

FARKLI KÖKENLİ ORGANİK MATERYALLERİN TOPRAKTA AGREGAT OLUŞUMU VE STABİLİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Erdem YILMAZ Zeki ALAGÖZ

Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Antalya

Özet

Topraklar strüktürel açıdan farklılık gösterirler ve bu farklılık topraklardaki değişik etkenler tarafından meydana getirilir. Kolloidal kil, kolloidal organik madde, kolloidal demir ve alüminyum oksitler bu yapısal değişikliği meydana getiren başlıca unsurlardır. Bu unsurların topraklardaki yapısal değişim üzerine olan etkileri birbirinden farklı olmaktadır.

Bu derlemede değişik kökenli organik materyallerin topraklardaki yapısal değişim üzerine olan etkilerinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Agregat, Agregat Stabilitesi, Organik Madde

The Effects of Organic Matter Different in Origin on the Aggregate Formation and Stability of Soil

Abstract

Soils show differences in structural formation, and these structural differences are induced by different factors. Colloidal clay, colloidal organic matter and colloidal iron and aluminiumoxides are the main factors in the formation of the soil structure. Furthermore effects of these factors on the structural formation of soils are quite different from each other.

The aim of this review was to determine the effects of the organic materials different in origin.

Keywords: aggregate, aggregate stability, organic matter

1.Giriş.

Giderek artan dünya nüfusuna paralel olarak insanoğlunun gıdasal ihtiyaçlarının artması nedeniyle bu ihtiyacı karşılayacak gıdasal üretim tekniklerinin değişimini kaçınılmaz kılmaktadır. Son zamanlarda; gelecekte karşılaşılabilecek gıdasal kıtlığa bir önlem olarak biyoteknoloji alanında önemli gelişmeler göze çarpmaktadır. Daha verimli ve kaliteli tohum meydana getirme çabaları çeşitli bitki genleri üzerinde yapılan çalışma ile hızla sürdürülmektedir. Ancak bu olumlu gelişmelerin yanında dikkat edilmesi gereken önemli konulardan biri de insanlığın önemli kaynaklarından biri olan toprağın korunması ve özelliklerinin bitkisel üretim açısından iyileştirilmesidir.

Yaklaşık 3000 yıldır tarım yapılan

ülkemiz toprakları yoğun ve hatalı tarımsal uygulamaların bir neticesi olarak organik madde bakımından giderek yoksullaşmaktadır. Tarımsal üretim faaliyetlerinde bitkinin toprakta iyi bir gelişim sağlayabilmesi, diğer koşullar yanında önemli derecede yetiştiği toprak ortamının fiziksel özellikleri ile ilişkilidir (Bender ve ark.,1988).

Toprağın fiziksel özelliklerini düzeltmede ve sürekliliğini sağlamada en fazla başvurulan yollardan biri toprağa organik madde ilavesidir. Çeşitli organik materyallerin bazı işlemlerden geçirilerek elde edilen organik bileşiklerle, bir çok yan ürün olarak açığa çıkan pek çok organik kökenli atıkların besin değerlerinin yüksek olması ve doğal dengeyi koruması, bu

bitkisel ve hayvansal kökenli organik maddelerin tarımda kullanılmasını ön plana çıkarmıştır (Bender ve ark., 1988).

Ergene tarafından bildirildiğine göre, agregat oluşumunda flokülasyon önemli bir unsurdur. Yapıştırıcı maddelerin çoğu inorganik ve organik tabiatlı kolloidlerden ibarettir. Suya dayanıklı agregatlar ancak bu kolloidal fraksiyonların yapıştırıcı etkisiyle oluşabilirler. Toprakta agregatların oluşumuna yardım eden kolloidlerden kolloidal kil, kolloidal organik madde, kolloidal demir ve alüminyum oksitler önemli yer tutmaktadır (Çelebi., 1971).

