

TC.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI



**ORGANİK ATIK VE POLİMER UYGULAMALARININ
TOPRAKLARIN ŞİŞME-BÜZÜLME PARAMETRELERİ
ÜZERİNE ETKİSİ**

Yüksek Lisans Tezi

Zerrin CİVELEK

Danışman

Prof. Dr. Nutullah ÖZDEMİR

SAMSUN
2021

TEZ KABUL VE ONAYI

Zerrin CİVELEK tarafından Prof. Dr. Nutullah ÖZDEMİR danışmanlığında hazırlanan “Organik Atık ve Polimer Uygulamalarının Toprakların Şişme-Büzülme Parametreleri Üzerine Etkisi” adlı tez çalışması 16/02/2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından yapılan sınav sonucunda oy birliği / oy çokluğu ile başarılı bulunarak Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

	Unvanı Adı Soyadı Üniversitesi Ana Bilim/Ana Sanat dalı	İmza	Sonuç
Başkan (Danışman)	Prof. Dr. Nutullah ÖZDEMİR Ondokuz Mayıs Üniversitesi Toprak bilimi ve Bitki Besleme Ana bilim dalı		<input checked="" type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret
Üye	Prof. Dr. İmanverdi EKBERLİ Ondokuz Mayıs Üniversitesi Toprak bilimi ve Bitki Besleme Ana bilim dalı		<input checked="" type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret
Üye	Doç. Dr. Tuğrul Yakupoğlu Yozgat Bozok Üniversitesi Toprak bilimi ve Bitki Besleme Ana bilim dalı		<input checked="" type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

ONAY

... / ... / ...
Prof. Dr. Ali BOLAT
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Hazırladığım yüksek lisans tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin Kaynaklar 'da gösterilenlerden oluştuğunu, her unsurun enstitü yazım kılavuzuna uygun yazıldığını ve TÜBİTAK Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Yönetmeliği'nin 3. bölüm 9. maddesinde belirtilen durumlara aykırı davranılmadığını taahhüt ve beyan ederim.

16/02/2021
Zerrin CİVELEK

TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI

Tez Başlığı: Organik Atık ve Polimer Uygulamalarının Toprakların Şişme-Büzülme Parametreleri Üzerine Etkisi

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışması için şahsım tarafından 14.01.2021 tarihinde intihal tespit programından alınmış olan özgünlük raporu sonucunda;

Benzerlik oranı : % 21
Tek kaynak oranı : % 1 çıkmıştır.

14 /01/2021
Prof. Dr. Nutullah Özdemir

ÖZET

ORGANİK ATIK VE POLİMER UYGULAMALARININ TOPRAKLARIN ŞİŞME-BÜZÜLME PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Zerrin CİVELEK

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Yüksek Lisans, Şubat/2021

Danışman: Prof. Dr. Nutullah ÖZDEMİR

Topraklarda ıslanma kuruma süreçleriyle meydana gelen şişme büzülme olayları toprak çatlamlarına neden olarak bitki köklerinin zarar görmesine ve toprakta su kayıplarına yol açmaktadır. Bu çalışma kumlu tın ve killi tın tekstürüne sahip topraklarda buğday samanı, fındık zürufu, hümik asit ve PAM uygulamalarının toprakta bazı şişme-büzülme parametreleri üzerine olan etkilerini belirlemek üzere yürütülmüştür. Çalışmada kullanılan toprak örnekleri Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Bafra uygulama alanı ile Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Bafra deneme arazisinden ve yüzeyden (0-20cm) alınmıştır. Kullanılan düzenleyiciler farklı kurumlardan temin edilmiştir.

Araştırma konusu örnekler; orta bünyeli, hafif alkalın reaksiyonlu, tuz içeriği düşük, organik madde miktarı düşük ve orta, kireç içeriği orta ve çok kireçli sınıfta yer alan topraklardır.

Bölünen bölünmüş parseller deneme düzeninde yürütülen bu çalışmada, buğday samanı (%0, 2, 4), fındık zürufu (%0, 2, 4), hümik asit (0, 200 ve 1000 ppm) ve PAM (0, 30 ve 90 ppm) topraklara 3 farklı dozda üç tekrarlamalı olarak uygulanmıştır. Bir aylık inkübasyon periyodundan sonra saksılarda buğday bitkisi yetiştirilmiştir. Buğday bitkisinin hasadından sonra topraklarda şişme büzülme parametrelerine ilişkin analiz ve değerlendirmeler yapılmıştır.

Yapılan analiz ve değerlendirmeler sonucunda, topraklara organik düzenleyici ve polimer uygulamalarının doğrusal uzama katsayısı, COLE-kesek, yüzde büzülme, büzülme oranı, hacimsel büzülme ve doğrusal büzülme değerlerini düşürdüğü belirlenmiştir. Uygulamaların büzülme sınırı, likit limit ve plastik limit değerlerini ise artırdığı görülmüştür. Yapılan uygulamaların etkinliği toprak özelliklerine ve uygulama dozlarına göre değişim göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Organik atık, hümik asit, PAM, şişme-büzülme, COLE-çubuk, COLE-kesek, yüzde büzülme, likit limit, plastik limit

ABSTRACT

THE EFFECT of ORGANIC WASTE and POLYMER APPLICATIONS on SWELLING-SHRINKAGE PARAMETERS of SOILS

Zerrin CİVELEK

Ondokuz Mayıs University

Institute of Graduate Studies

Department of Soil Science and Plant Nutrition

Master, February/2020

Supervisor: Prof. Dr. Nutullah ÖZDEMİR

Swelling and shrinkage events that occur with wetting and drying processes in soils cause soil cracking, damage to plant roots and water loss in the soil. This study was carried out to determine the effects of wheat straw, hazelnut slag, humic acid and PAM applications on some swelling-shrinkage parameters in soils with sandy loam and clay loam textures. Surface soil samples (0-20cm) in this study were taken from OMU Bafra experimental plot and Black Sea Agricultural Research Institute Bafra trial field. The regulators used were procured from different institutions.

