkili olduğu belirtilmiştir. Sıcak su ile ekstrakte olabilen karbonhidratların organik maddenin kolayca parçalanmasında önemli bir bileşen olduğu ve topraklardaki agregat stabilizasyonu için önemli bir bileşen olabileceği vurgulanmaktadır.

Rashad vd (2000), dünyadaki tarımsal arazilerin % 80'ninin erozyon tarafından etkilendiğini ve 45 milyon km² lik bir alanda ürkütücü boyutlarda çölleşmenin meydana geldiğini, bu nedenle de toprak erozyonu ve çölleşmenin dünyanın bir çok yerinde ciddi problemleri meydana getirdiğini belirtmişlerdir. İtalya'nın güneyindeki Volturno topraklarında şiddetli organik madde kaybı ve geçen elli yıl süre içinde de karbon içeriğinin % 35 ve daha düşük seviyelere ulaştığını saptamışlardır. Bu amaçla, stres altındaki ve çölleşmeyle yüz yüze kalan toprakların rehabilitasyonu için bir çalışma yapılmıştır. Çalışmada farklı organik karışımların topraklara ilavesi ile bu topraklardaki verimlilik ve su muhafazası ile ilgili temel parametreler, karbon ve azot içeriği, karbon ve azot oranı, pH ve stabil agregatlar incelemeye alınmıştır. Çalışmada Volturno

bölgesinde stres altındaki biri killi tın diğeri tınlı kum bünyeye sahip iki topraktan aldıkları örnekler üzerine 123 C g/kg ve 74 N g/kg içeren doğal peat materyali ile 254 C g/kg ve 24.1 N g/kg içeren pelet şeklindeki humik materyali sırasıyla 0.5, 10 ve 20 g C/kg içeren topraklara uygulanmıştır. Toprak örnekleri 80 günlük bir uygulama periyodunun ardından analize tabi tutulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, farklı toprak ve materyal dozları arasındaki ilişkiden dolayı C ve N içeriği doğrusal bir değişim gösterdiği bildirilmiştir. Pelet şeklindeki humik materyal uygulamasından sonra genellikle topraklardaki karbon azot oranı azalma gösterirken doğal peat materyali ilavesinden sonra bu oranın artış gösterdiği bildirilmiştir. Suyu dayanıklı agregatların büyüklük dağılımı farklı düzeylerde etkilendiği, uygulamaların tümünde >0.25 mm boyutlu stabil agregat miktarında bir artış gözlemlendiği bildirilmiştir. Killi tın bünyeli toprakta pelet şeklindeki humik materyal uygulamasının 2 ve 1 mm boyutlu agregat miktarında artışa neden olduğu, doğal peat materyali uygulamasıyla 0.5-0.25 mm boyutlu agregatlarda stabilizasyonu sağlarken daha büyük agregatlarında stabil olmasını sağladığı bildirilmiştir.

Shen (1991) tarafından, topraklara uygulanan hayvan gübrelere ile birlikte mineral gübrelerin toprakta yalnızca organik maddenin birikimini sağlamamakta ayrıca toprağın kalitesini de arttırdığı bildirilmektedir. Bu ilavelerle kolaylıkla okside olabilen organik madde içeriği, humik asit/fulvik asit, organik karbon komplekslerinin miktarı ve gevşek yapılı kolay ayrışabilen organik madde içeriğinin artmasına neden olduğu belirtilmiştir. Hidrolize olabilen azot içerikli asitlerin (özellikle amino asitlerin) miktarında önemli bir artışın sağlandığı bildirilmektedir. Toprakların yapısının ve fiziksel özelliklerin bunların sayesinde geliştirildiği bildirilmiştir. Korelasyon analizlerinde organik gübreleme ile toprak organik maddesinin ve kompleks organik karbonun toprakların yapısal özelliklerine etki bakımından önemli derecede ilişkili olduğu belirtilmiştir.

Hartge ve Ellies (1995) genç volkan küllerini içeren topraklardan yaptıkları örneklemelerde bu toprakların agregat stabiliteelerini ıslak eleme yöntemini kullanarak incelemişlerdir. Yüzeiden alınan toprak örneklerin analizleri sonucunda yaşlı topraklarla kıyaslandığında genç topraklarda ıslanma açısı azalmıştır. Yapılan bu çalışmada organik madde, ıslanma açısı ve agregat stabilitesi arasındaki korelasyonun

düşük olduğu belirtilmiştir. Organik maddenin ıslanma kabiliyetinin önemli düzeyde agregat stabilitesini etkilediği görülmüştür.

Dutarte vd (1993) tarafından, düşük kil miktarı (<% 20) ve organik madde (<% 2) ile karakterize edilen Burkino Faso ve Mali bölgesi tropikal kumlu toprakların zayıf olan strüktürel yapısı çeşitli uygulamaların sonucu 20 adet üst toprak örneğinin suya dayanıklı agregat miktarları ve organik madde içeriği incelenmiştir. Nispeten yüksek düzeyde strüktürel stabilite elde edildiğinde farklı boyuttaki benzer agregatların aralarında daha fazla strüktürel birleşimin meydana geldiği gözlenmiştir. Strüktürel stabilite azaldığında üzerinde çalışılan kumlu toprakların hepsinde organo-mineral materyallerin sıklıkla kuvars tarafından kaplanmış ve çimentolandığı tespit edilmiştir. İki topraktaki organik materyaller sudaki strüktürel stabilitede meydana getirdiği değişim gerilim ağırlığı ve organik madde içerikleri de incelenmiştir. Uygulama için tespit edilen topraklardaki organik maddenin yüksek humifikasyon derecesine sahip olduğu, yüksek oranda humin fraksiyonu (% 75-90) ve düşük fulvik/humik asit oranına sahip olduğu tespit edilmiştir. Humik asitlerin fonksiyonel gruplarca oldukça zengin olduğu, buradaki organik numunelerin, başlıca biyoklimatik çevre ve kısmen de işlemeli tarımın yayılımından etkilendiği bildirilmiştir. Yapılan araştırmada kumlu üst toprakların strüktürel stabiliteeleri hem organik maddenin doğal kimyası ile birlikte bir çok fonksiyonel asit grupları tarafından hem de götit ve kaolinit killeri ile olan güçlü bileşim tarafından etkilendiği tespit edilmiştir. En fazla stabiliteye sahip olan toprakların geniş miktarlarda humin, üronik asitler, osamines ve polifenollerini içeren topraklarda elde edildiği bildirilmiştir. Üronik asitlerin ise örneklerin hepsinde en güçlü agregatlaşmayı meydana getiren bileşik olduğu tespit edilmiştir.

Jastrow (1995), organik madde mineral bileşiminin toprak ortamında artmasıyla stabil makro agregat oluşumu arasındaki ilişkiyi belirlemek için çayırılık olarak idare edilen pirere topraklarında bir dizi araştırmaya yapmıştır. Çalışmada topraklardaki agregatların bozulmasının birincil nedeni olarak uzun süreli toprak işlemelelerin topraklardaki organik madde miktarını azaltmasından kaynaklandığını belirtmiştir. Ancak karbonun makro agregatları nasıl oluşturduğu ve stabil hale getirdiği hakkında çok az bilgiye sahip olduğunu söylemiştir. Yapılan çalışmada agregasyon içerisindeki

değişikliğin devamlılık oranının 35 saat içerisinde toplam organik karbon artışından daha fazla olduğu belirtilmiştir. Karbon artışı ve makro agregatların arasında % 99 oranında ilişki fazının olabilmesi için tüm toprak organik karbonu için 384 yıl, makro agregatlar için ise 10.5 yıl süreye ihtiyaç duyulacağı belirtilmiştir. 10 cm'lik toprak derinliği esas alındığında toplam organik karbon miktarı için 1.16 g/kg toprak/yıl veya 0.13 kg/m²/yıl olarak tahmin edilmiştir. Ayrıca makro agregatlarda bulunan organik maddenin hızlı bir şekilde ayrışmasıyla oluşan karbonun mineral fazla birleşerek mikro agregat stabilitesinin gelişmesini sağladığı bildirilmiştir.

Canpolat ve Demiralay (1995), toprağa organik materyal ilave edilmesinin toprağın agregat stabilitesinde ve briket hacim ağırlığında ortaya çıkarabileceği değişimlerin kırılma değeri ile ilişkilerini Batı Iğdır ovasından alınan dört adet yüzey toprak örneğine (0-10 cm) organik materyal olarak çiftlik gübresi ve buğday samanını beş farklı düzeyde ilave ederek araştırmışlardır. Altı haftalık uygulama süresi sonunda örneklerin agregat stabilitesi, kırılma değeri ve briket hacim ağırlıkları belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda ilave edilen organik madde miktarı arttıkça agregat stabilitesinde önemli derecede artışlar kaydedildiği tespit edilmiştir. Çiftlik gübresi ve buğday samanı ilaveli toprakların agregat stabilitesi ile briket hacim ağırlığı arasında ve agregat stabilitesi ile kırılma değerleri arasında önemli negatif ilişkiler, briket hacim ağırlığı ile kırılma değerleri arasında önemli derecede pozitif ilişkiler tespit edilmiştir. deneme topraklarının agregat stabilitesinde sağlanan artışların çiftlik gübresine nazaran buğday samanı ilaveli topraklarda daha belirgin olduğu belirlenmiştir.

Baver 77 farklı toprakta yaptığı bir çalışmada agregasyon ve topraklardaki karbon içeriği arasında önemli bir ilişkinin olduğunu belirtmiş ve bu ilişkinin etkili olmasını topraklardaki kil içeriklerinin organik madde ile birlikte oluşturduğunu belirtmiştir. Elde edilen son bulgulara göre de suya dayanıklı agregatların tüm topraklarda yüksek düzeyde organik madde içerdiği tespit edilmiştir. Ayrıca arazi, laboratuvar ve sera çalışması olarak yürütülen bir çok denemede, HPAN (hidrolize olmuş poliakrilonitril) ve VAMA (Vinil Asetat Maleik Asit) ticari polimerlerin hava kuru topraklarda çeşitli oranlarda (% 0.02-% 0.2) topraklara uygulanmasıyla suya dayanıklı agregatlarda büyük artışın olduğunu tespit edilmiştir. Laws, VAMA'nın killi tın ve ince kumlu tın

topraklardaki agregasyonu sağlamada daha etkili olduğunu bildirmiştir (Demiralay 1970).

Belirtilen görüşlerin aksine Christopher (1996), organik maddeden çok yüksek düzeyde fayda beklemenin yersiz olacağı çünkü organik maddenin faydalı etkilerinin ne sonsuz olduğu nede gelişigüzel olduğu bildirilmiştir. Yani daha fazla organik madde ilavesinin agregat stabilitesini daha fazla arttırmayacağı belirtilmektedir. Topraklar arasındaki farklılıklarında organik maddenin bu olumlu etkilerini sınırlandırdığı, organik maddenin olumlu etkilerinin strüktürü zayıf olan topraklarda strüktürü iyi olan topraklardan daha fazla olduğu belirtilmektedir. Oldukça stabil veya killi topraklara organik madde ilave edilmesinin bu toprakların agregat stabilitesini düşük oranlarda arttırdığı bildirilmektedir.

Low, çiftlik gübresi ve yeşil gübrelemenin doğal organik orijinli olduğunu ancak bunların toprağa besin elementleri kazandırma etkisinin toprak strüktürünü etkilemesine ağır bastığı ve çiftlik gübresinin yüksek miktarlarda kullanılması halinde dahi bir süre çayır altında bırakmanın agregat oluşum ve stabilitesinde sağladığı arzu edilen bütün etkileri sağlayamadığını vurgulamaktadır (Demiralay 1992).

Sağlam vd (1993), ayrışma ve parçalanmaya dayanıklı organik maddelerin toprağa ilavesinin, kolay ayrışabilen organik maddelerin aksine agregat oluşumunu pek fazla etkilemediğini veya çok az bir etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Kolay ayrışabilen organik maddelerin, toprağa ancak periyodik olarak bol miktarda düştüğünü, bunda toprakta periyodik olarak yoğun ayrışmaya ve sonuçta agregat stabilitesinde periyodizme yol açtığını belirtmişlerdir. Agregatların içindeki mikro porlarda bulunan mikroorganizmaların ulaşamadığı ileri derecede humifiye olmuş dayanıklı organik maddelerde ise böyle bir periyodizme rastlanmadığını, çayır-mera arazilerinin uzun yıllar boyunca yapılarının kalıcı olmasının esas nedeninin de bu olduğu belirtilmiştir.

3. MATERYAL ve METOT

3. 1. Materyal

3. 1. 1. Çalışmada kullanılan toprak

Çalışmada kullanılan toprak örneği bölgede yaygın ve tarımsal açıdan önemli olan Akdeniz Kırmızı Toprağının, 0-25 cm kalınlığındaki yüzey katmanından bozulmuş toprak örneği olarak alınmıştır. Söz konusu bu toprak grubu Antalya yöresinde 547.332 ha'lık alanla % 26 yer kaplamaktadır (Anonim 1993).

3. 1. 2. Çalışmada kullanılan organik materyaller

Çalışmada kullanılan organik materyaller çeşitli ticari firmalardan elde edilmiştir. Organik materyallerden katı humik asit (AGRO LİG), sıvı humik asit (BLACK GOLD F1), konsantre bitki ekstraktı (COPLEX), tavuk gübresi (ORG-E-VİT) ve çöp kompostu (OMG) piyasadaki mevcut gübre formunda işlenmiş materyaller olarak, diğer organik materyallerden pamuk küspesi, ahır gübresi ve melas ham materyal olarak kullanılmıştır.

3. 2. Metot

3. 2. 1. Toprak örneğinin alınması ve analize hazırlanması

Toprak örneği hava kuru duruma getirilmiş ve 8 mm'lik eleklerden elenmiştir. Daha sonra sırasıyla 50-15-11 cm ebatlarındaki saksıların tabanlarına 5 cm kalınlığında kaba kum konulmuş ve üzerine 10 cm kalınlığında 3.5 kg toprak yerleştirilmiştir.

3. 2. 2. Organik materyallerin toprağa uygulanması ve analize hazırlanması

Topraklara uygulanacak olan organik materyallerden sıvı olanlar sulama suyu ile birlikte diğer katı organik materyaller ise toprakla karıştırılarak sera ortamında

uygulanmıştır. Uygulama alanı Şekil 3.1’de gösterilmiştir. Organik materyaller Çizelge 3.1’de gösterildiği gibi üç farklı dozda ve üç paralelli olarak uygulanmıştır. Topraklara organik materyallerin uygulanmasından sonra toprakların nem durumu tarla kapasitesine getirilmiştir. Daha sonraki sulama programları ise, topraklardaki nem düzeyinin tarla kapasitesinin % 50’ye düştüğünde sulamaya başlanıp topraktaki nem durumunun tarla kapasitesinin % 75’i olacak şekilde ayarlanmıştır. Yapılan sulama programları saksıların periyodik bir şekilde tartıları alınarak nem kayıplarının tespiti şeklinde gerçekleştirilmiştir. Uygulama alanındaki sıcaklık değişimleri uygulama periyodu olan yedi ay boyunca düzenli olarak kaydedilerek aylık olarak dağılımları Çizelge 3.2’de verilmiştir.



Şekil 3.1. Uygulama Alanının Görüntüsü

Çizelge 3.1 Topraklara uygulanan organik materyallerin dozları (g/3,5 kg toprak)

MATERYALLER	1. DOZ	2.DOZ	3.DOZ
1. Katı Humik Asit	0,14	0,28	0,56
2. Sıvı Humik Asit	0,035	0,07	0,14
3. Konsantre Bitki Ekstraktı	0,07	0,14	0,28
4. Ahır Gübresi	14	28	56
5. Tavuk Gübresi	1,75	3,5	7
6. Çöp Kompostu	1,75	3,5	7
7. Melas	0,07	0,14	0,28
8. Pamuk Küspesi	3,5	7	14

Çizelge 3.2. Uygulama alanındaki haftalık sıcaklık ölçüm değerleri ve aylık sıcaklık ortalamaları.

AYLAR	TARİH	SICAKLIK (C ⁰)	ORTALAMALAR (C ⁰)
EKİM	09/10/2000	37	35
	16/10/2000	35	
	23/10/2000	35	
	30/10/2000	33	
KASIM	06/11/2000	29	25
	13/11/2000	27	
	20/11/2000	25	
	27/11/2000	19	
ARALIK	04/12/2000	27	23
	11/12/2000	25	
	18/12/2000	23	
	25/12/2000	17	
OCAK	01/01/2001	14	27
	08/01/2001	26	
	15/01/2001	27	
	22/01/2001	32	
	29/01/2001	36	
ŞUBAT	05/02/2001	35	29
	12/02/2001	25	
	19/02/2001	33	
	26/02/2001	23	
MART	05/03/2001	34	33
	12/03/2001	30	
	19/03/2001	33	
	26/03/2001	35	
NİSAN	02/04/2001	27	30
	09/04/2001	34	

3. 2. 3. İstatistiksel analiz yöntemi

Saksı denemelerinde uygulama konularının incelenen özellikler üzerine etkisini belirlemek için, her bir uygulamaya ait ortalama değerler SAS istatistik paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Veriler bilgisayara girildikten sonra varyans analizi ve Duncan testine tabi tutulmuştur.

