



**POLİVİNİLALKOL (PVA) UYGULANMIŞ
TOPRAKLARDA ISLANMA-KURUMA SÜREÇLERİNİN
TOPRAĞIN BAZI STRÜKTÜREL STABİLİTE
ÖLÇÜTLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Çimen AKAN

**Yüksek Lisans Tezi
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı
Toprak Bilimi Bilim Dalı
Prof. Dr. Taşkın ÖZTAŞ
2019
Her hakkı saklıdır**

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**POLİVİNİLALKOL (PVA) UYGULANMIŞ TOPRAKLARDA
ISLANMA-KURUMA SÜREÇLERİNİN TOPRAĞIN BAZI
STRÜKTÜREL STABİLİTE ÖLÇÜTLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Çimen AKAN

**TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI
Toprak Bilimi Bilim Dalı**

**ERZURUM
2019**

Her hakkı saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü



TEZ ONAY FORMU

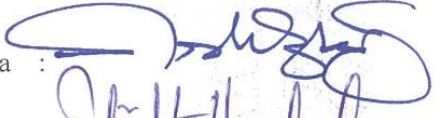
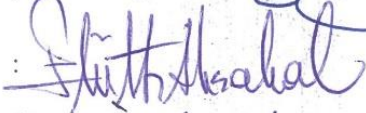
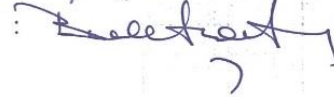
POLİVİNİLALKOL (PVA) UYGULANMIŞ TOPRAKLARDA ISLANMA-KURUMA SÜREÇLERİNİN
TOPRAĞIN BAZI STRÜKTÜREL STABİLİTE ÖLÇÜTLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Prof.Dr. Taşkın ÖZTAŞ'ın danışmanlığında, Çimen AKAN tarafından hazırlanan bu çalışma, 09/09/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı Toprak Bilimi Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Başkan: Prof.Dr.Taşkın ÖZTAŞ

Üye : Doç.Dr. Ekrem Lütfi AKSAKAL

Üye : Doç.Dr. Bülent TURGUT

İmza : 
İmza : 
İmza : 

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu'nun 2609/2019 tarih ve 38.../...75..... nolu kararı ile onaylanmıştır.


Prof. Dr. Mehmet KARAKAN
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildiriş, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

POLİVİNİLALKOL (PVA) UYGULANMIŞ TOPRAKLARDA İSLANMA-KURUMA SÜREÇLERİNİN TOPRAĞIN BAZI STRÜKTÜREL STABİLİTE ÖLÇÜTLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Çimen AKAN

Atatürk Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Toprak Bilimi Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Taşkın ÖZTAŞ

Toprakta birbirini takip eden ıslanma-kuruma döngüleri, toprak struktürünü toprağın mineralojik formasyonuna bağlı olarak farklı düzeylerde ve genellikle olumsuz yönde etkilemektedir. Bu çalışma, sentetik bir organik polimer olan polivinilalkolün (PVA), farklı ıslanma-kuruma döngülerine maruz bırakılan toprakların struktürel parametrelerinde meydana gelebilecek olumsuzlukların minimize edilmesindeki kullanım etkinliğinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Ağırlık esasına göre %0.05 düzeyinde PVA ile muamele edilmiş toprak örnekleri farklı ıslanma-kuruma döngülerine (0, 2, 4 ve 6 kez) maruz bırakılarak deneme sonunda toprağın agregat stabilitesi, dispersiyon oranı, ortalama ağırlık çap ve mekaniksel stabilite değişimleri belirlenmiştir. PVA ile muamele edilmiş topraklarda ıslanma-kuruma döngü sayısının agregat stabilitesi, dispersiyon oranı ve ortalama ağırlık çap üzerine etkisinin istatistiksel manada ($p < 0,0001$) oldukça önemli olduğu, PVA'nın agregat stabilitesini kontrole göre 4 kat artırabildiği ve dispersiyon oranını yaklaşık %90 oranında azaltabildiği belirlenmiştir. Bu çalışmada PVA'nın toprakta hem agregat oluşumunun teşvik edilmesi hem de struktürel stabilite ölçütlerinin ıslanma-kuruma süreçlerinin bozucu etkilerine karşı dayanımının artırılmasında son derece etkili bir toprak düzenleyicisi olarak kullanım potansiyeline sahip olduğu ortaya konulmuştur.

2019, 30 sayfa

Anahtar Kelimeler: Struktür, agregat stabilitesi, dispersiyon oranı, mekaniksel stabilite, PVA, ıslanma-kuruma süreçleri

ABSTRACT

Master Thesis

EFFECTS OF WETTING-DRYING CYCLES ON SOME STRUTURAL STABILITY PARAMETERS OF SOILS TREATED WITH POLYVINYLALCHOL (PVA)

Çimen AKAN

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Soil Science and Plant Nutrition
Soil Science

Supervisor: Prof. Dr. Taşkın ÖZTAŞ

Consecutive wetting-drying cycles in soil affect soil structure negatively at different levels depending on mineralogical formation of soil. The objective of this study was to determine the effectiveness of polyvinyl alcohol (PVA), a synthetic organic polymer, in minimizing the negative effects of structural parameters of soils exposed to different wetting-drying cycles. Soil samples treated with 0.05% w/w of PVA were subjected to different wetting-drying cycles (0, 2, 4 and 6 times) to determine changes in aggregate stability, dispersion ratio, average weight diameter and mechanical stability. The effect of wetting-drying cycle number on aggregate stability, dispersion ratio and average weight diameter was statistically significant at $p < 0.0001$ in PVA treated soils. PVA increased aggregate stability by 4 times and reduced dispersion rate approximately 90% as compared to the control. In this study, it has clearly been shown that PVA has the potential to be used as a highly effective soil conditioner to promote the formation of aggregates in soil and to increase the resistance of structural stability parameters against the damaging effects of wetting-drying processes.

2019, 30 pages

Keywords: Structure, aggregate stability, dispersion ratio, mechanical stability, PVA, wetting-drying processes

TEŞEKKÜR

Lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca kıymetli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile bana yol gösterici ve destek olan ayrıca tecrübelerinden faydalanırken göstermiş olduğu hoşgörü ve sabırdan dolayı değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Taşkın ÖZTAŞ'a, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakóltesi Toprak Bölümü hocalarıma ve çalışanlarımıza, sadece tez çalışmamda değil yaşamımın her anında bana olan desteklerini ve inançlarını hiç esirgemeyen, aileme ve eşime sonsuz teşekkür ederim.

Bu günlere gelmemde büyük pay sahibi olan desteğini ve bana olan güvenini benden esirgemeyen babama sonsuz teşekkürler. Nur içinde yatsın.

Çimen AKAN

Ağustos, 2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	3
2.1. Toprak Strüktürü ve Agregat Oluşumu.....	3
2.2. Polivinilalkol (PVA) Uygulamaları	5
3. MATERYAL ve YÖNTEM	8
3.1. Materyal.....	8
3.1.1. Denemede kullanılan toprak örnekleri	8
3.1.2. Toprak örneklerinin alındığı alanların özellikleri.....	8
3.1.3. Toprak örneklerinin alınması ve analize hazırlanması	9
3.1.4. Araştırmada kullanılan PVA'nın özellikleri	10
3.2. Yöntemler	10
3.2.1. Laboratuvar analiz yöntemi	10
3.2.1.a. Toprak tekstürü	10
3.2.1.b. Hacim ağırlığı.....	11
3.2.1.c. Tane yoğunluğu	11
3.2.1.d. Porozite.....	11
3.2.1.e. Toprak reaksiyonu (pH).....	11
3.2.1.f. Kireç.....	11
3.2.1.g. Organik madde (OM)	11
3.2.1.h. Katyon değişim kapasitesi (KDK)	12
3.2.1.i. Elektriksel iletkenlik (EC).....	12
3.2.1.j. Agregat stabilitesi (AS)	12
3.2.1.k. Dispersiyon oranı (DO).....	12

3.2.1.1. Ortalama ağırlık çap (OAÇ).....	13
3.2.1.m. Mekaniksel stabilite (MS).....	13
3.2.3. İstatiksel değerlendirme	13
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	14
4.1. Toprak Özellikleri.....	14
4.1.1. Fiziksel ve kimyasal özellikler	14
4.2. Polivinilalkol (PVA) Uygulamasının Islanma-Kuruma Süreçlerine Maruz Bırakılan Toprakların Strüktürel Özellikleri Üzerine Etkileri.....	15
4.2.1. Agregat stabilitesi	15
4.2.2. Dispersiyon oranı (DO).....	19
4.2.3. Ortalama ağırlık çap (OAÇ).....	22
4.2.4. Mekaniksel stabilite (MS)	25
5. SONUÇ	26
KAYNAKLAR.....	28
ÖZGEÇMİŞ	31

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

AS	Agregat stabilitesi
DO	Dispersiyon oranı
EC	Elektiriksel iletkenlik
MS	Mekaniksel stabilite
OAÇ	Ortalama ağırlık çapı
OM	Organik madde
PVA	Polivinilalkol

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Araştırmada kullanılan Polivinilalkolün (PVA) özellikleri	10
Çizelge 4.1. Araştırma konusu topraklara ait bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları	14
Çizelge 4.2. İslanma-kuruma döngü sayısının PVA ile muamele edilmiş toprakların agregat stabilitesi üzerine etkileri	16
Çizelge 4.3. Daphan Ovası Serisi ve Çiftlik serisi toprak örneklerinin ıslanma-kuruma döngü sayısına bağlı olarak, PVA uygulamasının agregat stabilitesi üzerine etkilerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma test sonuçları	17
Çizelge 4.4. İslanma-kuruma döngü sayısının PVA ile muamele edilmiş toprakların dispersiyon oranı üzerine etkileri	19
Çizelge 4.5. Daphan Ovası Serisi ve Çiftlik serisi toprak örneklerinin ıslanma-kuruma döngü sayısına bağlı olarak, PVA uygulamasının dispersiyon oranı üzerine etkilerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma test sonuçları	21
Çizelge 4.6. İslanma-kuruma döngü sayısının PVA ile muamele edilmiş toprakların ortalama ağırlık çap 1 (OAÇ-1) üzerine etkileri	23
Çizelge 4.7. İslanma-kuruma döngü sayısının PVA ile muamele edilmiş toprakların ortalama ağırlık çap 2 (OAÇ-2) üzerine etkileri.	23
Çizelge 4.8. Daphan Ovası Serisi toprak örneğinde ıslanma-kuruma döngü sayısına bağlı olarak, PVA uygulamasının OAÇ-1 ve OAÇ-2 üzerine etkilerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma test sonuçları	24
Çizelge 4.9. Çiftlik Serisi toprak örneğinde ıslanma-kuruma döngü sayısına bağlı olarak, PVA uygulamasının OAÇ-1 ve OAÇ-2 üzerine etkilerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma test sonuçları	24