Soil samples in this study had medium texture, slightly alkaline reaction, low salt content, low to medium organic matter content and medium to high lime content.

Split plot trials were used with wheat straw (0, 2, 4%), hazelnut slag (0, 2, 4%), humic acid (0, 200 and 1000 ppm) and PAM (0, 30 and 90 ppm) applied to soils with three repetition. After a one month incubation period, wheat plants were grown in pots. Swelling-shrinkage parameters in soils were analyzed after the harvest of the wheat plants.

The results indicate that organic conditioner and polymer applications to soils reduce the values of Coefficient of linear extensibility, COLE-clod, percent shrinkage, shrinkage ratio, volumetric shrinkage and linear shrinkage. It was observed that the applications increased the shrinkage limit, liquid limit and plastic limit values. The effectiveness of the applications varied according to the soil properties and application doses.

Key words: Organic waste, humic acid, PAM, swelling-shrinkage, COLE-rod, COLE-clod, percentage shrinkage, liquid limit, plastic limit

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın planlanması, yürütülmesi, sonuçların değerlendirilmesi ve yorumlanması ile ilgili her aşamada benden katkı ve yardımını esirgemeyen, her koşulda beni yalnız bırakmayan, bilgisini benimle sabırla paylaşan kıymetli danışmanım Sayın Prof. Dr. Nutullah ÖZDEMİR hocama, bölüm başkanımız Prof. Dr. Coşkun GÜLSER'e ve bölüm hocalarıma ayrı ayrı teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Çalışmalarım süresince her türlü yardımını esirgemeyen ve yakından ilgilenen değerli hocalarım; Songül RAKICIOĞLU ve Mirvais AZAMİ' ye teşekkürlerimi sunarım.

Eğitim-öğretim hayatım boyunca maddi ve manevi her konuda beni destekleyen haklarını hiçbir zaman ödeyemeyeceğim sevgili ailem ve çalışmalarım boyunca benim her daim yanımda olan en yakın arkadaşlarım Ziraat mühendisi Edip Erhan KÜÇÜK ve Meliha TAŞDİBEK' e teşekkür ederim.

Araştırmamın bilimsel ve teknik açıdan uygulayıcılara faydalı olmasını dilerim...

Zerrin CİVELEK

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
TABLolar DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	3
3. MATERYAL VE METOT.....	15
3.1. Materyal	15
3.1.1. Deneme Topraklarının Alındığı Yerler	15
3.1.2. Denemede Kullanılan Organik ve Sentetik Düzenleyiciler	15
3.2. Yöntem	15
3.2.1. Denemenin Kurulması ve Yürütülmesi.....	15
3.2.2. Laboratuvar Analiz Yöntemleri	16
3.2.3. İstatistiksel Analiz Yöntemleri	19
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	20
4.1. Toprak Özellikleri	20
4.2. Şişme Büzülme Parametreleri.....	20
4.2.1. COLE-çubuk (Doğrusal Uzama Katsayısı).....	20
4.2.2. COLE-kesek	25
4.2.3. Büzülme Sınırı.....	27
4.2.4. Yüzde Büzülme.....	30
4.2.5. Büzülme Oranı.....	33
4.2.6. Hacimsel Büzülme.....	35
4.2.7. Doğrusal Büzülme	38
4.2.8. Likit Limit	41
4.2.9. Plastik Limit	44
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	47
KAYNAKLAR.....	49
ÖZ GEÇMİŞ	54

SİMGELER VE KISALTMALAR

SİMGELER

Ksat	Doygun hidrolik iletkenlik
Mg	Magnezyum
NaCl	Sodyum klorür
Ca	Kalsiyum
CaCO ₃	Kalsiyum Karbonat

KISALTMALAR

BS	Buğday samanı
CL	Killi tın
CO ₂	Karbondioksit
COLE	Doğrusal uzama katsayısı
DB	Doğrusal büzülme
ESP	Değişebilir sodyum yüzdesi
FZ	Fındık zürufu
HA	Hümik asit
Ic	Kıvam indeksleri
KDK	Kasyon değişim kapasitesi
LL	Likit limit
OM	Organik madde
PAM	Poliakrilamid
pH	Toprak reaksiyonu
Pİ	Plastiklik indeksi
PL	Plastik limit
PVA	Polivinilalkol
SL	Siltli tın
SR	Büzülme oranı
SS	Büzülme sınırı
TOK	Toprak organik karbonu
VS	Hacimsel büzülme
YB	Yüzde büzülme
cm	Santimetre
ha	Hektar
kg	Kilogram
mm	Milimetre

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1. Farklı dozlarda düzenleyici karıştırılan toprakların doğrusal uzama katsayısı değerleri.....	21
Şekil 4.2. Farklı dozlarda düzenleyici karıştırılan toprakların COLE-kesek değerleri	25
Şekil 4.3. Farklı dozlarda düzenleyici karıştırılan toprakların büzülme sınırı değerleri.....	28
Şekil 4.4 . Farklı dozlarda düzenleyici karıştırılan toprakların yüzde büzülme değerleri.....	31
Şekil 4.5. Farklı dozlarda düzenleyici karıştırılan toprakların büzülme oranı değerleri.....	33
Şekil 4.6. Farklı dozlarda düzenleyici karıştırılan toprakların hacimsel büzülme değerleri.....	36
Şekil 4.7. Farklı dozlarda düzenleyici karıştırılan toprakların doğrusal büzülme değerleri.....	39
Şekil 4.8. Farklı dozlarda düzenleyici karıştırılan toprakların likit limit değerleri	42
Şekil 4.9. Farklı dozlarda düzenleyici karıştırılan toprakların plastik limit değerleri	45

