

TOPRAKLARDA KABUK TABAKASI OLUŞUMU, ÇEŞİTLERİ VE ÖNLENMESİ

Elif ÖZTÜRK Nutullah ÖZDEMİR
OMÜ Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, SAMSUN

Geliş Tarihi: 10.03.2006

ÖZET: Günümüzde toprak kabuğu, toprak bozunmasının önemli şekillerinden birisi olarak tanımlanmasına rağmen, sebepleri ve etkileriyle birlikte uzun yıllar boyunca kafaları karıştırmıştır. Genellikle stabil bir yapıya sahip olmayan siltli topraklarda görülen kabuk tabakası oluşumu dünyanın birçok yerinde toprakla ilgili bir problem olarak kabul edilmektedir. Yapılan çalışmalar sonucunda topraklarda yapısal kabuk tabakası, depo kabuk tabakası, örtü kabuk tabakası ve mikrobiyolojik toprak kabuğu şeklinde birbirinden farklı yapılarda dört çeşit kabuk tabakasının oluşabildiği tespit edilmiştir. Toprakta kabuk oluşumunun ve sertliğinin denetim altına alınarak fide çıkışlarının çoğaltılması, agregasyonun geliştirilerek doğal toprak agregatlarının dayanıklılığının artırılması ve erozyonun kontrolü amacıyla başvurulan çeşitli uygulamalar; toprak organik maddesinin yönetimi, toprak yüzey örtülerinin kullanılması, düzenleyici uygulamaları ve sulama yönetiminin geliştirilmesi ile mümkündür.

Anahtar Kelimeler: Kabuk, bozunma, agregatlaşma, strüktür

FORMATION, TYPES AND PREVENTING OF CRUST IN SOILS

ABSTRACT: Although soil crusting is now recognized as one of the major forms of soil degradation, it has been long confused with its causes and effects. Crusting which generally occurs in silt loamy soils that haven't a stabil structure, is accepted as a problem about soil in many areas of the world. At the end of the studies that had been determined; four different kinds of crust called "Structural Crust, Depositional Crust, Skin Crust and Microbiologic Crust" can be formed in soils. Some practices to take under control the crusting, increase the seedling emergence, improve the aggregation, increase the resistance of soil aggeragat and control the erosion are these; soil organic matter management, use of soil surface covers, the application of amendments and improve the irrigation management.

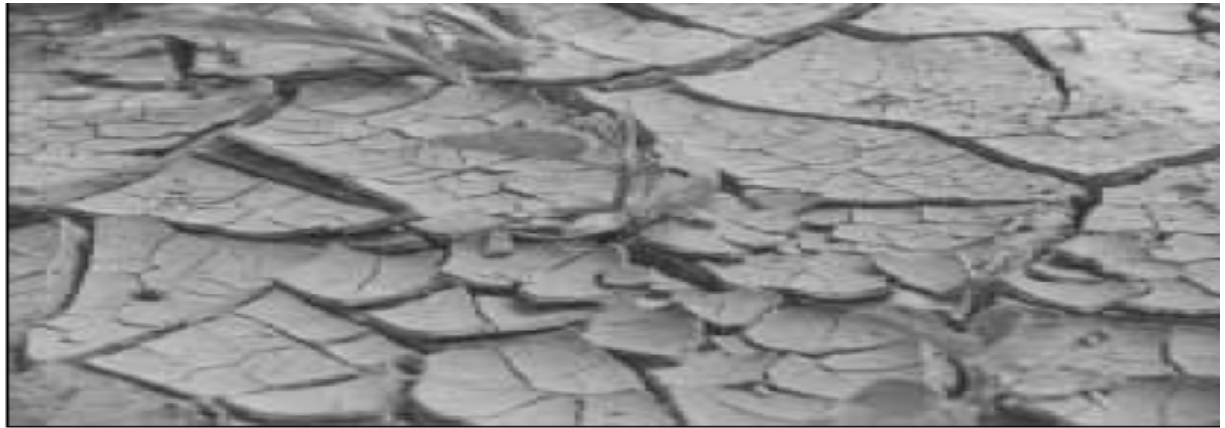
Keywords: Crust, degradation, aggeration, structure

1.GİRİŞ

Toprağın üst kesimi, yağmur damlalarının ve güneş ışınlarının her türlü etkisine doğrudan açık durumdadır. Bu bakımdan, yüzeydeki agregatlar daha fazla parçalanır, toprak yüzeyi daha çabuk kurur ve topraktaki su buharlaşırken yüzeyde sertleşmeye neden olan bir takım bileşikler birikir. Bu özelliklerden dolayı her toprağın üst birkaç milimetrelilik kesiminin strüktürü, altındaki toprak kitlesinininkinden önemli ölçüde ayrıcalık gösterir. Söz konusu bu kesimin, başka bir deyişle yüzey katmanının hacim ağırlığı ve sertliği çoğu kez altında bulunan toprağınkinden daha fazladır ve yine içerisinde büyük gözeneklerin olmaması ya da çok az olması dolayısıyla, doymuş su iletkenliği çoğunlukla düşüktür. Bu şekilde toprakta yağmur damlalarının yaptığı darbeler ve güneşin neden olduğu kurutma gibi

doğal süreçler sonucunda yüzeyde oluşan bu tabaka toprak kabuğu olarak tanımlanır (Şekil 1). Dinamik ve kompleks bir yapıda olan bu oluşumda birbirine bitişik, sıkı bir şekilde paketlenmiş olan toprak tanecikleri, tohumun çimlenip yüzeye çıkmasını ve kök gelişimini engelleyerek ürün miktarını ve kalitesini etkilemektedir. Bununla birlikte, oluşan kabuk tabakası toprağın geçirgenlik kapasitesini düşürerek yüzey akışı artırmakta ve sonuçta su erozyonunu teşvik etmektedir.