1. GİRİŞ

Ekolojik sistemin temel taşı olan toprak, sağladığı ekosistem hizmetleri yoluyla hem ekolojik dengenin korunması, hem de insan beslenmesi bakımından büyük önem taşımaktadır. Toprak kalitesi ve sağlığının korunması ve iyileştirilmesi sürdürülebilirlik bakımından son derece önemlidir. Topraklar doğal (iklim, topoğrafya, ana materyal) ve antropojenik faktörlerin (yönetim pratikleri) olumsuz etkileri nedeniyle degrade olmakta ve kalite bağlamında ciddi yetersizlikler göstermektedir. Degradasyon yoluyla fiziksel ortam özelliklerinin olumsuz yönde etkilenmesi verimde kalitatif ve kantitatif azalmalara yol açmaktadır. Verim kayıplarını minimize edebilmek için toprağın fiziksel özelliklerinin korunması ve düzeltilmesi gerekmektedir. Zira fiziksel özellikleri bozuk olan bir toprağın kimyasal ve biyolojik özelliklerinin elverişli olması beklenen bir durum değildir. Fiziksel toprak özellikleri arasında toprak strüktürü bir bitki büyüme faktörü olamamasına rağmen agronomik açıdan en önemli toprak kalite göstergelerinden biridir.

Toprak strüktürünün bozulmasına birçok faktör ve süreç etki etmektedir. Tohum yatağı hazırlamak için yapılan toprak işleme faaliyetleri, kullanılan alet ve ekipmanın özellikleri, sürüm şekli ve sıklığına bağlı olarak genellikle toprak strüktürünü bozucu etkiye sahiptir. Özellikle tavında iken işlenmeyen topraklarda strüktürel üniteler büyük oranda zarar görmektedir. Toprak strüktürünün bozulmasında en önemli etki şüphesiz toprakta kolloidal aksamın kaybıyla ortaya çıkmaktadır. Toprakta kolloidal kil ve organik maddenin yetersizliği veya erozyon yoluyla kaybı agregat oluşumunun yeterince gerçekleşmemesi ve zayıf oluşum gösteren agregatların dispersiyonuna yol açmaktadır. Toprak strüktürünün bozulması ile toprak yüzey özellikleri arasında çok yakın bir ilişki vardır. Yüzeyi zayıf kaplı veya çıplak olan topraklarda yağışın çarpma etkisiyle agregatların parçalanması ve dağılmasıyla strüktürel yapı tamamen deforme olabilmektedir.

İklim, yağış ve sıcaklık değişkenleriyle, toprakta yıkanma ve ayrışma olaylarını yönlendirerek agregat oluşumunu şekillendirdiği gibi, donma-çözülme ve ıslanma-kuruma süreçlerine yol açarak toprağın strüktürel yapısını ve agregat stabilitesini

etkilemektedir. Her iki döngü (birbirini takip eden donma-çözülme ve ıslanma-kuruma süreçleri) toprağın strüktürel parametrelerinde önemli farklılıklar meydana getirmektedir. Donma-çözülme ve ıslanma-kuruma süreçleri genellikle agregasyon oluşumuna katkı sağlamakla birlikte agregat stabilitesinin azalmasına yol açmaktadır.

Strüktürel açıdan bozulmuş topraklarda agregasyonu sağlamak ve agregat stabilitesini artırmak için üst toprak içerisine organik atıkların (bitki artıklar, çiftlik gübresi) karıştırılması en yaygın yol olarak izlenmekle birlikte, bu toprakların ıslahında fazla miktarda organik girdiye ihtiyaç duyulması ve topraktaki inkübasyon sürecinin uzun olması bu alanda sentetik organik toprak düzenleyicilerinin alternatif kullanım olanaklarının araştırılmasına yön vermiş ve bu alanda poliakrilamid (PAM), polivinilalkol (PVA) ve hümik asit (HA)'in kullanımı yoğun olarak araştırılmaya başlanmıştır (Aksakal ve Öztaş, 2010). Bu konuda yapılan çalışmalarda, sentetik polimerlerin toprak yüzeyine çok düşük dozlarda uygulanmasının bile agregat stabilitesi ve strüktürel yapıyı geliştirme bakımından önemli pozitif etkiler yapabileceği genel bir sonuç olarak ortaya konulmuştur (Bryan 1992; Sojka and Lentz 1994; Imbufe *et al.* 2005).

Toprak strüktürü, toprağın erozyona uğrama eğilimini belirleyen en önemli göstergelerden biridir. Dayanıklı strüktür yapıya sahip topraklar zayıf strüktür yapıdaki topraklara kıyasla erozyona karşı daha mukavimdirler. Ülkemiz gibi erozyon kayıplarının ciddi boyutlarda olduğu ülkelerde toprağın strüktürel yapısının iyileştirilmesi erozyonla mücadelede büyük önem taşımaktadır. Bu çerçevede son 20 yıldan beri toprağın erozyona karşı daha dirençli hale getirilmesinde yapay polimerlerin kullanımında önemli başarılar sağlanmıştır.

Bu çalışmanın amacı; polivinilalkol (PVA) uygulamasının, farklı ıslanma-kuruma döngülerine maruz bırakılan Erzurum yöresine ait Daphan Ovası serisi ve Atatürk Üniversitesi Çiftlik serisi topraklarının strüktürel parametrelerinde meydana gelebilecek olumsuzlukların minimize edilmesindeki kullanım etkinliğinin belirlenmesidir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Toprak Strüktürü ve Agregat Oluşumu

Toprak sistemi içerisinde bulunan primer toprak parçacıklarının kum (2-0.05 mm), silt (0.05-0.002mm) ve kil (<0.002 mm) çeşitli bağlayıcı, birleştirici, çimentolayıcı ve yapıştırıcı maddelerin etkisi ile bir araya gelerek kümeleşmesi sonucu agregat olarak adlandırılan sekonder toprak parçacıkları meydana gelmektedir. Bu agregatlar strüktürel yapının temel üniteleridir.

Toprak strüktürü agregatların şekil, büyüklük ve dizilişleri ile karakterize edilen yapısal sistemin adıdır. Belirli bir geometrik dizim içerisinde tertiplenen strüktürel üniteler, harici bir kuvvet altında zayıf yüzeyler boyunca ayrıldığından toprak strüktürü aynı zamanda, primer toprak parçacıklarının, birbirlerinden doğal zayıf yüzeyler boyunca ayrılabilen, belli şekil ve büyüklükteki agregatlar halinde dizilişleri olarak ta tanımlanabilmektedir.

Toprakta strüktürel oluşumu etkileyen en aktif etmen iklimdir. Ancak iklimin strüktürel yapı üzerine etkisi çift yönlüdür. Birbirini takip eden ıslanma-kuruma süreçleri toprakta agregat oluşumunu toprak özelliklerine bağlı olarak olumlu veya olumsuz yönde etkileyebilir. Islanma-kuruma süreçleri özellikle smektit grubu kil minerallerine sahip topraklarda, şişme-büzülme olaylarının sıkça yaşanmasına ve buna bağlı olarak büyük keseklerin daha küçük strüktürel ünitelere ayrılmasında etkili olmaktadır .

Toprakta strüktürel yapının oluşumu kadar, oluşan strüktürel ünitelerin stabilitesi de büyük önem taşımaktadır. Kolloidal kil, organik madde ve seski oksitlerin etkin olduğu süreçler sonucu ortaya çıkan agregatlar, ıslanma-kuruma, donma-çözülme, kireç, toprak canlıları veya bitki köklerinin etkileşimiyle ortaya çıkan agregatlara göre mekaniksel dış kuvvetler ve su karşısında çok daha stabildirler (Öztaş 2012).

Agregat stabilitesi, agregatların mekaniksel dış kuvvetlerin (su, rüzgar, toprak işleme vb) parçalayıcı etkisine karşı göstermiş oldukları direnç olarak tanımlanmaktadır. Toprakların erozyona karşı hassasiyetinin belirlenmesinde ve strüktürel bozulmalara yol açan faktör ve süreçlerin değerlendirilmesinde önemli bir parametredir. Agregat stabilitesi oluşumunu toprağın organik madde içeriği, tekstürü ve Fe+Al oksit içeriği başta olmak üzere birçok faktör etkilemektedir (Zhang and Horn 2001).

Toprakların fiziksel ve kimyasal yapılarında meydana gelen bozulmalar sonucu üretkenlik azalmaktadır. Topraklarda organik maddenin kaybı ve yetersizliği, toprak verimliliği ve strüktürel gelişimi olumsuz yönde etkilemektedir. Topraklarda bozulan dengenin yeniden tesis edilmesi kapsamında toprağa organik kaynaklı materyal ilave edilmesi veya bitki artıklarının toprağa karıştırılması en etkili yöntemdir.

Gelişmiş ülkelerde toprağın strüktürel gelişimini sağlamak amacıyla sentetik organik polimerlerin yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir. Organik polimerlerin toprak agregatlarının oluşumunda çimentolayıcı ve/veya yapıştırıcı olarak strüktürel yapının ortaya çıkmasında işlevsellik gösterdiği sabittir (Tisdall and Oades 1982). Bu amaçla, poliakrilamid (PAM) ve polivinilalkol (PVA) etkin olarak kullanılmaktadır. Öztaş ve ark. (2002) farklı tekstüre sahip topraklara çok düşük dozlarda (%0.05 g/g) uyguladıkları PVA'nın, toprakların dispersiyon oranını %900 dolayında azalttığı, suya dayanıklı agregatlar yüzdesini killi topraklarda %125 ve kumlu topraklarda %596, ortalama ağırlık çap değerini ise killi topraklarda %100 ve kumlu topraklarda %195 oranında artırdığı kaydedilmiştir.