3. 2. 4. Fiziksel analiz yöntemleri

Sera koşullarında yürütülen deneme toprağında gerçekleştirilen bazı fiziksel analizler aşağıda belirtilmektedir.

Bünye Belirlenmesi

Toprakların parçacık büyüklük dağılımlarını belirlemek için pipet yöntemi (Demiralay 1993) kullanılmıştır.

Tarla Kapasitesi

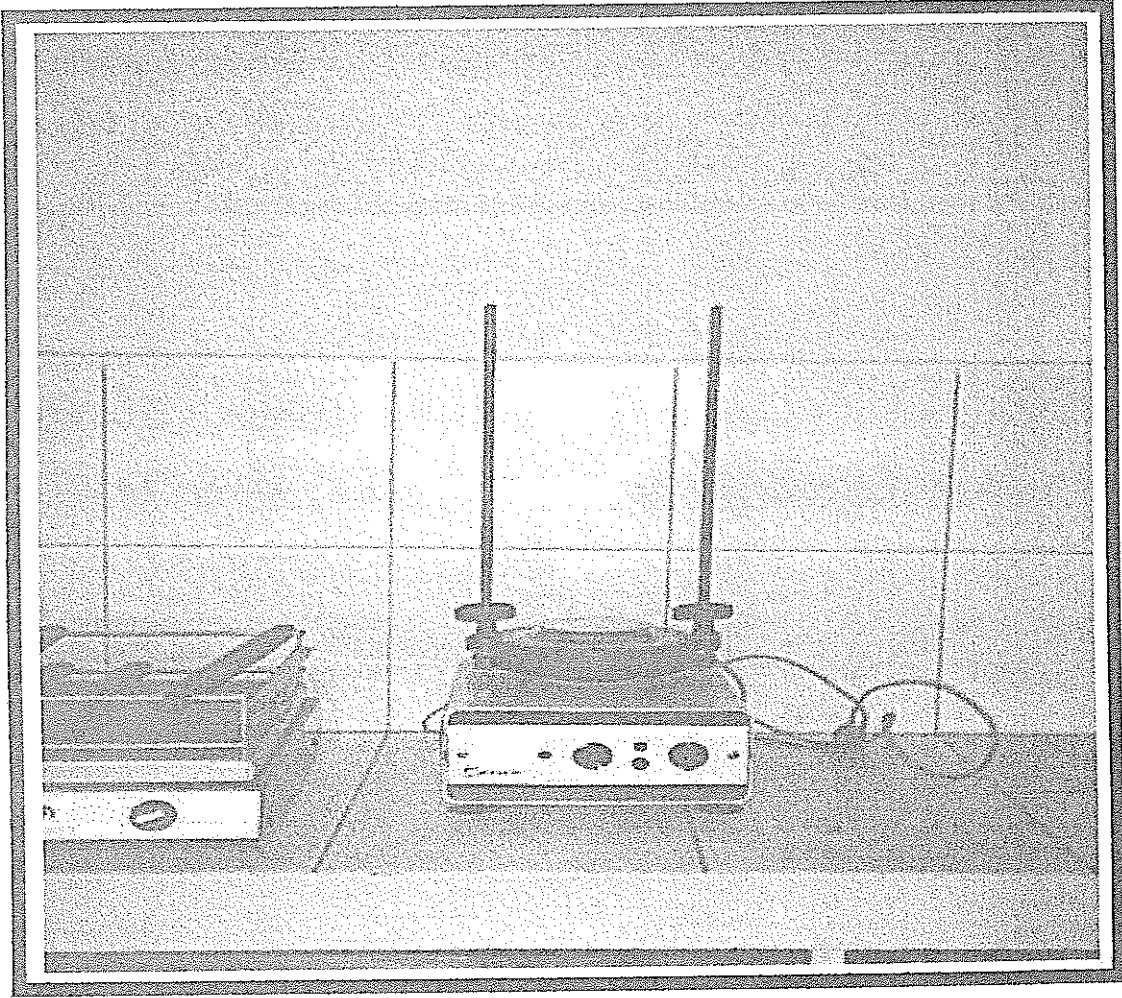
Toprakların tarla kapasitesini belirlemek için direkt yöntem kullanılmıştır. Tablaya yerleştirilen toprak üzerine tabla derinliğine kadar ıslatmaya yetecek miktarda su uygulanmıştır. Tablanın yüzeyi buharlaşmayı önlemek için polietilen bir örtü ile örtülmüştür. Toprakta fazla suyun drene olabilmesi için 2 gün beklendikten sonra 0-10 cm derinlikten toprak örnekleri alınmıştır ve bu örneklerin nem tayini yapılarak tarla kapasitesi değerleri bulunmuştur (Demiralay 1993).

Hacim Ağırlığı

Demiralay'a (1993) göre silindir yöntemi kullanılarak toprakların hacim ağırlıkları tespit edilmiştir.

Değişik Boyutlardaki Agregatların Agregasyon Durumlarının Belirlenmesi

Denemenin sonunda saksı içerisindeki topraklar hava kurusu duruma getirildikten sonra 750 g toprak örneği alınıp >8 , $8-4$, $4-2$, $2-1$, $1-0.5$, $0.5-0.25$, $0.25-0.050$, <0.050 mm delik çapına sahip eleklerden Şekil 3.2'de gösterilen Rotar elek makinesinde 75 darbe frekansında 5 dk elenmiş, her bir elek üzerinde kalan agregat miktarı ve yüzdesi hesaplanmıştır. Çizelgelerde agregat büyüklük dağılımları ise üç tekrarlamamanın ortalaması olarak verilmiştir (Demiralay1993).

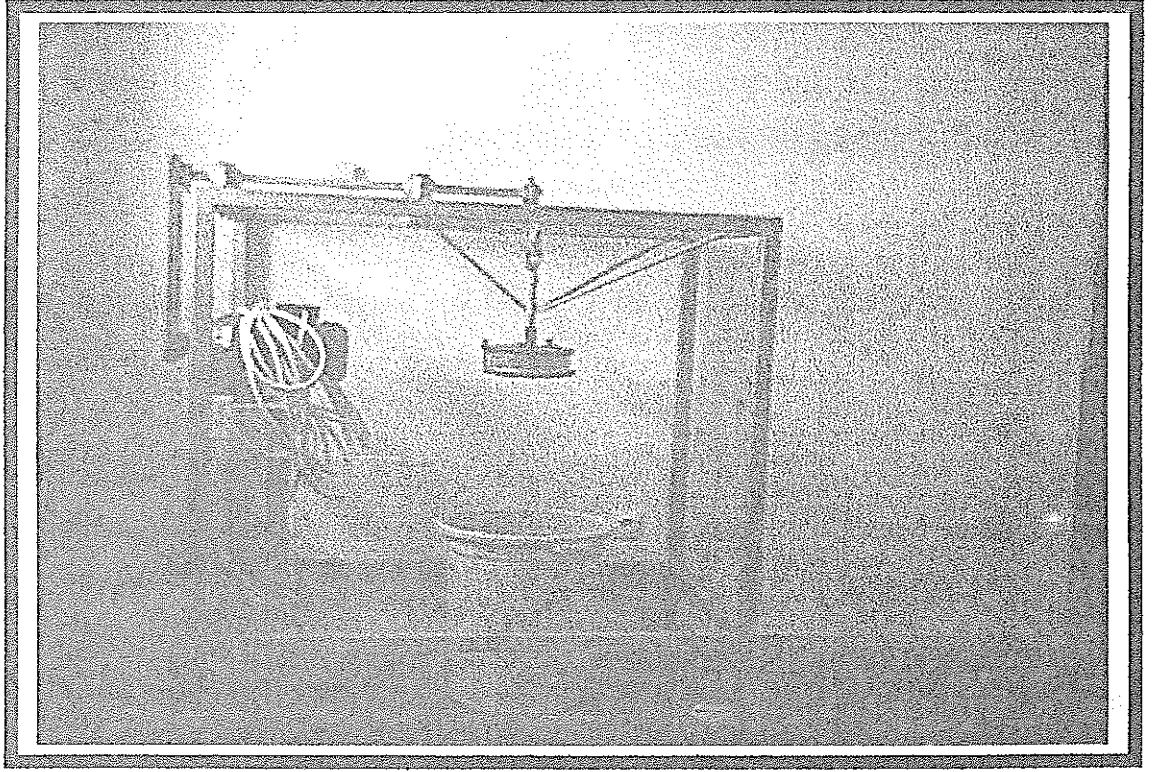


Şekil 3.2. Agregat Büyüklük Dağılımı Tayininde Kullanılan Rotar Elek Makinesinin Görünüşü.

Değişik Boyutlardaki Agregatların % Agregat Stabilitesi

Kemper'in agregat stabilitesi formülü kullanılarak hesaplanmıştır. Bu amaçla Yoder tipi ıslak eleme aleti kullanılmıştır (Şekil 3.3). Kuru elemeye elde edilmiş olan her bir agregat fraksiyonunu kendi elek çapına sahip elekle 5 dakika süre ile 1.27 mm darbe uzunluğu ve 40 devir/dakika ıslak elemeye tabi tutulmuşlardır (Demiralay 1993). Aşağıdaki formülden faydalanarak da % agregat stabilitesi hesaplanmıştır. Çizelgelerde verilen değerler ise üç tekrarlamannın ortalaması olarak verilmiştir.

% Agregat Stabilitesi= $100 * [(Agregat + Kum Ağırlığı) - Kum Ağırlığı] / (Örnek Ağırlığı - Kum Ağırlığı)$



Şekil 3.3. Yoder tipi ıslak eleme aletinin görünüşü.

3. 2. 5. Kimyasal analiz yöntemleri

3. 2. 5. 1. Toprak örneklerinde kimyasal analiz yöntemleri

Sera koşullarında yürütülen denemenin yedi aylık uygulama periyodu sonucunda elde edilen toprak örneklerinde gerçekleştirilen bazı kimyasal analizler aşağıda belirtilmektedir.

Toprak Reaksiyonu (pH): Örneklerin pH değerleri 1:2.5 toprak/su karışımında ölçülmüştür (Kacar 1995).

Eriyebilir Toplam Tuz (E.C): Bower ve Wilcox tarafından belirtilen esaslara göre satürasyon çamurunda elektriksel iletkenlik aleti ile belirlenmiştir (Anonim1988).

% Kireç (CaCO₃) Tayini: Çağlar tarafından açıklandığı şekilde, toprak örneklerinin CaCO₃ içerikleri Scheibler kalsimetresi ile ölçülerek sonuçlar % CaCO₃ olarak hesaplanmıştır (Anonim1988).

Katyon Değişim Kapasitesi (K.D.K): 1 N Amonyum asetat yöntemine göre belirlenmiştir (Kacar 1995).

Değişebilir Katyonlar: Toprak örneklerinin 1 N CH₃COONH₄ ile muamele edilmesinden elde edilen ekstrakta değişebilir Na⁺, K⁺, Ca⁺⁺ ve Mg⁺⁺ tayini edilmiştir (Kacar 1995).

Organik Madde (O.M): Esasları Walkley ve Black tarafından açıklanmış olan, modifiye edilmiş Walkley-Black metoduna göre tayin edilmiş ve sonuçlar % organik madde olarak hesaplanmıştır (Anonim 1988)

Toplam Azot: Modifiye Kjeldahl metoduna göre tayin edilerek sonuçlar % olarak verilmiştir (Kacar 1995).

Alınabilir Fosfor: Toprakların alınabilir fosfor miktarları Olsen metoduna göre belirlenerek sonuçlar % olarak verilmiştir (Olsen ve Sommers 1982).

Alınabilir Fe, Zn, Mn, Cu: DTPA ekstraksiyon yolu ile elde edilen ekstrakta Fe, Zn, Mn ve Cu atomik absorpsiyon spektrofotometresi ile okunup, sonuçlar ppm olarak verilmiştir.

3. 2. 5. 2. Organik materyallerde kimyasal analiz yöntemleri

Denemede kullanılan organik materyallerde gerçekleştirilen bazı kimyasal analizler aşağıda belirtilmektedir.

Organik madde O.M: Esasları Walkley ve Black tarafından açıklanmış olan, modifiye edilmiş Walkley-Black metoduna göre tayin edilmiş ve sonuçlar % organik madde olarak hesaplanmıştır (Anonim 1988).

Organik karbon (C): Elde edilen organik madde değerleri 1.72 sabit değerine bölünerek elde edilmiştir.

pH: Organik maddelerin pH' ları 1:2.5 oranında organik madde-su karışımında ölçülmüştür (Kacar 1995).

Azot: Katı organik materyaller kurutulup öğütülerek, sıvı olanlar ise hacim olarak modifiye Kjeldahl metoduna göre azot tayini yapılmıştır (Kacar 1995).

Fosfor: Kacar (1972)' nin bildirdiği şekilde nitrik-perklorik asit karışımı ile yaş yakma metodu sonucunda elde edilen filtratta fosfor vanadomolibdofosforik sarı renk metoduna göre tayin edilmiştir (Kacar ve Kovancı 1982).

K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn ve Cu: Yaş yakma metodu ile elde edilen filtratta K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn ve Cu miktarları atomik absorpsiyon spektrofotometresi ile saptanmıştır (Kacar 1995).

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4. 1. Toprak Örneği ve Organik Materyallerin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

4. 1. 1. Araştırmada kullanılan toprak örneğinin bazı kimyasal özellikleri

Araştırmada kullanılan toprak örneğinin bazı kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1 incelendiğinde araştırmada kullanılan toprağın pH değeri nötr karakterde olup CaCO_3 ve organik madde miktarı düşük değerlerde bulunmuştur.

Toprağın tuzluluk değeri incelendiğinde ise örnekleme alanındaki toprağın herhangi bir tuzluluk tehlikesi içermediği belirlenmiştir. Toprak örneklerinin K.D.K'sının yüksek değerlerde olduğu, değişebilir katyonlardan değişebilir Ca^{++} , K^+ ve değişebilir Mg^{++} da yüksek değer elde edilirken, değişebilir Na^+ da orta düzeyde değer elde edilmiştir. Toprak örneklerinin bazla doygunluk düzeyleri orta derecede olup bazla doygunluğu sağlayan katyonların büyük çoğunluğunu Ca^{++} , Mg^{++} ve K^+ oluşturmaktadır.

4. 1. 2. Araştırmada kullanılan toprak örneğinin bazı fiziksel özellikleri

Araştırmada kullanılan toprağın fiziksel özellikleri şekil 4.2'de verilmiştir. Toprak örneğinin tarla kapasitesi % 40, hacim ağırlığı ise 1.00 olarak tespit edilmiştir. Söz konusu toprağın bünyesi kil olarak belirlenmiştir. Kullanılan toprağın kil yüzdesi 46.38, silt yüzdesi 37.72, kum yüzdesi ise 15.90 olarak tespit edilmiştir.

4. 1. 3. Araştırmada kullanılan organik materyallerin bazı kimyasal özellikleri

Araştırma kullanılan organik materyallerden katı olanlar Çizelge.4.3'te, sıvı olanlar ise Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Araştırmada kullanılan toprağın bazı kimyasal özellikleri.

Materyal	pH	E.C (mmhos/cm)	CaCO ₃ (%)	O.M (%)	B.D* (%)	K.D.K** Meq/100g	Meq/100g			
							Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺
Akdeniz Kırmızı Toprağı	6.79	1.00	1.43	1.90	63.31	32.17	17.40	1.77	0.88	0.27

* : Bazı doygunluk yüzdesi

** : Kation değişim kapasitesi

Çizelge 4.2. Araştırmada kullanılan toprağın bazı fiziksel özellikleri.

Materyal	Bünye Sınıfı	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	Hacim Ağırlığı (g/cm ³)	T.K (%)
Akdeniz Kırmızı Toprağı	Kil	15.90	46.38	37.72	1.00	40

Çizelge 4.3. Araştırmada kullanılan katı organik materyallerin bazı kimyasal özellikleri.