Kabuk oluşumu tüm topraklarda görülebilir ancak fide çıkışı açısından en zararlı olan kabuk, tohum ekimi döneminde yağışlardan sonra toprak yüzeyinin çok çabuk kurduğu bölgelerde, silt ve kum içeriği yüksek olan topraklarda görülmektedir (Chaudri ve ark., 1976).



Şekil 1. Kabuk oluşmuş bir toprak yüzeyi

2. KABUK OLUŞUMU VE NEDENLERİ

Toprakta kabuk tabakasının oluşumunda iklim koşulları ile toprağın yapısı ve özellikleri belirleyici etkenlerdir. Yağmur yağmaya başladığında toprak yüzeyi genellikle kurudur. Kuru ve çıplak olan toprak yüzeyine çarpan yağmur damlaları, toprak agregatlarını parçalar ve dağıtır. Yüzeyde bir toprak su karışımı ortaya çıkar. Bu kez toprak su karışımına çarpan yağmur damlaları, bulanık suyu havaya sıçratarak toprak taşınmasını başlatırlar.

Sıçrayan bulanık su içerisindeki toprak parçacıkları yere düştüklerinde toprak yüzeyine açılan ince kanalcıkları, gözenekleri tıkayarak toprak yüzeyini geçirimsiz bir hale getirirler (Özdemir, 2002). Başka bir anlatımla yağmur yağmaya başladıktan sonra yağışın ve toprak yüzeyinde biriken suyun sıkıştırması ve bulanık suyun toprak gözeneklerini tıkaması gibi nedenlerle toprak yüzeyinde yağmur yağmaya başlamadan önceki oranla geçirgenliği düşük bir tabaka oluşur. Bu oluşum kaba bünyeli ve organik maddeden yoksun, zayıf strüktürlü topraklarda ve yoğun yağışların olduğu alanlarda çok daha belirgindir. Toprağın azalmakta olan infiltrasyon hızı yağış yoğunluğunun altına düşünce, yüzeydeki çukurluklar dolar ve yüzeyde biriken sular arazi eğimine uyarak yüzey akışa geçer. Yağış boyunca yüzey akış suları, yağmur damlalarının çarpma etkisiyle defalarca sıçrayarak ve toprak parçacıklarını daha küçük parçacıklar haline getirerek, onların süspansiyonunda kalmalarına neden olur. Böylece yağış anındaki toprak taşınması çok daha fazla olur.

Yüzeyde yağmur damlalarının sıkıştırma etkisi ve iç kısma doğru hareket eden silt yüklü suların toprağın üst kısmındaki gözenekleri tıkaması sonucu ince, sıkı yapılı ve düşük geçirgenlikli bir kabuk tabakası oluşmaktadır. Oluşan bu tabaka bir taraftan daha sonraki dönemlerde fide gelişimini olumsuz yönde etkilerken diğer taraftan da geçirgenliği düşürerek yüzey akış ve erozyonun artışına neden olmaktadır. Kabuğun özellikleri ve yüzey akış miktarı toprak ve yağışın özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Bu konuda Balcı (1996), Washington Eyaletinde, kumtaşı toprakları üzerinde yapay yağmurlama sistemi ile yaptığı çalışmada, 10 dakikalık bir süre ile uyguladığı 90 mm/h şiddetindeki bir yağmurun etkisiyle, bir hektarlık bir toprak yüzeyinden bu süre içinde 27,5 ton toprağın yağmur damlasının kinetik enerjisi ile yerinden sökülerek, sıçrama ile harekete geçtiğini belirlemiştir.

Topraklarda kabuk tabakasının şekillenmesinde etkili olan faktörler iki ana başlık altında değerlendirilebilir. Bunlar;

1-) Toprak agregatlarının parçalanmasına, toprak yüzeyinin sıkışmasına ve kuruyup sertleşmesine neden olan enerji sağlayıcı etkenler: Bu etkenler, yağmur damlasının kinetik enerjisi ile güneşin radyant

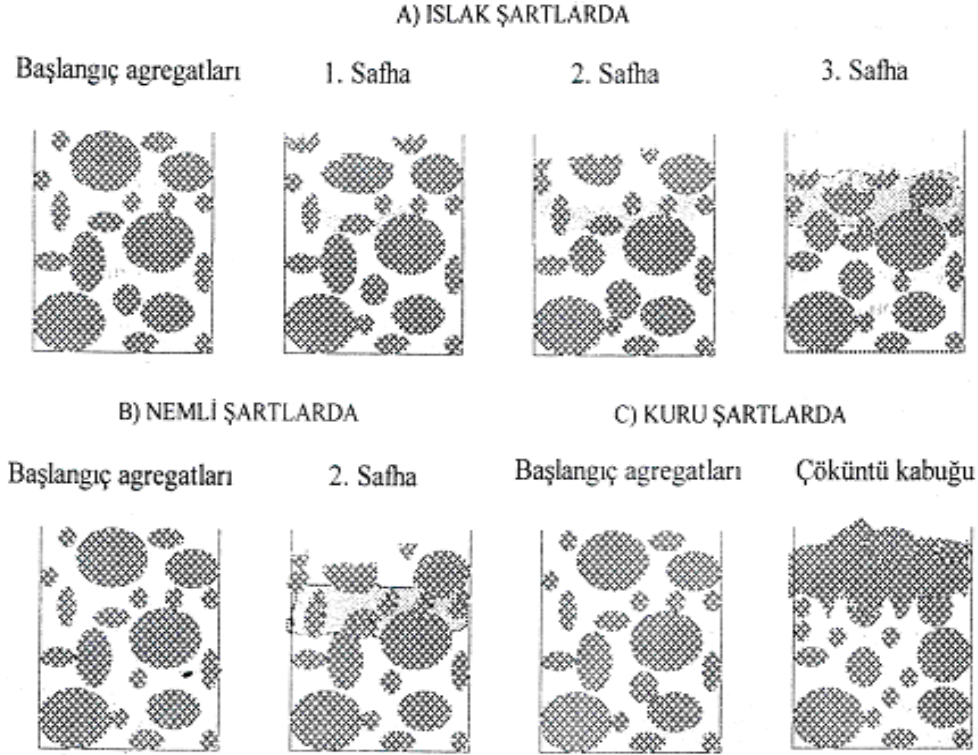
enerjisinden kaynaklanmaktadır (Lemos ve Lutz, 1957). Yağmur damlalarının sahip olduğu enerji, toprak agregatlarının dağılmasına, toprak yüzeyinin balçıklaşmasına ve sıkışmasına neden olan etkenlerin en önemlisidir (McIntyre, 1958 a,b). Yağmurun miktarı, şiddet ve yıl içindeki dağılışı gibi özellikleri yağmur damlasının kinetik enerjisi, toprağı dispersiyon etkisi ve dolayısıyla yüzeysel akışın miktarı ve hızı ile taşınan toprak miktarı üzerinde etkili olmaktadır. 1 cm/h şiddetindeki yağmurun sahip olduğu kinetik enerjinin 210,30 joule/m² olduğu düşünülürse yağmurun gücü daha iyi anlaşılabilir olacaktır (Hudson, 1995).