2. Toprak Organik Maddesi ve Önemi

Toprak içindeki ve üzerindeki ölü bitkisel ve hayvansal maddelerle bu bileşiklerin ayrışma ürünleri, ayrışma ürünlerinin birbirleri ile reaksiyona girmelerinden meydana gelen biyolojik maddeler toplamına toprak organik maddesi denir. Toprak organik maddesi çok çeşitli organik bileşiklerden ibaret heterojen bir sistemdir. Toprak organik maddesi, ortam koşullarına dayanıklı yüksek polimer ve kompleks bileşikler yanında dayanıksız, reaksiyon kabiliyeti yüksek monomer bileşiklerden oluşmaktadır (Ünal ve Başkaya., 1981).

Toprağa karışan bitkisel ve hayvansal atıkların mikroorganizmaların etkisi ile ayrışmasından oluşan; rengi kahverengiden siyaha kadar değişen, şekilsiz oldukça dengeli bir yapıya sahip olan homojen maddeye humus adı verilmektedir. Humus; sahip oldukları yapıyı kaybetmemiş humin olmayan organik maddeler ile orijinal bileşimleri tamamen değişmiş ve toprakta yeniden oluşmuş humin maddeleri olarak iki kısımda incelenir. Topraktaki humin maddeleri; a) fulvo asitleri b) humin asitleri c) huminler olmak üzere üç kısma ayrılır. Humin asitleri ise; a)

hymotemelan asitleri b) esmer humin asitleri c) gri humin asitleri olmak üzere üç kısma ayrılır (Ünal ve Başkaya., 1981).

Fulvo asitleri nispeten küçük molekülü fenolik ve kinoik bileşiklerdir. Tuzları da kendileri gibi suda çözünür. Fulvo asitleri indirgen ve kompleks yapıcı özellik gösterirler. Molekül ağırlıkları 2000-9000 dalton ve karbon miktarı % C 43-52 arasında değişmektedir. Fulvo asitleri özellikle biyolojik aktivitesi düşük ortamlarda daha fazla oluşmaktadır ve ayrıca humin maddelerinin depolimerizasyonundan da meydana gelebilmektedir. Fulvo asitleri toprakta büyük bir kısmı demir ve alüminyum oksitlerce adsorbe edilmiş durumdadır (Ünal ve Başkaya., 1981).

Toprakta %5 lik NaOH çözeltisi ile ekstrakte edilebilen ve HCl gibi kuvvetli asitlerle tekrar çöktürülebilen organik maddeler toplamına humin asitleri denilmektedir. Humin asitleri Ca^{+2} , Mg^{+2} , Fe^{+3} ve Al^{+3} iyonlarıyla güç çözünebilen bileşikler verirler. NH_4 , Na^+ ve diğer toprak alkalisi katyonlarıyla suda çözünen bileşikler oluşur. Humin asitlerin çoğu üç boyutlu kolloidal bileşiklerdir. Bunların asit karakterleri ve katyon değiştirme kabiliyetleri özellikle karboksil (-COOH) ve fenol (-OH) gruplarının varlığına dayanır (Ünal ve Başkaya., 1981).

3. Toprakta Agregat Oluşumu ve Önemi.

Toprak kolloidleri, adsorbe edilmiş katyonlar, adsorbe edilmiş su ve doğrudan değinim yoluyla birbirlerine etki ederler. Bu suretle yüzeylerdeki pozitif ve negatif yüklü alanların arasında elektrostatik karşılıklı etkileşimler meydana gelir. Kil minerallerinin ve oksitlerin köşelerinde bulunan pozitif yüklerle organik

maddenin negatif yükü pH' ya çok bağımlı olduklarından bu elektrostatik karşılıklı etkileşimler toprağın pH' sı tarafından yönlendirilir (Ünal ve Başkaya.,1981).

Levhacık şeklindeki parçacıklar koagule oldukları zaman, yüzey-yüzeye, yüzey-kenara ve kenar-kenara olmak üzere üç türlü değişim söz konusudur. Yüzey-yüzeye değişim sonunda oluşan koagülasyonla kalın levhacıklar meydana geldiği halde, kenar-kenara değişimde boşlukları çok olan bir yapı oluşur. Bu yapı, okta eder tabakalarının kenarlarında pozitif yüklerin oluşması ve bunların kil minerallerinin negatif yükleriyle nötrleşmesi sonucunda gerçekleşir (Özbek ve ark., 1993).