MATERİYAL	pH	(%)										Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)
		O.M	N	C	C/N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO						
Katı Humik Asit	3.80	55.00	2.22	24.65	11.01	3.86	2.54	7.74	1.13	1993	496.6	372.8	52.4		
Ahır Gübresi	8.81	48,58	1.18	28.24	23.93	0.83	0.90	0.71	0.98	2524.6	276.2	112.0	27.8		
Tavuk Gübresi	8.82	42,41	2.47	31.97	12.94	1.38	2.78	3.80	1.08	2592.2	141.8	18.2	13.0		
Çöp Kompostu	6.94	55,27	2.60	32.13	12.35	1.23	1.00	9.36	1.30	2573.6	228.2	190.4	70.8		
Pamuk Küspesi	6.20	63,60	2.75	36.97	13.44	0.83	2.38	0.91	0.53	539.4	26.2	30.8	9.4		

Çizelge 4.4. Araştırmada kullanılan sıvı organik materyallerin bazı kimyasal özellikleri.

MATERİYALLER	pH	O.M	C	C/N	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)
Sıvı Humik Asit	7.40	27.97	16.26	25.40	0.64	0.02	2.21	1.19	0.13	614.8	24.0	611.2	36.4
Konsantr Bitki Ekstraktı	6.62	37.34	21.70	7.61	2.85	0.13	6.78	0.65	0.07	176.3	13.2	36.9	16.5
Melas	6.75	51.48	29.93	11.78	2.54	0.03	3.07	1.13	0.07	56.88	24.7	96.6	3.4

4. 2. Toprak Örneklerinin Agregat Büyüklük Dağılımı

4. 2. 1. Kontrol toprak örneğinin agregat büyüklük dağılımı

Kontrol toprak örneğinin agregat büyüklük dağılımı Çizelge 4.5'te verilmiştir. Çizelge 4.5 incelendiğinde kontrol toprak örneğinin agregat büyüklük dağılımında 8 mm'den büyük boyuta sahip agregatların elde edilmediği, agregat oluşumunun 172.6 g değerle en fazla 1–0.5 mm boyutlu agregatlarda, 2.9 g değerle en az 0.050 mm'den küçük boyuta sahip agregatlarda elde edildiği görülmektedir. Kontrol toprak örneğinin agregat oluşumunun genelde 2–1 mm ve 0.25–0.050 mm boyuta sahip agregatlar arasında yüksek değer aldığı belirlenmiştir.

Çalışmada kullanılan toprak örneğindeki mevcut agregat büyüklük dağılımının değişebilir katyonlardan Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ ve kil içeriğinin yüksek değerlerde bulunması ile çift tabakanın kalınlığını arttıran Na^+ iyonunun ortamda az miktarda bulunması tarafından etkilendiği düşünülmektedir.

Özbek vd (1993), çift tabakanın kalınlığını azaltabilen bütün faktörlerin daha büyük agregatların oluşmasını sağladığını, bu faktörlerden özellikle çözeltilerin konsantrasyonu ve adsorbe edilmiş katyonların değerliliğinin önemli olduğunu bildirmişlerdir.

Oades ve Tisdall (1982) tarafından, kil'in agregatlar içindeki parçaların birleşimini gerçekleştirdiğini fakat agregatların ıslandıkları zaman bütünlüğünün korunmasında alüminosilikatların görev yaptığı belirtilmiştir. Alüminosilikat ve demir hidroksitlerin suya dayanıklı agregatlar içindeki parçaları bir araya getirmekle beraber 100 μm 'den daha büyük agregatları bir araya getirdiğini, özellikle % 10'dan daha fazla seskioksit içeren topraklarda bu birleşimlerin gerçekleştiği ifade edilmektedir. Yüksek düzeydeki düzensiz alüminosilikat ve kalsiyum karbonatın çimentolayıcı olarak toprakta görev aldığı, fakat kireç içerikli bir toprağın stabil agregasyon durumu dolayısıyla bu şekildeki birleşim mekanizmasının tam manasıyla tanımlanamadığı ve kalsiyum karbonatın bu olaydaki etkisinin toprak solüsyonundaki kalsiyum iyonlarının konsantrasyonu etkili olabileceği bildirilmektedir.

Çizelge 4.5. Kontrol toprak örneğinin agregat büyüklük dağılımı (g/750 g toprak).

Agregat Boyutu (mm)	>8	8-4	4-2	2-1	1-0.5	0.5-0.25	0.25-0.050	<0.050
Kontrol	0	18.8	94.7	144.9	172.6	166.4	149.7	2.9

4. 2. 2. Katı humik asit uygulamasının agregat büyüklük dağılımı üzerine etkisi.

Katı humik asit uygulamasının agregat büyüklük dağılımı üzerine olan etkisi Çizelge 4.6'da verilmiştir. Çizelge 4.6'da verilen katı humik asit uygulamasının ortalama değer sonuçları istatistiksel olarak incelendiğinde, 8 mm' den büyük boyuta sahip agregatların elde edilmediği, katı humik asit uygulamasının 0.5-0.25 mm ve 0.25-0.050 mm boyuta sahip agregat miktarı üzerine etkisinin % 5 düzeyinde olduğu görülmektedir. 0.5-0.25 mm boyuta sahip agregat miktarında kontrol örnekle karşılaştırıldığında katı humik asit uygulamasının 2. dozu 168.1 g değerle en yüksek etkiyi gösterirken kontrol örnek ile arasında istatistiksel olarak bir fark gözlenmemiştir. Katı humik asidin diğer uygulamaları agregat miktarında bir azalma meydana getirmiştir.

Katı humik asit uygulamasında 0.25-0.050 mm boyuta sahip agregat miktarı üzerine en yüksek etkiyi 170.5 g ve 166.8 g değerle 3. ve 2. dozu sağlamıştır. Katı humik asit uygulamasının diğer agregat boyutlarındaki agregat miktarı üzerine olan etkisi ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Söz konusu toprağa katı humik asit uygulamasıyla bu topraktaki agregat büyüklük dağılımında istatistiksel olarak en fazla küçük boyuta sahip agregatlarda pozitif bir değişim elde edilmiştir. Bu değişimin özellikle 0.25-0.050 mm boyuta sahip agregatlarda uygulanan humik asit dozu artışı ile pozitif yönde gelişmesi, katı humik asit uygulamasının bu etkisinin uygulanan miktarın yanında materyalin doğal özelliğinden kaynaklandığı, katı humik asit uygulama düzeyinin artırılmasıyla agregat oluşumunda daha yüksek değerlerde bir artışın sağlanabileceği düşünülmektedir. Buradaki agregat oluşum mekanizmasında katı humik asit materyalinin topraktaki parçalanma süreci göz önüne alındığında, katı humik asit miktarında sağlanacak bir

parçalanma süreci göz önüne alındığında, katı humik asit miktarında sağlanacak bir artışla agregat oluşumunda az da olsa bir artış sağlanacağı tahmin edilmektedir. Deneme toprağındaki çok değerlikli katyonların değişim yüzeylerindeki miktarının fazla olması ve ortama ilave edilecek katı humik asit ile organo-mineral kompleks oluşumunda sağlanacak bir artışın agregat oluşum mekanizmasında etkili olabileceği düşünülmektedir.

Özbek vd (1993), topraklardaki mineral bileşiklerin bir kısmının kolloidal büyüklükteki organik maddelerle bir araya gelerek organo-mineral bileşik oluşturduğunu ve bu olayda özellikle ince kil fraksiyonunun rol aldığını belirtmişlerdir. Kil fraksiyonu içerisinde kaba kilden ince kile doğru gidildikçe humin madde miktarının arttığını yani kilin yüzey alanının artışıyla humin maddelerinin de artış gösterdiğini bildirmişlerdir.

Bir başka çalışmada ise Chen vd (1998), yüksek kil ve düşük kum içerikli toprakta humik asit fraksiyonu artışıyla beraber hava kuru agregatların dağılımında çeşitlilik gözleendiği, geniş boyutlu hava kuru agregat miktarının tarla kapasitesi nem düzeyindeki agregat miktarından daha az, küçük boyutlu agregat miktarından ise daha fazla bulunduğu bildirilmiştir.

Elde edilen deneme sonuçlarının aksine Painuli ve Pagliali (1990) yaptıkları laboratuvar çalışmalarında, % 0, % 0.5, %, 1.0 ve % 2.5 oranlarındaki humik asidi killi ve tın bünyeli topraklara ilave ederek toprakların strüktürel yapılanmalarını incelemişler, humik asidin özellikle kil bünyeli topraklarda etkili bir sonuç sağlamadığını fakat az düzeyde de olsa agregatlardaki dispersiyonun azalmasına yardımcı olduğunu bildirmiştir.

Benzer bir biçimde Gu ve Doner (1993) yaptıkları bir çalışmada, kil içerikli bir toprağına üç çeşit organik polianyon uygulayarak bu topraktaki agregat oluşum ve stabilitesindeki değişimi incelemişlerdir. Çalışmada organik polianyonların ve özelliklede humik asidin toprakta floküle edici özelliğinin olmadığını, bunun yanında sodyumlu ve killi topraklar için dispers edici özelliğinin olduğunu bildirilmişlerdir.

Çizelge 4.6. Katı humik asit uygulamasının agregat büyüklük dağılımı üzerine etkisi (g/750 g toprak).

DOZLAR	Agregat Boyutu (mm)							
	>8	8-4	4-2	2-1	1-0.5	0.5-0.25	0.25-0.050	<0.050
Kontrol	0	18.5	94.7	144.9	172.6	166.4 ^a	149.7 ^{ab}	2.9
1. Doz	0	36.6	109.5	154.2	165.0	145.1 ^b	136.3 ^b	2.8
2. Doz	0	16.3	82.8	137.2	176.1	168.1 ^a	166.8 ^a	2.3
3. Doz	0	17.9	92.7	140.0	166.1	160.4 ^{ab}	170.5 ^a	2.2
Önemlilik Derecesi		Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	*	*	Ö.D

LSD> 0.05

1. Değerler 3 tekerrür ortalamasıdır.
 2. Aynı harfle gösterilmeyen değerler arasındaki farklar % 5 düzeyinde önemlidir.
- * : % 5 düzeyinde önemli.
Ö.D: Önemli Değil.

4. 2. 3. Sıvı humik asit uygulamasının agregat büyüklük dağılımı üzerine etkisi

Sıvı humik asit uygulamasının agregat büyüklük dağılımı üzerine olan etkisi çizelge 4.7'de verilmiştir. Çizelge 4.7'deki sıvı humik asit uygulamasının ortalama değer sonuçları istatistiksel olarak incelendiğinde, 8 mm'den büyük boyuta sahip agregatların elde edilmediği sıvı humik asit uygulaması istatistiksel olarak 2-1 mm boyuta sahip agregatlarda % 5, 0.5-0.25 mm boyuta sahip agregatlarda ise % 1 düzeyinde etkili olduğu görülmektedir.

2-1 mm agregat boyutundaki agregat miktarı üzerine tüm uygulama düzeyleri etkili olmuş ve en yüksek etkiyi sıvı humik asit uygulamasının 171.4 g değerle 1. dozu sağlamıştır. Uygulamanın 2. ve 3. dozu arasında agregat miktarı üzerine etki bakımından istatistiksel olarak bir fark meydana gelmemiştir.

0.5-0.25 mm boyuta sahip agregat oluşumunda sıvı humik asit uygulaması kontrol örnekle karşılaştırıldığında agregat miktarını azaltıcı etki göstermiş ve uygulamalar arasında agregat miktarını azaltıcı etki bakımından istatistiksel olarak bir fark gözlenmemiştir. Diğer agregat boyutlarında sıvı humik asit uygulamasının agregat büyüklük dağılımına etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çalışmada, uygulanan sıvı humik asit materyalinin asıl olarak büyük boyutlu agregatların oluşumunu sağlarken küçük boyuta sahip agregat oluşumunda bir azalmaya neden olmuştur. Sıvı humik asidin küçük boyuta sahip agregatlarda bir azalma sağlamasının nedeninin, kullanılan humik asidin kimyasal özelliğine ve kullanılan miktarına bağlı olmakla birlikte kil içeriği yüksek olan topraklardaki dispers edici özelliğinin olmasından da kaynaklandığı düşünülmektedir.

Painuli ve Pagliali (1990), killi ve tın bünyeli topraklara polivinil alkol, dekstran ve humik asit ilave ederek toprakların strüktürel yapılanmalarını incelemiştir. Hem polivinil alkolün hem de dekstranın toprak yapısını geliştirdiği suda dispers olabilen silt+kil miktarının azaldığı yada kontrol örnekten daha düşük oranlarda gerçekleştiği belirtilmiştir. Humik asidin özellikle kil bünyeli topraklarda etkili bir sonuç sağlamadığı fakat az düzeyde de olsa agregat parçalanmasının azaldığını ve büyük boyutlarda kesek oluşumunun sağlandığını bildirmiştir.

Piccolo ve Mbagwu (1990) tarafından, agregasyon oluşumunda humik maddelerin baskın biçimde yapıyııcı görev üstlendiği bildirilmektedir. Herhangi bir uygulama yapılmamış topraklardan ekstrakte edilen humik asitlerin moleküler ağırlık dağılımında agregat boyutunun azalmasıyla birlikte yüksek moleküler ağırlıklı humik asitlerin daha geniş bir yayılım gösterdiği bildirilmiştir. Bu agregat boyutunun ise en fazla $<50 \mu\text{m}$ olduğu bildirilmiştir.

Çizelge 4.7. Sıvı humik asit uygulamasının agregat büyüklük dağılımı üzerine etkisi (g/750 g toprak).

DOZLAR	Agregat Boyutu (mm)							
	>8	8-4	4-2	2-1	1-0.5	0.5-0.25	0.25-0.050	<0.050
Kontrol	0	18.5	94.7	144.9 ^b	172.6	166.4 ^a	149.7	2.9
1. Doz	0	27.1	127.6	171.4 ^a	167.1	131.9 ^b	124.0	0.5
2. Doz	0	22.1	112.0	164.1 ^{ab}	172.8	140.8 ^b	135.3	2.4
3. Doz	0	26.9	109.4	160.0 ^{ab}	174.5	139.7 ^b	133.8	2.2
Önemlilik Derecesi		Ö.D	Ö.D	*	Ö.D	**	Ö.D	Ö.D

LSD> 0.05

1. Değerler 3 tekerrür ortalamasıdır.

2. Aynı harfle gösterilmeyen değerler arasındaki farklar % 5 düzeyinde önemlidir.

* : % 5 düzeyinde önemli.

** : % 1 düzeyinde önemli

Ö.D: Önemli değil.

4. 2. 4. Konsantre bitki ekstraktı uygulamasının agregat büyüklük dağılımı üzerine etkisi

Konsantre bitki ekstraktı uygulamasının agregat büyüklük dağılımı üzerine olan etkisi çizelge 4.8'de verilmiştir. Çizelge 4.8'deki konsantre bitki ekstraktı uygulamasının ortalama değerleri istatistiksel olarak incelendiğinde, 8 mm'den büyük boyuta sahip agregatların elde edilmediği, konsantre bitki ekstraktı uygulamasının 0.5-0.25 mm boyuta sahip agregat oluşumunda % 5 düzeyinde etkili olduğu ancak bu etkinin konsantre bitki ekstraktı uygulamasının 1. ve 2. dozunda kontrol örneğe göre daha düşük düzeylerde gerçekleştiği görülmektedir. Konsantre bitki ekstraktı uygulamasının 3. dozu istatistiksel olarak kontrol örnekle aynı etkiyi sağlamıştır. Diğer agregat boyutlarındaki agregat miktarı üzerine konsantre bitki ekstraktı uygulamasının etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Her ne kadar konsantre bitki ekstraktı uygulaması 0.5-0.25 mm boyuta sahip agregatların oluşumunda kontrol örneğe göre negatif yönde önemlilik gösterse de uygulama düzeyi arttıkça agregat miktarında bir artış sağlanması bu materyallerin daha etkin bir biçimde kullanımıyla agregat oluşumunda gelişme sağlanabileceği düşünülmektedir.

Benzer şekilde Brandsma vd (1999), organik kökenli kimyasal toprak düzenleyicilerin toprağa uygulanmalarının genellikle toprağın erozyona yatkınlığını azaltıp yapısını iyileştirerek toprağın korunmasında yararlı yapısal değişiklikler meydana getirdiğini belirtilmektedir.

Çizelge 4.8. Konsantre bitki ekstraktı uygulamasının agregat büyüklük dağılımı üzerine etkisi (g/750 g toprak).

DOZLAR	Agregat Boyutu (mm)							
	>8	8-4	4-2	2-1	1-0.5	0.5-0.25	0.25-0.050	<0.050
Kontrol	0	18.5	94.7	144.9	172.6	166.4 ^a	149.7	2.9
1. Doz	0	32.1	122.1	163.2	158.4	123.7 ^b	149.9	0.4
2. Doz	0	24.5	104.6	145.5	161.8	148.8 ^{ab}	163.2	1.3
3. Doz	0	17.0	90.8	143.5	165.8	159.8 ^a	169.3	3.5
Önemlilik Derecesi		Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	*	Ö.D	Ö.D

LSD> 0.05

1. Değerler 3 tekerrür ortalamasıdır.

2. Aynı harfle gösterilmeyen değerler arasındaki farklar % 5 düzeyinde önemlidir.

*: % 5 düzeyinde önemli.