2-) Toprak özellikleri. Toprakta kabuk oluşumu ve sertliği, iklimsel özelliklerin yanı sıra toprağın kil, silt, ince kum, organik madde, kireç, değişebilir sodyum, magnezyum, kalsiyum içeriğine, kil tipine ve elektriksel iletkenliğine (EC) bağlıdır (Hadas ve Stibbe, 1977). Toprağın organik madde içeriğinin düşük, silt ve değişebilir sodyum içeriğinin yüksek olması; toprak agregatlarının yağmur damlalarının darbe ve gevşetme etkileriyle kolayca parçalanmasına ve yüzey toprağının kabuk bağlamaya yatkın duruma gelmesine yol açar (Miller ve Giffort, 1974). Toprakta organik maddenin artması ile agregatlaşma ve agregat stabilitesi artmaktadır. Kumlu topraklarda olduğu gibi primer taneciklerin boyutları büyüdükçe, damlaların çarpması ile toprağın çözülebilme ve dağılma eğilimi artmaktadır. Buna karşılık toprak tane boyutu küçüldükçe toprağın çözülmesi güçleşmekte, fakat killi topraklarda görüldüğü gibi taşınması kolaylaşmaktadır.

Toprakta kabuk tabakasının oluşumu ile nem miktarı arasında yakın bir ilişki bulunmaktadır. Oluşum öncesi toprak nemi, toprağın mekanik direncini ve yapısal kabuk tabakası oluşumunu önemli ölçüde etkilemektedir. Bu yüzden değişik nem düzeyleri altındaki topraklarda oluşan kabuk tabakalarının oluşum süreçleri farklı olmaktadır (Şekil 2).

Tekstür; kabuk tabakası oluşumunu etkileyen önemli bir toprak özelliğidir. Kabuk tabakası oluşumu genellikle yarı kurak bölgelerin tınlı topraklarında sıkça görülmektedir. Valentin (1991), toprak yüzeyinde oluşan göllenmelerin ve yüzey akışın kurak bölgelerdeki tınlı toprakları etkileyen en önemli faktörler olduğunu rapor etmektedir. Ilıman iklim bölgelerindeki tınlı topraklar, nemli koşullarda işlendiğinde tohum yatağı ince ve iyi tasnif olmuş bir agregat dağılımına ve iyi havalanmaya sahip olurken, toprak işleme kuru şartlarda yapıldığında toprakta iyi bir havalanma görülmemektedir.

Toprağın strüktürü ve yapısal dayanıklılığı kabuk tabakası oluşumunda etkilidir. Dayanıklı bir strüktürel yapıya sahip topraklarda dispersiyon ve dolayısıyla kabuk tabakası oluşumu engellenmektedir.



Şekil 2. Değişik nem düzeylerindeki kabuk tabakası oluşumunun şematik ifadesi (Bresson ve Cadot'a (1992) göre çizildi).

Ca ve Mg kabuk tabakasının şekillenmesinde önemli bir role sahiptir. Toprak veya sulama suyunun Ca içeriği arttığı zaman Na'un dispers edici etkisi azalmaktadır. EC de kabuk oluşumunun belirlenmesinde önemli bir parametredir. Toprak-su karışımının EC değerinin azalması killerin şişmesine ve gözenek büyüklüğünün azalmasına neden olmaktadır. EC, 0.3 dS/m'den küçük suyla sulama yapılması problemlere sebep olabilmektedir. Toprak-su çözeltisindeki sodyum (Na) iyonu konsantrasyonu arttığında toprağın agregat stabilitesi azalmaktadır (Özdemir, 1998).

3. KABUK ÇEŞİTLERİ

Arazi koşullarında yapılan çalışmalar ve gözlemler sonucunda topraklarda birbirinden farklı yapılarda dört çeşit kabuk tabakasının oluşabildiği tespit edilmiştir: Yapısal kabuk tabakası, depo kabuk tabakası, örtü kabuk tabakası, mikrobiyolojik toprak kabuk tabakası (Slattery ve Bryan, 1994; McIntry, 1958b; Alagöz, 2000).

3.1. Yapısal Kabuk Tabakası

Yüzey toprak katmanında hacim azalması ve kütle yoğunluğu artışı ile meydana gelen sıkı yapılı, düşük geçirgenlikli tabaka yapısal kabuk tabakası olarak tanımlanmaktadır. Bu tabakanın oluşumunda toprak agregatlarının yağmur damlalarının ıslatma ve çarpma etkisi ile dispers olmaları, agregatların biriken sular içinde ıslanmaları ve ıslanma sonucunda dağılmaları önemli bir faktördür (Slattery ve Bryan, 1994). Agregatların dağılması ile açığa çıkan parçacıkların bir kısmı tekrar yeni agregatlar oluştururken büyük bir

kısmı da yeniden organize olarak birbirleri ile birleşip daha sıkı yapılı bir yüzey tabakası meydana getirmektedir. Bu kabuk tabakası fide çıkışını dolayısıyla tarımsal üretimi olumsuz etkilemesi açısından önemlidir.