Swartzen-Allen ve Matijevic, Namontmorillonit' in flokülasyon değerinin, kil yüzeylerindeki sıfır yük noktasındaki eşit yada daha düşük pH değerlerinde pH' ya bağımlı olduğunu, E-E (kenar-kenar), ve E-F (kenar-yüzey) bileşiminin gerçekleşmesinin bu şartlar altındaki flokülasyon için düşük elektrolit konsantrasyonuyla ilişkili olduğunu belirtmişlerdir (Şekil 1.). Yük dengesinin sıfır olduğu pH değerinin üzerindeki pH' larda yalnızca F-F (yüzey-yüzey) birleşiminin meydana geldiğini ve yüksek flokülasyon değeri elde edildiğini tespit etmişlerdir (Tarchitzky ve ark.,1993).

Van Olphen, Frey ve Lagaly, Tombacz ve ark. tarafından kil parçaları arasındaki yeni bir birleşim mekanizması (Şekil 2.)' te şematik olarak gösterilmiştir. Kil parçalarındaki yüzey-yüzey (F-F) muhtemel bir birleşimin Van Der Waals bağları ile oluşturulduğunu, E-HS-E birleşiminin ise muhtemelen humik moleküller tarafından kil parçacıklarını yapıştırıcı etkisiyle meydana getirildiğini belirtmişlerdir. Bu işlemin düşük elektrolit konsantrasyonlarında dahi meydana gelebildiğini, E-HS-F yapısının

oluşumunda negatif yüklerle yüklenmiş kil yüzeyi ile negatif yüklü humik molekülün yapıştırıcı etkisine ihtiyaç duyduğunu söylemişlerdir (Tarchitzky ve ark., 1993).

Buna ilaveten, montmorillonit paketleri ile humik madde makro molekülleri arasındaki rasgele karışım ile meydana gelebilen ikinci bir flokülasyon mekanizması önerilmektedir (Şekil 3.). Bu karışımdaki flokülasyon değeri kil süspansiyonundaki flokülasyon değerinden daha yüksektir. Killerdeki elektriksel çift tabakadan dolayı bitişik humik makro molekülleri ile kil tablaları arasındaki itici gücü baskı altında tutmak için yüksek iyonik yoğunluk gerekmektedir (Tarchitzky ve ark.,1993).

Bitki artıkları, ahır gübresi ve çöp kompostu şeklinde toprağa ilave edilen organik maddeler, toprağın mikrobiyal aktivitesini arttırmak suretiyle agregat oluşumuna daha çok dolaylı yoldan etki ederler. Toprak organik maddesinin mikrobiyal ayrışması sırasında ara ürünleri şeklinde ve mikroorganizmaların kendi metabolizma ürünleri olarak ortaya çıkan polisakkaritler ve poliürenoidler gibi iplikçik oluşturan sümüksü organik bileşikler, kısmen inorganik tanecikleri yapıştırma yeteneğine sahiptirler. Fakat bu bileşikler mikroorganizmalar tarafından kolayca ayrıştırıldığı için toprak strüktürüne olan etkileri ancak kısa süreli olabilmektedir (Sağlam ve ark., 1993).

Organo-mineral bileşiklerin toprak için önemi, topraktaki kil minerallerine bağlı organik maddenin mikrobiyal parçalanmaya karşı direncinin artmış olması, dolayısıyla toprakta organik maddeye bağlı bütün özelliklerin daha elverişli şartlar kazanması (örneğin agregat oluşumu ve stabilitesi) ile doğrudan doğruya ilgilidir. Organik maddelerin mikrobiyal parçalanmaya

karşı gösterdikleri direnç kısmen de mikroorganizmaların meydana getirdiği organik maddeyi parçalayıcı enzimlerin kil minerallerince bağlanması ve aktif olmayan hale geçirilmesi ile de ilişkilidir (Ünal ve Başkaya., 1981).