Ö.D: Önemli değil.

4. 2. 5. Ahır gübresi uygulamasının agregat büyüklük dağılımı üzerine etkisi

Ahır gübresi uygulamasının agregat büyüklük dağılımı üzerine olan etkisi çizelge 4.9'da verilmiştir. Çizelge 4.9 incelendiğinde toprak örneğindeki agregat oluşumunda 8 mm'den büyük boyuta sahip agregatların oluşmadığı, ahır gübresi uygulamasının agregat oluşumuna hiçbir agregat boyutunda istatistiksel olarak etkili olmadığı görülmektedir.

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde ahır gübresinin agregat büyüklük dağılımı üzerine etkisinin önemsiz olması, çeşitli literatürlerin ışığı altında materyalin sağladığı bu etkinin toprakta parçalanma süresinin ve agregatlaşma üzerine olan etkisinin uzun dönem içerisinde gerçekleşmesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Genelde organik madde içeriği düşük olan deneme toprağının organik madde düzeyinde sağlanacak bir artış ile organik ve mikroorganizma faaliyeti sonucu oluşacak karbon

düzeşinin arttırılması bu topraklardaki agregat oluşum düzeyini de olumlu yönde etkileyeceği sanılmaktadır.

Boekel tarafından, kaba bir yaklaşım olarak % 60'ın üzerinde kil içeriğine sahip olan araştırma konusu bir toprağın mekaniksel kuvvetler tarafından sebep olunan plastik deformasyona karşı iyi bir dirence ve iyi bir çalışabilirliğe sahip olabilmesi için minimum yaklaşık % 8 civarında organik madde miktarına sahip olması gerektiği bildirilmektedir (Demiralay 1992).

Páre vd (1999) yaptıkları bir çalışmada, kuru ağırlık esas alınarak taze hayvan gübresi ve olgunlaştırılmış hayvan gübresini toprağa uygulamışlardır. Toprak örnekleri üç yıllık uygulama periyodu sonunda 0-15 cm toprak derinliğinden alınmış, ortama taze hayvan gübresi uygulamasıyla işlemeli ve işlemesiz koşullarda stabil toprak agregatları karşısında suyun dispers edici ve çözücü etkisinin sırasıyla % 13 ve % 16 oranında azaldığı bildirilmiştir. Organik madde ilavesi ile topraklardaki agregasyonun geliştiği ve organik madde düzeyinin daha fazla arttığını belirtmişlerdir.

Belirtilen görüşlerin aksine Low, çiftlik gübresi ve yeşil gübrelemenin doğal ve organik orijinli olduğunu ancak bunların toprağa besin elementleri kazandırma etkisinin toprak strüktürünü etkilemesine ağır bastığını, çiftlik gübresinin yüksek miktarlarda kullanılması halinde dahi bir süre çayır altında bırakmanın agregat oluşum ve stabilitesinde meydana getirdiği bütün etkileri sağlayamadığını ifade etmektedir Demiralay (1992).

Benzer şekilde Christopher (1996) tarafından, organik maddeden çok yüksek düzeyde fayda beklemenin yersiz olacağı çünkü organik maddenin faydalı etkilerinin ne sonsuz olduğu nede gelişigüzel olduğu bildirilmiştir. Yani daha fazla organik madde ilavesinin agregat oluşum ve stabilitesini daha fazla arttırmayacağı belirtilmektedir. Topraklar arasındaki farklılıklarında organik maddenin bu olumlu etkilerini sınırlandırdığını, organik maddenin olumlu etkilerinin strüktürü zayıf olan topraklarda strüktürü iyi olan topraklara göre daha fazla olduğu belirtilmektedir.

Çizelge 4.9. Ahır gübresi uygulamasının agregat büyüklük dağılımı üzerine etkisi (g/750 g toprak).

DOZLAR	Agregat Boyutu (mm)							
	>8	8-4	4-2	2-1	1-0.5	0.5-0.25	0.25-0.050	<0.050
Kontrol	0	18.5	94.7	144.9	172.6	166.4	149.7	2.9
1. Doz	0	24.4	99.3	152.4	165.6	146.5	160.2	1.1
2. Doz	0	16.4	97.3	151.3	163.3	147.5	170.6	3.5
3. Doz	0	25.2	77.3	134.7	162.6	160.1	187.0	2.9
Önemlilik Derecesi		Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D

LSD> 0,05

1. Değerler 3 tekerrür ortalamasıdır.

Ö.D: Önemli değil.

4. 2. 6. Tavuk gübresi uygulamasının agregat büyüklük dağılımı üzerine etkisi

Tavuk gübresi uygulamasının agregat büyüklük dağılımı üzerine olan etkisi çizelge 4.10'da verilmiştir. Çizelge 4.10 incelendiğinde toprak örneğindeki agregat oluşumunda 8 mm'den büyük boyuta sahip agregatların oluşmadığı, tavuk gübresi uygulamasının 8-4 mm boyuta sahip agregatlarda % 5 düzeyinde, 1-0.5 mm boyuta sahip agregatlarda ise % 1 düzeyinde etkili olduğu görülmektedir. 8-4 mm boyuta sahip agregatlarda en yüksek etkiyi tavuk gübresi uygulamasının 36.2 g değerle 1. dozu sağlamıştır.

1-0.5 mm boyuta sahip agregatlarda tavuk gübresi uygulamasının 2. ve 3. dozu arasında kontrol örnekle karşılaştırıldığında agregat oluşumunda istatistiksel olarak herhangi bir farklılık göstermezken uygulamanın 1. dozu kontrol örneğe göre agregat miktarında bir azalma meydana getirmiştir. Diğer agregat boyutlarında ise tavuk gübresi uygulaması agregat büyüklük dağılımı üzerine istatistiksel olarak önemli bir etki meydana getirmemiştir.

Çalışmada 8-4 mm boyuta sahip agregat oluşumunda tavuk gübresi uygulamasının 1. dozu, 1-0.5 mm boyuta sahip agregat oluşumunda ise tavuk gübresi uygulamasının 2. dozunun etkili olduğu tespit edilmiştir. Tavuk gübresi uygulamasının

agregat büyüklük dağılımında meydana getirdiği bu etkinin nedeni olarak bu materyalin yapısal özelliğine bağlı olarak etkisinin daha uzun süre de meydana getirdiğine, bu tür materyallerin kullanım miktarında yapılacak bir takım değişimlerle veya farklı materyallerle birlikte kullanımının toprak ortamında daha etkin bir agregat gelişiminin elde edileceği düşünülmektedir.

Urbina ve Rodriguez (1995), Venezuela'da toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin iyileştirilmesi ve erozyon kontrolünde iki organik düzenleyicinin etkilerini araştırmışlardır. Yaptıkları denemelerde tavuk gübresi ve kahve pulunu bir Aquic Paleudult'un 10 cm'lik üst kısmına karıştırmışlar bu materyallerin toprak ve su kayıplarını önemli derecede azalttığını ve kahve pulunun tavuk gübresinden daha büyük bir etkiye sahip olduğunu saptamışlardır.

Çizelge 4.10. Tavuk gübresi uygulamasının agregat büyüklük dağılımı üzerine etkisi (g/750 g toprak).

DOZLAR	Agregat Boyutu (mm)							
	>8	8-4	4-2	2-1	1-0.5	0.5-0.25	0.25-0.050	<0.050
Kontrol	0	18.5 ^b	94.7	144.9	172.6 ^a	166.4	149.7	2.9
1. Doz	0	36.2 ^a	114.1	138.2	151.0 ^b	149.2	159.4	1.5
2. Doz	0	17.7 ^b	74.9	133.1	174.2 ^a	175.9	171.2	2.6
3. Doz	0	17.7 ^b	89.1	146.3	171.6 ^a	164.7	158.9	1.3
Önemlilik Derecesi		*	Ö.D	Ö.D	**	Ö.D	Ö.D	Ö.D

LSD> 0.05

1. Değerler 3 tekerrür ortalamasıdır.

2. Aynı harfle gösterilmeyen değerler arasındaki farklar % 5 düzeyinde önemlidir.

* : % 5 Düzeyinde önemli.

** : % 1 Düzeyinde önemli.

Ö.D: Önemli değil.

4. 2. 7. Çöp kompostu uygulamasının agregat büyüklük dağılımı üzerine etkisi

Çöp kompostu uygulamasının agregat büyüklük dağılımı üzerine olan etkisi çizelge 4.11'de verilmiştir. Çizelge 4.11 incelendiğinde toprak örneğindeki agregat oluşumunda 8 mm'den büyük boyuta sahip agregatların oluşmadığı, çöp kompostu uygulamasının 2-1 mm boyuta sahip agregatlarda istatistiksel olarak % 1 düzeyinde, 0.5-0.25 mm boyuta sahip agregatlarda ise % 5 düzeyinde etkili olduğu görülmektedir. 2-1 mm boyuta sahip agregat miktarında kontrol örnekle karşılaştırıldığında en yüksek etki 171.6 g değeriyle 1. doz seviyesinde elde edilirken 2. ve 3. dozlar istatistiksel olarak herhangi bir fark meydana getirmemiştir. 0.5-0.25 mm boyuta sahip agregatlarda çöp kompostu uygulamaları kontrol örnekle karşılaştırıldığında agregat oluşumunda bir azalmaya neden olmuştur.

Çöp kompostu uygulaması diğer agregat boyutlarındaki agregat miktarı üzerine istatistiksel olarak önemli bir etki sağlamamaktadır. Genel olarak çöp kompostu uygulaması büyük boyuta sahip agregat miktarında bir artış sağlarken küçük boyuta sahip agregat miktarında azalmaya neden olur.

Sela vd (1998) tarafından, şehirsal çöp atıklarından meydana getirilmiş kompostun toprakların strüktürel özelliklerini geliştirici etkisi laboratuvar koşullarında araştırılmıştır. Kompost örnekleri zayıf strüktürel yapıdaki lös toprak örnekleri ile karıştırılarak 21 gün süreyle aerobik bir ortamda uygulamaya tabi tutulmuş ve kompost uygulamasının toprak örneklerinde strüktürel özellikler üzerine olumlu yönde etkide bulunduğu bildirilmiştir.

Çizelge 4.11. Çöp kompostu uygulamasının agregat büyüklük dağılımı üzerine etkisi (g/750 g toprak).

DOZLAR	Agregat Boyutu (mm)							
	>8	8-4	4-2	2-1	1-0.5	0.5-0.25	0.25-0.050	<0.050
Kontrol	0	18.5	94.7	144.9 ^b	172.6	166.4 ^a	149.7	2.9
1. Doz	0	21.1	112.2	171.6 ^a	175.5	136.9 ^b	130.0	2.4
2. Doz	0	19.3	93.6	157.1 ^b	178.1	155.4 ^{ab}	145.7	0.4
3. Doz	0	29.9	106.8	147.4 ^b	167.3	151.4 ^{ab}	144.5	2.2
Önemlilik Derecesi		Ö.D	Ö.D	**	Ö.D	*	Ö.D	Ö.D

LSD> 0.05

1. Değerler 3 tekerrür ortalamasıdır.

2. Aynı harfle gösterilmeyen değerler arasındaki farklar % 5 düzeyinde önemlidir.

* :% 5 Düzeyinde önemli.

** :% 1 Düzeyinde önemli.

Ö.D: Önemli değil.

4. 2. 8. Melas uygulamasının agregat büyüklük dağılımı üzerine etkisi.

Melas uygulamasının agregat büyüklük dağılımı üzerine olan etkisi çizelge 4.12'de verilmiştir. Çizelge 4.12 incelendiğinde toprak örneğindeki agregat oluşumunda 8 mm'den büyük boyuta sahip agregatların oluşmadığı, melas uygulamasının deneme toprağındaki agregat büyüklük dağılımı üzerine olan etkisi tüm agregat boyutunda istatistiksel olarak önemsiz olduğu görülmektedir. Kullanılan materyalin mikrobiyal üniteler tarafından kısa sürede ayrıştırılıp kullanılmasına bağlı olarak agregat oluşumu üzerine olan etkisinin kısa süreli olabileceği, melas materyalin bu etkisinin doğrudan etkisinin yanında ortamdaki mikrobiyal biyoması arttırmasına bağlı olarak dolaylı yoldan da gerçekleştirilebileceği sanılmaktadır.

Demiralay (1970) tarafından, belirli organik madde fraksiyonlarının polisakkaritler, poliüronoidler gibi, bunların orijinleri ne olursa olsun (hayvansal veya bitkisel) agregatların stabile edilmesinde başlıca rol oynadıkları ve strüktürü geliştirici olarak kullanıldığı belirtilmektedir. Ancak bu materyallerin toprak mikroorganizmaları tarafından parçalanmaya maruz bırakılmasından dolayı topraktaki yapısal değişime olan eğilimlerinin kısa süreli olduğu bildirilmiştir.

Topraklara yapılacak daha etkin bir melas uygulamasıyla yada farklı organik materyallerle yapılacak zenginleştirmelerle periyodik olarak kullanımının melasın agregat oluşumu üzerine etki düzeyinin daha fazla olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.12. Melas uygulamasının agregat büyüklük dağılımı üzerine etkisi (g/750 g toprak).

DOZLAR	Agregat Boyutu (mm)							
	>8	8-4	4-2	2-1	1-0.5	0.5-0.25	0.25-0.050	<0.050
Kontrol	0	18.5	94.7	144.9	172.6	166.4	149.7	2.9
1. Doz	0	18.4	102.2	167.8	174.0	144.0	141.6	1.4
2. Doz	0	22.2	101.9	154.9	164.3	143.0	157.9	2.6
3. Doz	0	21.8	106.4	152.3	163.3	148.9	153.9	3.0
Önemlilik Derecesi		Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D

LSD> 0.05

1. Değerler 3 tekerrür ortalamasıdır.

Ö.D: Önemli değil.

4. 2. 9. Pamuk küspesi uygulamasının agregat büyüklük dağılımı üzerine etkisi

Pamuk küspesi uygulamasının agregat büyüklük dağılımı üzerine olan etkisi çizelge 4.13'de verilmiştir. Çizelge 4.13 incelendiğinde toprak örneğindeki agregat oluşumunda 8 mm'den büyük boyuta sahip agregatların oluşmadığı, pamuk küspesi uygulamasının agregat büyüklük dağılımı üzerine olan etkisinin 1-0.5 mm boyuta sahip agregatlarda istatistiksel olarak % 5 düzeyinde önemli olduğu görülmektedir. Bu etki kontrol örnekle karşılaştırıldığında pamuk küspesi uygulamasının 2. dozuyla kontrol örnek arasında istatistiksel olarak bir fark gözlenmezken diğer dozlarda kontrol örneğe göre agregat büyüklük dağılımını azaltıcı bir etki göstermiştir.

Diğer agregat boyutlarında agregat miktarı üzerine pamuk küspesi uygulamasının istatistiksel olarak etkisi önemsiz olmuştur. Herhangi bir işleme uğramamış bu materyalin içeriğinin zenginleştirilerek daha fazla miktarlarda etkin bir biçimde kullanılması ile toprakların agregat yapısı üzerine etkilerinin daha yüksek düzeylerde gerçekleşeceği düşünülmektedir.

Soong (1980), ayrışmaya uğramış organik materyallerin ayrışmaya uğramamış organik materyallerden daha çok agregasyon yüzdesi üzerine etki yaptığını belirtmişlerdir.

Çizelge 4.13. Pamuk küspesi uygulamasının agregat büyüklük dağılımı üzerine etkisi (gr/750 gr toprak).

DOZLAR	Agregat Boyutu (mm)							
	>8	8-4	4-2	2-1	1-0.5	0.5-0.25	0.25-0.050	<0.050
Kontrol	0	18.5	94.7	144.9	172.6 ^a	166.4	149.7	2.9
1. Doz	0	24.7	93.8	143.0	162.8 ^{ab}	155.3	164.9	5.3
2. Doz	0	23.9	93.7	142.0	169.5 ^a	160.6	156.5	3.3
3. Doz	0	29.4	104.5	146.6	154.0 ^b	142.4	168.3	6.0
Önemlilik Derecesi		Ö.D	Ö.D	Ö.D	*	Ö.D	Ö.D	Ö.D

LSD> 0.05

1. Değerler 3 tekerrür ortalamasıdır.

2. Aynı harfle gösterilmeyen değerler arasındaki farklar % 5 düzeyinde önemlidir.

*: % 5 Düzeyinde önemli.

Ö.D: Önemli değil.