3.2. Depo Kabuk Tabakası

Depo kabuk tabakaları, sediment yüklü yüzey akış sularının arazi eğimindeki değişime bağlı olarak akış hızlarının düşmesi sonrasında taşınan malzemenin biriktirilmesi ile meydana gelen oluşumları ifade ederler. Bu oluşumlar genellikle toprak yüzeyindeki küçük çöküntü alanlarında ve erozyon sonucunda oluşan ve parmak adı verilen toprak yüzeyindeki küçük kanalcıklarda yaygın olarak görülmektedir. Kabuklar daha önceden gelişmiş yapısal kabuk tabakası üzerinde meydana gelen çökelmeler sonucunda da oluşabilirler (Bresson ve Boiffin, 1990). Çökelme katmanı çok ince (5–10 mm) olabileceği gibi daha kalın da olabilir. Oluşan tabakanın kalınlığı ve özellikleri, toprak yapısı ile yüzey akışa geçen suyun enerjisiyle yakından ilgilidir.

Bu tip kabuk tabakasının oluşumu, akan suyun içermiş olduğu parçacıkların taşınması için gerekli enerjinin, suyun taşıma enerjisinden daha fazla olduğu durumlarda parçacıkların depolanması ile başlamaktadır. Yüzey akışa geçen su içindeki kum, silt ve kil boyutundaki parçacıklar küçük çöküntü alanlarında birbiri üzerinde dönüşümlü olarak çökerek ince katmanlar halinde depo kabuk tabakasını oluşturmaktadır.

3.3. Örtü Kabuk Tabakası

Bitki örtüsünden yoksun, siltli, organik madde içeriği düşük alanlarda zayıf agregat oluşumuna sahip topraklar, yağmur damlalarının ıslatma ve çarpma etkisi ile parçalanarak çeşitli büyüklükteki parçacıkları oluştururlar. Bu şekilde oluşan parçacıklar ortamdaki su içinde süspansiyon haline gelirler ve yağışın dinmesi ile birlikte buldukları ortamda çökerek bir kabuk tabakası oluştururlar. Oluşan bu tabaka örtü kabuk tabakası olarak tanımlanmaktadır.

Bu tip kabuk tabakaları çok ince katmanlar halinde oluşmakta ve kil kümeleri paralel olarak üst üste dizilerek toprak yüzeyini tamamen örtmektedir.

3.4. Mikrobiyolojik Toprak Kabuğu

Mikrobiyolojik kabuk alg, mantar, yosun, bakteri v.b. organizmalar tarafından oluşturulmuş yüzey kabuğunun tipik bir kategorisi olarak tanımlanmaktadır. Mikrobiyolojik kabukların fiziksel yapısı iklim, toprak çeşidi ve biyolojik topluluğun kompozisyonuna bağlı olarak değişim göstermektedir.

Mikrobiyolojik toprak kabukları günümüze kadar çeşitli isimlerle adlandırılmıştır. Fletcher ve Martin (1948), mikrobiyolojik kabuğu tanımlamak için ilk olarak yağmur kabuğu (rain crust) terimini kullanmışlardır. Diğer bazı araştırmacılar ise kabuğu üzerinde yaşayan baskın yaşam şekillerinin isimleriyle adlandırmışlardır. Örneğin; alg kabuğu, liken kabuğu veya yosun kabuğunda olduğu gibi. Kleiner ve Harper (1972), son 25 yıldır yaygın bir şekilde kullanılan "cryptogamic kabuk" terimini ifade etmiştir. Son zamanlarda mikrobik kabuk (West, 1990), crytobiotic kabuk (Belnap, 1993) ve mikrobiyotik kabuk (St. Clair ve Johansen, 1993), şeklinde farklı terimler de kullanılmaktadır.

Yapılan araştırmalar mikrobiyolojik kabuğun kurak ve yarı kurak ekosistemlerde bazı önemli ekolojik etkilerinin olduğunu göstermektedir. Bunlar içerisinde belirgin ve muhtemelen en önemlisi erozyonu etkili bir şekilde kontrol eden ve azaltan toprak yüzeyinin stabilizasyonundaki rolüdür (Blackburn, 1975). "Microcoleus tus" (cyanobacteria) çöl toprak kabuklarının önemli bir unsurudur ve kabukların toprağı nasıl stabilize ettiğini açıklayabilmektedir. Belnap (1993), yaşayan filamentlerin etrafını çevreleyen ve toprak partiküllerini baştan sona saran polisakkarit kılıftan oluşan "Microcoleus tus"u incelemiştir. Bu incelemede polisakkarit materyalin toprak parçacıklarını sararak onları birbirine bağladığını gözlemlemiştir. Buradan da cyanobacteria kabukların toprağı stabilize etmedeki rolleri anlaşılmaktadır.

Kurak ekosistemlerde kabuklar azot (N) girdisinin asıl kaynağını oluşturmaktadır. Yapılan araştırmalar çöl topraklarındaki biyomasın yaklaşık %70'nin mikrobiyolojik kabuk olduğunu ortaya koymaktadır (Belnap, 1993). Mikrobiyolojik kabuklar bitki biyomasının az olduğu çöl ekosistemlerinde organik karbon üretiminin temelini oluşturmaktadır (Belnap, 1993). Kabuk organizmaları çöl topraklarına organik

madde sağlamaktadır. Kabukların zarar görmesi toprakların rüzgarlarla potansiyel aşınabilirliğini önemli ölçüde arttırmaktadır.

Mikrobiyolojik kabuklar kontrol edilemeyen insan hareketleri, hayvanlar tarafından çiğnenme ve yangınlarla önemli ölçüde zarar görmektedir.