Agregasyon veya strüktürel stabilite bitkisel üretimde oldukça önemli bir faktördür. Larson, Schneider ve Gupta, topraktaki agregatlaşmanın tohum-toprak arasındaki ilişki ve hidrolik iletkenlik açısından önemini vurgulamışlardır. Benzer bir biçimde Mathur ve ark., kök solunumu ve topraktaki değişiminin, agregasyon durumu tarafından oldukça etkilendiği ve bitki yetiştiriciliği ile bitkinin gelişimi için önemli bir rol oynadığını belirtmişlerdir. İmeson, Jun Gerius ve Luk, suya dayanıklı iyi bir agregatlaşmanın toprak erozyonunu azalttığını bildirmişlerdir (Dinel ve ark., 1991).

4. Humik Maddelerin Agregasyona Etkileri

Organik materyallerin farklı çevresel koşullar altında parçalanması, ayrışacak olan organik materyallerin kökenlerinin ve ayrışma derecelerinin çeşitliliğinden dolayı farklı özellikte yeni organik ürünlerin ortaya çıkması ile bu ürünlerin toprakta agregat oluşumu ve stabilitesini değişik düzeylerde gerçekleştirmesi beklenmelidir.

Dinel ve ark (1991) tarafından, bu farklı etkileri ortaya çıkarmak amacıyla yapılmış bir çalışmada, su altında kalmış siltli kil bünyeye sahip topraklardaki strüktürel özellikler ve mikrobiyal aktivite, çeşitli miktarlardaki humik ve fibrik peat (Sphago Fibrisol) materyaller kullanılarak araştırılmıştır. Çalışmada kullanılan fibrik ve humik materyaller % 2 'lik humik asit (H₂) ve % 8'lik humik asit (H₈); % 2'lik fibrik (F₂) ve % 8'lik

fibrik (F₈) dozlarında uygulanmıştır. % 8'lik Sphago-fibrisol, % 2 ve % 8'lik Fenno humisol uygulamalarıyla >0.15 mm boyutundaki agregatların oranının önemli derecede etkilenmediği, % 2'lik fibrik materyal uygulamasında ise > 0.15 mm boyutundaki agregatların miktarında önemli derecede azalma olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada fibrik yosun materyalinin belirli bazı anatomik özelliklerinden dolayı agregatların stabilize edilmesinde önemli bir rol oynadığı belirtilmiştir.

Piccolo ve ark (1997) tarafından yapılmış bir çalışmada, İtalya' nın Principina, Bovolone ve Acireale bölgelerindeki sık sık ıslanma ve kurumaya maruz kalan topraklara humik madde ilave edilerek agregat stabilitesinin değişimi incelenmiştir. Her bir toprak örneğine sekiz farklı düzeyde (0 - 0.001 - 0.01 - 0.05 - 0.10 - 0.50 - 1.00 ve 10.00 gr/kg toprağa) humik madde uygulayıp dört defa ıslatma ve kurutma işlemi gerçekleştirdikten sonra agregat stabilitesindeki değişim tayin edilmiştir. Smektit ve illit kil minerallerince zengin olan Principina ve Bovolone topraklarının ardı ardına ıslatma ve kurumaya tabi tutulduğunda agregat stabilitesinin azaldığı, kaolinit kil mineralince zengin olan Acireale toprağında üç kez ıslatılma ve kurumaya maruz bırakıldığında agregat stabilitesinin azaldığı tespit edilmiştir.

Soong (1979-1981) tarafından, Malezya'nın Peninsular bölgesi topraklarında yapılan başka bir çalışmada; katı organik madde, toprak polisakkaritleri, humik asit ve fulvik asit olmak üzere dört farklı organik materyalin agregasyon üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Sonuçta, ayrışmaya uğramış organik materyalin ayrışmaya uğramamış organik materyalden daha fazla agregasyon yüzdesi üzerine etkili olduğu

görülmüştür. Agregat analizi toprak içerisindeki organik materyallerin H_2O_2 ile 20 adet toprak örneğinde oksidasyonu sağlandıktan sonra gerçekleştirilmiş ve sonuçta; suya dayanıklı agregatlardan 0.25 mm den daha büyük agregatların hemen hemen hepsinin dağıldığı görülmüştür. Yapılan uygulamalar içinde, yalnızca humik ve fulvik asidin agregasyon üzerine önemli bir etkisinin olduğu tespit edilirken istatistiksel analizlerde de, humik ve fulvik asidin agregasyon yüzdesi ve özgül ağırlık ile önemli düzeyde pozitif ilişkinin varlığı ortaya çıkmıştır.