Mevsimsel iklim farklılıkları ya da sulama işlemleri sonucunda meydana gelen ve toprağın strüktürel yapısı ile agregat stabilitesi üzerine etkili olan en yaygın doğal süreçler arasında donma-çözülme ve ıslanma-kuruma olayları önemli yer tutmaktadır (Utomo and Dexter 1982; Hussein and Adey 1995; Piccolo *et al.* 1997). Donma-çözülme ve ıslanma-kuruma süreçleri sonucunda oluşan mikro agregatlar dispersiyona ve erozyona karşı daha hassastırlar. Islanma-kuruma sürecinde meydana gelen şişme ve büzülme olaylarının bir

sonucu olarak makro agregatlar mikro agregatlar halinde parçalanmakta ve dağılmaktadır (Mbagwu and Bazzoffi 1988; Shiel *et al.* 1988; Singer *et al.* 1992).

2.2. Polivinilalkol (PVA) Uygulamaları

Polimerler toprak partiküllerini kümeleştirebilen adesif özelliklere sahip toprak düzenleyicileri olarak toprağa daha iyi strüktür kazandırmak için kullanılmaktadır. Toprakta killer üzerinde polimerlerin adsorpsiyonu ile suya dayanıklılık sağlanmakta, adesif özellikleri sürdüren çözünemez kompleksler meydana gelmektedir (Schamp and Huylebroeck 1973).

Toprak strüktürünü ve agregat stabilitesini iyileştirmek veya devam ettirmek için kimyasal toprak düzenleyicilerinin toprağa uygulanması yüksek su infiltrasyonunu sağlamada ve yüzey akış ile erozyonu azaltmada etkili olmaktadır. Hatta polimerik toprak düzenleyicilerin kullanımı ile toprak erozyonu en aza indirilebilmekte veya tamamen önlenebilmektedir (Wallace and Wallace 1986).

Stefanson (1973), sentetik organik polimerlerle toprağın strüktürel stabilitesinin sağlanması üzerine yapılan ilk çalışmalarında PVA'nın diğer birçok organik polimer kadar etkili olduğunu belirtmekte ve yüzey toprağının strüktürel yapısının toprak organik maddesi tarafından korunduğu sürece PVA uygulamasının toprağın strüktürel yapısını etkili bir şekilde stabilize ettiğine dikkat çekmiştir. Ayrıca toprak kolonları üzerine ağırlık esasına göre %0,005 oranında PVA uygulamasının bile suni yağmur koşulları altında toprak tarafından infiltre edilen yağış miktarının iki katına kadar çıkabileceğini bildirmektedir.

Uysal (1986), Gediz havzasında yer alan büyük toprak gruplarına ait su erozyonuna maruz kalan eğimli tarım alanlarında polimer kullanarak yapmış olduğu çalışmada solisyon halindeki PVA'nın çok küçük miktarının toprağa uygulanması ile işlenen toprakların zayıf strüktürünün ıslah edilebileceğini, agregatlaşmanın artırdığını, su hareketinin ve havalanmanın önemli ölçüde değiştiğini tespit etmiştir.

Uysal vd (1996), farklı bünye ve organik madde yüzdelere sahip 8 adet toprak örneği ile yaptıkları araştırmada PVA'nın toprakların erozyona karşı direncini arttırmadaki etkilerini araştırmışlar ve araştırma sonucunda agregatlaşmış silt+kil ve agregat stabilitesi değerlerinde büyük oranda artışlar elde etmişlerdir. Aynı araştırmada PVA'nın etkisinde toprakta bulunan kilin, organik maddeden daha etkili olduğu saptamışlardır.

Oades (1976), 0-2 cm toprak katmanına 8-10g m⁻² PVA püskürttükten sonra yapay yağış uygulamıştır. Araştırmacı, PVA'nın kaymak tabakası oluşumunu önleyerek hem yüzey akış ve hem de toprak kaybını 1.5 kat azalttığını bulmuştur.

Painuli and Pagliali (1990), killi ve tınlı topraklara stabilizatör olarak polivinilalkol, dekstran ve hümik asidi kullanarak strüktürel değişimlerini inceledikleri çalışmalarında, PVA ve dekstran uygulaması ile toprak strüktürün önemli derecede geliştirilebildiğini ve suda dispers olabilen kil+silt miktarının önemli oranlarda azaldığını belirtmektedirler. Ayrıca, Barry vd. (1991), toprağa uygulamış oldukları PVA'nın 7 günlük inkübasyonu sonucunda toprağın dağılılırlığını önemli derecede azalttığını belirlemişlerdir.

Anionik polyacrylamid (PAM) ve polyvinylalkol (PVA) gibi sentetik polimerler tüm tekstür sınıflarında agregatlaşma vasıtası olarak etkili olabilmektedirler. Polimerler, toprak agregatları üzerinde adsorbe edilen mikroskobik ağlar gibi davranarak agregatlar için yapısal destek sağlamakta ve yağmur damlasının çarpma kuvvetinden kaynaklanan parçalama etkisine karşı agregatları korumaktadırlar (Sojka and Lentz, 1997; Sharma *et al.* 2006).

Chiellini *et al.* (2000), PVA'nın kuvars kumu, montmorillonit ve çiftlik toprağı tarafından adsorbsiyonunu inceledikleri çalışmalarında, en yüksek adsorbsiyon oranının montmorillonit tarafından yapıldığını, buna karşılık kuvars kumunun PVA adsorbsiyonu bakımından hiçbir afinite göstermediğini belirlemişlerdir. Toprakta adsorbe edilen PVA'nın edilmeyene oranla çok daha yavaş mineralize olduğunu, bu sebeple toprakta PVA'nın kil bileşikleri tarafından adsorbe edildiği ve böylelikle PVA'nın biodegradasyonunu engellediğini vurgulamaktadır.

Chiellini *et al.* (2003), organik bir polimer olan polivinilalkolün (PVA) yıkanma ile kaybı üzerine yapmış oldukları çalışmada, toprağa 5-10 gr/m² oranlarında uygulanan PVA'nın toprak tarafından tamamen tutulduğunu ve yıkama solüsyonunda PVA'ya rastlanmadığını tespit etmişlerdir.

Sen *et al.* (1995), laboratuvar ve sera koşullarında kum bünyeli toprağa sentetik ve organik toprak düzenleyicilerini farklı dozlarda uygulayarak, toprak agregasyonu, toprak su oranı, porozite, hidrolik iletkenlik ve bitki gelişimi üzerinde etkilerini incelemişlerdir. Topraklara artan dozlarda PVA uygulamasının toprağın suya dayanıklı agregat miktarını ve su tutma kapasitesini önemli düzeylerde artırdığını belirlemişlerdir.

Inyang and Bae (2005), toprakların strüktürel stabilitelerinin sağlanmasının birçok çevre amenajman projesi ve özellikle su ve rüzgar erozyonunu kontrol altına alabilmek için polimer uygulanmasının yüksek bir etkinlik sağlayabileceğine dikkat çekmiştir.

Barry *et al.* (1991), toprağa uygulamış oldukları PVA'nın toprağın dağılılırlığını önemli derecede azalttığını belirlemişlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Denemede kullanılan toprak örnekleri

Araştırmada; Erzurum yöresinde yaygın olarak bulunan Daphan Ovası Serisi (bazaltik, kireç taşı ve organo-mineral ana materyal üzerinde oluşmuş, benzer toprak nem ve sıcaklık rejimine sahip, %2-9 hafif eğimli tarım arazisi) ve Erzurum şehir merkezinin batısında yer alan ve 4 300 ha alana sahip Atatürk Üniversitesi Çiftliği Serisinden 0-20 cm üst toprak tabakasından alınan toprak örnekleri kullanılmıştır.

3.1.2. Toprak örneklerinin alındığı alanların özellikleri

Doğu Anadolu Bölgesinde yer alan Erzurum 39°10'-40°57' kuzey enlemleri ile 40°15'-42°30' doğu boylamları arasında yer almaktadır. Doğusunda Kars ve Ağrı, batısında Erzincan ve Gümüşhane, kuzeyinde Rize ve Artvin, kuzeydoğusunda Ardahan ve güneyinde Muş ve Bingöl illeriyle komşu olan Erzurum ilinin yüzey alanı 24.768 km²'dir.

Erzurum ovası allüviyal karakterde olup, Karasu civarındaki organo-mineral topraklar hariç, arazinin büyük kısmının toprağı Halosen genç allüviyonlardan oluşmaktadır. Allüviyal materyalin bileşimi; aglomera, bazalt, volkanik tuf, konglomera ve kireç taşının parçalanma ayrışma ürünlerini içermektedir (Atalay, 1978).

Daphan Ovası toprakları zonal toprak gruplarından kestanerengi ve kahverengi büyük toprak grubuna girmektedir. Ova topraklarının büyük bir bölümü ağır bünyeli olup üst horizonları hafif ve orta derecede alkalidir. Yüzey topraklarının organik madde içerikleri %1.0-%3.6 arasındadır. Düz kesimlerde kireç yüzey horizonlarından yıkanmış olup değişebilir sodyum yüzdesi %1.5'in altındadır. Bitkiye elverişli potasyum bakımından zengin olan ova toprakları, fosfor bakımından ise gübrelemeye ihtiyaç gerekmektedir. Ovada tuzluluk problemi yoktur (Akgül, 1994).