TABLolar DİZİNİ

Tablo 3.1 Denemede kullanılan organik atıkların bazı özellikleri	15
Tablo 4.1 Araştırmada kullanılan toprakların bazı özellikleri.....	20
Tablo 4.2 Farklı dozlarda organik atık ve düzenleyici karıştırılan toprakların COLE-çubuk değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	21
Tablo 4.3 Bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkiler.....	24
Tablo 4.4 Farklı dozlarda organik atık ve düzenleyici karıştırılan toprakların COLE kesek değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	26
Tablo 4.5 Farklı dozlarda organik atık ve düzenleyici karıştırılan toprakların büzülme sınırı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	28
Tablo 4.6 Farklı dozlarda organik atık ve düzenleyici karıştırılan toprakların yüzde büzülme değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	31
Tablo 4.7 Farklı dozlarda organik atık ve düzenleyici karıştırılan toprakların büzülme oranı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	34
Tablo 4.8 Farklı dozlarda organik atık ve düzenleyici karıştırılan toprakların hacimsel büzülme değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	36
Tablo 4.9 Farklı dozlarda organik atık ve düzenleyici karıştırılan toprakların doğrusal büzülme değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	39
Tablo 4.10 Farklı dozlarda organik atık ve düzenleyici karıştırılan toprakların likit limit değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	42
Tablo 4.11 Farklı dozlarda organik atık ve düzenleyici karıştırılan toprakların plastik limit değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	45

1. GİRİŞ

Günümüz koşullarında farklı tarım ve mühendislik amaçlı uygulamalar için toprakların likit limit, plastik limit, doğrusal uzama katsayısı, yüzde büzülme, hacimsel büzülme, serbest şişme indeksi gibi temel mekaniksel özelliklerine ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak araştırmalar planlanırken, etütler yapılırken toprakların mekaniksel özellikleri üzerinde fazla durulmamaktadır.

Topraklar mekaniksel bileşim, kil içeriği, kil tipi, organik madde kapsamı gibi temel özelliklerine bağlı olarak birbirini izleyen ıslanma ve kuruma süreçlerine bağlı olarak genişleme ve büzülme süreçlerine maruz kalırlar. Şişme büzülme süreci içinde profil derinliğinde ortaya çıkan çatlamlar; bitki köklerinin ve genç fidelerin zarar görmesine, toprağın su ve hava dengesinin olumsuz etkilenmesine, nem kaybının artmasına, sulama suyunun etkinliğinin azalmasına ve toprakta strüktürel durumunun kötüleşmesine yol açabilir (Sönmez ve Öztaş, 1988; Dengiz ve Gürsoy, 2019). Bu nedenle topraktaki bitki kök ve gövde gelişimini etkileyen bu mekaniksel davranışların bilinmesi, tarımsal yönetim uygulamalarında gerekli önlemlerin alınması açısından önemlidir.

Toprakların mekaniksel davranışları üzerinde etkili olan parametrelerin etki ya da katkı düzeylerinin ortaya konulması arazi ve bitki yönetimi, erozyon kontrolü ve tarımsal sürdürülebilirlik açısından oldukça önemlidir. Toprakların organik madde düzeyi, kil içeriği, kil tipi, kimyasal yapı gibi bileşenleri mekaniksel davranışlar ve yapısal stabilite üzerinde önemli etki ya da katkılara sahiptirler (Baver, 1966; Dengiz vd., 2019). Toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerine etki etmek yolu ile dinamik toprak göstergeleri iyileştirilebilmekte ve toprağın sahip olduğu problem bertaraf edilebilmektedir.

Toprağa organik ya da kimyasal düzenleyicilerin karıştırılması bu amaçla başvurulan popüler uygulamalar arasında yer almaktadır (Özdemir vd., 2017). Birkaç hafta ya da ay gibi kısa bir süre içerisinde etkili olduklarından, toprakların fiziksel özelliklerini geliştirmede yapay polimerler tercih edilmektedir (Levy, 1996). Çoğunlukla yüksek molekül ağırlıkları ile karakterize edilen, doğal ya da sentetik olan polimerler uzun zincir moleküllerin ya da çeşitli monomerlerin milyonlarcasının birbirine bağlanmasıyla oluşmaktadır.

Toprakta şişme ve büzülme potansiyeli üzerinde etkili olan bileşenlerin etki ya da katkı derecelerinin ortaya konulması uygun bir bitki gelişim ortamının oluşturulması, su kayıplarının azaltılması ve erozyonun kontrolü ile uygun bir arazi yönetiminin seçilmesi açısından oldukça önemlidir. Toprak organik maddesi ve sentetik polimerler bu doğrultuda önemli etki ya da katkılara sahip olabilirler (Yakupoğlu, 2010; zdemir vd., 2017).

Bu çalışma, organik atık ve polimer uygulamaların toprakların şişme-büzülme parametreleri üzerine etkilerini belirlemek üzere yürütülmüştür.