Fortun (1990) tarafından, kumlu-tın ve killi toprak örneklerinde çiftlik gübresinden ve peat materyallerden elde edilmiş fulvik ve humik asidin uygulanmasıyla bu topraklardaki agregatların büyüklük ve sayısal yoğunluğu üzerine etkileri araştırılmıştır. Çiftlik gübresinden elde edilen fulvik+humik asidin küçük agregatlardan büyük agregatları meydana getirdiğini, peat materyalden elde edilen fulvik+humik asidin sayısal olarak küçük boyutlu agregatların yoğunluğunu daha yüksek oranda arttırdığını tespit etmiştir. Her iki toprak çeşidinde meydana gelen benzer strüktürel çeşitlilikteki değişime rağmen kil bünyeli toprakta ki fulvik+humik asit uygulamasında materyal miktarındaki (gr) yüzdesel değişimde bu farklılık daha belirgin olmuştur.

Swift ve Wilson (1991), sürekli işlenen arazi şartları altındaki sıkışmış toprak örneklerine glukoz, alginate ve xanthan zıncı ilavesinden sonra, uygulanan materyallerin 12 hafta boyunca etkilerini araştırmışlardır. Yapılan uygulamaların sonucunda stabilizenin oluştuğunu ve yeni agregat oluşumunun sağlandığını belirtmişlerdir. Islak eleme yöntemiyle elde edilen agregat stabilitesinin organik madde ile yüksek düzeyde bir ilişkisinin olduğunu

söylemişlerdir. Meydana gelen agregatlaşmanın, glukoz'un bu etkiyi sağlamasından daha çok mikroorganizmaların hücresel atığı olan polisakkaritler tarafından sağlandığı sanılmaktadır. Düşük iyonik yüklü elementleri içeren topraklarda bu uygulamaların stabiliteyi geliştiremeyeceği düşünülmektedir.

Yao-XL ve ark (1990) tarafından, Latasol ve Latasolik kırmızı toprak örneklerindeki > 5 , $3-1$, $1-0.5$ ve < 0.25 mm boyutlu suya dayanıklı agregatlar içindeki organik ve inorganik çimentolayıcı maddeler bu agregatların içerisinden uzaklaştırılarak agregat değişimi incelenmiştir. Toprak örneklerine hayvan gübresi uygulama programı tatbik edilmiş ve uygun bir toprak idaresi altında agregat stabilitesinin zamanla arttığını gözlemlemişlerdir. Latasol ve Latasolik kırmızı topraklardaki strüktürel stabilitenin organik maddenin ilavesi ile gelişiminin orta-subtropik bölge topraklarında, tropikal Latasol bölge topraklarından daha fazla teşvik edildiğini belirtmişlerdir.

Dutarto ve ark (1993) tarafından yapılan bir çalışmada, düşük kil ($< \%20$) ve organik madde miktarı ($< \%2$) ile karakterize edilen Burkina Faso ve Mali bölgesindeki 20 adet tropikal, kumlu üst toprakların zayıf olan strüktürel yapısı, gerilim ağırlığı ve organik madde içeriği çeşitli uygulamaların neticesinde araştırılmıştır. Araştırmada kullanılan organik maddenin yüksek humifikasyon derecesine, yüksek orandaki humin fraksiyonuna ($\%75-90$) ve düşük Fulvik asit / Humik asit oranına sahip olduğu yapılan analizler sonucunda tespit edilmiştir. Humik materyaller içindeki azot bileşimi, karbon ve azotun asit ile hidrolize olmasına karşı gösterdikleri direnç tarafından güçlü bir organik kil kompleksini meydana getirdiği tespit edilmiştir. Nispeten yüksek düzeyde bir