Çiftlik Serisi toprakları güneyde Kiremitli Tabya'dan başlayarak tatlı bir meyille kuzeyde Karasu'nun 250 m kuzeyine kadar uzanmaktadır (Akgül 1992). Çiftlik arazisinin büyük bir kısmı Kırkdeğirmenler ve Paşalar derelerinin ovaya açılımından oluşan birikinti yelpazeleri üzerinde yer almaktadır. Birikinti yelpazelerinin birleşmesi ile oluşan çiftlik arazisinin üst kısımları %3-10 eğimli ve hafif ondüleli bir topoğrafyaya sahiptir. Çiftlik arazisinin alt kesimi ise hafif eğimli ve oldukça homojen bir topoğrafik yapı göstermektedir (Akgül 1994). Çiftlik topraklarının hemen hemen tamamı aglomera, bazalt, volkanik tuf, konglomera ve kireç taşının parçalanma-ayırışma ürünlerinden oluşan alluvial materyalden meydana gelmiştir (Atalay 1978).

Karasal iklim tipine sahip olan Erzurum ili Türkiye'nin sıcaklık ortalaması bakımından en düşük sıcaklık değerine sahip illerinden biridir. Karasal iklimin tipik özelliklerini sergileyen ilde kış ayları oldukça soğuk ve karlı, yaz ayları ise nispeten serin ve kuraktır. Erzurum'un 30 yıllık iklim verilere göre; yıllık ortalama yağış miktarı 435,6 mm yıllık ortalama sıcaklık 5,7°C'dir. Aylık ortalama yağışın en fazla düştüğü ay Mayıs en yüksek olduğu ay ise Ağustos ayıdır. En sıcak aylar ise Temmuz ve Ağustos, en soğuk ay ise Ocak ayıdır. Erzurum ilinin yıllık buharlaşma miktarı 987,2 mm, ortalama nispi nem miktarı %63,9 ve ortalama donlu gün sayısı ise 112 gündür (Anonim 2006).

3.1.3. Toprak örneklerinin alınması ve analize hazırlanması

Araştırmada kullanılmak üzere Daphan Ovası ve Atatürk Üniversitesi Çiftlik Serisi topraklarının 0-20 cm'lik işleme katmanından bozulmuş toprak örnekleri

alınmıştır. Alınan örnekler plastik torbalara konulup etiketlendikten sonra laboratuvara getirilerek oda sıcaklığında kurutulmuş ve 4,0 mm'den elenmiştir. Ayrıca her toprak örneği için 2 mm'lik elekten geçirilmiş alt örneklerde toprakların bazı fiziksel ve kimyasal analizleri yapılmıştır.

3.1.4. Araştırmada kullanılan PVA'nın özellikleri

Araştırmada kullanılan Polivinilalkolün (PVA) özellikleri Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Araştırmada kullanılan Polivinilalkolün (PVA) özellikleri (Çataltaş 1985)

Görünüm	Beyaz granüler
Kimyasal formülü	$[-CH_2CHOH-]_n$
Moleküler ağırlığı, $g\ mol^{-1}$	72000
Hacim ağırlığı, $g\ cm^{-3}$	0.4 – 0.6
Tane yoğunluğu, $g\ cm^{-3}$	1.2 – 1.3
pH	5 – 7
Çözünme sıcaklığı, °C	58 ~ 85
Çözünebilirliği, %	97.5-99.5
Erime noktası, °C	~265
Depolanma uygunluğu	Nemden korunduğu sürece
Renk (% 10 solüsyonda)	APHA 20'den daha az
Parçacık büyüklüğü	14-120 mesh içerisinde %95'den fazla

3.2. Yöntemler

3.2.1. Laboratuvar analiz yöntemi

3.2.1.a. Toprak tekstürü

Toprakların tekstür tayini Bouyoucos Hidrometre yöntemine göre belirlenmiştir (Gee and Bauder, 1986).

3.2.1.b. Hacim ağırlığı

Toprakların hacim ağırlıkları silindir yöntemine göre bozulmamış örnekler üzerinden belirlenmiştir(blake and Hartge, 1986a)

3.2.1.c. Tane yoğunluğu

Toprak örneklerinin tane yoğunluğu piknometre yöntemi ile belirlenmiştir (Blake and Hartge 1986a).

3.2.1.d. Porozite

Toprakların tane yoğunlukları ve hacim ağırlıkları kullanılarak hesaplanmıştır (Danielson and Sutherland 1986).

3.2.1.e. Toprak reaksiyonu (pH)

Toprak örneklerini pH'sı 1:2.5'luk toprak-su karışımında cam elektrotlu pH metre yardımıyla belirlenmiştir (Mc Lean, 1982).

3.2.1.f. Kireç

Toprak örneklerinin kireç içeriklerinin belirlenmesinde Scheibler kalsimetresi kullanılmıştır (Nelson, 1982).

3.2.1.g. Organik madde (OM)

Toprak örneklerinin organik madde içerikleri Smith-Weldon yöntemine göre saptanmıştır (Nelson and Sommers 1982).

3.2.1.h. Katyon değişim kapasitesi (KDK)

Toprak örneklerinin katyon değişim kapasitesi, pH'sı 8.2 ve normalitesi 1 N olan sodyum asetatla adsorbe edilen toprak örneklerinin, pH'sı 7.0 ve normalitesi 1 N olan amonyum asetatla ekstrakte edildikten sonra alev fotometresiyle Na okuması yapılarak saptanmıştır (Rhoades, 1982a).

3.2.1.i. Elektriksel iletkenlik (EC)

Toprak örneklerinin elektriksel iletkenliği saturasyon ekstraktında elektriki kondüktivite aleti ile ölçülmüştür (Rhoades, 1982b).

3.2.1.j. Agregat stabilitesi (AS)

Toprak örneklerinin agregat stabilitesi, hava kurusu 1-2 mm büyüklüğündeki agregat fraksiyonlarında 0,25 mm elek açıklığında Yoder tipi eleme aleti kullanılarak belirlenmiştir (Kemper and Rosenau 1986).

$$AS = \frac{P1 - P2}{P - P2} \times 100$$

AS: Agregat stabilitesi, %

P1: Elek üzerinde kalan kum+stabil agregat miktarı, g

P2: Elek üzerinde kalan kum miktarı, g

P: Elek üzerine konan fırın kuru toprak miktarı,g

3.2.1.k. Dispersiyon oranı (DO)

Dispersiyon oranı, toprak örneklerinin süspansiyonda ölçülen 50 mikrondan küçük toplam silt+kil miktarının, mekanik analizde ölçülen toplam silt+kil miktarına oranlanmasıyla hesaplanmıştır (Bryan 1968; Lal 1988).

3.2.1.1. Ortalama ağırlık çap (OAÇ)

Ortalama ağırlık çap değeri, Rotar eleği yardımıyla birim toprak kütlesi içerisinde bulunan agregatları belirli sınır değerleri içerisinde toplamak yoluyla belirlenmektedir. Agregat büyüklük dağılımını temsilen yaygın olarak kullanılan indeks değeri ortalama ağırlık çap (OAÇ) değeridir. Ortalama ağırlık çap, ortalama elek çapı (x_i) ile o elek çapına ait agregat ağırlık değerinin (w_i) çarpımlar toplamı olarak aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Kemper and Rosenau 1986).

3.2.1.m. Mekaniksel stabilite (MS)

Toprakların mekaniksel stabiliteyi, Rotary eleğinde birinci (W_1) ve ikinci (W_2) elemelerde elde edilen 0.84 mm'den daha büyük agregatlar yüzdesinden aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Demiralay 1993).

$$MS = (W_2/W_1) \times 100$$

MS= Mekaniksel stabilite,%

W_1 = 1. Eleme sonu 0.84 den büyük parçacıklar,%

W_2 = 2. Eleme sonu 0.84 den büyük parçacıklar,%

3.2.3. İstatiksel değerlendirme

PVA uygulamasının ölçülen toprak strüktür stabilite ölçütleri üzerindeki etkilerinin belirlenmesinde varyans analizi-ANOVA ve muamele ortalamalarının karşılaştırılmasında ise DUNCAN Çoklu Karşılaştırma testi kullanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Toprak Özellikleri

4.1.1. Fiziksel ve kimyasal özellikler

Araştırmada kullanılan topraklara ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler Çizelge 4.1'de verilmiştir. Daphan Ovası Serisinden alınan toprak örneğinin kil, silt ve kum içeriği sırasıyla %64, %19 ve %17 ve Çiftlik Serisinden alınan toprak örneğinin %26, %41 ve %33 olup, Daphan Ovası Serisi toprağı kil ve Çiftlik Serisi toprağı tın tektüre sahiptir. Taksonomik sınıflandırmada Daphan Ovası Serisi toprağı Haplustert, Çiftlik Serisi toprağı ise Fluvaquent Büyük Toprak Grubunda yer almaktadır.

Çizelge 4.1. Araştırma konusu topraklara ait bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Özellikler	Daphan Ovası Serisi toprağı	Çiftlik Serisi toprağı
Kil, %	64	26
Silt, %	19	41
Kum, %	17	33
Tekstür sınıfı	Kil	Tın
Büyük Toprak Grubu	Haplustert	Fluvaquent
Hacim ağırlığı, g cm ⁻³	1,07	1,21
Tane yoğunluğu, g cm ⁻³	2,67	2,63
Porozite, %	60	54
Tarla kapasitesi, %	44	26
pH (1:2,5)	7,26	7,75
EC, mS cm ⁻¹	1,06	0,85
CaCO ₃ , %	0,85	0,51
Organik madde, %	1,12	1,24
KDK, cmol kg ⁻¹	47	40

Her iki seriden alınan toprak örneğinin pH değerleri birbirine oldukça yakın olup “hafif alkalın” karakterlidir. Toprakların elektiriksel iletkenlik (EC) değeri, Daphan Ovası Serisi toprağında 1,06 mS cm⁻¹ ve Çiftlik Serisi toprağında ise 0,85 mS cm⁻¹ olup her iki toprakta “tuzsuz” sınıfına girmektedir. Deneme toprakları kireç içeriklerine göre “çok az”

sınıfında yer almaktadır. Deneme toprakları “orta” düzeyde organik madde içerikte olup kation değişim kapasiteleri (KDK) 40-50 cmol kg⁻¹ arasındadır.

