

TOPRAKLARDA SU EROZYONU KÖKENLİ KABUK TABAKASI OLUŞUMU

Zeki ALAGÖZ

Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Antalya

Özet

Yapılan araştırmalar, topraklarda aşağıda belirtilmiş olan 3 farklı yapıda kabuk tabakası oluştuğunu göstermektedir. 1) Toprak yüzeyindeki agregatların yağmur damlalarının ıslatma ve çarpma etkisi ile bir dereceye kadar dağıldıktan sonra, ortamda önceden var olan teksel parçacıkların da katılımı ile yeniden organize olup sıkışması ile meydana gelen kabuk tabakası (Destructional/Structural Crust). 2) Toprak materyalinin su etkisi ile orjinal yerinden koparılıp taşınması ve daha sonra başka bir alanda birikmesi ile meydana gelen kabuk tabakası (Depositional/Sedimentational Crust). 3) Yağışın sona ermesinden sonra toprak yüzeyinde oluşan su birikintileri veya laminar karakterli yüzey akışı içinde süspansan halde bulunan toprak materyalinin çökmesi ile meydana gelen kabuk tabakası (Lamellar Crust/ Skin Seal/Afterflow Seal).

Anahtar Kelimeler: Kabuk, Kaymak Tabakası, Yapısal Degradasyon

Water Erosion Induced Crust Formation in Soils

Abstract

Previous researches indicated that three kinds of crust development occur in soils as follows; 1) Formation of the Structural Crust (Destructional Crust) after the rearrangement and compaction of the individual particles present and the particles emerge by the slaking and destruction of the surface aggregates due to wetting and splash affect of the raindrops. 2) Formation of the Sedimentational (Depositional) Crust after the deposition of the transported soil material. 3) Formation of the Lamellar Crust (Skin Seal/Afterflow Seal) by the settling down of the suspended soil material in the puddles or in the flowing water with laminar character.

Keywords: crust, surface sealing, structural degradation

1. Giriş

Genellikle iyi bir yapıya sahip olmayan siltli topraklarda görülen kabuk tabakası oluşumu dünyanın birçok yerinde toprakla ilgili bir problem olarak kabul edilmektedir. Dinamik ve kompleks bir olay olan bu oluşumda, yüzeydeki agregatların parçalanması ile açığa çıkan parçacıklar ile ortamda önceden var olan teksel tanecikler birlikte organize olarak toprak yüzeyinde sıkı bir yapı oluşturmaktadır. Birbirine bitişik, sıkı bir şekilde paketlenmiş toprak taneciklerinin meydana getirdiği bu yapı, tohumun çimlenip yüzeye çıkmasını ve kök

gelişimini engelleyerek ürün miktarını ve kalitesini etkilemektedir. Bununla birlikte, oluşan kabuk tabakası toprağın infiltrasyon kapasitesini azaltmak suretiyle yüzeydeki suyun toprağın alt katmanlarına sızmasını engelleyerek daha fazla yüzey akışı oluşturmakta ve sonuçta şiddetli su erozyonuna neden olmaktadır.

Oluşan kabuk tabakasının yapısı, yağış özellikleri, toprak özellikleri ve yüzey akışı özelliklerini oluşturan faktörler tarafından belirlendiğinden, kabuk tabakaları oluştukları ortamdaki yağış, toprak, yüzey akışı ve erozyon

özellikleri hakkında bilgiler içermektedir. Bu nedenle, kabuk tabakası oluşumuna ve erozyona karşı hassas toprakların kullanılmalarında göz önüne alınması gerekli faktörlerin belirlenmesinde kabuk tabakası oluşum mekanizmasının bilinmesi önemli olmaktadır (Slattery and Bryan, 1992; Slattery and Bryan, 1994).

Oluşum ortamındaki çevresel şartlara bağlı olarak, topraklarda birbirinden farklı yapıda kabuk tabakaları oluşabilmektedir. Bilim adamları tarafından, bu oluşumlarla ilgili değişik görüşler ortaya atılmıştır. İlk olarak 1958 yılında McIntyre (1958a) tarafından ortaya atılan ve toprak parçacıklarının toprak içinde aşağıya doğru olan hareketlerinin (washing-in) kabuk tabakası oluşumunda etkili olduğunu belirten görüş halen tartışılmaktadır. Bazı araştırmacılar (McIntyre, 1958a; McIntyre, 1958b; Norton, 1987) toprak içindeki parçacık hareketinin kabuk tabakası oluşumunda önemli bir yeri olduğunu savunurken, diğer bazıları ise (Arshad and Mermut, 1988; Bertrand and Sor, 1962) bu görüşü desteklememişlerdir. Mualem ve ark. (1990), McIntyre'nin (1958a) birçok eleştiri alan bu görüşünde, topraktaki kil hareketlerinden değil küçük parçacıkların hareketlerinden söz ettiğini ifade etmektedirler. Bununla birlikte McIntyre (1958b) örtü kabuk tabakası oluşumunu yağmur damlalarının etkisi altında oluşan sıkışma ile açıklarken, Mualem ve ark. (1990) bunu yağmur dindikten sonraki kısa bir süre devam eden laminar karakterli bir yüzey akışının etkisine bağlamaktadırlar.