2.KAYNAK ÖZETLERİ

Toprakların mekaniksel davranışları ile şişme ve büzülme potansiyelleri farklı mühendislik uygulamaları ile birlikte hem bitki yetiştiriciliği ve hem de toprak yönetimi açısından oldukça önemlidir. Bir toprağın şişme ve büzülme potansiyeli yüksek ise birbirini izleyen ıslanma ve kuruma süreçlerine bağlı olarak gerçekleşen büzülme süreçleri toprakta çatlamalara, su kayıplarına ve bitki köklerinin zarar görmesine neden olmaktadır. Bu nedenle toprakların şişme ve büzülme potansiyellerinin ortaya konulması toprak yönetimine ilişkin uygulamalar açısından oldukça önemlidir.

Toprakların şişme-büzülme eğilimlerini ortaya koyabilmek amacı ile çeşitli ölçütler (oranlar, indeksler, faktörler) geliştirilmiştir. Yapılan birçok araştırmada, toprakların kil içeriği, kil tipi, kation değişim kapasitesi, özgül yüzey alanı gibi pedolojik özellikleri; kireç, organik madde ve kimyasal toprak düzenleyicileri ile şişme büzülme özelliklerini irdelemede kullanılan parametreler arasındaki ilişkiler incelenerek toprakların söz konusu özellikleri tahmin edilmeye çalışılmıştır (Sönmez ve Öztaş, 2011; Özdemir vd., 2017).

Toprakların şişme ve büzülme potansiyellerini, doğrusal uzama ve hacimsel genişleme kapasitelerini değerlendirmek amacı ile çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Geliştirilen yöntemlerden serbest şişme indeksi, hacimsel büzülme, doğrusal uzama katsayısı, büzülme sınırı, kıvam limitleri gibi parametreler yardımı ile mekaniksel özellikler kolaylıkla ölçülebilmektedir (Ross, 1978; Boivin et al., 2004; Özdemir vd., 2017).

Yakupoglu ve Özdemir (2006) topraklara organik atık uygulamasıyla COLE-çubuk (doğrusal uzama katsayısı) ve hacimsel büzülme değerleri ile toprak özelliklerine bağlı olarak şişme büzülme potansiyellerinde önemli düzeyde azalmalar olduğunu ifade etmişlerdir. Bu doğrultuda şişme-büzülme potansiyeli yüksek olan Vertisol ordosunda ki topraklarda şişme büzülme zararlarının azaltılması ve bitkisel üretimin arttırılması açısından organik atık ilavesinin önem teşkil ettiğini belirtmişlerdir.

İslam (2016) atık fındık zürufundan elde edilen kompostun farklı tekstürlere sahip toprakların bazı mekaniksel özellikleri üzerine etkisini araştırmıştır. Araştırmacı 4 farklı örnekleme zamanlarında aldığı ve 6 farklı dozda atık fındık zürufu

uyguladığı toprakların likit limit, plastik limit, plastiklik indeksi, doğrusal uzama katsayısı, büzülme limiti, yüzde büzülme, hacimsel değişme, büzülme oranı, doğrusal büzülme özelliklerini incelemiştir. Çalışma sonucunda; atık fındık zürufu uygulamasının, kontrole göre toprakların likit limit, plastik limit ve plastiklik indeksini arttırdığını bildirmiştir. Araştırmacı toprak tekstürleri ve atık fındık zürufu uygulama dozlarının, toprakların doğrusal uzama katsayısı değerlerinde farklılıklar meydana getirdiğini, topraklara fındık zürufu kompostu uygulamasının toprakların büzülme limiti ve yüzde büzülme değerlerini istatistiksel anlamda etkilemediğini vurgulamıştır.

Sönmez (1981) killi toprağa karıştırılan ahır gübresinin toprağın yüzde büzülme, büzülme sınırı, büzülme oranı ve doğrusal uzama katsayısı (COLE-çubuk) değerleri üzerine etkisini araştırmıştır. Çalışma sonucunda, topraklarda gübre uygulamasına bağlı olarak yüzde büzülme, büzülme oranı ve COLE-çubuk değerlerinde istatistiksel olarak önemli bir azalmanın, büzülme sınırı değerinde ise bir artmanın olduğunu bildirmiştir ve bu bulgulara dayanarak topraklara ahır gübresinin karıştırılmasıyla topraklarda çatlak oluşumunun azalacağı ve böylece kurak dönemde nem kaybının düşeceğini, sulama koşullarında da sulama etkinliğinin artacağını ifade etmiştir.

Özdemir (1993) organik artıkların toprağın bazı özellikleri ile strüktürel dayanıklılığı ve erozyona duyarlılığı üzerine etkilerini incelemiştir. Araştırmacı Erzurum yöresinde yaygın olarak bulunan üç büyük toprak grubuna (kahverengi, kestane rengi, kireçsiz kahverengi) çöp kompostu, ahır gübresi, buğday samanı ve fiğ samanı gibi organik artıklar karıştırmıştır. Çalışma sonucunda strüktürel stabiliteleri düşük ve erozyona karşı duyarlı olan bu üç büyük toprak grubuna değişik düzeylerde karıştırılan organik artıkların doğrusal uzama katsayısı, yüzde büzülme ve kırılma değerini istatistiksel olarak önemli düzeyde azalttığı ve strüktürel yapıyı iyileştirdiği tespit edilmiştir.