4. KABUK OLUŞUMUNUN ÖNLENMESİ

Toprakta kabuk oluşumunun ve sertliğinin denetim altına alınması, bitkisel üretimin artırılması ve erozyonun kontrol edilmesi açısından oldukça önemlidir. Topraklarda agregatlaşmanın artırılması kabuk oluşumunun azalmasına, fide çıkışlarının çoğaltılmasına, yüzey akış ve toprak kayıplarının kontrolüne katkıda bulunmaktadır. Toprakta bir kez kabuk oluşmuşsa diğer yöntemlere başvurmadan önce toprak işlenmelidir. Sığ toprak işleme hem yapısal kabuk hem de depo kabuk tabakalarını parçalamasında yeterli olmaktadır. Orta derecede kabuk oluşum probleminin bulunduğu alanlarda toprağın her mevsim bir kere işlenmesi infiltrasyon artışına ve kabuk oluşumundan kaynaklanan olumsuz koşulların sınırlandırılmasına katkıda bulunmaktadır. Bununla birlikte oluşan kabuğun infiltrasyonu şiddetli bir şekilde azalttığı topraklarda her sulamadan önce toprağın işlenmesinde yarar vardır.

Yüzey kabuklarını parçalamak için yapılan sığ toprak işlemede tırmık, kültivatör veya toprağı yaklaşık olarak 6 inç (15cm) derinliğe kadar gevşeten yeni toprak işleme aletlerinden yararlanılabilir.

Toprakta kabuk oluşumunun önlenmesi için başvurulabilecek başlıca uygulamalar aşağıda verildiği gibi sıralanabilir: 1) Toprak organik maddesinin yönetimi, 2) Toprak yüzey örtülerinin kullanılması, 3) Düzenleyici uygulamaları, 4) Sulama yönetiminin geliştirilmesidir.

4.1. Organik Madde Yönetimi

Toprakların organik madde içerikleri iklim koşulları ve arazinin kullanım durumuna bağlı olarak değişkenlik göstermekte olup tarım topraklarında yaklaşık %1-6 arasında bulunmaktadır. Topraktaki organik maddenin miktarı düşük olarak görünse de fiziksel ve kimyasal aktiviteler açısından oldukça önemlidir. Toprak agregatlarını bir arada tutan dengeleyici materyallerden önemli bir kısmı organik maddenin ayrışmasıyla meydana gelmektedir. Yapılan çeşitli araştırmalar şunu göstermiştir ki; organik maddenin parçalanması ile önce enerji ve protein daha sonra besin elementleri ve yapışkan sıvılar açığa çıkmaktadır. Bu yapışkan sıvılar toprak parçalarını birbirine bağlayarak stabil agregatları meydana getirmektedir. Yapışkan özellik ayrışma sırasında açığa çıkan humik ya da ulmik asitlerden veya bunlara benzer bileşiklerden ya da organik maddenin ayrışması sırasında oluşan belirli polisakkarit ve poliuronidlerin varlığı ile de ilişkili olabilmektedir (Demiralay, 1977). Topraklara organik karışımların uygulanması poroziteyi, makro porların oranını ve agregat stabilitesini arttırmaktadır. Bu şekilde

infiltrasyon oranı da artmaktadır. Özdemir (2002), üç farklı tekstürdeki toprakta ahır gübresi, buğday samanı, fiğ samanı ve çöp kompostunun agregat stabilitesi üzerindeki etkisini araştırmıştır. Araştırmacı yapılan uygulamaların agregat satbilitesi değerlerini arttırdığını ve etkinliğin uygulama dozu ile ilave edilen organik materyalin çeşidine bağlı olduğunu belirlemiştir (Çizelge 1).

4.1.1. Ürün Artıkları

Ürünün hasadından sonra bitkilerin toprakta kalan kısımları organik madde kaynağı olarak önem taşımaktadır. Ürün artıklarının en büyük avantajı araziye taşınması için işgücünün gerekli olmamasıdır. Örneğin; Biçilmiş olan çimenler, tarım ürünlerinin hasadından sonra toprakta kalan artıklar toprak strüktürünün iyileştirilmesi ve besin elementlerini sağlaması bakımından oldukça önemlidirler. Toprakta kalan bitkisel artıkların (anız) etkinliği, çeşidine ve bakiye miktarına bağlı olup (Çizelge 1) yoğun tarımsal üretimde toprağın organik madde seviyesinin belirli bir düzeyde tutulması açısından yeterli değildir ve toprağın ilave organik gübrelerle desteklenmesi gerekmektedir.

4.1.2. Gübre ve Kompost

Topraklarda kabuk oluşumunun önlenmesi, erozyonun kontrolü ve bitkisel üretimin artırılmasında organik ve inorganik kökenli gübrelerden yararlanılmaktadır.

Hayvan gübresi uzun zamandır bitkilere besin maddesi sağlamak, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini iyileştirmek, infiltrasyonu geliştirerek erozyonu kontrol etmek amacı ile topraklara uygulanmaktadır. Uygulanan gübreler strüktürü iyileştirerek toprağı daha gevşek hale getirir, su ve hava hareketlerinin daha düzenli olmasını sağlarlar. Geniş partiküller arasındaki makro gözenekler suyun hızla drene olmasını sağlarken mikro gözenekler ise suyun depolanmasına katkıda bulunurlar. (Özdemir, 1998).

Ahır gübresi ve kompost toprağın su tutma kapasitesini, havalanmasını, biyolojik aktivitesini artıran ve ona canlılık kazandıran temel maddelerdir (Özdemir, 1991). Ahır gübresi belirli bir olgunluk döneminden sonra tarım arazilerine mutlaka ilave edilmesi gereken bir maddedir. Bu gübre toprak yapısı üzerinde yavaş ama uzun vadeli bir iyileştirici etkiye sahiptir.