Arshad ve Mermut (1988) ise toprak içindeki parçacık hareketinin kabuk tabakası oluşumunda etkili bir mekanizma olmadığını savunmaktadırlar. Bu araştırmacılara göre, yağmur damlaları tarafından süspanse hale getirilen toprak parçacıkları ya yatay olarak ince bir su filmi halinde taşınmakta, ya da yağışın

dinmesinden sonra yerinde çökelmektedirler. Bu nedenle de küçük parçacıkların toprak içindeki aşağıya doğru olan hareketleri, ancak durağan agregatlara sahip, infiltrasyon hızı nispeten yüksek ve toprak içi boşluklarının dispers hale gelen materyalle tıkanmasının düşük seviyede olduğu topraklarda görülebilir.

2. Kabuk Tabakası Çeşitleri ve Oluşumları

Konu ile ilgili yapılmış olan araştırmalarda bu oluşuma iki şekilde yaklaşılmaktadır. 1) Farklı seviyedeki yüzey tabakası oluşumunda, infiltrasyon, geçirgenlik, yağmur damlasının parçalama etkisi ve toprak dayanıklılığı gibi genel toprak erozyonu parametrelerinin ölçülmesi. 2) Tabaka oluşumunun morfolojik, mikroskopik veya altmikroskopik (Tarayıcı Elektron Mikroskobu SEM ve Transmisyon Elektron Mikroskobu TEM) yöntemler ile gözlemlenmesi. Bu yaklaşımlarla daha önce yapılmış olan çalışmalar birbirinden farklı yapılarda üç çeşit kabuk tabakası oluştuğunu göstermektedir (Slattery and Bryan, 1992; Slattery and Bryan, 1994; Arshad and Mermut, 1988; McIntyre, 1958b ve Bresson and Cadot, 1992).

Bunlar, *Yapısal kabuk tabakası* (Destructional/ Structural Crust), *Depo kabuk tabakası* (Depositional/ Sedimentational Crust) ve *Örtü kabuk tabakası* (Lamellar Crust/ Skin Seal/ Afterflow Seal) olarak adlandırılabilir.*

2.1. Yapısal Kabuk Tabakası (Structural/ Destructional Crust)

Yapısal kabuk tabakası oluşumu,

* Türkçe isimler derlemeyi yapan kişi tarafından verilmiştir.

genellikle silt oranı fazla ve bitki örtüsünden yoksun, direk olarak yağmur damlalarının çarpma etkisine açık olan topraklarda görülmektedir. Bu tip oluşumda toprak agregatlarının yağmur damlalarının ıslatma ve çarpma etkisi ile dağılması önemli rol oynamaktadır (Slattery and Bryan, 1994). Bununla birlikte, agregatların biriken sular içinde ıslanmaları ve hiçbir güç uygulanmadan sadece ıslanma sonucunda dağılmaları da önemli bir faktördür. Agregatların dağılması ile açığa çıkan parçacıklarının bir kısmı tekrar yeni agregatlar oluştururken büyük bir kısmı da yeniden organize olup, sıkışıp, birbirleri ile birleşerek (rearrangement) yapısal kabuk tabakasını oluşturmakta ve bu yeni organizasyon nedeni ile de toprakta bir hacim azalması meydana gelmektedir.

Yapısal kabuk tabakası oluşumunda sıkışmayı sağlayan güç üstteki toprak ağırlığından ziyade yağmur damlalarıdır. Bu tür kabuk tabakası oluşumunda yağmur damlaları iki türlü etkiye sahiptir. Yağmur damlaları ıslatma etkisi ile bir taraftan toprak agregatları içindeki kohezyonu azaltırken, diğer yandan da çarpma etkisi ile bunları parçalamakta ve sonuçta ortamdaki parçacıkların yeniden organize olmalarını sağlamaktadır.