Bu çalışmada, farklı ıslanma-kuruma döngülerine maruz bırakılan toprakların strüktürel parametrelerinde meydana gelebilecek olumsuzlukların minimize edilmesinde PVA uygulamasının etkinliğinin belirlenmesi amaçlandığından, deneme topraklarının farklı mineralojik bileşime ve fiziksel ortam özelliklerine sahip olması hedeflenmiştir. Bu amaçla alınan iki toprak örneğinin tekstürel bileşimlerinin farklı olmasına dikkat edilmiştir. Daphan Ovası Serisi toprağının kil içeriği, Çiftlik Serisi toprak örneğinkine göre yaklaşık 2.5 kat daha yüksektir. Bu durum elbette agregat oluşumu ve stabilitesi üzerine önemli bir fark yaratmaktadır.

4.2. Polivinilalkol (PVA) Uygulamasının Islanma-Kuruma Süreçlerine Maruz Bırakılan Toprakların Strüktürel Özellikleri Üzerine Etkileri

4.2.1. Agregat stabilitesi

Daphan Ovası Serisi toprak örneğinin başlangıç agregat stabilitesi %16,7 ve Çiftlik Serisi toprağının agregat stabilitesi değeri ise %14,5’dir. Daphan Ovası Serisi toprağı, Çiftlik Serisi toprağına göre yaklaşık 2,5 kat daha yüksek kil ihtiva ettiğinden, Daphan Ovası Serisi toprağının agregat stabilitesi değerinin Çiftlik Serisi toprağıninkine göre nispeten daha yüksek olması beklenen bir durumdur. Daphan Ovası toprağının kil içeriği %64, Çiftlik Serisi toprağının kil içeriği ise sadece %26’dır. Zira kil, toprakta agregat oluşumuna katkı sağlayan en önemli kaynaklardan (kolloidal kil, kolloidal organik madde ve seksi oksitler) biridir. Her iki toprak örneğinin aynı bölgeden alındığı ve serbest Fe+Al oksit miktarının yaklaşık benzer değerlerde olabileceği dikkate alındığından, kil içeriğinin organik madde ile birlikte agregat stabilitesi değerini belirleyen en önemli bileşenler olduğu söylenebilir. Deneme topraklarının organik madde içerikleri de birbirlerine oldukça yakındır. Ancak organik madde miktarı tekstürle birlikte dikkate alındığında, Çiftlik Serisi toprağının çok daha fazla organik materyal girdisine sahip olduğu (nispeten daha fazla mineralizasyonun beklendiği tınlı toprak) söylenebilir.

PVA ile muamele edilmiş topraklarda ıslanma-kuruma döngü sayısının agregat stabilitesi üzerine etkisi istatistiksel manada ($p < 0,0001$) oldukça önemli bulunmuştur (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Islanma-kuruma döngü sayısının PVA ile muamele edilmiş toprakların agregat stabilitesi üzerine etkileri

Varyasyon kaynakları	sd*	Kareler ortalaması	F	P
Muamele (I/K döngü)	3	9858.2	102.8	0.00001
Hata	44	95.8		
Genel	47			

*sd: serbestlik derecesi

PVA uygulamasına bağlı olarak; Daphan Ovası Serisi toprağının agregat stabilitesi değeri %16,7'den %49,1'e, Çiftlik serisi toprağının agregat stabilitesi değeri ise %14,5'den %73,3'e yükselmiştir(Çizelge 4.3). Diğer bir ifadeyle, PVA uygulamasıyla kil içeriği yüksek Daphan Ovası Serisi toprağının agregat stabilitesi değeri başlangıç seviyesine göre %194, kil içeriği düşük olan Çiftlik Serisi toprağının agregat stabilitesi değeri ise başlangıç seviyesine göre yaklaşık %400 oranında artmıştır. PVA uygulamasının özellikle kil içeriği ve başlangıç agregat stabilitesi düşük topraklarda çok daha etkili sonuç verdiği söylenebilir. Bu çalışmadan elde edilen bulgular Öztaş ve Aksakal ile uyumludur.

PVA uygulanmış Daphan Ovası Serisi topraklarının birbirini takip eden ıslanma-kuruma süreçlerine maruz bırakılmaları sonucu agregat stabilitesi değerleri artan ıslanma-kuruma döngü sayısı ile genellikle azalmıştır. Agregat stabilitesi PVA ile muamele edilmiş toprak örneklerinde ıslanma-kuruma süreci başlangıcında %49,1 iken 2. döngü sonunda %38,4'e düşmüş, 4. döngü sonunda hemen hemen stabil kalmış (%39,5) ve 6. döngü sonunda da %34,9'a düşmüştür (Çizelge 4.3). Agregat stabilitesindeki azalma başlangıç değerine göre; 2. döngü sonunda %21,8, 4. döngü sonunda %19,6 ve 6. döngü sonunda da %28,9 olarak gerçekleştirilmiştir. PVA uygulanmamış kontrol grubu toprak örneklerinde ise agregat stabilitesi 2. döngü sonunda başlangıç değerine (%16,7) göre %15,6 oranında artarak %19,3'e yükselmiş, müteakip ıslanma-kuruma süreçlerinde ise azalma eğilimi sergilemiştir. Agregat stabilitesi değeri 4. döngü sonunda başlangıç düzeyine göre %12,6 ve 6. döngü sonunda da %17,9 oranında azalışla sırasıyla %14,6 ve %13,7'ye düşmüştür.

Çizelge 4.3. Daphan Ovası Serisi ve Çiftlik serisi toprak örneklerinin ıslanma-kuruma döngü sayısına bağlı olarak, PVA uygulamasının agregat stabilitesi üzerine etkilerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma test sonuçları

Muamele	Daphan serisi A.S	Çiftlik serisi A.S
Kontrol-0	16,7 ± 7,22 ^{cd}	14,5 ± 1,90 ^c
Kontrol-2	19,3 ± 12,0 ^{bcd}	21,2 ± 5,47 ^{bc}
Kontrol-4	14,60 ± 0,85 ^d	33,2 ± 6,62 ^b
Kontrol-6	13,7 ± 2,36 ^d	23,1 ± 2,32 ^{bc}
PVA-0	49,1 ± 3,75 ^a	73,3 ± 15,9 ^a
PVA-2	38,4 ± 7,23 ^{ab}	85,7 ± 4,61 ^a
PVA-4	39,5 ± 24,20 ^a	76,5 ± 9,81 ^a
PVA-6	34,9 ± 7,19 ^{abc}	78,6 ± 2,46 ^a

Her ne kadar PVA uygulamasının ardışık ıslanma-kuruma süreçlerinin agregat stabilitesi üzerindeki azaltıcı etkisini tamamen ortadan kaldırmak için yeterli olmadığı görülse de, PVA uygulanmış Daphan Ovası Serisi topraklarının toprak örneklerinin 6. döngü sonunda bile muhafaza ettikleri agregat stabilitesi değeri, PVA uygulanmamış toprak örneklerinin başlangıç agregat stabilitesi değerinden (hiç ıslanma-kuruma sürecine maruz bırakılmamış) halen en az 2 kat (%109) daha fazla olduğu aşikardır. Bu durum, PVA'nın toprakta hem agregat oluşumu hem de agregat stabilitesinin ıslanma-kuruma süreçlerinin bozucu etkilerine karşı dayanımının artırılmasında son derece etkili bir toprak düzenleyicisi olduğunu açıkça göstermektedir. Diğer yandan; PVA uygulanmış Çiftlik Serisi topraklarının agregat stabilitesi değerleri birbirini takip eden ıslanma-kuruma süreçleri sonunda artan ıslanma-kuruma döngü sayısı ile başlangıçta artış daha sonra ise azalma eğilimi göstermiştir (Çizelge 4.3).

Agregat stabilitesi PVA ile muamele edilmiş toprak örneklerinde ıslanma-kuruma süreci başlangıcında %73,3 iken 2. döngü sonunda %85,7'ye yükselmiş, 4. döngü sonunda %76,5'a düşmüş ve 6. döngü sonunda yeniden %78,6'ya yükselmiştir. PVA uygulanmış Çiftlik Serisi toprağının başlangıç agregat stabilitesi değerine göre; ardışık ıslanma-

kuruma süreçlerinin stabilite üzerindeki etkisi olumlu olmuştur. Agregat stabilitesi başlangıç değerine göre; 2. döngü sonunda %16,9, 4. döngü sonunda %4,4 ve 6. döngü sonunda da %7,2 artış göstermiştir. Benzer şekilde PVA uygulanmamış kontrol grubu toprak örneklerinde de agregat stabilitesi 2. döngü sonunda başlangıç değerine (%14,5) göre %46,2 oranında artarak %21,2'ye ve 4. döngü sonunda ise %129'luk bir artışla %33,2'ye yükselmiştir. Agregat stabilitesi 6. döngü sonunda 4. döngüye göre bir azalma göstermiş olsa bile başlangıç değerine göre halen %59,3 oranında daha yüksek bulunmuştur.

Toprak örnekleri bir bütün olarak değerlendirildiğinde; 2 ıslanma-kuruma döngüsü altında agregat stabilitesi değeri Daphan Ovası Serisi toprağında %19,3'den %38,4'e, Çiftlik Serisi toprağında ise %21,2'den %85,7'ye yükselmiştir. Artış oranları Daphan Ovası Serisi toprağında %100 ve Çiftlik Serisi toprağında ise %300 civarındadır. Benzer şekilde, 4 ıslanma-kuruma döngüsü altında agregat stabilitesi değeri Daphan Ovası Serisi toprağında %14,6'dan %39,5'e, Çiftlik Serisi toprağında ise %33,2'den %76,5'e yükselmiştir. Artış oranları Daphan Ovası Serisi toprağında %170 ve Çiftlik Serisi toprağında ise %130 civarındadır. Altı ıslanma-kuruma döngüsü altında ise agregat stabilitesi değeri Daphan Ovası Serisi toprağında %13,7'den %34,9'a, Çiftlik Serisi toprağında ise %23,1'den %78,6'ya yükselmiştir. Artış oranları Daphan Ovası Serisi toprağında %150 ve Çiftlik Serisi toprağında ise %240 civarındadır.