Malongweni et al. (2019) yaptıkları bir çalışmada genişleyen killere sahip arazilerde çatlamlar ve şişme büzülme özellikleri üzerine tarımsal artıkların iyileştirici etkilerini araştırmışlardır. Araştırmada artık olarak karbonatsız pirinç kabuğu, pirinç kabuğu biyokömürü, işlenmemiş şeker kamışı küspesi ve şeker kamışı küspesi biyokömürü ağırlıkça % 0, 2, 5, 10 oranlarında uygulanmıştır. Çalışma sonucunda yapılan uygulamaların toprağın fiziko-mekanik özelliklerini iyileştirdiği;

iyileştirici etkinin uygulama dozu artışına paralel olarak likit limit (LL), plastik limit (PL), plastiklik indeksi (PI), COLE kesek, hacimsel büzülme (VS), çatlakların boyutları ve çatlak alanı yoğunluğunu azalttığını bildirmişlerdir.

Arazilerin kullanım şekli toprağın organik madde içeriğini, bazı mekaniksel davranışlarını ve kıvam limitlerini önemli ölçüde etkilemektedir. Demir vd. (2012) Uğrak Havzasında arazi kullanımına bağlı olarak toprakların kıvam limitleri ile bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla yürüttükleri çalışmada orman, mera ve tarım arazilerinden 0-15 cm ve 15-30 cm derinliklerden 12'şer toprak örneği alarak kıvam limitleri ve bazı toprak özelliklerini analiz etmişlerdir. Analiz sonuçlarına göre likit limit, plastik limit ve plastiklik indeksi ile kil içeriği, organik madde ve kireç içeriği arasında önemli pozitif ilişkiler tespit edilirken; silt, kum, pH ve EC değerleri ile anlamlı ilişkiler tespit edilememiştir. Çalışma sonucuna göre en yüksek likit limit ve plastik limit değerlerine tarım arazisinden alınan örneklerde rastlanılmıştır.

Hemmat et al. (2010) yedi sene süre ile yürüttükleri ve organik gübre kaynağı olarak; belediye katı atık kompostu, kanalizasyon çamuru ve çiftlik gübresi (25, 50 ve 100 ton/ha) ile inorganik kökenli gübre olarak amonyum fosfat'ı (250 kg/ha) kullandıkları araştırmada, organik ve inorganik düzenleyicilerin sulu mısır-buğday rotasyonu yapılan kireçli toprakta toprak organik karbonu, kütle yoğunluğu ve kıvam limitleri üzerine (büzülme sınırı, SS; plastik limit, PL; likit limit LL) etkilerini incelemişlerdir. Analiz sonuçlarına göre kanalizasyon çamuru, çiftlik gübresi ve katı atık kompostu ile işlenmiş topraklardaki TOK (toprak organik karbonu) kontrol toprağına oranla ortalama 2.5, 2.2 ve 2 kat artarken; PL değerinin kanalizasyon çamuru ile muamele edilmiş topraklarda, çiftlik gübresi ve katı atık kompostu ile muamele edilmiş topraklara oranla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca LL ve PI değerlerinin gübre türünden önemli ölçüde etkilenmediğini ifade etmişlerdir. Çalışma sonucuna göre büzülme sınırı ve plastik limit değerleri kontrolle karşılaştırıldığında inorganik gübre uygulamasıyla önemli ölçüde artmıştır.

Hanay (1992) yürüttüğü bir araştırmada organik materyal uygulamasının topraklarda kıvam limitleri üzerine etkisini irdelenmiştir. Araştırmacı çalışmasında farklı bünyelere sahip topraklara organik madde içeriğini aynı seviyeye çıkaracak düzeyde çöp kompostu ve ahır gübresi uygulamıştır. Analiz sonuçlarına göre hem ince hem de kaba bünyeli toprakların likit limit değerinin çöp kompostu ve ahır gübresi

uygulamasıyla arttığı, plastik limit değerinin ise ince bünyeli topraklarda çöp kompostu uygulamasından istatistiki açıdan etkilenmediği ancak kaba bünyeli topraklarda artış gösterdiği tespit edilmiştir. Araştırmacı ahır gübresi uygulamasının kıvam limitleri değerini daha çok arttırdığını; her iki organik materyalin az ve orta uygulama düzeylerinde kaba ve ince bünyeli toprakların plastiklik sınıflarını değiştirmedğini ancak yüksek uygulama düzeylerinde kaba bünyeli toprakların plastiklik sınıfının az plastikten orta plastiğe yükseldiğini ifade etmiştir.

Yakupoglu ve Özdemir (2006) yaptıkları bir araştırmada, farklı düzeylerde erozyona uğramış topraklara, biyokatı ve çay atığını farklı dozlarda uygulayarak, toprakların mekaniksel özelliklerindeki değişimi incelemiştir. Araştırmacılar çalışma sonucunda organik materyal ilavelerinin toprakların likit limit (LL) ve plastik limit (PL) değerlerini önemli ölçüde artırdığını, doğrusal uzama katsayısı (COLE) ve hacimsel büzülme (VS) değerlerini ise önemli ölçüde düşürdüğünü saptamışlardır. Topraklara organik artıkların uygulanmasından sonra likit limit ve plastik limit değerlerinde artışlar yaşandığını; meydana gelen bu artışların likit limit için artan erozyon düzeylerine, atık çeşidine ve uygulanan doza; plastik limit için kil minerali çeşidine, kil içeriğine, değişebilir katyon cinsine ve organik madde miktarına bağlı olduğunu bildirmişlerdir.