Bu tür kabuk tabakası oluşumunun mekanizması ile ilgili bir fikir birliği yoktur ve değişik araştırmacılar farklı görüşlere sahiptirler. Slattery ve Bryan'a (1992) göre yapısal kabuk tabakası oluşumunda ilk olarak, toprak yüzeyindeki agregatlar yağmur damlalarının ıslatma ve çarpma etkisi ile hızlı bir şekilde parçalanmakta ve açığa çıkan parçacıklar ile toprakta önceden varolan tekssel tanecikler yeniden organize olarak toprakta sıkı bir yapı oluşmaktadır. Daha sonra, oluşan bu sıkı yapının sertleşip yüzeyinin düzgülüşmesi ile yapısal kabuk tabakası oluşumu tamamlanmaktadır.

Bresson ve Cadot ise (1992) yapısal kabuk tabakası oluşumunu Slattery ve Bryan'dan (1992) daha farklı olarak açıklamışlardır. Bu araştırmacılara göre yapısal kabuk tabakası oluşumu üç aşamada meydana gelmektedir. İlk olarak, toprakta gevşek bir şekilde paketlenmiş olan agregatlar arası boşluklarda silt köprülerinin oluşumu. İkinci aşamada, agregatlar arası boşlukların silt parçacıkları ile dolması ve son olarak üçüncü aşamada, silt parçacıkları ile dolan kısmın kalınlaşması ve yüzeydeki agrgatların silt parçacıkları ile tamamen örtülmesi.

Yapısal kabuk tabakası oluşumunda killer genellikle tekssel parçacıklar olarak değil, orijinal toprak agregatları ile birleşmiş halde bulunurlar. Oluşum içindeki boşluklar, tekssel parçacıkların sıkı bir şekilde paketlenmesi sonucu oluşan basit paket boşluklar ve agregatların paketlenmesi sonucu oluşan bileşik boşluklardan oluşurlar ve kompleks bir yapı gösterirler.

2.2. Depo Kabuk Tabakası

(Sedimentational/Depositional Crust)

Depo kabuk tabakası oluşumu genellikle toprak yüzeyindeki küçük çöküntü alanlarında ve erozyon sonucunda oluşan ve parmak adı verilen toprak yüzeyindeki küçük kanalcıklarda yaygın olarak görülmektedir.

Toprak materyalinin depolanması sonucunda oluşan depo kabuk tabakaları, yüzey akışına geçen suyun enerjisi ile yakından ilgilidir. Bu tip kabuk tabakası oluşumu, akışa geçen suyun içermiş olduğu parçacıkların taşınması için gerekli enerji, suyun taşıma enerjisinden daha fazla olduğu durumlarda parçacıkların depolanması ile başlamaktadır.

Yüzey akışına geçen su içindeki kum, silt ve kil boyutundaki parçacıklar küçük çöküntü alanlarında birbiri üzerinde dönüşümlü olarak çökerek ince katmanlar halinde depo kabuk tabakasını oluşturmaktadırlar. Yüzey akışı içindeki büyük parçacıklar akan suyun enerjisi azaldıkça depolanmaya başlanırken, daha küçük parçacıklar su içinde süspanse halde olduklarından yağış dindikten sonra çöküntü alanlarında yavaş yavaş çökellerler. Bu yüzden ilk ince katmanlar genellikle silt ve bazen da kum boyutundaki parçacıklardan oluşurken, daha sonraki katmanlar killerden oluşmaktadır. Buna karşın türbülans karakterli su akışlarında oluşan killi, ince katmanlar silt ve kum da içermektedir. Çöküntü alanlarında yağış devam ederken meydana gelen depo kabuk tabakası oluşumunda, büyük parçacıklar çöküntü alanlarının dış kısımlarında depolanırken, küçük parçacıklar yağmur dindikten sonra tüm alanda çökelmekte ve tüm yüzey düzleşmeye doğru gitmektedir.

Bresson ve Boiffin (1990) yaptıkları bir çalışmada, depo kabuk tabakası içindeki ince katmanları oluşturan parçacıkların zayıf bir şekilde tasnif edilmiş (sorted) olduklarını ve bu parçacıkların bazı mikro agregatları içerdiklerini belirlemişlerdir.

2.3. Örtü Kabuk Tabakası (*Lamellar Crust/Skin Seal/Afterflow Seal*)

Örtü kabuk tabakası oluşumunda, öncelikle toprak yüzeyindeki agregatlar yağmur damlalarının ıslatma ve çarpma etkisi ile parçalanarak çeşitli büyüklükteki parçacıkları oluştururlar. Bu şekilde oluşan parçacıklar ortamdaki su içinde süspanse hale gelirler ve yağışın dinmesi ile birlikte buldukları ortamda çökerek örtü kabuk tabakasını oluştururlar.