Islanma-kuruma süreçlerine maruz kalan topraklarda agregat stabilitesi üzerindeki bozucu etkinin azaltılması amacıyla uygulanan PVA'nın etkinliği toprak tekstürüne göre tamamen farklı davranış sergilemektedir. Özellikle kaba bünyeli ve zayıf strüktürlü topraklarda PVA agregat oluşumuna önemli derecede katkı sağlamakta ve oluşan agregatların ıslanma-kuruma süreçlerine karşı stabiliteyi daha yüksek olmaktadır. Bu çalışmada elde edilen bulgular literatürle uyum içerisindedir. Rendzina, Kireçsiz Kahverengi ve Regosol topraklarda çalışma yürüten Uysal (1986) PVA uygulaması ile agregat stabilitesinde büyük artış sağlandığını ve nisbi olarak en büyük artışın kaba bünyeli topraklarda olduğunu saptamıştır.

4.2.2. Dispersiyon oranı (DO)

Dispersiyon oranı; toprağın su içerisinde kolaylıkla dispers olabilir durumdaki kil ve silt toplamının, mekanik analizde belirlenen toplam kil ve silt miktarına oranlanması ile elde edilen bir değerdir. Bu oranın küçük olması, toprağın erozyona karşı dayanıklılığının fazla olduğunu göstermektedir. Dispersiyon oranı değeri, %15'ten büyük olan toprakların erozyona karşı hassas oldukları bilinmektedir (Lal 1988; Sönmez 1994).

Daphan Ovası Serisi toprak örneğinin muamele öncesi dispersiyon oranı %14,1 ve Çiftlik Serisi toprağının dispersiyon oranı %16,4'dür. Erozyona hassasiyet bakımından dispersiyon oranı için eşik değer olarak kabul edilen %15 sınırı dikkate alındığında her iki toprak örneğinin de erozyona karşı hassas topraklar olarak değerlendirilmesi uygun görülmektedir.(Çizelge 4.5).

PVA uygulaması toprakların dispersiyon oranını her iki toprak örneğinde istatistiksel manada çok önemli düzeyde ($p<0.00001$) etkilemiştir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Islanma-kuruma döngü sayısının PVA ile muamele edilmiş toprakların dispersiyon oranı üzerine etkileri

Varyasyon kaynakları	sd*	Kareler ortalaması	F	P
Muamele (I/K döngü)	3	531,604	26,630	0.00001
Hata	44	19,963		
Genel	47			

*sd: serbestlik derecesi

Daphan Ovası Serisi toprağının kontrol düzeyindeki dispersiyon oranı (%14,1), PVA uygulaması sonucu %4,8'e kadar düşürülebilmektedir. Çiftlik Serisi toprağının kontrol düzeyindeki dispersiyon oranı ise %16,4'den PVA uygulaması sonucu %2.0'a gerilemiştir(Çizelge 4.5).Diğer bir ifadeyle, PVA uygulamasıyla %64 oranında kil içeren Daphan Ovası Serisi toprağının dispersiyon oranı başlangıç seviyesine göre %66, buna karşılık %26 kil içeren Çiftlik Serisi toprağının dispersiyon oranı ise başlangıç seviyesine göre yaklaşık %88 oranında azalmıştır. Bu durum daha önceki çalışma sonuçlarıyla

benzer olarak, PVA uygulamasının kaba bünyeli topraklarda agregat oluşumu ve oluşan agregatların stabilitesi üzerine ince bünyeli topraklarınkine oranla çok daha fazla etkili olduğunun önemli bir bulgusudur.

PVA uygulanmış Daphan Ovası Serisi topraklarının birbirini takip eden ıslanma-kuruma süreçlerine maruz bırakılmaları sonucu dispersiyon oranı artan ıslanma-kuruma döngü sayısı ile artmıştır. Dispersiyon oranı PVA ile muamele edilmiş toprak örneklerinde ıslanma-kuruma süreci başlangıcında %4,8 iken 2. döngü sonunda %7,6, 4. döngü sonunda %16,1 ve 6. döngü sonunda da %18,1' yükselmiştir (Çizelge 4.5). Benzer şekilde PVA uygulanmamış kontrol grubu toprak örneklerinde de dispersiyon oranı artan ıslanma-kuruma döngü sayısı ile artmış; başlangıçta %14,1 olan dispersiyon oranı, 2. döngü sonunda %15,3, 4. döngü sonunda %20,5 ve 6. döngü sonunda da %24,9'a yükselmiştir. Daphan Ovası Serisi topraklarının dispersiyon oranı hem kontrol hem de PVA ile muamele edilmiş toprak örneklerinde artan ıslanma-kuruma döngü sayısı ile artış göstermiş ve artış oranı kontrol grubunda ortalama %43,5 ve PVA ile muamele edilmiş örneklerde ise ortalama %190 olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte, PVA ile muamele edilmiş toprak örneklerinin 6. döngü sonundaki dispersiyon oranı, kontrol grubununkinden %27 oranında daha düşüktür. Buda PVA uygulamasının dispersiyon oranı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu açıkça göstermektedir.

Çizelge 4.5. Daphan Ovası Serisi ve Çiftlik serisi toprak örneklerinin ıslanma-kuruma döngü sayısına bağlı olarak, PVA uygulamasının dispersiyon oranı üzerine etkilerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma test sonuçları

Muamele	Daphan serisi D.O	Çiftlik serisi D.O
Kontrol-0	14,1 ± 1,39 ^c	16,4 ± 4,48 ^a
Kontrol-2	15,3 ± 2,50 ^c	16,4 ± 2,58 ^a
Kontrol-4	20,5 ± 3,19 ^b	10,0 ± 2,28 ^b
Kontrol-6	24,9 ± 0,69 ^a	11,9 ± 2,98 ^b
PVA-0	4,8 ± 1,20 ^d	2,0 ± 0,86 ^c
PVA-2	7,6 ± 2,50 ^d	3,0 ± 0,00 ^c
PVA-4	16,1 ± 3,68 ^c	2,0 ± 0,86 ^c
PVA-6	18,1 ± 1,20 ^{bc}	4,0 ± 2,28 ^c

Diğer yandan; PVA uygulanmış Çiftlik Serisi topraklarının dispersiyon oranı birbirini takip eden ıslanma-kuruma süreçleri sonunda artan ıslanma-kuruma döngü sayısı ile kararsız bir değişim göstermiştir (Çizelge 4.5). Dispersiyon oranı PVA ile muamele edilmiş toprak örneklerinde ıslanma-kuruma süreci başlangıcında %2,0 iken 2. döngü sonunda %3,0'e yükselmiş, 4. döngü sonunda yeniden %2,0'a gerilemiş ve 6. döngü sonunda yeniden %4,0'a yükselmiştir. PVA uygulanmış Çiftlik Serisi toprağının başlangıç dispersiyon oranı değerine göre; ardışık ıslanma-kuruma süreçlerinin dispersiyon üzerindeki etkisi toprağın dispersiyon oranını kritik seviyenin (%15) çok altında bırakmıştır. PVA uygulanmamış kontrol grubu toprak örneklerinde dispersiyon oranı 4 ve 6. döngülerde başlangıç değerine (%16,4) göre sırasıyla %39,3 ve %27,4 oranında azalarak eşik değer altına düşmüştür. Kaba bünyeli topraklarda ardışık ıslanma-kuruma süreçlerinin agregat oluşumuna katkı sağladığı dikkate alındığında, dispersiyon oranının artan ıslanma-kuruma döngü sayısı ile azalmış olmasını sürpriz görmemek gerekir.

Toprak örnekleri bir bütün olarak değerlendirildiğinde; 2 ıslanma-kuruma döngüsü altında dispersiyon oranı Daphan Ovası Serisi toprağında %15,3'den %7,6'ya, Çiftlik Serisi toprağında ise %16,4'den %3,0'a düşmüştür. Dispersiyon oranındaki azalma oranı

Daphan Ovası Serisi toprağında yaklaşık %50 ve Çiftlik Serisi toprağında ise yaklaşık %80'dir. Benzer şekilde, 4 ıslanma-kuruma döngüsü altında dispersiyon oranı değeri Daphan Ovası Serisi toprağında %20,5'den %16,1'e, Çiftlik Serisi toprağında ise %10,0'dan %2,0'a düşmüştür. Dispersiyon oranındaki azalma oranı Daphan Ovası Serisi toprağında %20 ve Çiftlik Serisi toprağında ise %80 civarındadır. Altı ıslanma-kuruma döngüsü altında ise dispersiyon oranı Daphan Ovası Serisi toprağında %24,9'dan %18,1'e, Çiftlik Serisi toprağında ise %11,9'dan %4,0'a düşmüştür. Dispersiyon oranındaki azalma oranı Daphan Ovası Serisi toprağında %30 ve Çiftlik Serisi toprağında ise %65 civarındadır.

Islanma-kuruma süreçlerine maruz kalan topraklarda dispersiyon oranındaki artış miktarını minimize etmek amacıyla uygulanan PVA'nın etkinliği, agregat stabilitesinde olduğu gibi büyük oranda toprak tekstürüne bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Özellikle kaba bünyeli ve zayıf strüktürlü topraklarda PVA agregat oluşumuna önemli derecede katkı sağlamakta ve oluşan agregatların ıslanma-kuruma süreçlerine karşı stabiliteyi daha yüksek olmakta, bu nedenle de dispersiyon oranı değerleri kontrole göre önemli düzeyde düşük kalmaktadır.

4.2.3. Ortalama ağırlık çap (OAÇ)

Rotar eleği kullanılarak birim toprak kütlelerini oluşturan farklı büyüklükteki agregatları belli sınır değerleri içerisinde toplamak yoluyla belirlenen agregat büyüklük dağılımını temsilen yaygın olarak kullanılan indeks değeri ortalama ağırlık çap (OAÇ) değeridir. Ortalama ağırlık çap, ortalama elek çap aralığı ile bu çap değeri için biriken agregat ağırlık çarpımlarının toplam değeri olarak ifade edilmektedir (Kemper and Rosenau 1986). İyi derecede strüktürel gelişim gösteren topraklarda OAÇ değeri daha büyüktür. Bu çalışmada, kontrol ve PVA ile muamele edilmiş toprak örnekleri Rotar eleğinden 2 şer kez elenerek OAÇ-1 ve OAÇ-2 değerleri hesaplanmıştır.