Özdemir vd. (2016) asit, nötr ve alkalın reaksiyona sahip topraklara; çöp kompostu, tütün işleme atığı ve çeltik kavuzu kompostu uygulamasının bazı mekaniksel özellikler üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar Samsun ili ve çevresindeki arazilerden ve yüzeyden (0-20 cm) alınan topraklara organik madde kaynaklarını, dört farklı dozda uygulamışlardır. Çalışma sonucunda topraklara ilave edilen çöp kompostu, tütün atığı ve çeltik kavuzu kompostunun, uygulama dozlarına bağlı olarak toprakların likit limit ve plastik limit değerlerini önemli ölçüde arttırdığını, doğrusal uzama katsayısı (COLE) ve yüzde büzülme değerlerini ise önemli ölçüde azalttığını ifade etmişlerdir. Araştırmacılar bu etkilerin uygulama dozu, pH düzeyi ve organik materyalin çeşidine bağlı olarak değiştiğini de bildirmişlerdir.

Toprak organik madde içeriğinin korunması ve devamlılığının sağlanması, toprağa ancak organik materyallerin ilavesi ile mümkün olmaktadır. Organik materyaller toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerine önemli etkiler oluşturmaktadır. Toprağın iyi bir strüktürel yapı kazanması, agregatların dayanıklı hale gelmesi, toprağın su tutma ve iletim özelliklerinin düzelmesi, daha iyi

havalanması ve iyi bir tav durumunu muhafaza etmesi gibi fiziksel özellikler, geniş ölçüde toprağın organik madde içeriği ile yakından ilişkilidir (Ertop, 2002). Günümüzde bu doğrultuda su yosunları, kan tozları, kemik unu, çay atıkları, çöpler, evsel atıklar, hayvan gübreleri, fındık zürufu gibi değişik kökenli organik materyaller rahatlıkla kullanılabilir (Eskici, 2004).

Gıdya; eski göl tabanlarında organik ve mineral maddelerin karışımı ile oluşmuş, rengi açık griden kahverengimsi-siyaha kadar değişen, içerisinde gölde yaşamış canlıların fosillerini barındıran organomineral bir materyaldir (Saltalı, 2015). Organik madde içeriği genellikle % 40-50 arasında, kireç içeriği ise % 30-35 civarında değişen bu materyal toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerini geliştirmede önemli katkılar sağlayabilir (Saltalı, 2015). Kara vd. (2018) yürüttükleri bir çalışmada % kireç içeriği düşük, killi tın bünyeli toprağa düzenleyici olarak gıdya uygulanmasının toprakların likit limit (LL), plastik limit (PL), doğrusal uzama katsayısı (COLE) ve hacim ağırlığı üzerine etkisini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, gıdyanın uygulama dozuna bağlı olarak toprakların, hacim ağırlığı ve doğrusal uzama katsayısı değerlerini (COLE) azalttığı ; % organik madde (OM), likit limit (LL) ve plastik limit (PL) değerlerini ise arttırdığı tespit edilmiştir. Araştırmacılar fiziksel olarak sorunlu, ağır tekstürlü topraklarda sıkışmanın önüne geçmek, kireç içeriği düşük topraklarda kireç ve organik madde içeriğini artırmak, toprak kalitesini iyileştirmek için gıdya uygulamalarını önermişlerdir.

Ağır yapılı topraklarda yumuşak ve geçirgen bir yapının oluşturulması, toprağın işlenebilmesi için uygun bir kıvamın kazandırılması oldukça önemlidir. Bu konuda hümik asit önemli katkılar sağlayabilmektedir. Hümik asit ilavesi toprağın solunum ve su tutma kabiliyetini, tohumun çimlenme oranını artırır ve topraktaki mikroflora popülasyonunun gelişmesini sağlayarak koloni haline getirmek için alanlar oluşturur. Topraklardan su buharlaşmasının azaltılmasında da hümik asit etkilidir. Kil içeriği düşük topraklarda, kurak bölgelerde ve suyu tutmanın mümkün olmadığı kumlu alanlarda bu özellik büyük önem taşımaktadır (Benz, et al., 1998; Ay, 2015).

Gizgin (2020) şişme-büzülme potansiyeli yüksek topraklara hümik asit uygulamasının strüktürel stabilite ölçütleri üzerine etkilerini incelemiştir. Araştırmacı hümik asit uygulanan topraklarda hacimsel büzülme, doğrusal büzülme, COLE-çubuk ve serbest şişme indeksi gibi strüktürel stabilite ölçütlerini belirlemiştir.

Çalışma sonucunda hümik asit uygulamasının toprakların doğrusal uzama katsayısı (COLE-çubuk) ve serbest şişme indeksi üzerine etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığını, ancak hümik asit uygulaması ile toprakların hacimsel büzülme ve büzülme limiti değerlerinin kontrol grubuna göre önemli düzeyde artış gösterdiğini ifade etmiştir.

Dindaroğlu vd. (2014) farklı tekstüre sahip topraklara düzenleyici olarak gıya, pirina ve leonardit uygulamalarının, toprakların doğrusal uzama katsayısı (COLE), likit limit (LL) ve plastik limit (PL) değerlerine etkisini incelemişlerdir. Araştırmacılar analiz sonuçlarına göre en yüksek COLE değerinin (0.102) killi toprağın kontrol saksısında, en düşük COLE değerinin (0.031) ise kumlu toprağa gıyanın % 6 doz uygulamasında olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca LL değerlerinin % 20.26-38.58 aralığında, PL değerlerinin ise % 15.0-24.29 aralığında değiştiğini tespit etmişlerdir. Araştırmacılar topraklarda belirlenen fiziksel parametreler üzerine kullanılan düzenleyicilerin etkilerinin farklı olmasının nedeninin bu organik materyallerin hümik madde içeriğinin farklı olmasından kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Fiziksel ve kimyasal özellikleri bakımından bozulmaya uğramış olan topraklarda yapıyı iyileştirmek için üst toprak içerisine organik materyallerin karıştırılması yaygın yol olarak tercih edilmektedir. Ancak toprak ıslahında fazla miktarda organik girdiye ihtiyaç duyulması ve söz konusu organik materyallerin topraktaki ayrışma periyodunun uzun olması bu alanda organik kökenli sentetik toprak düzenleyicilerinin alternatif olarak kullanımını gündeme getirmiştir. Bu doğrultuda poliakrilamid (PAM) kullanımı yoğun olarak irdelenmeye başlanmıştır. Bu konuda yapılan araştırmalarda, sentetik polimerlerin toprak yüzeyine çok düşük dozlarda uygulanmasının bile yapısal stabiliteyi arttırmada, mekaniksel özellikleri iyileştirilmede pozitif etkiler yapabileceği genel bir sonuç olarak ortaya konulmuştur (Bryan, 1992; Sojka and Lentz, 1994; Imbufe, et al., 2005).