Bu tip kabuk tabakaları çok ince katmanlar halinde oluşturmaktadırlar ve bunlar polarize ışık altında kesintisiz bir dizilime (orientation) sahip bir kil kütanı gibi görünürler. Bu tip kabuk tabakasında kil kümeleri paralel olarak üst üste dizilerek toprak yüzeyini tamamen kaplamaktadırlar.

3. Kabuk Tabakası Oluşumunu Etkileyen Faktörler

Doğada değişik kabuk tabakalarının içinde olduğu ve değişik şartları içeren çevreler vardır. Bu çevrelerdeki toprak ve yağış meydana gelen kabuk tabakasının oluşum şeklini ve tipini belirleyen iki önemli faktördür.

3.1. Toprak

Kabuk tabakası oluşumu üzerine etki yapan en önemli toprak özelliklerinden biri olan oluşum öncesi toprak nemi, toprağın mekanik direncine ve yapısal kabuk tabakası oluşumuna büyük etki yapmaktadır. Bu yüzden değişik nem düzeyleri altındaki topraklarda oluşan kabuk tabakalarının oluşum süreçleri (özellikle yapısal kabuk tabakası oluşumunda) farklı olmaktadır.

Bresson ve Cadot (1992) ıslak olan bir toprak üzerine düşen yağmur damlalarının etkisiyle siltce zengin olan toprak materyalinin agregatlar arası boşlukları doldurduğunu, örnek hava kurusu olduğunda ise bir çöküntü, dağılma (slaking) tabakasının kısa sürede toprak yüzeyini örttüğünü (sealed), bu tür bir oluşumun çok yavaş ortaya çıktığını ve tam bir tabaka oluşumu olmadığını rapor etmişlerdir (Şekil 1). Yves ve Singer (1993) ise yaptıkları bir araştırmada, nem düzeyi düşük topraklarda agregatların hızlı bir şekilde dağıldığını ve bunun kabuk tabakası

oluşumunu hızlandırdığını rapor etmişlerdir.

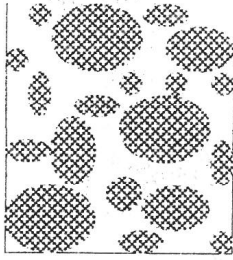
Toprak tekstürü de topraklarda kabuk tabakası oluşumunu etkileyen

toprakta iyi bir havalanma görülmemektedir.

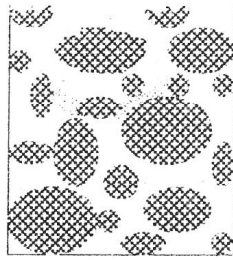
Toprağın yapısı (strüktürü) ve bu yapının derecesi de kabuk tabakası

A) ISLAK ŞARTLARDA

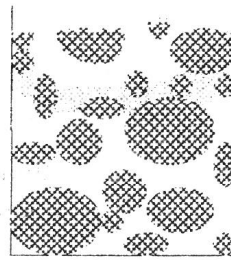
Başlangıç agregatları



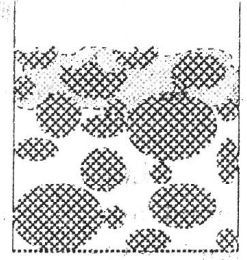
1. Safha



2. Safha

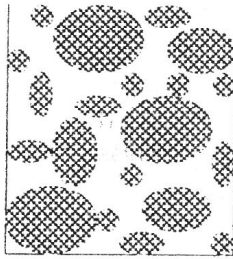


3. Safha

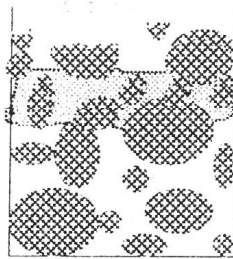


B) NEMLİ ŞARTLARDA

Başlangıç agregatları

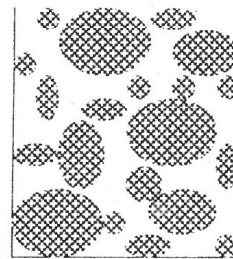


2. Safha

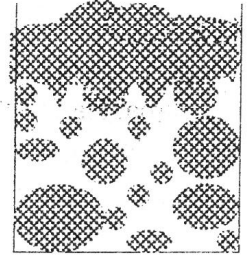


C) KURU ŞARTLARDA

Başlangıç agregatları



Çöküntü kabuğu



Şekil 1. Değişik Nem Düzeylerindeki Kabuk Tabakası Oluşumunun Şematik İfadesi (Bresson ve Codat'a (1992) göre çizildi).