4. 3. Toprak Örneklerinin Agregat Stabilite Yüzdesi

4. 3. 1. Kontrol toprak örneğinin agregat stabilite yüzdesi

Çizelge 4.14'de kontrol toprak örneğinin agregat stabilitesi yüzdesi değerleri verilmiştir. Çizelge 4.14'deki kontrol toprak örneğinin agregat stabilitesi yüzdesi değerleri incelendiğinde en yüksek stabiliteye sahip agregat boyutunun % 80.7 değeriyle 0.25-0.050 mm boyuta sahip agregatların, agregat stabilite yüzdesinin en düşük olduğu agregat boyutunun ise % 30 değeriyle 2-1 mm boyuta sahip agregatlar olduğu görülmektedir. Kontrol toprak örneğindeki agregat stabilite yüzdesinin genelde küçük boyuta sahip agregatlarda daha yüksek olduğu, diğer boyuta sahip agregatların stabilite değerlerinin ise birbirleriyle yakın değerlerde olduğu görülmektedir. Kontrol toprak örneğindeki mevcut agregat stabilitesinin toprakta yüksek miktarlarda bulunan kireç ve kil içeriğine bağlı olarak geliştiği, demir hidroksitlerinde bu olayda etkin bir görev üstlendiği düşünülmektedir .

Çizelge 4. 14. Kontrol toprak örneğinin agregat stabilite %'si.

Agregat Boyutu (mm)	8-4	4-2	2-1	1-0.5	0.5-0.25	0.25-0.050
Agregat Stabilite %’si	34.3	40.1	30.0	33.8	54.1	80.7

4. 3. 2. Katı humik asit uygulamasının agregat stabilite yüzdesi üzerine etkisi

Katı humik asit uygulamasının agregat stabilitesi yüzdesi üzerine olan etkisi çizelge 4.15’de gösterilmiştir. Çizelge 4.15 incelendiğinde, katı humik asit uygulamasının agregat stabilite yüzdesi üzerine etkisi istatistiksel olarak 8–4 mm boyuta sahip agregatlarda % 0.1, 4–2 mm boyuta sahip agregatlarda % 5 düzeyinde gerçekleşmiştir. Kontrol örnekle karşılaştırıldığında tüm uygulama düzeyleri 8–4 mm boyuta sahip agregatlardaki agregat stabilite yüzdesini arttırmıştır. Katı humik asit uygulaması en yüksek etkiyi % 57.7 ve % 56.7 değeriyle 2. ve 3. doz seviyesinde gerçekleştirmiştir. 2. ve 3. doz arasında istatistiksel olarak herhangi bir fark gözlenmemekle beraber uygulanan organik madde miktarı arttıkça etki düzeyi de artmaktadır.

Katı humik asit uygulaması 4–2 mm boyuta sahip agregatlarda uygulama düzeyi arttıkça stabilite yüzdesinde de artış sağlamıştır. En yüksek artışı % 59.2’lik değerle katı humik asit uygulamasının 3. dozu sağlarken 1. doz ile kontrol örnek arasında istatistiksel olarak bir fark gözlenmemiştir.

Diğer agregat boyutlarındaki agregat stabilite yüzdesi üzerine katı humik asidin etkisi ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Piccolo ve Mbagwu (1994) tarafından, Nijerya’nın güney bölgesindeki güçlü ve zayıf agregat yapısına sahip iki adet topraktan alınmış örneklere humik asit, anyonik özellikteki agro kimyasal madde ve iyonik olmayan özellikteki agro kimyasal madde uygulanmış ve bu topraklardaki strüktürel stabilitenin değişimi üzerine bir araştırma yapılmıştır. Suya dayanıklı makro agregatların oranı humik asit ve iyonik olmayan

özelliğindeki agro kimyasal materyalinin artan dozlarında arttığı, diğer yandan anyonik özelliğindeki agro kimyasalın her iki toprak örneği üzerine uygulanmasıyla suya dayanıklı agregat oranının düştüğü tespit edilmiştir. Humik asit ve iyonik olmayan özelliğindeki agro kimyasal materyalinin birlikte uygulanmasıyla elde edilen suya dayanıklı agregat miktarı, her birinin yalnız başına uygulanmasıyla elde edilen suya dayanıklı agregat değerinden daha yüksek olduğu bildirilmiştir.

Rashad vd (2000) tarafından, killi tın ve tınlı kum bünyeye sahip iki toprağa doğal peat materyali ve pelet şeklindeki humik madde uygulanmıştır. 80 günlük bir uygulama periyodunun ardından suya dayanıklı agregatların büyüklük dağılımının farklı düzeylerde etkilendiği, uygulamaların tümünde >0.25 mm boyutlu stabil agregat miktarında bir artış gözlemlendiği bildirilmiştir. Killi tın bünyeli toprakta pelet şeklindeki humik materyal uygulamasının 2 ve 1 mm boyutlu agregat miktarında artışa neden olduğu, doğal peat materyali uygulamasıyla 0.5-0.25 mm boyutlu agregatlarda stabilizasyonu sağlarken daha büyük agregatlarında stabil olmasını sağladığı bildirilmiştir.

Çizelge 4.15. Katı humik asit uygulamasının agregat stabilite %'si üzerine etkisi.

Dozlar	Agregat Boyutu (mm)					
	8-4	4-2	2-1	1-0.5	0.5-0.25	0.25-0.050
Kontrol	34.3 ^c	40.1 ^b	30.0	33.8	54.1	80.7
1. Doz	45.0 ^b	41.9 ^b	26.2	29.8	57.6	81.3
2. Doz	57.7 ^a	51.1 ^{ab}	38.5	29.8	60.0	85.4
3. Doz	56.7 ^a	59.2 ^a	40.2	33.2	65.9	88.5
Önemlilik Derecesi	***	*	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D

LSD> 0.05

1. Değerler 3 tekerrür ortalamasıdır.

2. Aynı harfle gösterilmeyen değerler arasındaki farklar % 5 düzeyinde önemlidir.

*: % 5 Düzeyinde önemli.

***: % 0.1 Düzeyinde önemli.

Ö.D: Önemli değil.

4. 3. 3. Sıvı humik asit uygulamasının agregat stabilite yüzdesi üzerine etkisi

Sıvı humik asit uygulamasının agregat stabilitesi yüzdesi üzerine olan etkisi çizelge 4.16'da gösterilmiştir. Çizelge 4.16 incelendiğinde, sıvı humik asit uygulamasının agregat stabilite yüzdesi üzerine etkisi istatistiksel olarak 8-4 mm ve 1-0.5 mm boyuta sahip agregatlarda % 1 düzeyinde etkili olmuştur.

8-4 mm boyuta sahip agregatlarda sıvı humik asidin tüm uygulamalarında bir artış görülmekle beraber en yüksek etki % 48.5 değeriyle 3. doz seviyesinde meydana gelmiştir. Kontrol örnekle karşılaştırıldığında sıvı humik asit uygulamasının 1. ve 2. doz seviyelerinin agregat stabilite yüzdesi üzerine etkisinde istatistiksel olarak herhangi bir fark göstermemiştir.

1-0.5 mm boyuta sahip agregatlardaki sıvı humik asidin etkisi kontrol örnekle karşılaştırıldığında sıvı humik asit uygulamasının 1. ve 3. dozu ile kontrol arasında istatistiksel olarak herhangi bir fark meydana gelmemiştir. Sıvı humik asit uygulamasının 2. dozu ise % 25.77 değeriyle bu agregat boyutundaki stabilite yüzdesinde bir azalmaya neden olmuştur. Diğer agregat boyutlarında sıvı humik asit uygulamasının agregat stabilite yüzdesi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Elde edilen bulgulara göre sıvı humik asit kullanımıyla daha çok büyük boyutlu agregatların olumlu yönde etkilendiği görülmektedir. Bu tür materyallerin etkin bir biçimde periyodik olarak kullanımıyla agregat stabilitesinin geliştirilebileceği düşünülmektedir.

Benzer şekilde Kütük vd (2000) tarafından yapılmış bir çalışmada, sıvı humik asidin çeşitli toprak özellikleri üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Çalışmada yedi farklı humik asit dozu ve üç farklı uygulama periyodu denenmiş, suya dayanıklı agregat miktarının humik asit uygulamasının en yüksek dozunda elde edildiği bildirilmiştir. Çalışmada uygulama periyodunun artması ile suya dayanıklı agregat miktarında bir azalmanın meydana geldiği bildirilmiştir.

Dinel vd (1991), siltli kil bünyeye sahip bir toprağa humik ve fibrik materyal uygulamışlar ve bu materyallerin asıl olarak >1 mm boyutundaki agregat ünitelerini geliştirdiğini tespit etmişlerdir. Kullanılan humik materyalin agregat stabilitesindeki etkisinin materyalin doğal kimyasal özelliğine, fibrik materyalin ise ortama ilave edilen miktarına bağlı olması ile gerçekleştiği bildirilmiştir. Ayrışmış ve stabilize olan organik materyallerin strüktürel stabilite üzerinde düşük oranlarda fakat yüksek düzeyde etki derecesine sahip olduğu, bu materyallerin içerisindeki uzun zincir yapıları alifatik bileşiklerin bol miktarlarda bulunmasının bu etkinin ortaya çıkmasında başlıca rol aldığı bildirilmiştir.

Piccolo ve Mbagwu (1990) tarafından, mikro agregatların stabilitelerinin humik madde içeriği ile (humik asit veya humik+fulvik asit) önemli derecede bir korelasyona sahip olduğu bildirilmiştir.

Gu ve Doner (1993) tarafından, ortamda polivalent katyonların yokluğuyla humik maddelerin ve özellikle humik asidin agregat stabilitesini etkilemediği, ortamda hem polivalent katyonların hem de organik polianyonların bulunmasıyla kil dispersiyonunun önlenmesinin mümkün olabileceği bildirilmiştir.

Çizelge 4.16. Sıvı humik asit uygulamasının agregat stabilite %'si üzerine etkisi.

Dozlar	Agregat Boyutu (mm)					
	8-4	4-2	2-1	1-0.5	0.5-0.25	0.25-0.050
Kontrol	34.3 ^b	40.1	30.0	33.8 ^a	54.1	80.7
1. Doz	40.9 ^b	39.4	26.6	33.2 ^a	59.2	71.5
2. Doz	39.2 ^b	38.7	25.3	25.7 ^b	56.7	80.4
3. Doz	48.5 ^a	46.7	22.7	33.5 ^a	52.6	81.5
Önemlilik Derecesi	**	Ö.D	Ö.D	**	Ö.D	Ö.D

LSD> 0.05

1. Değerler 3 tekrerrüt ortalamasıdır.

2. Aynı harfle gösterilmeyen değerler arasındaki farklar % 5 düzeyinde önemlidir.

** : % 1 Düzeyinde önemli.

Ö.D: Önemli değil.

4. 3. 4. Konsantre bitki ekstraktı uygulamasının agregat stabilite yüzdesi üzerine etkisi

Konsantre bitki ekstraktı uygulamasının agregat stabilite yüzdesi üzerine olan etkisi çizelge 4.17'de gösterilmiştir. Çizelge 4.17 incelendiğinde, konsantre bitki ekstraktı uygulaması 0.5–0.25 mm boyuta sahip agregatlarda istatistiksel olarak % 5 düzeyinde etkili olmuştur. Kontrol örnekle karşılaştırıldığında konsantre bitki ekstraktı uygulamasının bu agregat boyutundaki stabilite yüzdesini azaltıcı etki göstermiştir. 2. ve 3. doz seviyesindeki konsantre bitki ekstraktı uygulaması bu boyuttaki agregat stabilite yüzdesini sırayla % 35.6 ve 35.2'lik değerle en fazla azaltıcı etkiyi meydana getiren uygulama olmuştur. Benzer durum agregat büyüklük dağılımında da görülmektedir.

Konsantre bitki ekstraktı uygulamasının diğer agregat boyutlarındaki stabilite yüzdesi üzerine olan etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Brandsma vd (1999), dört çeşit ticari organik toprak düzenleyiciyi siltli tın bünyeye sahip topraklar üzerine uygulayarak bu ticari toprak düzenleyicilerin toprağı stabilize etmedeki özelliklerini araştırmışlardır. Uygulamada kullanılan Soil-Tex, Humus, Agri-SC, ve Kiwi Green isimli toprak düzenleyicilerinden Soil-Tex ve Kiwi Green uygulamaları sonrasında kabuk oluşumuna karşı dayanıklılığının ve Agri-SC uygulaması sonrasında ise agregat stabilitesinin arttığı görülmüştür. Organik kökenli kimyasal toprak düzenleyicilerin uygulamaları genellikle toprağın erozyona yatkınlığını azaltıp yapısını iyileştirerek toprağın korunmasında yararlı yapısal değişiklikler meydana getirdiğini belirtmişlerdir.

Çizelge 4.17. Konsantre bitki ekstraktı uygulamasının agregat stabilite %'si üzerine etkisi.

Dozlar	Agregat Boyutu (mm)					
	8-4	4-2	2-1	1-0.5	0.5-0.25	0.25-0.050
Kontrol	34.3	40,1	30.0	33.8	54.1 ^a	80.7
1. Doz	35.9	40.9	27.7	32.7	51.2 ^{ab}	80.6
2. Doz	39.3	42.4	36.4	25.9	35.6 ^b	84.3
3. Doz	42.2	45.7	33.1	27.7	35.2 ^b	75.8
Önemlilik Derecesi	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	*	Ö.D

LSD> 0.05

1. Değerler 3 tekrür ortalamasıdır.

2. Aynı harfle gösterilmeyen değerler arasındaki farklar % 5 düzeyinde önemlidir.

*: % 5 Düzeyinde önemli.

Ö.D: Önemli değil.

4. 3. 5. Ahır gübresi uygulamasının agregat stabilite yüzdesi üzerine etkisi

Ahır gübresi uygulamasının agregat stabilitesi yüzdesi üzerine olan etkisi çizelge 4.18'de gösterilmiştir. Çizelge 4.18 incelendiğinde, ahır gübresi uygulamasının tüm agregat boyutundaki stabilite yüzdesindeki etkisi istatistiksel olarak önemsiz olduğu görülmektedir. Ahır gübresi uygulamasından elde edilen bu etkinin materyalin doğal özelliğinden kaynaklandığı, ahır gübresinin topraktaki etkisinin gerçekleşebilmesi için uzun bir süreye ihtiyaç duyulmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitelik ve nicelik bakımından kaliteli ahır gübresinin yüksek miktarlarda etkin bir biçimde kullanılması ile stabilite üzerine etkisinin daha fazla olacağı düşünülmektedir.

Yao vd (1990) tarafından, topraklara uygun hayvan gübresi verildiğinde ve toprak idaresi gerçekleştirildiğinde orta subtropik kırmızı topraklardaki agregat stabilitesinin arttığı belirtilmiştir.

Canpolat ve Demiralay (1995) tarafından, batı Iğdır ovasından alınan dört adet yüzey toprak örneğine (0-10 cm) organik materyal olarak çiftlik gübresi ve buğday samanını beş farklı düzeyde uygulamışlar ve altı haftalık uygulama süresi sonunda örneklerin agregat stabilitesi, kırılma değeri ve briket hacim ağırlıkları tespit edilmiştir.

İlave edilen organik madde miktarı arttıkça agregat stabilitesinde önemli derecede artışlar kaydedildiği, çiftlik gübresi ve buğday samanı ilaveli toprakların agregat stabilitesi ile briket hacim ağırlığı arasında ve agregat stabilitesi ile kırılma değerleri arasında önemli negatif ilişkiler olduğu tespit edilmiştir. Deneme topraklarının agregat stabilitesinde sağlanan artışların çiftlik gübresine nazaran buğday samanı ilaveli topraklarda daha belirgin olduğu belirlenmiştir.

Belirtilen görüşlerin aksine Piccolo ve Mbagwu (1990), topraktaki total organik madde miktarı ile stabilite arasında önemli derecede bir ilişkinin var olmadığını söylemişlerdir.

Çizelge 4.18. Ahır gübresi uygulamasının agregat stabilite %'si üzerine etkisi.

Dozlar	Agregat Boyutu (mm)					
	8-4	4-2	2-1	1-0.5	0.5-0.25	0.25-0.050
Kontrol	34.3	40,1	30.0	33.8	54.1	80.7
1. Doz	36.9	42.1	26.7	33.5	51.8	76.1
2. Doz	44.2	54.6	31.0	28.5	51.0	84.3
3. Doz	49.0	44.3	31.9	47.1	58.7	84.4
Önemlilik Derecesi	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D

LSD> 0.05

1. Değerler 3 tekerrür ortalamasıdır.

Ö.D: Önemli değil.