PVA ile muamele edilmiş topraklarda ıslanma-kuruma döngü sayısının OAÇ-1 ve OAÇ-2 üzerine etkisi istatistiksel manada ($p < 0,0001$) oldukça önemli bulunmuştur (Çizelge 4.6 ve Çizelge 4.7).

Çizelge 4.6. Islanma-kuruma döngü sayısının PVA ile muamele edilmiş toprakların ortalama ağırlık çap 1 (OAÇ-1) üzerine etkileri

Varyasyon kaynakları	sd*	Kareler ortalaması	F	p
Muamele (I/K döngü)	3	99,096	37,378	0.00001
Hata	44	2,651		
Genel	47			

*sd: serbestlik derecesi

Çizelge 4.7. Islanma-kuruma döngü sayısının PVA ile muamele edilmiş toprakların ortalama ağırlık çap 2 (OAÇ-2) üzerine etkileri.

Varyasyon kaynakları	sd*	Kareler ortalaması	F	p
Muamele (I/K döngü)	3	79,501	34,607	0.00001
Hata	44	2,297		
Genel	47			

*sd: serbestlik derecesi

Daphan Ovası Serisi toprak örneğinin muamele öncesi OAÇ-1 değeri 5,53 mm, OAÇ-2 değeri ise 4,86 mm'dir. PVA uygulamasına bağlı olarak; Daphan Ovası Serisi toprağının OAÇ-1 değeri 5,53 mm'den 4,50 mm'ye, OAÇ-2 değeri ise 4,86 mm'den 3,60 mm'ye düşmüştür (Çizelge 4.8).

Birinci ve ikinci eleme için hesaplanan ortalama ağırlık çap değerlerinin oransal değeri toprakların mekaniksel dış kuvvetler karşısında parçalanma ve dağılmaya karşı direncinin bir göstergesidir. PVA uygulanmasıyla mekaniksel stabilite Daphan Ovası Serisi toprak örnekleri için ortalama üzerinden %78, Çiftlik Serisi toprak örnekleri için ise %89.5 olarak hesaplanmıştır. Her iki toprak örneğinde PVA muamelesi sonrası mekaniksel parçalanmaya karşı oldukça dayanıklı bir strüktürel yapının oluştuğu ve PVA'nın özellikle kaba bünyeli topraklarda daha küçük ama çok daha stabil agregat oluşumuna olanak sağladığı söylenebilir.

Çizelge 4.8. Daphan Ovası Serisi toprak örneğinde ıslanma-kuruma döngü sayısına bağlı olarak, PVA uygulamasının OAÇ-1 ve OAÇ-2 üzerine etkilerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma test sonuçları

Muamele	Daphan serisi Çiftlik serisi	
	OAÇ-1, mm	OAÇ-2, mm
Kontrol-0	5,53 ±0,05 ^{de}	4,86± 0,05 ^c
Kontrol-2	10,70 ±0,43 ^a	9,96 ± 0,50 ^a
Kontrol-4	10,50 ±0,26 ^a	9,60 ± 0,20 ^a
Kontrol-6	10,70 ±0,15 ^a	9,16 ± 0,40 ^a
PVA-0	4,50 ± 0,36 ^e	3,60± 0,34 ^c
PVA-2	8,36 ± 2,20 ^b	6,96± 2,55 ^b
PVA-4	7,23 ±1,12 ^{bc}	5,36 ± 0,56 ^b
PVA-6	6,53 ±0,66 ^{cd}	4,83 ± 0,11 ^c

Çiftlik Serisi toprak örneğinin muamele öncesi OAÇ-1 değeri 4,83 mm, OAÇ-2 değeri ise 4,56 mm'dir. PVA uygulamasına bağlı olarak; Çiftlik Serisi toprağının OAÇ-1 değeri 4,83 mm'den 3,03 mm'ye, OAÇ-2 değeri ise 4,56 mm'den 2,70 mm'ye düşmüştür (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. Çiftlik Serisi toprak örneğinde ıslanma-kuruma döngü sayısına bağlı olarak, PVA uygulamasının OAÇ-1 ve OAÇ-2 üzerine etkilerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma test sonuçları

Muamele	Çiftlik serisi	
	OAÇ1, mm	OAÇ2, mm
Kontrol-0	4,83 ± 0,76 ^b	4,56 ± 0,64 ^b
Kontrol-2	6,56 ± 0,47 ^a	6,93 ± 0,05 ^a
Kontrol-4	7,03 ± 0,56 ^a	4,96 ± 0,35 ^b
Kontrol-6	7,90 ± 0,45 ^a	6,03± 0,20 ^a
PVA-0	3,03± 0,68 ^b	2,70± 0,40 ^c
PVA-2	2,36± 0,05 ^c	2.06± 0,05 ^c
PVA-4	2,23 ± 0,05 ^c	2,03 ± 0,05 ^c
PVA-6	1,93± 0,05 ^d	1,76 ± 0,05 ^d

Bu sonuçlar aslında beklenen bir durum gibi görünmese de her iki toprak örneğinin de başlangıçtaki strüktürel yapılarının oldukça zayıf olduğu dikkate alındığında, kontrol toprağındaki ortalama agregat çapının agregatlaşmadan ziyade kesekleşmenin bir sonucu olduğu söylenebilir. Zira, kontrol örneklerinde birbirini takip eden ıslanma-kuruma süreçleriyle meydana gelen kesekleşme her iki elemde de Daphan Ovası Serisi toprak örneklerinde yaklaşık 10 mm, Çiftlik Serisi toprak örneklerinde ise 6 mm boyutunda stabil bir durum sergilemektedir. PVA uygulanmış Daphan Ovası Serisi toprak örneklerinde ise hem OAÇ-1 hem de OAÇ-2 değerleri artan ıslanma-kuruma süreçleriyle 2. döngü sonunda artış 4 ve 6. döngüler sonunda ise beklenildiği gibi bir azalma göstermiştir. Daphan Ovası Serisi toprak örnekleri ile Çiftlik Serisi toprak örnekleri OAÇ-1 ve OAÇ-2 değerleri bakımından karşılaştırıldığında PVA'nın killi toprakta (Daphan Ovası) daha büyük agregat oluşumuna olanak sağladığı ancak ikinci elemde dağılma riskinin killi toprakta, tınlı toprağa (Çiftlik) göre daha yüksek düzeyde gerçekleştiği, daha açık bir ifadeyle PVA uygulamasının kaba bünyeli topraklarda daha stabil agregat oluşturduğu söylenebilir.

4.2.4. Mekaniksel stabilite (MS)

Rotar eleğinde birinci ve ikinci elemde elde edilen 0.84 mm'den daha büyük agregatlar yüzdesinin birbiriyle oranlanmasıyla elde edilen ve özellikle rüzgâr erozyonuyla taşınmaya karşı direncin bir göstergesi olan mekaniksel stabilite Daphan Ovası Serisi toprak örneklerinde kontrol grubunda %56 iken PVA ile muamele sonrası %37'lik bir artışla %77'ye, Çiftlik Serisi toprak örneklerinde ise kontrol grubunda %43 iken PVA ile muamele sonrası %95'lik bir artışla %84'e yükselmiştir.

5. SONUÇ

Toprağın fiziksel özellikleri arasında toprak strüktürü bir bitki büyüme faktörü olamamasına rağmen agronomik açıdan en önemli toprak kalite göstergelerinden biridir. Toprak strüktürünün bozulmasına birçok faktör ve süreç etki etmektedir. Bu faktör ve süreçler arasında birbirini takip eden ıslanma-kuruma döngüleri, toprak strüktürünü toprağın mineralojik formasyonuna bağlı olarak farklı düzeylerde etkileyerek fiziksel ortam özelliklerini değiştirebilmektedir. Strüktürel açıdan bozulmuş topraklarda agregasyonun yeniden tesisi ve strüktürel ünitelerin stabilitesinin sağlanması sürdürülebilir toprak yönetiminin temel ilkelerinden biridir. Bu bağlamda, toprağa organik kaynaklı girdi uygulanması veya organik kaynaklı sentetik toprak düzenleyicilerinin alternatif olarak kullanımı esastır. Bu çerçevede, sentetik bir organik polimer olan polivinilalkolün (PVA), farklı ıslanma-kuruma döngülerine maruz bırakılan toprakların strüktürel parametrelerinde meydana gelebilecek olumsuzlukların minimize edilmesindeki kullanım etkinliğinin belirlenmesi amacıyla yürütülen bu çalışmada; farklı mineralojik bileşime ve fiziksel ortam özelliklerine sahip Daphan Ovası Serisi ve Çiftlik Serisi toprak örnekleri PVA uygulanmış/uygulanmamış koşullarda 2, 4 ve 6 ardışık ıslanma-kuruma döngüsüyle muamele edilmiş ve toprak örneklerinin agregat stabilitesi, dispersiyon oranı ve ortalama ağırlık çap gibi önemli strüktürel stabilite ölçütlerindeki değişimler ortaya konulmuştur. Araştırma bulguları;

1. PVA ile muamele edilmiş topraklarda ıslanma-kuruma döngü sayısının agregat stabilitesi, dispersiyon oranı ve ortalama ağırlık çap üzerine etkisi istatistiksel manada ($p < 0,0001$) oldukça önemli bulunmuştur.

2. PVA uygulamasıyla kil içeriği yüksek Daphan Ovası Serisi toprağının agregat stabilitesi değerinde başlangıç seviyesine göre %194, kil içeriği düşük olan Çiftlik Serisi toprağının agregat stabilitesi değerinde ise başlangıç seviyesine göre yaklaşık %400 oranında bir artış sağlanmıştır.

3. PVA uygulamasıyla %64 oranında kil içeren Daphan Ovası Serisi toprağının dispersiyon oranı başlangıç seviyesine göre %66, buna karşılık %26 kil içeren Çiftlik Serisi toprağının dispersiyon oranı ise başlangıç seviyesine göre yaklaşık %88 oranında azalmıştır.