önemli bir toprak özelliğidir. Kabuk tabakası oluşumu genellikle yarı kurak bölgelerin tınlı topraklarında sıkça görülmektedir. Valentin (1991) toprak yüzeyinde oluşan göllenmelerin ve yüzey akışının 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

oluşumunda etkilidir. Bu yüzden iyi bir yapıya sahip topraklarda dipersiyon ve sonuçta da kabuk tabakası oluşumu engellenmektedir. Toprak agregatlarının büyüklük dağılımı ve dayanıklılıkları da toprak içindeki silt hareketlerinde önemli rol oynamaktadır. Toprakların değişebilir Na yüzdesi ise topraktaki yapının bozulmasına ve dispersiyona neden olduğundan, kabuk tabakası oluşumuna katkıda bulunan diğer önemli bir toprak özelliğidir.

3.2. Yağış

Yağışın miktarı ve yoğunluğu kabuk tabakası oluşumu ve tipini etkileyen en önemli iklim özelliklerindedir. Bresson ve Cadot (1992) üç değişik toprakta yaptıkları bir çalışmada yapısal kabuk tabakası oluşumunu topraktaki kil ve organik madde miktarına veya pH ya bağlı olmaksızın silt illuviasyonu ile oluştuğunu belirlemişler ve kabuk tabakası oluşum hızının ise toplam yağış miktarına ve toprak özelliklerine bağlı olduğunu belirtmişlerdir.

4. Sonuç ve Öneriler

Kabuk tabakası oluşumunun topraklar üzerinde iki zararlı etkisi görülmektedir.

1) Kabuk tabakası oluşumu 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) Kabuk tabakası oluşumu toprağın infiltrasyon hızını azaltarak suyun yüzey akışına geçmesini teşvik etmekte ve sonuçta da şiddetli su erozyonuna neden olmaktadır.

Bu nedenle, özellikle yarı kurak bölgelerdeki tınlı topraklarda görülen kabuk tabakası oluşumu, toprakların kullanılmalarında dikkate alınması gereken önemli kriterlerden biridir. Kabuk tabakası oluşum mekanizmasının bilinmesi ise bu problemin aşılması bakımından önem arz etmektedir. Toprak ve yağış, kabuk tabakası oluşumunu etkileyen iki önemli faktör olduğundan, farklı toprak ve yağış koşulları içeren bölgelerde, kabuk tabakası oluşum mekanizmasının araştırılması gerekmektedir.

Sonuçta, bir yandan toprak degradasyonuna neden olan, bir yandan da bitki gelişimi için zararlı olan bu oluşumun önlenmesi için alınması gerekli tedbirlerin belirlenmesi kolaylaşacaktır.

Kaynaklar

- Arshad, M. A. and Mermut, A. R. 1988. Micromorphological and physico-chemical characteristics of soil crust types in northwestern Alberta, Canada. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 52: 724-729.
- Bertrand, A. R. and Sor, K. 1962. The effect of rainfall intensity on soil structure and migration of colloidal materials in soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 26: 297-300.
- Bresson, L. M. and Boiffin, J. 1990. Morphological characterization of soil crust development stages on an experimental field. *Geoderma*, 47: 301-325.
- Bresson, L. M. and Cadot, L. 1992. Illuviation and structural crust formation on loamy temperate soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 56: 1565-1570.
- McIntyre, D. C. 1958a. Permeability measurements of soil crusts formed by raindrop impact. *Soil Sci.*, 85: 185-189.
- McIntyre, D. C. 1958b. Soil splash and the formation of surface crusts by raindrop impact. *Soil Sci.*, 85: 261-266.
- Mualem, Y., Assouline, S. and Rohdenburg, H. 1990. Rainfall induced soil seal. A critical review of observations and models. *Catena*, 17: 185-203.
- Norton, L. D. 1987. Micromorphological study of surface seals developed under simulated rainfall. *Geoderma*, 40: 127-140.
- Slattery, M. C. and Bryan, R. B. 1992. Laboratory experiments on surface seal developments and its effect on interrill erosion processes. *Journal Soil Sci.* 43: 517-529.
- Slattery, M. C. and Bryan, R. B. 1994. Surface seal development under simulated rainfall on an actively eroding surface. *Catena*, 22: 17-34.
- Valentin, C. 1991. Surface crusting in two alluvial soils of northern Niger. *Geoderma*, 48: 201-222.
- Yves Le B. and Singer, M. J. 1993. Seal formation, runoff, and interrill erosion from seventeen California soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 57: 224-229.