4. 3. 6. Tavuk gübresi uygulamasının agregat stabilite yüzdesi üzerine etkisi

Tavuk gübresi uygulamasının agregat stabilitesi yüzdesi üzerine olan etkisi çizelge 4.19'de gösterilmiştir. Çizelge 4.19 incelendiğinde, tavuk gübresi uygulamasının 8-4 mm boyuta sahip agregatlardaki stabilite yüzdesi üzerine etkisi istatistiksel olarak % 0.1 düzeyinde gerçekleşmiştir. Bu boyuttaki agregat stabilite yüzdesi en yüksek % 52.0'lik değerle tavuk gübresi uygulamasının 1. dozunda meydana gelmiştir. Tavuk gübresinin diğer uygulamalarıyla kontrol örnek arasında ise istatistiksel olarak bir fark gözlenmemiştir.

Tavuk gübresi uygulamasının 4-2 mm boyuta sahip agregatlardaki stabilite yüzdesi üzerine olan etkisi istatistiksel olarak % 5 düzeyinde gerçekleşmiştir. Bu boyuttaki agregat stabilite yüzdesi en yüksek % 54.5'lik değerle tavuk gübresi uygulamasının 1. dozunda meydana gelmiştir. Tavuk gübresinin diğer uygulamalarıyla kontrol örnek arasında istatistiksel olarak bir fark gözlenmemiştir.

Tavuk gübresi uygulamasının diğer agregat boyutlarındaki stabilite yüzdesi üzerine olan etkisi ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Genel olarak tavuk gübresi uygulamasının büyük boyuta sahip (8-4 ve 4-2 mm) agregatların stabilitesinde bir gelişme sağladığı görülmektedir. Tavuk gübresinin düzenli ve etkin bir biçimde kullanılması ile söz konusu topraklardaki agregat stabilitesinin geliştirilebileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.19. Tavuk gübresi uygulamasının agregat stabilite %'si üzerine etkisi.

Dozlar	Agregat Boyutu (mm)					
	8-4	4-2	2-1	1-0.5	0.5-0.25	0.25-0.050
Kontrol	34.3 ^b	40.1 ^b	30.0	33.8	54.1	80.7
1. Doz	52.0 ^a	54.5 ^a	31.1	32.1	54.4	80.2
2. Doz	26.9 ^b	33.0 ^b	30.7	39.0	51.3	83.3
3. Doz	32.2 ^b	33.8 ^b	23.0	26.8	51.2	84.1
Önemlilik Derecesi	***	*	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D

LSD> 0.05

1. Değerler 3 tekerrür ortalamasıdır.
2. Aynı harfle gösterilmeyen değerler arasındaki farklar % 5 düzeyinde önemlidir.
- *: % 5 Düzeyinde önemli.
- ***: % 0.1 düzeyinde önemlidir.
- Ö.D: Önemli değil.

4. 5. 7. Çöp kompostu uygulamasının agregat stabilite yüzdesi üzerine etkisi

Çöp kompostu uygulamasının agregat stabilite yüzdesi üzerine olan etkisi çizelge 4.20'de gösterilmiştir. Çizelge 4.20 incelendiğinde, çöp kompostu uygulamasının 2-1 mm ve 1-0.5 mm boyuta sahip agregatlardaki stabilite yüzdesi üzerine etkisi istatistiksel olarak % 1 düzeyinde gerçekleşmiştir. Çöp kompostu

uygulaması 2–1 mm ve 1–0.5 mm boyuta sahip agregatların stabilite yüzdesinde kontrol örneğe göre bir azalmaya neden olurken uygulamalar arasında istatistiksel olarak herhangi bir fark meydana gelmemiştir.

Çöp kompostu uygulamasının diğer agregat boyutlarındaki stabilite yüzdesi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Caravaca vd (2001) tarafından yapılan bir çalışmada, kil boyutundaki fraksiyonlarında <10 g/kg organik karbon içeren ve strüktürel özelliğini büyük oranda kaybetmiş olan semiarid iki bölge toprağına yıllık 30 g/kg taze ve kompostlaşmış organik atık 2 yıl süreyle sera ortamında toplam 60 g/kg olmak üzere uygulanmıştır. Taze organik atık ilavesinin suya dayanıklı agregat stabilitesinde % 17 düzeyinde artış sağladığı, kompostlaşmış organik atık ilavesinin ise kil içeriğı yüksek olan topraklarda % 13 düzeyinde agregat stabilitesinde artış sağladığı belirtilmiştir. Her iki toprakta ince silt fraksiyonu içerisindeki organik karbon ve humin maddelerdeki büyük artışın kompost ilavesi ile gerçekleştiğı bildirilmiştir.

Benzer şekilde Bresson vd (2001) tarafından yapılan çalışmada, yüzeyinde meydana gelen degradasyon sonucu yüzey akışı ve erozyona maruz kalan siltli tın bünyeye sahip lös toprağına 15 g/kg kompost uygulanmıştır. Çalışmada kompost uygulamasının tohum yatağı bölgesindeki agregatların bozulmasını önlediğı, yüksek düzeydeki stabil olmayan topraklara kompost ilavesinin yüzey topraktaki strüktürel degradasyon üzerine olumlu yönde etki ettiğı belirtilmiştir.

Çizelge 4.20. Çöp kompostu uygulamasının agregat stabilite %'si üzerine etkisi.

Dozlar	Agregat Boyutu (mm)					
	8-4	4-2	2-1	1-0.5	0.5-0.25	0.25-0.050
Kontrol	34.3	40,1	30.0 ^a	33.8 ^a	54.1	80.7
1. Doz	30.1	29.4	20.9 ^b	26.5 ^b	52.4	84.7
2. Doz	26.8	33.4	23.3 ^b	24.7 ^b	48.8	83.7
3. Doz	43.1	38.6	19.2 ^b	26.9 ^b	55.9	83.6
Önemlilik Derecesi	Ö.D	Ö.D	**	**	Ö.D	Ö.D

LSD> 0.05

1. Değerler 3 tekerrür ortalamasıdır.

2. Aynı harfle gösterilmeyen değerler arasındaki farklar % 5 düzeyinde önemlidir.

** : % 1 Düzeyinde önemli.

Ö.D: Önemli değil.

4. 3. 8. Melas uygulamasının agregat stabilite yüzdesi üzerine etkisi

Melas uygulamasının agregat stabilite yüzdesi üzerine olan etkisi çizelge 4.21'de gösterilmiştir. Çizelge 4.21 incelendiğinde, melas uygulamasının agregat stabilite yüzdesi üzerine olan etkisi 8-4 mm boyuta sahip agregatlarda istatistiksel olarak % 5 düzeyinde gerçekleşmiştir. En yüksek etkiyi melas uygulamasının %59.3'lük değerle 3. dozu sağlarken diğer uygulamalar kontrol örnekle karşılaştırıldığında istatistiksel olarak herhangi bir fark meydana getirmemiştir.

Melas uygulaması diğer agregat boyutlarındaki stabilite yüzdesinde istatistiksel olarak önemli bir etki meydana getirmemiştir. Melas uygulamasının agregat stabilite yüzdesinde beklenen etkiyi gösterememesinin nedeni olarak, bu materyalin toprakta mikrobiyal ünitelerce kısa sürede parçalanıp kullanılması ile ilgili olabileceği düşünülmektedir. Daha yüksek dozlarda ve etkin bir biçimde melas kullanımının gerçekleştirilmesi ile toprağın agregat stabilitesinde artışın elde edilebileceği tahmin edilmektedir. Melas uygulamasının bu etkisinin doğrudan toprak parçalarını yapıştırma etkisinden kaynaklanacağı gibi topraktaki mikroorganizma faaliyetini arttırarak büyük boyutlu agregatlara etkisi olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.21. Melas uygulamasının agregat stabilite %'si üzerine etkisi.

Dozlar	Agregat Boyutu (mm)					
	8-4	4-2	2-1	1-0.5	0.5-0.25	0.25-0.050
Kontrol	34.3 ^b	40.1	30.0	33.8	54.1	80.7
1. Doz	35.7 ^b	35.4	22.7	28.5	52.5	82.5
2. Doz	26.8 ^b	39.6	25.1	27.5	51.0	83.7
3. Doz	59.3 ^a	40.5	27.3	36.9	52.9	82.3
Önemlilik Derecesi	*	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D

LSD> 0.05

1. Değerler 3 tekerrür ortalamasıdır.

2. Aynı harfle gösterilmeyen değerler arasındaki farklar % 5 düzeyinde önemlidir.

*: % 5 Düzeyinde önemli.

Ö.D: Önemli değil.

4. 3. 9. Pamuk küspesi uygulamasının agregat stabilite yüzdesi üzerine etkisi

Pamuk küspesi uygulamasının agregat stabilite yüzdesi üzerine olan etkisi çizelge 4.22'de gösterilmiştir. Çizelge 4.22 incelendiğinde, pamuk küspesi uygulamasının agregat stabilite yüzdesi üzerine olan etkisi 8-4 mm boyuta sahip agregatlarda istatistiksel olarak % 1 düzeyinde etkili olmuştur. Pamuk küspesi uygulaması kontrol örnekle karşılaştırıldığında agregat stabilite yüzdesinde bir artış sağlarken en yüksek etkiyi % 68.5'lik değerle 1. doz seviyesindeki uygulama meydana getirmiştir. Diğer uygulamalar arasında agregat stabilite yüzdesi üzerine etki bakımından istatistiksel olarak bir fark gözlenmemiştir.

Pamuk küspesi uygulamasının 1-0.5 mm boyuta sahip agregatlardaki stabilite %'si üzerine olan etkisi istatistiksel olarak % 0.1 düzeyinde etkili olmuştur. Bu boyuttaki agregat stabilite %'si üzerine en yüksek etkiyi % 77.4 ve % 76.2'lik değerle pamuk küspesi uygulamasının 3. ve 2. dozu sağlamıştır. Kontrol örnekle pamuk küspesinin 1. dozu arasında agregat stabilite %'si üzerine etki bakımından istatistiksel olarak herhangi bir fark oluşmamıştır.

Diğer agregat boyutlarındaki agregat stabilite yüzdesi pamuk küspesi uygulamasıyla istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilenmemiştir. Pamuk küspesinin

agregat stabilitesi üzerine yapmış olduğu bu etkinin pamuk küspesinin yapısal özelliğinden özellikle organik madde ve azot içeriğinin diğer organik materyaller içinde en yüksek değere sahip olması ile C/N oranının arzu edilen seviyede olmasından kaynaklandığı sanılmaktadır. Ayrıca pamuk küspesi uygulamasının toprak ortamundaki mikroorganizma faaliyetini arttırmasına bağlı olarak mikrobiyal ürün miktarındaki artışın toprak parçalarını daha güçlü bir şekilde bir araya getirdiği düşünülmektedir.

Plante ve Voroney (1998) tarafından yapılan bir çalışmada, kolza tohumu ve yağlı yiyecek atıklarının toprağa uygulanması ile bu materyallerin potansiyel agronomik faydaları tarla ve laboratuvar çalışmaları ile araştırılmıştır. Uygulama sonunda topraktaki mikrobiyal biyomas karbondaki bir artışın sağlandığı ve bu artışın kontrol örneklerden beş kat daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Suya dayanıklı agregat stabilitesinin ilave edilen atık miktarı ile birlikte arttığı, benzer bir ilişkinin kolza yağı ilavesiyle agregat stabilitesinin artışında elde edildiği bildirilmiştir. Mikrobiyal ürünlerin parçacıkları birleştirici kabiliyetlerinin uzun süre devam etmesinin bu mikrobiyal canlıların toprakların agregasyonlarındaki artışından birinci dereceden etkili olmasından kaynaklandığı bildirilmiştir.

Lalande vd (1998), bitki sürgünlerinin parçalanmasıyla elde edilen talaşın tın bünyeye sahip toprağa uygulanmasından sonraki 20 hafta boyunca topraktaki total karbon ve azot içeriği, bakteri, mantar ve aktinomiset popülasyonu, mikrobiyal biyomas ve aktivitesi izlenerek uygulanan atığın topraktaki suya dayanıklı agregat stabilitesi ve toprağın besin içeriğini nasıl etkilediğini incelenmiştir. Talaş ilavesi hızlı bir biçimde (8 hafta içerisinde) aktinomiset ve bakteriyel gelişimini sağladığı, daha sonraki dönemlerde ise bu etkinin zamanla azaldığı belirtilmiştir. En önemli ve en uzun etkinin mantar popülasyonunda birbirini takip eden iki yıl içinde gözleendiği, ikinci yıl içerisinde mantar popülasyonunda ki bu ilerlemenin suya dayanıklı agregat stabilitesinde geniş değerlerde ve önemli bir düzeyde artışın sağlanmasından sorumlu olduğu belirtilmiştir.

Oades (1984) tarafından, mikro agregatlardaki kil partiküllerinin dispersiyonunun kil yüzeylerindeki negatif iyonların artışı ve adsorbe olmuş kompleks yapıdaki organik asitler tarafından ilerletildiğini, bu asitlerin bitkiler, mantarlar, ve bakteriler tarafından üretildiği bildirilmektedir. Mikro agregatlar içerisindeki kilerin dispers olma eğilimlerinin polisakkaritlerin birleştirici hareketleriyle, esas olarak ise bakteriler tarafından üretilen musilaj madde, bitki kökleri ve mantar miselleri tarafından dengelendiği belirtilmiştir. Mikro agregatların stabilitesinin, kil mineralleri ve organik kolloidler arasındaki çok değerlikli katyonların birleştirici etkileri tarafından da sağlandığı bildirilmektedir.

Çizelge 4.22. Pamuk küspesi uygulamasının agregat stabilite %'si üzerine etkisi.

Dozlar	Agregat Boyutu (mm)					
	8-4	4-2	2-1	1-0.5	0.5-0.25	0.25-0.050
Kontrol	34.3 ^b	40,1	30.0	33.8 ^b	54.1	80.7
1. Doz	68.5 ^a	62.8	42.9	38.3 ^b	63.0	75.6
2. Doz	40.8 ^b	43.7	38.1	76.2 ^a	62.7	82.3
3. Doz	40.1 ^b	36.3	37.2	77.4 ^a	57.4	84.7
Önemlilik Derecesi	**	Ö.D	Ö.D	***	Ö.D	Ö.D

LSD> 0.05

1. Değerler 3 tekerrür ortalamasıdır.

2. Aynı harfle gösterilmeyen değerler arasındaki farklar % 5 düzeyinde önemlidir.

** : % 1 Düzeyinde önemli.

*** : % 0.1 Düzeyinde önemli.

Ö.D: Önemli değil.

5. SONUÇ

Değişik kökene sahip organik materyallerin topraktaki agregat oluşum ve stabilitesi üzerine etkisini belirlemek amacıyla uygulanan farklı kökene sahip sekiz adet organik materyalin toprağın agregat oluşum ve stabilitesi üzerine etkisi değişik agregat boyutlarında farklı düzeylerde gerçekleşmiştir.

Katı humik asit uygulaması ile 0.5-0.25 mm ve 0.25-0.050 mm boyuta sahip agregatların oluşumu istatistiksel olarak % 5 düzeyinde etkilenmiştir. Bu etki 0.5-0.25 mm boyuta sahip agregatlarda agregat oluşumunu azaltıcı yönde olmuş ve en yüksek 145.1 g değerle uygulamanın 1. dozunda gerçekleşmiştir. 0.25-0.050 mm boyuta sahip agregat oluşumunda ise uygulamanın 2. ve 3. dozu 166.8 g ve 170.5 g değerle en yüksek düzeyde agregat oluşumunu artırıcı etki yapmıştır.

Katı humik asit uygulamasının toprağın agregat stabilitesi üzerine olan etkisi istatistiksel olarak 8-4 mm agregat boyutunda % 1, 4-2 mm agregat boyutunda ise % 5 düzeyinde gerçekleşmiştir. Yapılan uygulama ile 8-4 mm boyuta sahip agregatların stabilitesinin uygulama düzeyinin artışı ile arttığı belirlenmiştir. Stabiledeki en yüksek değer % 57.7 ve % 56.7'lik değerle 2. ve 3. doz seviyesindeki uygulamada elde edilmiştir. 4-2 mm boyuta sahip agregatların stabilitesi en yüksek % 59.2'lik değerle katı humik asit uygulamasının 3. dozunda elde edilmiştir. Uygulama düzeyinin artışıyla stabilize değerinin de artması katı humik asit uygulamasının bu iki boyuta sahip agregat stabilitesinde önemli olduğunun bir göstergesi olarak yorumlanmaktadır.

Katı humik asit uygulamasının toprağın agregat oluşum ve stabilitesi üzerine olan bu artırıcı etkisinin, materyalin yapısal özelliği ile ilgili olarak C/N'nin düşük olması, buna bağlı olarak parçalanma için geçen sürenin azalmasının bu materyalin etki düzeyinin artmasına neden olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca bu etkinin toprakta baskın bir biçimde bulunan değişebilir katyonlardan Ca^{++} , Mg^{++} gibi çok değerlikli katyonların ve kil bünyeye sahip olan topraktaki kil parçacıkları ile humik asidin organo-mineral bağ oluşturması ile meydana geldiği sanılmaktadır.