Yüce ve Yakupoğlu (2017) killi ve kumlu topraklara uygulanan poliakrilamid ve gıyanın toprakların bazı fiziksel özelliklerine etkisini incelemişlerdir. Araştırmacılar doğrusal uzama katsayısı (COLE), likit limit (LL), plastik limit (PL) ve doymun hidrolik iletkenlik (Ksat) değerlerini ölçtüğü topraklarda; COLE değerlerinde düzenleyicilerin dozunun artmasıyla azalış, Ksat, LL ve PL değerlerinin ise artış gösterdiğini bildirmişler. Ayrıca bu fiziksel parametrelerin zamana bağımlı

değişimleri incelendiğinde Ksat, LL ve PL azalırken, COLE'nin artış gösterdiğini gözlemlemiştirlerdir.

Eğriçayır (2006) farklı alkalilik düzeylerine sahip toprak örneklerinde bozulan strüktürel yapının iyileştirilmesinde sentetik organik polimerlerden polivinilalkolün (PVA) etkinliğini değerlendirmiştir. Araştırmacı toprak örneklerine NaCl uygulayarak değişebilir sodyum yüzdesini farklı düzeylere getirdikten sonra toprakları farklı oranlarda PVA ile muamele etmiştir. Toprakların agregat stabilitesi, su ve hava geçirgenliği değerleri belirlenip çalışma sonucunda değişebilir sodyum yüzdesinin artmasıyla agregat stabilitesi ve su geçirgenliğinde azalmanın olduğunu, hava geçirgenliği düzeyinde değişebilir sodyum yüzdesinin etkileyici olmadığını açıklamıştır. Ayrıca alkalilik düzeyleri farklı toprak örneklerine PVA uygulamasıyla en düşük PVA dozunda bile agregat stabilitesinde %27, su geçirgenliğinde ise %438'lik bir artışın olduğunu belirtmiştir. Çalışmanın sonuçları dikkate alınarak PVA'nın düşük dozlarının bile strüktürü bozulmuş tuzlu alkalın topraklarda iyileştirici olarak kullanılabilceği önerilmiştir.

Toprakların şişme ve büzülme potansiyeli üzerinde kil mineralojisi, toprak suyunun kimyası, toprağın strüktürü, toprağın emme gücü, plastisite, kuru birim hacim ağırlığı, başlangıçtaki nem durumu ve nem değişimleri etkili olmaktadır (Nelson and Miller, 1992). Diğer taraftan toprak nemindeki değişimlerin sebep olduğu şişme-büzülme veya toprak kütleindeki hacimsel değişimler toprakta mevcut kil mineralinin tipi ile yakın bir ilişki içerisindedir (Mbagwu and Abeh, 1998). Schafer and Singer (1976) yaptıkları araştırmalar sonucunda şişme potansiyeli açısından kil tipinin, kil yüzdesine oranla daha önemli bir etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Şişme olayı; topraktaki kilin yüzdesine, mineralojik yapısına ve bu minerallerin toprak içerisindeki konum veya yönelimine bağlı olarak değişebilmektedir. Yine, değişebilir katyonların tabiatı, karbonatların miktarı, su içeriği, strüktür, suyun kimyasal niteliği ve kil taneleri arasındaki çimentolayıcı bağlar gibi pek çok faktörden etkilenmektedir. Bu nedenle, hiçbir özellik tek başına tüm toprakların şişme-büzülme durumlarını tam olarak tahmin edebilmek için yeterli değildir. Şişme-büzülme davranışının belirlenebilmesi için fiziksel, kimyasal ve mineralojik toprak özelliklerinin birlikte değerlendirilmesinde yarar vardır (Thomas, 1998).

Rafols-Sallaberry and Lugo-Lopez (1990) Porto Rico da 4 büyük toprak grubundan aldıkları 68 toprak örneğinde COLE değerlerinin yüzde kil, silt ve organik karbon değerleriyle ilişkisini incelemişlerdir. Analiz sonuçlarına göre en yüksek COLE değerleri sırasıyla Vertisol, Ultisol, Mollisol ve Oxisollerde belirlenmiştir. Vertisol, Mollisol ve Oxisollerde yüzde kil ile COLE değerleri arasında önemli ilişkiler bulunurken; Ultisollerde COLE değerleri ile yüzde organik karbon arasında önemli ilişkiler tespit edilmiştir.