strüktürel stabilite elde edildiğinde farklı boyuttaki benzer agregatların aralarında daha fazla bir yapısal birleşim meydana geldiğini bildirmişlerdir. Bu araştırmada kumlu üst toprakların strüktürel stabiliteleri, bir yandan organik maddenin bileşimi ile birlikte birçok fonksiyonel asit grupları tarafından diğer taraftan da götit-kaolinit killeri ile olan güçlü bileşim tarafından etkilendiği bildirilmiştir. En fazla stabiliteye sahip olan topraklar geniş miktarlarda humin, üronik asitler, osamines ve polifenollerini içeren topraklarda elde edilmiştir. Üronik asitlerin ise örneklerin hepsinde en güçlü agregatlaşmayı meydana getiren bileşikler olduğu tespit edilmiştir.

Miller ve ark., Amerika Birleşik Devletlerinin güney doğusundaki topraklarda yaptıkları gözlemlerde bu toprakların Bt horizonunun dan alınan kil örneklerinin dispers olmadığını Ap horizonundan aldıkları kil örneklerinin hızlı bir biçimde dispers olduğunu gözlemlenmişlerdir. Yapay kil karışımlarına ve humik maddelere benzemeksizin azda olsa burada ki deneysel kanıtlar humik maddelerin doğal toprak killerinin flokülasyonu üzerine olan etkisi organo-kil komplekslerini içermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Kretschmar ve ark., 1993).

Farklı kökenli organik materyallerin çeşitli pH düzeylerindeki etkilerini incelemek için yapılan bir çalışmada humik asit ve fulvik asit konsantrasyonları (0-40 mg/l) ve pH (4-6-8-10) değerlerinde homoiyonik montmorillonitin flokülasyon ve dispersiyon karakteristiklerinde değişebilir katyonların (Na^+ - Ca^{++}) etkileri araştırılmıştır. Humik ve fulvik asidin artan konsantrasyonlarının dört farklı pH değerindeki Na^+ ve Ca^{++} ile doyurulmuş montmorillonit' in flokülasyon değeri üzerine olan etkileri (Şekil 4.)de gösterilmektedir.

Grafiklerde ki flokülasyon değerlerinin dağılımını gösteren grafiklerde humik madde konsantrasyonunun etkisi sonucu A. B. ve C. grafiklerinde yani düşük pH düzeylerinde ve pH 8'de bu flokülasyon değerinin azar azar arttığı görülmektedir. Humik asit konsantrasyonunun 10 mg/l (37.5g humik madde/kg kil) olduğu ve pH, 4 - 6 ve 8 değerlerindeki flokülasyon değerleri sırasıyla yaklaşık 55 - 100 ve 136 mmol/l olarak tespit edilmiştir. PH, 10'da ise tamamıyla farklı bir durumla karşılaşmıştır. Na-montmorillonit çözeltisinin stabilitesi üzerine humik maddelerin etkileri killerin yüzeyindeki yükler ve makro moleküler humik maddelerin konfigürasyonu ile açıklanmıştır (Tarchitzky ve ark., 1993).

5. Sonuç ve Öneriler

Humik ve fibrik materyaller asıl olarak >1.00 mm boyutlu strüktürel ünitelerin stabilitesini geliştirmekle beraber, humik materyallerin kimyasal özelliğine, fibrik materyallerin ise ilave edilen miktarları önemli olmaktadır (Dinel ve ark., 1991).

Oransal olarak az miktarlardaki ayrılmış ve stabilize olan organik materyaller strüktürel stabilite üzerinde yüksek etkiye sahiptirler. Bu materyallerin içerisindeki uzun zincir yapıları alifatiklerin bol miktarda bulunması bu etkinin ortaya çıkmasında önemli rol oynamaktadır (Dinel ve ark., 1991).

pH ile bağlantılı olarak pH, 4, 6, 8 ve 10 düzeylerinde humik madde konsantrasyonlarının artmasıyla sodyumlu montmorillonitin flokülasyon değeri de artmıştır. Bunun aksine kalsiyumla doyurulmuş montmorillonite Ca-humat ve Ca-fulvat uygulaması ile flokülasyon değerine herhangi bir etki yapmamıştır (Tarchitzky ve ark., 1993).