Hafez (1974), killi bir toprağa %1, 3 ve 5 düzeylerinde çeşitli ahır gübreleri karıştırarak yürüttüğü bir çalışmada toprağa %5 düzeyinde uygulanan ahır gübresinin toprağın 0.5 mm'den büyük, suda stabil agregat içeriğini önemli düzeyde arttırdığını saptamıştır. Araştırmacı, toprağın kırılma değerinin uygulanan gübre düzeyine ve çeşidine bağlı olarak azaldığını belirtmiştir. Chaudhri ve ark. (1976), kabuk bağlama eğilimi olan iki toprakta tohum sıraları üzerine değişik düzeylerde karıştırmış oldukları ahır gübresinin, toprakların kabuk sertliğini büyük ölçüde azalttığını saptamışlardır. Özdemir (2002), Erzurum yöresinden almış olduğu üç farklı toprakta ahır gübresi ve çöp kompostu uygulayarak yapmış olduğu bir çalışmanın sonucunda toprakların agregat stabilitesi değerlerinin uygulama dozuna bağlı olarak arttığını, kırılma değerlerinin ise azaldığını ve çöp kompostunun etkinliğinin daha düşük düzeyde kaldığını gözlemiştir (Çizelge 2).

Kabuk oluşumunun ve etkilerinin azaltılmasında inorganik kökenli gübrelerden de yararlanılmaktadır. Thien (1976), fosforlu bileşiklerin kabuk oluşumu üzerindeki etkisini belirlemek üzere yürüttüğü bir araştırmada kabuk bağlama eğilimi olan toprağa (0, 28, 56, 112 ve 224 kg P/ha düzeylerinde fosfor içeren) fosforik asit uygulamasının kabuk oluşumunu azalttığını belirlemiştir. Robbins ve ark. (1972), toprağın agregat stabilitesini geliştirmek ve kabuk direncini azaltmak amacıyla toprağa 0, 17, 35, 69 ve 138 kgP/ha düzeylerinde fosfor içeren fosforik asit çözeltilerinin uygulanmasını önermişlerdir.

Çizelge 1. Farklı düzeylerde organik artık karıştırılan toprakların agregat stabilitesi değerleri (Özdemir, 1991)

Toprak Tipi	Organik Artık	Agregat Stabilitesi Değerleri (%)				
		Uygulama Dozları (%)				
		0	0.5	1.0	2.0	4.0
Kumlu killi tın	Ahır gübresi	21	26	36	42	51
Kumlu killi tın	Buğday samanı	21	25	45	62	75
Kumlu killi tın	Fiğ samanı	21	23	42	59	72
Kumlu killi tın	Çöp kompostu	21	22	23	25	29
Killi	Ahır gübresi	48	53	59	69	75
Killi	Buğday samanı	48	53	61	69	77
Killi	Fiğ samanı	48	54	62	72	78
Killi	Çöp kompostu	48	48	53	54	59
Killi tın	Ahır gübresi	34	43	46	57	68
Killi tın	Buğday samanı	34	46	48	61	70
Killi tın	Fiğ samanı	34	43	47	61	66
Killi tın	Çöp kompostu	34	36	43	46	49

Çizelge 2. Ahır gübresi ve çöp kompostu karıştırılan toprakların agregat stabilitesi değerleri (Özdemir, 1991)

Toprak Tipi	Organik Artık	Uygulama Dozları (%)				
		0	0.5	1.0	2.0	4.0
Kumlu killi tın	Ahır gübresi	21	26	36	42	51
Kumlu killi tın	Çöp kompostu	21	22	23	25	29
Killi	Ahır gübresi	48	53	59	69	75
Killi	Çöp kompostu	48	48	53	54	59
Killi tın	Ahır gübresi	34	43	46	57	68
Killi tın	Çöp kompostu	34	36	43	46	49

Toprakların kırılma değeri üzerine fosforik asit ve monokalsiyum fosfatın etkisini araştıran Lutz ve Pinto (1965), tarımsal ve ekonomik açıdan topraklara uygulanabilecek fosfor düzeylerinin 56 – 112 kg P/ha olduğunu belirtmişlerdir. Sönmez (1982), Van yöresinden alınmış üç farklı toprak çeşidinin yüzeyine farklı oranlarda fosforik asit ve triple süperfosfat uygulayarak yapmış olduğu bir çalışmanın sonucunda toprakların agregat stabilitesi değerlerinin arttığını gözlemlemiştir.

4.2. Örtü Bitkileri

Toprak yüzeyindeki yoğun bitki örtüsü bir taraftan yağmur damlalarının darbe etkisinden toprağı korurken diğer taraftan da kabuk oluşumuna engel olmaktadır (Özdemir, 2002). Bitki örtüleri ayrışma için önemli biyomas sağlamakta ve sonuçta toprağı korumaktadır. Ayrıca yüzey suyunun hızını yavaşlatmakta, erozyon ve bunu izleyen yapısal kabuk tabakası oluşumunu da azaltmaktadır (Özdemir, 2002). Örtü bitkileri doğal vejetasyon, tek yıllık bitkiler veya çok yıllık bitkiler olabilmektedir. Bitki örtüsünün toprağı yağmur damlalarına karşı koruyuculuk özelliği bitki örtüsünün özelliğine ve sıklık derecesine bağlı olarak değişmektedir (Özdemir, 2002). Bu konuda yapılan bir araştırmanın sonuçları çizelgede verilmiştir (Çizelge 3). Bu çizelgeden görüleceği üzere bitki çeşidi ve sıklık derecesine göre yağın yağışın %44.5 ile %88.4'ü bitkilere temas etmeden toprağı erişmektedir. Bitki sıklığı arttıkça toprağı doğrudan erişen kesim azalmaktadır. Yapılan çalışmalarda sıraya ekilen bitkilerin eğim aşağı-yukarı işlense bile çıplak duruma oranla toprağı korudukları belirlenmiştir (Sönmez, 1994).