Ünal ve Başkaya (1981) tarafından, humin maddelerinin topraktaki kil mineralleri ve oksitlerle bileşik oluşturabileceği, bu organik bileşenlerin anorganik kationların tabaka yüzeylerine ve genişleyebilir kil minerallerin tabaka aralarına bağlandığını belirtmişlerdir.

Gu ve Doner (1993), toprakta çok değerlikli kationların olmaması durumunda humik maddelerin özellikle humik asitlerin toprağın agregat stabilitesini etkilemediğini söylemişlerdir.

Sıvı humik asit uygulaması ile 2-1 mm boyuta sahip agregatların oluşumu istatistiksel olarak % 5 düzeyinde etkilenmiştir. En yüksek etki 171.4 g değerle uygulamanın 1. dozunda elde edilirken tüm uygulamalar agregat oluşumunda artış meydana getirmiştir. Sıvı humik asit uygulaması 0,5-0,25 mm boyuta sahip agregat oluşumunda istatistiksel olarak % 1 düzeyinde etkili olmuş ancak bu etki uygulamanın tüm dozlarında agregat oluşumunu azaltıcı yönde gerçekleşmiştir.

Sıvı humik asit uygulamasının toprağın agregat stabilitesi üzerine olan etkisi 8-4 mm ve 1-0,5 mm agregat boyutunda istatistiksel olarak % 1 düzeyinde gerçekleşmiştir. 8-4 mm boyuta sahip agregatlarda agregat stabilitesi üzerine etkiyi % 48,5'lik değerle en yüksek uygulamanın 3. dozu sağlarken diğer uygulamalar önemli bir fark meydana getirmemiştir. 1-0,5 mm boyuta sahip agregatların stabilitesinde ise uygulamanın 1. ve 3. dozu istatistiksel olarak önemli bir fark meydana getirmezken uygulamanın 2. dozu % 25,7'lik değerle stabilitede bir azalma meydana getirmiştir. Sıvı humik asidin bu boyuta sahip agregatların stabilitesinde bir azalma meydana getirmesi, agregat boyutu küçüldükçe kil parçacıklarının yüzeylerine adsorbe olmuş organik asitler tarafından dispers edilmesini sağlayan mantar ve bakteri popülasyonunu sıvı humik asidin artırması ile ilgili olabileceği düşünülmektedir. Zira Oades (1984), mikro agregatlardaki kil parçacıklarının dispersiyonunun, mantar ve bakteriler tarafından üretilen organik asitler tarafından artırıldığını belirtmiştir.

Konsantre bitki ekstraktı uygulamasının toprağın agregat oluşumuna etkisi 0,5-0,25 mm agregat boyutunda istatistiksel olarak % 5 düzeyinde etkili olmuştur.

Uygulamanın 3. dozu önemli bir farklılık meydana getirmemekle birlikte uygulamanın 1. ve 2. dozu agregat oluşumunda bir azalma meydana getirmiştir. Konsantre bitki ekstraktı uygulamasını agregat stabilitesi üzerine etkisi 0,5-0,25 mm agregat boyutunda istatistiksel olarak % 5 düzeyinde gerçekleşmiştir. Yapılan uygulamanın bu boyuta sahip agregat stabilitesinde en yüksek % 35,6 ve % 35,2'lik değerle 2. ve 3. dozu olmak üzere tüm uygulamalar azalma meydana getirmiştir. Konsantre bitki ekstraktı uygulamasının agregat oluşum ve stabilitesinde meydana getirdiği bu etkinin, materyalin topraktaki etkisinin kısa süreli olabileceği ile ilişkilendirilmiştir. Bu gibi organik materyallerin değişik organik materyallerle birlikte etkili bir biçimde kullanılmasının toprakların agregat oluşum ve stabilitesinde pozitif yönde artış sağlayabileceği düşünülmektedir.

Demiralay (1992), strüktür düzeltici olarak önerilen bir çok yapay organik polimerin stabil agregatların oluşmasını sağladığı, ancak bu organik polimerlerin mikrobiyal parçalanmaya kısa sürede uğradıkları için uzun ömürlü ve çoğu zamanda ekonomik olmadığını belirtmiştir.

Ahır gübresi uygulaması toprağın agregat oluşum ve stabilitesi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz olmuştur. Ahır gübresi uygulamasıyla elde edilen bu etki, materyalin parçalanma süresinin uzun dönem içerisinde gerçekleşmesine bağlı olarak etkisinin de uzun süreli olabileceği ile ilişkilendirilebilir. Daha yüksek oranlarda ve periyodik olarak ahır gübresi kullanımının toprağın agregat oluşum ve stabilitesini az da olsa geliştireceği düşünülmektedir.

Schachtschabel ve ark, yılda 7000-8000 kg/ha ahır gübresi kullanılan bir toprağın humus içeriğinin ahır gübresi kullanılmamış olan toprağın humus içeriğinden % 0,1-0,2 daha fazla olduğu, yüksek miktarda ahır gübresi verilmesi durumunda bile humus miktarını çok az arttırdığını bildirmişlerdir (Özbek vd 1993).

Çalışkan ve ark (1996), ahır gübresinin yüksek C/N değerine sahip olması nedeniyle ayrışma süresinin oldukça uzun olduğunu ve bu gibi materyallerin etkilerinin uzun dönemde gerçekleşeceğini bildirmişlerdir.

Tavuk gübresi uygulaması toprağın agregat oluşumunu 8-4 mm boyuta sahip agregatlarda istatistiksel olarak % 5 düzeyinde etkilemiştir. Bu etki en yüksek 36.2 g değerle uygulamanın 1. dozunda elde edilirken diğer uygulamalar önemli bir fark meydana getirmemiştir. Yapılan uygulamalar ile 1-0.5 mm boyuta sahip agregat oluşumu istatistiksel olarak % 1 düzeyinde etkilenmiştir. Elde edilen bu etkide uygulamanın 2. ve 3. dozu istatistiksel olarak bir fark meydana getirmemekle beraber uygulamanın 1. dozu agregat oluşumunda bir azalma meydana getirmiştir.

Tavuk gübresi uygulamasının toprağın agregat stabilitesi üzerine olan etkisi 8-4 mm boyuta sahip agregatlarda istatistiksel olarak % 0.1 düzeyinde gerçekleşmiştir. En yüksek etki % 52'lik değerle uygulamanın 1. dozuyla elde edilirken diğer uygulamalar önemli bir fark meydana getirmemiştir. Tavuk gübresi uygulamasının 4-2 mm boyuta sahip agregatlardaki etkisi ise istatistiki olarak % 5 düzeyinde gerçekleşmiştir. Bu agregat boyutunda da en yüksek etki % 54.5'lik değerle uygulamanın 1. dozunda elde edilirken 2. ve 3. dozlar önemli bir fark meydana getirmemiştir.

Tavuk gübresinin sağladığı bu etkinin uzun dönemde gerçekleştiği, kullanılan miktarının artırılması veya farklı organik materyallerle birlikte kullanımı ile toprakta büyük boyuta sahip agregatların agregat oluşum ve stabilitesinin geliştirilebileceği düşünülmektedir.

Çöp kompostu uygulamasının toprağın agregat oluşumu üzerine olan etkisi 2-1 mm boyuta sahip agregatlarda istatistiki olarak % 1 düzeyinde olmuştur. Agregat oluşumu 171.6 g değerle en fazla uygulamanın 1. dozunda etkilenirken diğer uygulamalar önemli bir fark meydana getirmemiştir. Yapılan uygulama ile 0.5-0.25 mm boyuta sahip agregatlar istatistiki olarak % 5 düzeyinde etkilenmişlerdir. En yüksek etki 136.9 g değerle uygulamanın 1. dozu olmak üzere tüm uygulamalar agregat oluşumunu azaltıcı etki göstermiştir.

Çöp kompostu uygulamasının agregat stabilitesi üzerine olan etkisi 2-1 mm ve 1-0.5 mm agregat boyutunda istatistiki olarak % 1 düzeyinde gerçekleşmiş fakat uygulamalar arasında fark olmamakla beraber tüm uygulama düzeyleri agregat

stabilitesini azaltıcı etki göstermiştir. Çöp kompostunda elde edilen bu etkinin materyalin doğal özelliğinden ve kullanılan materyalin yetersiz olmasından kaynaklandığı, yüksek oranlarda çöp kompostunun topraklara uygulanması ile agregat oluşum ve stabilitesinde olumlu gelişmelerin elde edilebileceği sanılmaktadır.

Caravaca vd (2001) tarafından, strüktürel özelliğini büyük oranda kaybetmiş olan semiarid iki bölge toprağına yıllık 30 g/kg taze ve kompostlaşmış organik atık 2 yıl süreyle sera ortamında uygulanmıştır. Taze organik atık ilavesinin suya dayanıklı agregat stabilitesinde % 17 düzeyinde, kompostlaşmış organik atık ilavesinin ise kil içeriği yüksek olan topraklarda % 13 düzeyinde agregat stabilitesinde artış sağladığı belirtilmiştir.

Melas uygulamasının toprağın agregat büyüklük dağılımı üzerine olan etkisi tüm agregat boyutlarında istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Bu etkinin, melasın toprağına uygulandıktan sonra mikrobiyal üniteler tarafından kısa sürede parçalanarak agregat oluşumu üzerine etkisinin de kısa süreli olabileceği olarak görülmektedir. Melas uygulamasının agregat stabilitesi üzerine olan etkisi ise 8-4 mm boyuta sahip agregatlarda istatistiki olarak % 5 düzeyinde gerçekleşmiştir. En yüksek etki % 59.3'lük değerle uygulamanın 3. dozunda elde edilirken diğer uygulamalar bir fark meydana getirmemiştir.

Pamuk küspesi uygulamasının toprağın agregat oluşumu üzerine olan etkisi 1-0.5 mm boyuta sahip agregatlarda istatistiki olarak % 5 düzeyinde etkili olmuştur. Pamuk küspesinin bu etkisi agregat oluşumunu azaltıcı yönde olmuş ve bu etki en fazla 154.0 g değeriyle uygulamanın 3. dozunda gerçekleşmiştir. Pamuk küspesi uygulaması toprağın agregat stabilitesini 8-4 mm boyuta sahip agregatlarda istatistiki olarak % 1 düzeyinde gerçekleştirmiştir. En yüksek etki % 68.5'lik değerle uygulamanın 1. dozunda elde edilirken diğer uygulamalar önemli bir fark meydana getirmemiştir. Pamuk küspesi uygulaması 1-0.5 mm boyuta sahip agregatların stabilitesinde ise istatistiki olarak % 0.1 düzeyinde etkili olmuştur. En yüksek etki % 76.2 ve % 77.4'lük değerle uygulamanın 2. ve 3. dozunda elde edilirken uygulamanın 1. dozu önemli bir fark meydana getirmemiştir.

Pamuk küspesi uygulaması ile agregat oluşumunda önemli bir gelişme elde edilmemesine rağmen stabilite üzerine olan etkisinin yüksek değerlerde ve önemli olması bu materyalin düzenli ve etkili bir biçimde kullanılması ile toprakların agregat oluşum ve stabilitelerinde bir gelişimin sağlanabileceği düşünülmektedir. Pamuk küspesinin organik madde içeriğinin yüksek, C/N değerinin ise parçalanma süresi için uygun koşulda olması nedeniyle bu materyalin agregat oluşum ve stabilitesinde etkin bir rol alabileceği düşünülmektedir. Ayrıca ileride yapılacak daha detaylı çalışmalar ile bu materyalin parçalandıktan sonraki ürünlerinin tespit edilmesi ve bu ürünlerin agregat oluşum ve stabilitesindeki etki mekanizmasının ortaya çıkarılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

Araştırmada kullanılan organik materyallerden sıvı olanların toprağın agregat oluşum ve stabilitesi üzerine etkisi asıl olarak büyük boyuta sahip agregatlarda pozitif yönde gerçekleşmiştir. Uygulamalar agregat boyutu küçüldükçe agregat oluşum ve stabilitesinde bir azalma meydana getirmektedir. Bu nedenle bu tür materyallerin farklı organik materyallerle birlikte periyodik ve etkili bir biçimde kullanımı ile agregat oluşum ve stabilitesinde elde edilen olumsuz etkilerin elimine edilebileceği düşünülmektedir. Ayrıca bu tür materyallerin yüksek miktarlarda kullanımının ekonomik yönden uygun olmaması daha kolay ve ucuz elde edilebilir organik materyallerle birlikte toprağa uygulanmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

Katı organik materyallerden ahır gübresi ve çöp kompostu dışında diğer materyallerin agregat stabilitesi üzerine etkisi asıl olarak büyük boyuta sahip agregatlarda gerçekleşmiştir. Ahır gübresi ve çöp kompostu ilavesi ile elde edilen olumsuz etkilerin daha yüksek oranlarda ve hatta farklı organik materyallerle oluşturulacak kombinasyonlarla giderilebileceği, bu tür kombinasyonların etki düzeylerinin de çeşitli araştırmalar ile saptanmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

Katı organik materyallerin toprağın agregat büyüklük dağılımı üzerine etkileri farklı agregat boyutlarında değişik düzeylerde gerçekleşmiştir. Bu etki düzeylerinin çok farklılık göstermesi ve hatta bazı organik materyallerin hiçbir etkide bulunmaması bu materyallerin yapısal özelliklerine bağlı olarak parçalanma süreçlerinin farklı olması,

parçalandıktan sonraki son ürünlerin çeşitliliği ve bunların agregat oluşum üzerine etkilerinin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Sonuç olarak farklı kökene sahip organik materyallerin toprağa uygulanmaları ile toprağın agregat oluşum ve stabilitesindeki değişim değişik agregat boyutlarında farklı düzey ve yönlerde gelişmiştir. Deneme toprağının agregat oluşum ve stabilitesinin bazı organik materyallerin kullanımı ile çok fazla etkilenmediği, bunun nedeni olarak ise kullanılan toprak örneğinin tarımsal işlem yapılmayan doğal bir alanda bulunması ile yapısal özelliklerinin bozulmamış olması, ayrıca kil, kireç ve diğer poli katyonlarca zengin olan bu toprağın agregat yapısının iyi düzeylerde olmasına bağlanabilir. Bu nedenle bu tür organik materyallerin farklı bünyeye sahip topraklarda da denenip etki düzeylerinin araştırılmasının ve değişik organik materyallerle farklı kombinasyonlar denenerek toprağa uygulanmasının faydalı olacağı sanılmaktadır.

Nitekim Özbek vd (1993), yüzey toprağında yeteri kadar fazla ayrılmış organik madde atıklarının bulunması durumunda bunun mineral toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerindeki etkisinin büyük olacağını belirtmişlerdir. Organik atıkların ayrışma ürünü olan humusun toprağın fiziksel durumu üzerine olan iyileştirici etkisinin tüm topraklarda görülmesiyle beraber, özellikle fazla killi ve kumlu topraklarda daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

6. KAYNAKLAR

- AKALAN, İ. 1987. Toprak Bilgisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1058, Ders Kitabı, 346 ss, Ankara.
- ALMENDROS, G. 1994. Effects of Different Chemical Modification on Peat Humic Acid and Their Bearing on Some Agro-Biological Characteristics of Soils. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 25(15-16): 2711-2736
- AMEZKETA, E. 1999. Soil Aggregate Stability a Review. *Journal of Sustainable Agriculture*, 14(2-3): 83-151.
- ANONİM, 1970. Antalya Havzası Toprakları. Köy İşleri Bakanlığı Yayınları, No: 145, ss. 49-59, Ankara.
- ANONİM, 1988. Yaprak ve Toprak Analiz Metotları II. TC. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Zeytincilik Araştırma Enstitüsü, Bitki Besleme Bölümü, ss. 26, İzmir.
- ANONİM, 1993. Antalya İli Arazi Varlığı, T. C. Tarım Orman ve Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, ss. 109, Ankara.
- ARIAS, J. P. and ROQUERO, C. 1993. Soil Structure of Terra Rossa (Rhodoxeralf) in Central Spain. 2nd International Meeting on Red Mediterranean Soils, University of Çukurova Faculty of Agriculture Press, pp. 64-67, Adana.
- AVNİMELECH, Y., KOCHVA, M., YOTAL, Y. and SHKEDRY, D. 1992. The Use of Compost as a Soil Amendment. International Symposium on Compost Recycling of Wastes. Held in Greece 1989. *Acta-Horticulturae*, 302: 217-236.
- BARTHES, B., ALBRECHT, A., ASSELİNE, J., NONİ, G. and ROOSE, E. 1999. Relationship Between Soil Erodibility and Topsoil Aggregate Stability or Carbon

Content in a Cultivated Mediterranean Highland. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 30(13-14): 1929-1938.