Düşük pH değerlerinde yüzey-

kenar (F-E) ve kenar-kenar (E-E) şeklinde kil parçacıklarının birleşmesi ön plandayken, alkali ortamda pH arttıkça yan kenarlardaki pozitif yüklerin azalması sonucunda yüzey-yüzey birleşmesi olmaktadır. Ca-Montmorillonit için Ca-humat ve Ca-fulvatın koagülasyon konsantrasyonu birbirine oldukça yakın olduğundan dolayı flokülasyon değerinin bütünü üzerine etkisi azalmaktadır (Tarchitzky ve ark., 1993).

Montmorillonit kil içerikli yüksek kireç değerlerine sahip olan topraklarda humin maddelerin bu topraklardaki agregatlaşma üzerine olan etkisi düşük düzeylerde olmaktadır. Bu ise, toprak ortamındaki yüksek kireç miktarının agregasyon üzerine olan etkisinin humin maddelerinin yapacağı etki ile aynı seviyede olması ile açıklanmaktadır.

Sonuç olarak, iyi niteliklere sahip değişik kökenli organik materyallerin topraklara yeterli miktarlarda uygulanmasıyla toprakların yapısal gelişimlerinde daha etkili sonuçların elde edileceği düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Bender, D. Erdal, İ. Dengiz, O. Gürbüz, M. Tarakçıoğlu, 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.İZMİR.
- Çelebi, H. 1971. Atatürk Üniversitesi Erzurum Çiftliği Topraklarında Kireç Miktarı ile Agregat Stabilitesi Arasındaki İlgisi Üzerine Bir Araştırma. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, ss: 44-50. ERZURUM.
- Dutarto, P. Bertoli, F. Andreux, F. Portal, J. M. Ango, A. 1993. Influence of Content and Nature of Organic Matter on the Structure of Some Sandy Soils From West Africa. Geoderma.56: 1-4. Vol. 459-478.
- Dinel, H. Mehuys, G. R. Levesque, M. 1991. Influence of Humic Acid and Fibric Materials on the Aggregation and Aggregate Stability of a Lacustrine Silty Clay. Soil Science. Volume: 146-157. No: 2.
- Fortun, A. 1991. The Effects of Fulvic and Humic Acids on Soil Aggregation a micromorphological Study. The Journal of Soil Science. V. 41 (4). P.563-572.
- Kretschmar, R. Robarge, W. P. Weed, S. B. 1993. Flocculation of Kaolinitic Soil Clays Effects of Humic Substances and Iron Oxides. Soil. Sci. Soc. Am. J. 57:1277-1283.
- Özbek, H. Kaya, Z. Gök, Kaptan, M. H. 1993. Toprak Bilimi Ders Kitabı. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi. Genel Yayın No: 73. Ders Kitapları Yayın No: 16. ADANA.
- Piccolo A. Pietramellara, G. Mbagwu, J. S. C. 1997. Use of Humic Substances as Soil Conditioners to Increase Aggregate Stability. Geoderma. Vol. 75. (3-5) pp. 267-277.
- Sağlam, M. T. Bahtiyar, M. Tok, H. H. Cangir, C. 1993. Toprak Bilimi Ders Kitabı, Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü. TEKİRDAĞ.
- Soong-NK. 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; 38 ref.
- Swift, R. S. and Wilson, W. S. 1991. Effects of Humic Substances and Polysaccharides on Soil Aggregation. Advances in Soil Organic Matter Research: Proceedings of a Symposium. Colchester, UK. 3-4 September. 153-162; 10 ref.
- Tarchitzky, J. Chen, Y. Banin, A. 1993. Humic Substances and pH Effects on Sodium and Calcium Montmorillonit Flocculation and Dispersion. Soil. Sci. Soc. Am. J. 57: 367-372.
- Ünal, H. Başkaya, H. S. 1981. Toprak Kimyası Ders Kitabı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. Yayın No: 759. ANKARA.
- Yao, XL. Xu, XY. Yu, DF. 1990. Formation of Structure in Red Soils Under Different Forms of Utilization. Acta-Pedologica-Sinica. 27:1. 25-33. 19 ref.