Çizelge 3. Bitki örtüsünün yağmurun tutulması üzerine etkisi (Sönmez, 1994)

Bitki örtüsüne değmeden geçen toplam yağış, %	Bitki çeşidi	m ² 'deki bitki sayısı				
		0	36	64	100	144
	Mısır	100	62.9	60.7	57.0	44.5
	Soya	100	88.4	78.2	65.9	64.3

4.3. Kimyasal Düzenleyiciler

Kimyasal düzenleyicilerin çeşitli şekillerde toprağı ilavesi su veya toprağın kimyasal yapısını geliştirerek infiltrasyonu iyileştirmektedir. Kimyasal düzenleyiciler genellikle toprağın toplam tuz konsantrasyonunu artırır ve sodyum adsorpsiyon oranını (SAR) azaltırlar. Bu olayların her ikisi de

agregat stabilitesini artırır ve toprakta kabuk oluşumunu ve gözenek tıkanıklılığını azaltır (Demiralay, 1977, Helelia ve Letey, 1988). Bu amaçla 4 çeşit materyal kullanılmaktadır. Bunlar: 1) Tuzlar, 2) Kalsiyum materyalleri, 3) Asitler ve asit oluşturan materyaller ve 4) Polimer ve sülfonatları içeren toprak düzenleyicileridir.

4.3.1. Tuzlar

Tuzlar, tuzları içeren herhangi bir gübre veya düzenleyici toprak yüzeyine uygulandığı zaman veya düzenleyici yavaş yavaş sulama suyu içerisinde çözündüğünde sulama suyunun tuzluluğu artar ve sonunda toprak suyu bundan etkilenir. Artan tuzluluk ve etkisi sulama suyunun sodyum adsorpsiyon oranına bağlıdır (Ayyıldız, 1976).

4.3.2. Kalsiyum Materyalleri

Ca tuzlarının topraklara ilave edilmesi tuzluluğu ve ayrıca toprak ve sulama suyunun çözünabilir Ca içeriğini artırır. Yaygın bir şekilde kullanılan Ca tuzları; jips, kireç, dolomit, kalsiyum klorür (CaCl₂), kalsiyum nitrat (CaNO₃) (Özkaptan, 2004). Her bir tuz suda spesifik bir çözünürlük oranına sahiptir. Örneğin; CaCl₂ ve CaNO₃ hızlı, jips orta derecede bir çözünürlüğe sahipken dolomit çözünürlüğü düşüktür.

4.3.3. Asit ve Asit Oluşturan Materyaller

Asit ve asit oluşturuca ıslah materyalleri toprağı Ca sağlamaktadır. Fakat bu materyallerin etkin olması için, toprakta kireç bulunmalıdır. Yaygın bir şekilde uygulanan asit veya asit oluşturan düzenleyiciler sülfürik asit (H₂SO₄) ürünleri, amonyum polisülfid, kalsiyum polisülfid ve kükürttür (Şimşek, 1993).

4.3.4. Toprak Düzenleyicileri

Bu kategorideki düzenleyiciler genellikle organik polimerler ve sülfonatlarıdır. Organik polimerler esas olarak suda çözünebilir poliakrilamidler (PAMs) ve polisakkaritler, toprak agregatlarını birbirine bağlayarak ve yağmur damlasının bozucu etkisine karşı koyarak toprak yüzeyini stabilize etmek için kullanılmaktadır (Demiralay, 1977; Özkaptan, 2004). Ayrıca sediment oluşumunu ve taşınmasını azaltarak karık sistemlerinde de etkili bir şekilde görev almaktadır. Suyun penetresyonunu etkilemezler. Toprakların su tutma kapasitesini artırır. Topraklara uygulanan PAM'ın polimersiz sulamayla karşılaştırıldığında karıklarda toprak erozyonunu %95 civarında azalttığı gözlenmiştir (Hickman ve Whitney,

1998). Suyun yüzey gerilim kuvvetini azaltan sülfonatlar ise yüksek oranda organik madde içeren veya malçla kaplanmış olan topraklarda etkilidir (Meral 2002).

4.4. Sulama Yönetiminin Geliştirilmesi

Sulama yönetiminin geliştirilmesindeki amaç, mevcut sulama yöntemini infiltrasyon oranı bakımından değerlendirmek ve yağmurlar ile sulamalardan sonra kök bölgesinde yeterli miktarda suyu depolayabilmektir (Ertuğrul ve Apan, 1979).

Kurak yıllarda ve yağışın yetersiz olduğu alanlarda kök bölgesinde yeterli miktarda suyun depolanmasında yağış tek başına yeterli olmaz. Yağışın yetersiz olduğu durumlarda kök bölgesinde su depolayabilmek için sulamalara ihtiyaç duyulabilmektedir. Su kullanımında mevsimlik dalgalanmaların anlaşılması önemlidir. Su kullanım seyrinin ve hasat mevsiminde su gereksinimlerinin anlaşılması problemin çözümü için bir anahtardır.

Mevcut sulama metotları infiltrasyon oranı bakımından değerlendirilmelidir. Gerekli olduğu takdirde mevcut sistemi değiştirmeli veya başka bir sulama sistemine geçilmelidir.

5. SONUÇ

Özellikle yarı kurak bölgelerdeki tınlı topraklarda görülen kabuk tabakası oluşumu, toprakların kullanılmasında dikkate alınması gereken önemli hususlardan birini oluşturmaktadır. Tabakanın şekillenmesinde toprak ve yağış koşulları belirleyici faktörler olup mekanizmasının bilinmesi bu problemin aşılması bakımından önem arz etmektedir.

Topraklarda kabuk tabakası oluşumunun iki zararlı etkisi bulunmaktadır. Bunlar;

1-) Oluşan tabaka bir yandan yüzey toprağının yapısının bozulmasına neden olurken diğer yandan da çimlenen tohumun yüzeye ulaşmasını ve kök gelişimini etkileyerek ürün miktarının düşmesine neden olmaktadır.

2-) Yüzey kabuk tabakası oluşumu toprağın infiltrasyon hızını azaltarak suyun yüzey akışa geçmesini teşvik etmekte ve sonuçta su erozyonuna neden olmaktadır.