BELL, M. J., MOODY, P. W., YO, S. A. and CONNOLLY, R. D. 1999. Using Active Fraction of Soil Organic Matter as Indicators of the Sustainability of Ferrosol Farming Systems. *Australian Journal of Soil Research*, 37(2): 279-287.

BENDER, D., ERDAL, İ., DENGİZ, O., GÜRBÜZ, M. ve TARAKÇIOĞLU, C. 1998. Farklı Organik Materyallerin Killi Bir Toprağın Bazı Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkileri. International Symposium On Arid Region Soil. International Agrohydrology Research And Training Center, Menemen, İzmir, 506-510 ss.

BIEDERBECK, V. O., CAMPBELL, C. A., RASIAH, V., ZENTNER, R. P. and WEN, G. 1998. Soil Quality Attributes as Influenced by Annual Legumes Used as Green Manure. *Soil Biology and Biochemistry*, 30(8): 1177-1185.

BRANDSMA, R. T., FULLEN, M. A. and HOCKING, T. J. 1999. Soil Conditioner Effects on Soil Structure and Erosion. *Journal of Soil and Water Conservation*, 54(2): 485-489.

BRANDT, M. and WILDHAGEN, H. 1998. The Effects of Green Manure Mulches on Soil Water Balance and Erosion. *Tropenlandwirt, Beiheft*, 63: 185-200.

BRESSON, M., KOCH, C., LE BISSONNAIS, Y., BARRIUSO, E. and LECOMTE, V. 2001. Soil Surface Structure Stabilization by Municipal Waste Compost Application. *Soil Science Society of America Journal*, 65: 1804-1811.

BURINGH, P. 1975. Tropikal ve Yarı Tropikal Bölge Toprakları Üzerinde Çalışmalara Giriş. Çevirenler: N. Munsuz ve A. Mermut, Ankara Üniversitesi, Ziraat. Fakültesi Yayınları: 580, Yardımcı Ders Kitabı: 197, ss: 72-77, Ankara.

CANPOLAT, M. ve DEMİRALAY, İ. 1995. Organik Materyal İlave Edilmiş Toprakların Agregat Stabilitesi, Briket Hacim Ağırlığı ve Kırılma Değeri Arasındaki İlişkiler. Türkiye Toprak İlmi Derneği Toprak ve Çevre Sempozyumu. Cilt II. Yayın No: 7, ss: A-116 A-124, Ankara.

CARAVACA, F., LAX, A. and ALBALADEJO, J. 2001. Soil Aggregate Stability and Organic Matter in Clay and Fine Silt Fraction in Urban Refuse-Amended Semiarid Soils. *Soil Science Society of America Journal*, 65: 1235-1238.

CHAPPELL, N. A., TERNAN, J. L. and BIDIN, K. 1999. Correlation of Physicochemical Properties and Sub-Erosional Landforms with Aggregate Stability Variations in a Tropical Ultisol Disturbed by Forestry Operations. *Soil and Tillage Research*, 50(1): 55-71.

CHEN, Z., PAWLUK, S., JUMA, N. G., LAL, R., KIMBLE, J. M., FOLLETT, R. F. and STEWART, B. A. 1998. Impact of Variations in Granular Structures on Carbon Sequestration in Two Alberta Mollisols. *Soil Processes and the Carbon Cycle*, pp: 225-243.

CHRISTOPHER, T. B. S. 1996. Aggregate Stability of Different Aggregate Sizes. <http://www.agri.upm.edu.my/jst/resources/as/om-fractions.ht> (July 2001).

CHRISTOPHER, T. B. S. 1996. Stabilizing Effect of Organic Matter. <http://www.agri.upm.edu.my/jst/resources/as/om-stable.ht> (July 2001).

CHRUCH, N. 2001. Effect of Organic Farming on Soil Nutrients and Structure <http://www.acad.carleton.edu/curricular/GEOL/classes/geo258/studentwork/Chruch.html>. (July 2001).

ÇALIŞKAN, N., KOÇ, N., KAYA, A. ve ŞENSES, T. 1996. Fourth International Symposium on Hezelnut. ISHS Working Group Nuts, pp: 279-284, Ordu.

DEMİRALAY, İ. 1970. Structural Stability Studies on Soils. A Thesis Submitted to the University of Aberdeen for the Degree of Doctor of Philosophy. Soil Science Department, pp: 6-46.

DEMİRALAY, İ. 1977. Toprak Fiziksel Koşullarının Kontrolü. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, Cilt: 8, Sayı: 1, ss: 141-154, Erzurum.

DEMİRALAY, İ. 1982. Erzurum Ovasındaki Bazı Doğal Çayır Alanları Topraklarının Agregasyon Durumu. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, Cilt: 13, Sayı: 1-2, ss: 3-21, Erzurum.

DEMİRALAY, İ. 1992. Muş Alpaslan Tarım İşletmesi Killi Topraklarının Strüktürel Stabilitesi ile İlgili Araştırmalar. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 744, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 316*, ss: 81-85, Erzurum.

DEMİRALAY, İ. 1993. Toprak Fiziksel Analizleri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 143*, ss: 131, Erzurum.

DEGENS, B. and SPARLING, G. 1996. Changes In Aggregation Do Not Correspond with Changes in Labile Organic C Fraction in Soil Amended with ¹⁴C-Glucose. *Soil Biology And Soil Biochemistry*, 28(4-5): 453-462.

DINEL, H., MEHUYS G. R. and LEVESQUE, M. 1991. Influence of Humic Acid and Fibric Materials on the Aggregation and Aggregat Stability of a Lacustrine Silty Clay. *Soil Science*, 2: 146-157.

DIZDAR, M. Y. 1983. Toprak Sınıflaması. Köy İşleri ve Kooperatifler Bakanlığı Topraksu Genel Müdürlüğü Yayın No: 707, ss: 273, Ankara.

DIZDAR, M. Y. 1987. Topraklarımız. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, ss: 43-44, Ankara.

DUTARTE, P., BARTOLI, F., ANDREUX, F., PORTAL, J. M. and ANGE, A. 1993. Influence of Content and Nature of Organic Matter on the Structure of Some Sandy Soils From West Africa. *Geoderma*, 56(1-4): 459-470.

FORTUN, A. 1990. The Effects of Humic and Fulvic Acids on Soil Aggregation a Micromorphological Study. *The Journal of Soil Science*, 41(4): 563-572.

GU, B. and DONER, H. E. 1993. Dispersion and Aggregation of Soils as Influenced by Organic and Inorganic Polymers. *Soil Science Society of America Journal*, No. 57, pp: 709-716.

GUGGENBERGER, G., KAISER, K. and ZECH, W. 1998. SOM Pools and Transformation Determined by Physical Fractionation. Refractory Soil Organic Matter (RSOM): Structure and Stability. Proceedings of the Joint Workshop of Commissions II and III, Bayreuth, Germany, 87: 175-190.

HARTGE, K. H. and ELLIES, A. 1995. Wetting Properties and Aggregate Stability in Volcanic Soils of Different Age and Different Management an Investigation at a Topsequence From Southern Chile. *Zeitschrift Fur Kulturtechnik und Landentwicklung*, 36(1): 35-39.

HAYNES, R. J. 2000. Interactions Between Soil Organic Matter Status, Cropping History, Method of Quantification and Sample Pretreatment and Their Effects on Measured Aggregate Stability. *Biology and Fertility of Soils*, 30(4): 270-275.

IGWE, C. A., AKAMIGBO, F. O. R. and MBAGWU, J. S. C. 1999. Chemical and Mineralogical Properties of Soils in Southeastern Nigeria in Relation to Aggregate Stability. *Geoderma*, 92(1-2): 111-123.

JASTROW, J. D. 1995. Soil Aggregate Formation and the Accrual of Particulate and Mineral-Associated Organic Matter. *Soil Biology and Biochemistry*, 28(4-5): 665-676.

KACAR, B. ve KOVANCI, İ. 1982. Bitki, Toprak ve Gübrelerde Kimyasal Fosfor Analizleri ve Değerlendirilmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 354.

KACAR, B. 1995. Toprak Analizleri. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: III. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, No: 3, ss 705, Ankara.

KRETZSCHMAR, R., ROBARGE, W. P. and WEED, S. B. 1993. Flocculation of Kaolinitic Soil Clays Effects of Humic Substances and Iron Oxides. *Soil Science Society of America Journal*, 57: 1277-1283.

KÜTÜK, C., ÇAYCI, G., BARAN, A. ve BAŞKAN, O. 2000. Effect of Humic Acid on Some Soil Properties. *Proceedendgs of International Symposium on Desertification*, Konya, TURKEY, pp: 324-328.

LALANDE, R., FURLAN, V., ANGERS, D. A. and LEMIEUX, G. 1998. Soil Improvoment Following Addition of Chipped Wood From Twigs. *American Journal of Alternative Agriculture*, 13(3): 132-137.

LAVEE, H., IMESON, A. C., SARAH, P. and SEVINK, J. 1998. The Impact of Climate Change on Geomorphology and Desrtification Along a Mediterranean Arid Transeet, Special Issue, Undestanding and Combating Desertification Under Global Change, *Land Degradation and Development*, 9(5): 407-422.

LİND SAY, B. J. and LOGAN, T. J. 1998. Field Response of Soil Physical Properties to Sewage Sludge. *Journal of Environmental Quality*, 27(3): 534-542.

LU, G., SAKAGAMİ, K. I., TANAKA, H. and HAMADA, R. 1998. Role of Soil Organic Matter in Stabilization of Water-Stable Aggregates in Soils Under Different Types of Land Use. *Soil Science and Plant Nutrition*, 44(2): 147-155.

- MALİK, A. and SCULLION, J. 1998. Soil Development on Restored Opencast Coal Sites with Particular Reference to Organic Matter and Aggregate Stability, *Soil Use and Management*, 14(4): 234-239.
- MILLER, M. and DICK, R. P. 1995. Dynamics of Soil C and Microbial Biomass in Whole Soil and Aggregates in Two Cropping Systems. *Applied Soil Ecology, A Section of Agriculture, Ecosystems & Environment*, 2: 253-261.
- OADES, J. M. 1984. Soil Organic Matter and Structural Stability Mechanism and Implications for Management. *Plant and Soil*, 76: 319-337.
- OADES, J. M. and TISDALL, J. M. 1982. Organic Matter and Water Stable Aggregates in Soils. *Journal of Soil Science*, 33: 141-163.
- OYEDELE, D. J., SCHJONNING, P., SIBBESEN, E. and DEBOSZ, K. 1999. Aggregation and Organic Matter Fraction of Three Nigerian Soils as Affected by Soil Disturbance and Incorporation of Plant Material. *Soil and Tillage Research*, 50(2): 105-114.
- ÖZBEK, H., KAYA, Z., GÖK, M. ve KAPTAN, H. 1993. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi Kitabı, Yayın no: 73, Ders Kitapları Yayın no: A-16, ss: 77-119, Adana.
- PAINULI, D. K. and PAGLIALI, M. 1990. Effect of Polyvinyl Alcohol, Dextran and Humic Acid on Some Physical Properties of a Clay and Loam Soil. I. Cracking and Aggregate Stability, *Agrochimica*, 34(1-2): 117-130.
- PARE, T., DİNEL, H., MOULIN, A. P. and TOWNLEY-SMİTH, L. 1999. Organic Matter Quality and Structural Stability of a Black Chernozemik Soil Under Different Manure and Tillage Practices. *Geoderma*, pp: 311-326.

- PICCOLO, A. and MBAGWU, J. S. C. 1990. Effects of Different Organic Waste Amendments on Soil Microaggregates Stability and Molecular Sizes of Humic Substances. *Plant and Soil*, 123(1): 27-37.
- PICCOLO, A. and MBAGWU, J. S. C. 1994. Humic Substances and Surfactants Effects on the Stability of Two Tropical Soils. *Soil Science Society of America Journal*, 58: 950-955.
- PICCOLO, A., PIETRAMELLARA, G. and MBAGWU, J. S. C. 1997. Use of Humic Substances as Soil Conditioners to Increase Aggregat Stability. *Geoderma*, 75(3-5): 267-277.
- PLANTE, A. F. and VORONEY, R. P. 1998. Decomposition of Land Applied Oily Food Waste and Associated Changes in Soil Aggregate Stability. *Journal of Environmental Quality*, 27(2): 395-402.
- PUGET, P., ANGERS, D. A. and CHENU, C. 1998. Nature of Carbohdyrates Associated with Water Stable Aggregates of Two Cultivated Soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 31(1): 55-63.
- QUIROGA, A. R., BUSCHIAZZO, D. E. and PEINEMANN, N. 1998. Managment Discriminant Properties in Semiarid Soils. *Soil Science*, 163(7): 591-597.
- RASHAD, A. A., BUONDONNO, C. and BUONDONNO, A. 2000. Strategies for the Rehabilitation of Soil Quality for a Sustanial Environment, Preliminary Results of a Medium-Term Exprience with Two Stressed Soils From Mediterranean Pedoclimatic Environment. <http://www.siss.isnp.it/Ss97absa.htm> (July 2001).
- SAĞLAM, M. T., BAHTİYAR M., TOK, H. H. ve CANGİR C. 1993. Toprak Bilimi Ders Kitabı. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, ss: 100-135, Tekirdağ.

SELA, R., GOLDRAT, T. and AVNIMELECH, Y. 1998. Determining Optimal Maturity of Compost Used for Land Application. *Compost-Science-and Utilization*, 6(1): 83.

SHEN, R. P. 1991. The Effect of Mixed Application of Organic and Inorganic Fertilizers in Paddy Soils. *Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis*, 13(3): 224-232.

SINGH, S. and SINGH, J. S. 1995. Microbial Biomass Associates with Water Stable Aggregates in Forest, Savanna and Cropland Soils of a Seasonally Dry Tropical Region, India. *Soil Biology And Biochemistry*, 27(8): 1027-1033.

SIX, J., ELLIOTT, E. T. and PAUSTIAN, K. 2000. Soil Structure and Soil Organic Matter: A Normalized Stability Index and the Effect of Mineralogy. *Soil Science Society of America Journal*, 64: 1042-1049.

SOONG-N. K. 1980. Influence of Soil Organic Matter on Aggregation of Soils in Peninsular Malaysia. *Journal of the Rubber Research Institute of Malaysia*, 28(1): 32-46.

SORT, X. and ALACANIZ, J. M. 1999. Effects of Sewage Sludge Amendment on Soil Aggregation. Land Degradation and Development. *Soil Science Society of America Journal*, 10(1): 3-12.

STOTT, D. E., MARTIN, J. P. and MACCARTHY, P. 1990. Synthesis and Degradation of Natural and Synthetic Humic Material in Soil. Humic Substances in Soil and Crop Sciences: Selected Readings. Proceedings of a Symposium Cosponsored by the International Humic Substances Society. pp: 37-63.

TARCHITZKY, J., CHEN, Y. and BANIN, A. 1993. Humic Substances and pH Effects on Sodium and Calcium Montmorillonit Flocculation and Dispersion. *Soil Science Society of America Journal*, 57: 367-372.

TARCHITZKY, J., HATAHER, P. C. and CHEN, Y. 2000. Properties and Disturbution of Humic Substance and Inorganic Structure Stabilizing Components in Particle Size Fractions of Cultivated Mediterranean Soils. *Soil Science*, 165: 328-342.

TAYSUN, A. 1989. Toprak ve Su Korunumu. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Teksir No: 92-III, İzmir.

URBINA, C. and RODRÍGUEZ, P. O. 1995. Effect of Two Organic Amendments on Erosion Control and Improvement of Soil Physical and Chemical Properties. In Study of Water Erosion and Control Strategies. *Revista De La Fakültad De Agronomia, Universidad Central De Venazuela*, 47: 63-74.

ÜNAL, H. ve BAŞKAYA H. S. 1981. Toprak Kimyası Ders Kitabı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 759, Ankara.

YAO, X. L., XU, X. Y. and YU, D.F. 1990. Formation of Strucutre in Red Soils Under Different Forms of Utilization. *Acta Pedologica Sinica*, 27(1): 25-33.

ZHANG, H. 1994. Organic Matter Incorporation Affects Mechanical Properties of Soil Aggregates. *Soil and Tillage Research*, 31: 263-275.

ÖZGEÇMİŞ

Erdem YILMAZ 1973 yılında Soma'da doğdu. İlk öğrenimini Soma'da, orta öğrenimini Kırkağaç'ta ve Lise öğrenimini ise İstanbul'da tamamladı. 1994 yılında girdiği Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü'nden 1998 yılında Ziraat Mühendisi olarak mezun oldu. Eylül 1999 tarihinde Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Öğrenimine başladı. Halen aynı üniversitede Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır.

2012.01.11. 10:00:00
MERTORLUĞU KÜTÜPHANASI