4. PVA uygulamasıyla toprakların mekaniksel stabilite değerlerinde %37 ile %95 düzeyinde artışlar sağlanmıştır.

5. Islanma-kuruma süreçlerine maruz kalan topraklarda strüktürel ölçütlerin olumsuz etkileşimini minimize etmek amacıyla uygulanan PVA'nın etkinliği büyük oranda toprak tekstürüne bağlıdır.

Bu çalışmada elde edilen bulgular; sentetik polimer PVA'nın kaba bünyeli topraklarda agregat oluşumu ve oluşan agregatların stabilitesi üzerine ince bünyeli topraklarınkine oranla çok daha fazla etkili olduğunu ve toprakta hem agregat oluşumunun teşvik edilmesi hem de strüktürel stabilite ölçütlerinin ıslanma-kuruma süreçlerinin bozucu etkilerine karşı dayanımının artırılmasında son derece etkili bir toprak düzenleyicisi olarak kullanım potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

KAYNAKLAR

- Akgül, M., 1994. Daphan ovası topraklarının temel toprak etütleri I.Bazı fiziksel ve kimyasal özellikler Atatürk üni. Ziraat Fak. Der.No:2, 223-236.
- Akgül, M., 1992. Daphan Ovası Topraklarının Sınıflandırılması ve Haritalanması. Atatürk Üni. Fen Bilimleri Enst. Doktora Tezi.
- Aksakal, E.L., Öztaş, T., 2010. Effects of PVA, PAM and HA on mean weight diameter and wet aggregate stability of soils. 45th Croatian and 5th International Symposium on Agriculture, 15-19 February, Opatija, Croatia.
- Anonim. 2006. T.C. Başbakanlık Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Erzurum Bölge Müdürlüğü Raporları.
- Atalay, İ.,1978 Erzurum ovası ve çevresinin jeolojisi ve jeomorfolojisi. Atatürk Üni.Yayınları No:91.
- Barry, P.V., Stott, D.E., Turco, R.F. and Bradford, J.M. 1991. Organic polymers' effect on soil shear strength and detachment by single raindrops. Soil Sci. Soc. Am. J. 55(3), 799-804.
- Blake, G.R. and Hartge, K.H. 1986a. Bulk Density. Methods of Soil Analysis.Part 1. Physical and Mineralogical Methods. 2nd Edition. Agronomy No: 9. 363-375, 1188 p, Madison, Wisconsin USA.
- Blake, G.R. and Hartge, K.H. 1986b. Particle Density. Methods of Soil Analysis.Part 1. Physical and Mineralogical Methods. 2nd Edition. Agronomy No: 9. 377-382, 1188 p, Madison, Wisconsin USA.
- Bryan, R. 1992. The influence of some soil conditioners on soil properties: laboratory tests on Kenya soil samples. Soil Technol., 5: 225-247.
- Bryan, R. B., 1968. The development, use and efficiency of indices of soil erodibility. Geoderma, 2, 5-25.
- Chiellini, E., Corti, A., and Swift, G., 2003. Biodegradation of thermally-oxidised, fragmented lowdensity polyethylene. Polymer Degradation and Stability 81, 341-351.
- Chiellini, E., Corti, A., Politi, B., and Solaro, R., 2000. Adsorption/desorption of polyvinyl alcohol on solid substrates and relevant biodegradation. Journal of Polymers and Environment, 8(2): 67-79.
- Çataltaş, A.İ., 1985. Kimyasal Proses Endüstrileri 2 İTÜ., Kimya-Metalurji Fak. Yay. No. 286-289, İstanbul.
- Danielson, R.E., Sutherland, P.L., 1986. Porosity. Methods of Soil Analysis.Part 1. Physical and Mineralogical Methods. 2nd Edition. Agronomy No: 9, 443-461, 1188 p, Madison, Wisconsin USA.
- Demiralay, İ., 1993. Toprak Fiziksel Analizleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 143, ss: 131, Erzurum.
- Gee, G.W. and Bauder, J.W. 1986. Particle-Size Analysis. Methods of Soil Analysis.Part 1. Physical and Mineralogical Methods. 2nd Edition. Agronomy No: 9. 383-411, 1188 p, Madison, Wisconsin USA.
- Hussein, J., and Adey, M.A., 1995. Changes in structure and tilth mellowing in a Vertisol due to wet/drying cycles in the liquid and vapour phases. Eur. J. Soil Sci., 46: 357-368.

- Imbufe, A.U., Patti, A.F., Burrow, D., Surapaneni, A., Jackson, W.R. and Milner, A.D. 2005. Effects of potassium humate on aggregate stability of two soils from Victoria, Australia. *Geoderma*, 125(3-4): 321-330.
- Inyang, H.I., and Bea, S., 2005. Polyacrylamide sorption opportunity on interlayer and external pore surfaces of contaminant barrier clays. *Chemosphere* 58, 19-31.
- Kemper, W.D., and Rosenau, R.C. 1986. Aggregate Stability and Size Distribution. *In* Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods. (A. Klute eds.). pp. 425-442. ASA-SSSA, Madison. WI.
- Lal, R., 1988. Soil Erosion Research Methods. Soil and Water Conservation Society, Iowa-USA.
- Mbagwu, J.S.C., and Bazzoffi, P., 1988. Stability of microaggregates as influenced by antecedent moisture content, organic waste amendment and wetting and drying cycles. *Catena*, 15: 565-576.
- McLean, E.O. 1982. Soil pH and Lime Requirement. Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. 2nd Edition. Agronomy No: 9. 199-224, 1159 p, Madison, Wisconsin USA.
- Nelson, D.W. and Sommers, L.E. 1982. Total Carbon, Organic Carbon, and Organic Matter. Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. 2nd Edition. Agronomy No: 9. 539-579, 1159 p, Madison, Wisconsin USA.
- Nelson, R.E., 1982. Carbonate and Gypsum. Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. 2nd Edition. Agronomy No: 9. 181-197, 1159 p, Madison, Wisconsin USA.
- Oades, J.M. 1976. Prevention of crust formation in soils by polyvinylalcohol. *Australian Journal of Soil Research*, 14(2): 139-148.
- Öztaş, T. 2012. Toprak Strüktürü. Sürdürülebilir Toprak Verimliliği. Güncellenmiş 3. Baskı. ISSN: 978-605-86684-0-9. s.15-36.
- Öztaş, T., Özbek, A.K. ve Aksakal, E.L., 2002. Structural developments in soils Treated with Polyvinylalcohol. International Conference on Sustainable Land Use and Management, 143-148, 10-13 June, Çanakkale TURKEY.
- 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.
- Piccolo, A., Pietramellara, G., and Mbagwu, J.S.C., 1997. Use of humic substances as soil conditioners to increase aggregate stability. *Geoderma*, 75(3-4): 267-277.
- Rhoades, J.D. 1982b. Soluble Salts. Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. 2nd Edition. Agronomy No: 9, 167-179, 1159 p, Madison, Wisconsin USA.
- Schamp, N., ve J. Huylebroeck, 1973. Adsorption of polymers on clays, *J. Polym. Sci. Symp.*, 42, 553-562.
- Sen, K.K., Bhadoria P.B.S., and Datta, B., 1995., Influence of soil conditioners on soil physical-properties and maize growth. *Tropical Agriculture* 72(1): 23-307.
- Sharma, B.R., Dhuldhoya, N.C., and Merchant, U.C., 2006. Flocculants-an ecofriendly approach. *Journal of Polymers and the Environment*, 14(2), 195-202.
- Shiel, R.S., Adey, M.A., and Lodder, M., 1988. The effect of successive wet/dry cycles on aggregate size distribution in a clay texture soil. *J. Soil Sci.*, 39: 71-80.

- Singer, M.J., Southard, R.J., Warrington, D.N., and Janitzk, P., 1992. Stability of synthetic and sand-clay aggregates after wetting and drying cycles. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 56: 1843-1848.
- Sojka, R.E. and Lentz, R.D. 1994. Time for yet another look at soil conditioners. *Soil Sci.*, 158: 233-234.
- Sojka, R.E. and Lentz, R.D. 1997. Reducing furrow irrigation erosion with polyacrylamide (PAM). *Journal of Production Agriculture*, 10(1): 47-52.
- Sönmez, K., 1994. Toprak Koruma. Atatürk Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları No: 169, 192. sayfa, Erzurum.
- Stefanson, R.C., 1973. Polyvinyl alcohol as a stabilizer of surface soils, *Soil Sci.*, 115, 420-428.
- Tisdall, J.M. and Oades, J.M., 1982. Organic matter and waterstable aggregates in soils. *J. Soil Science*, 33, 141-163.
- Utomo, W.H., and Dexter, A.R., 1982. Changes in soil aggregate water stability induced by wetting and drying cycles in non-saturated soil. *J. Soil Sci.*, 33: 623-637.
- Uysal, H. 1986. Gediz Havzası Farklı Büyük Toprak Gruplarına Ait Su Erozyonu Etkisi Altındaki Eğimli Tarım Alanlarında PVA'nın Agregatlaşmaya Etkisi Üzerinde Araştırmalar, (Doktora Tezi).
- Uysal, H., A. Taysun, G. Yönter, ve G. Yolcu, 1996. Toprakların erosif özellikleri üzerine polivinilalkol'ün (PVA) etkileri, I. Uludağ Çevre Müh. Semp., Bursa.
- Wallace, A., ve G. A. Wallace, 1986. Control of soil erosion by polymeric soil conditioners, *Soil Sci.*, 141, 363-367.
- Zhang. B and Horn. R. 2001. Mechanisms of aggregate stabilization in ultisols from subtropical china. *Geoderma*. 99: 123-145.

ÖZGEÇMİŞ

Mardin'in Midyat ilçesinde 04.08.1992 tarihinde doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Mardin'in Kızıltepe ilçesinde tamamladı. 2010 yılında girdiği Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü'nden 2014 yılında mezun oldu. 2015 Eylül ayında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimine başladı.