Kaymak tabakası sorununun çözümünde iklim ve toprak koşulları dikkate alınarak organik madde düzeyinin artırılması, yüzey örtülerinin kullanılması, düzenleyici uygulamaları ve sulama yönteminin geliştirilmesi uygulamalardan istifade edilebilir.

6. KAYNAKLAR

Alagöz, Z., 2000. Topraklarda su erozyonu kökenli kabuk tabakası oluşumu. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 13(1), 107-112.

Ayyıldız, M., 1976. Sulama Suyunun Kalitesi ve Sulamada Tuzluluk Problemleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Ders Kitabı No: 199.

Balcı, A.N., 1996. Toprak Koruması, İstanbul Üniversitesi, No: 3947.

Belnap, J., 1993. Recovery rates of cryptobiotic crusts: inoculant use and assessment methods. Great Basin Naturalist 53: 89-95.

Blackburn, W.H., 1975. Factors influencing infiltration rate and sediment production of semiarid rangelands in Nevada. Water Resources Research 11: 929-937.

Bresson, L.M., Boiffin, J., 1990. Morphological characterization of soil crust development stages on an actively experimental field. Geoderma, 47: 301-325.

Bresson, L. M., Cadot, L., 1992. Illuviation and structural crust formation on loamy temperate soils. Soil Sci. Soc. Am. J., 56: 1565-1570.

Chaudhri, K.G., Brown, K.W., Holder, C.B., 1976. Reduction of crust impedance to simulated seedling emergence by the addition of manure. Soil Sci. 122: 216-222

Demiralay, İ., 1977. Toprak Fiziyi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ders Notu, Erzurum

Ertuğrul, H., ve Apan, M., 1979. Sulama Sistemlerinin Projelenmesi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, No: 38.

Fletcher, J.E., Martin, W.P., 1948. Some effects of algae and moulds in the rain crust of desert soils. Ecology 29: 95-100.

Hadas, A., Stibbe, E., 1977. Soil crusting and emergence of wheat seedlings. Argon. J. 69: 547-550.

Hafez, A.A.R., 1974. Comparative changes in soil physical properties induced by admixtures of manures from various domestic animals. Soil Sci. 118: 53-59.

Helela, A.M., Letey, J., 1988. Polymer Type and Water Quality Effects on Soil Dispersion. Soil Sci. Soc. Am. J., 52 : 243-246.

Hickman, J.S., Whitrey, A.D., 1998. Soil conditioners North central regional extension publication 295. Kansas State University.

Hudson, N., 1995. Soil Conservation BT. Bastford Limited, ISBN 0-8138-2372-2, London.

Kleiner, E.F., Harper, K.T., 1972. Environment and community organization in grasslands of Canyonlands National Park. Ecology 53: 299-309.

Lemos, P., Lutz, J.F., 1957. Soil crusting and some factors affecting it. Soil Sci. Amer. Proc. 21: 485-491

Lutz, J.F., Pinto, R.A., 1965. Effect of phosphorus on some physical properties of soils. I. Modulus of rupture. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 29: 458-460.

Meral, R., 2002. Karık sulama yönteminde polyacrylamid (PAM) ve sıkıştırılmış karık uygulamalarının farklı akış koşullarında sediment taşınımı ve su uygulama randımanı üzerine etkilerinin araştırılması. Doktora tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.

McIntyre, D.S., 1958a. Permeability measurements of soil crusts formed by raindrop impact. Soil Sci. 85: 185-189.

McIntyre, D.S., 1958b. Soil splash and the formation of soil crusts by raindrop impact. Soil Sci. 85: 261-265.

Miller, D.E., Gifford, R.O., 1974. Modification of soil crusts for plant growth. In J.W. Carry and D.D. Evans (ed.) Soil crusts. A western regional research publication. Technical Bulletin 214. Agricultural Experiment Station, Univ. of Arizona, Tucson, 85721: 7-16

Özdemir, N., 1991. Toprağa karıştırılan organik artıkların toprağın bazı özellikleri ile strüktürel dayanıklılık ve erozyona karşı duyarlılığı üzerine etkileri. Doktora tezi, Atatürk Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

- Özdemir, N., 1998. Toprak Fizği. Ondokuzmayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, No: 30, Samsun.
- Özdemir, N., 2002. Toprak ve Su Koruma. Ondokuzmayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, No: 22, Samsun.
- Özkaptan, S., 2004 Organik ve inorganik toprak düzenleyicilerin erozyona karşı duyarlılık ve toplam kuru madde verimi üzerine etkileri . Yüksek Lisans tezi. Ondokuz Mayıs Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Robbins, C.W., Carter, D.L., Leggett, G.E., 1972. Controlling crusting with phosphoric acid to enhance seedling emergence. Argon. J. 64: 180–183.
- Sönmez, K., 1982. Van yöresi topraklarında fosforik asit, triple süperfosfat ve ahır gübresinin agregasyon, agregat satabilitesi ve kırılma değeri üzerine etkileri, Doçentlik tezi (Basılmamış), Erzurum.
- Sönmez, K., 1994. Toprak Koruma. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yay., No: 169.
- Slattery, M.C., Bryan, R.B., 1994. Surface seal development under simulated rainfall on an actively eroding surface. Catena, 22: 17–34.
- St. Clair, L.L. ve Johansen, J.R., 1993. Introduction to the symposium on soil crust communities. Great Basin Naturalist 53: 1–4.
- Şimşek, G., 1993. Toprak Oluşumu (pedogenesis) ve Sınıflandırılması Ders Notları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü. No: 139
- Thien, S.J., 1976. Stabilizing soil aggerates with phosphoric acid. Soil Sci. Soc. Amer. J. 40: 105–108.
- Valentin, C., 1991. Surface crusting in two alluvial soils of northern Niger. Geoderma, 48: 201–222.
- West, N.E., 1990. Structure and function of microphytic soil crusts in wildland ecosystems of arid to semi-arid regions. Advances in Ecological Research 20: 179–223.