Klopp et al. (2019) yaptıkları bir araştırmada değişebilir sodyum yüzdeleri % 0, 6, 15, 25 ve 50 arasında değişecek şekilde üç smektit toprağa farklı konsantrasyonlarda tuz çözeltileri ilave ederek Atterberg limitleri ve doğrusal uzama katsayısı (COLE) değerlerini incelemişlerdir. Likit limit, plastiklik indeksi ve COLE değerlerinin her üç toprakta da tuz konsantrasyonu 5, ESP değeri %25 ve %50 iken; tuz konsantrasyonu 10, ESP değeri %50 iken artış gösterdiğini tespit etmişlerdir. Araştırmacılar yüksek ESP ve düşük tuz konsantrasyonlarında toprak büzülmesinde artış olduğunu vurgulamışlardır. Ayrıca toprak COLE değerlerinin kil yüzdesi oranının artmasıyla Harmony toprağı için 0.54'ten 1.02'ye, Aberdeen toprağı için 0.50'den 0.70'e ve Exline toprağı için ise 0,49'dan 0,88'e arttığını, PI değerlerinin de düşük EC seviyelerinde artan ESP konsantrasyonlarıyla arttığını ifade etmişlerdir.

Candemir (1998) Çarşamba ovası yüzey topraklarının bazı mekaniksel ve kimyasal özelliklerinin erozyona duyarlılık ölçütleri ile arasındaki ilişkileri araştırmıştır. Araştırmacı 50 adet yüzey (0-20) toprak örneğini kullandığı çalışmada; toprakların kil içeriği, katyon değişim kapasitesi, organik madde, likit limit, plastik limit, tarla kapasitesi, solma noktası, doğrusal uzama katsayısı, yüzde büzülme, büzülme oranı, hacimsel büzülme ve serbest şişme indeksi değerleri arasındaki ilişkileri irdelemiştir. Sonuçta, toprakların Ca+Mg içerikleri ve hacim ağırlığı değerleri ile likit limit, plastik limit, tarla kapasitesi, solma noktası, doğrusal uzama katsayısı, yüzde büzülme, büzülme oranı, hacimsel büzülme, doğrusal büzülme ve serbest şişme indeksi değerleri arasında önemli ilişkiler bulunduğu ifade edilmiştir.

Gülser ve Candemir (2006) Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kurupelit Kampüs topraklarının işlenebilirlik durumları ve bazı mekaniksel davranışlarını incelemişlerdir. Araştırmacılar bu amaçla Atterberg limitleri, hacimsel büzülme, doğrusal büzülme, doğrusal uzama katsayısı (COLE) ve kıvam indeksleri (Ic) gibi mekaniksel özellikleri esas almışlardır. Araştırma alanında en yüksek likit limit (LL,

%88.67) ve plastik limit (PL, %42.28) deęerleri Oyumca serisinde, en dūřuk LL (%57.55) ve PL (%30.11) deęerleri ise Aksu serisi topraklarında tespit edilmiřtir. Arařtırcılar Kurupelit ve İncesu serilerindeki topraklarda smektit grubu kil mineralinin bařat olmalarından dolayı dięer serilerdeki topraklara gōre daha yūksek būzūlme limiti ve hacimsel būzūlme deęerleri gōsterdiklerini, COLE deęerlerine gōre İncesu, Oyumca ve Kurupelit serilerindeki toprakların çok yūksek, Mūzmūllū ve Aksu serilerindeki toprakların ise yūksek řiřme-būzūlme potansiyeline sahip olduklarını belirtmiřlerdir. Sonuçta, toprakların Pİ deęerlerinin %27.44 ile %47.22 arasında deęiřtięi ve Aksu < Kurupelit < Mūzmūllū < Oyumca < İncesu sıralamasıyla arttıęı, buna baęlı olarak geniř Pİ deęerlerine sahip İncesu ve Oyumca serilerindeki toprakların çok ıslakken iřlendiklerinde balıklařma tehlikesinin daha fazla olacaęı ifade edilmiřtir.

Dengiz ve Gūrsoy (2018) aynı ana materyal üzerinde farklı pedolojik geliřime sahip olan ū toprak profilinin; fiziksel ūzellikleri ile mineralojik ūzellikleri arasındaki iliřkilerini arařtırmıřlardır. Arařtırcılar alıřma toprakların da 2:1 tipi geniřleyen smektit grubunda yer alan montmorillonitin baskın kil minerali olduęunu, az miktarda da kaolinit ve nantronit kil minerallerini içerdięini belirtmiřlerdir. Toprakların likit limit deęerlerinin % 48-% 63 ve plastiklik indeksi deęerlerinin % 25-% 37 arasında deęiřim gōsterdięini ifade etmiřlerdir. Ayrıca alıřma sonucunda, toprakları alt grup dūzeyde Vertik Ustorthent, Typic Haplustept ve Vertic Calciustept olarak sınıflandırmıřlar ve yūzey horizonlarda en yūksek likit limit ve plastiklik indeksi deęerinin Vertik Ustorthent topraklar da, en dūřuk deęerin ise Vertic Calciustept topraklar da olduęunu belirlemiřlerdir.

Thomas et al. (2000) Virginia'da 4 farklı ana materyali kapsayan 12 farklı toprak için řiřme-būzūlme potansiyelinin gōstergesi olan řiřme indeksi, doęrusal uzama katsayısı (COLE), parçacık boyut daęılımı, katyon deęiřim kapasitesi (KDK), likit limit, plastiklik indeksi (PI) ve kil mineralojisi gibi toprak ūzelliklerini incelemiřlerdir. Analiz sonuçlarına gōre toprak ūrneklerinin orta ve çok yūksek řiřme-būzūlme potansiyeline sahip oldukları tespit edilmiřtir. Kil içerikleri %60'ı ařan topraklarda řiřme-būzūlme potansiyelinin yūksek veya çok yūksek olduęu, katyon deęiřim kapasitesinin (>15) ve likit limit deęerinin (>70) yūksek olduęu tespit edilmiřtir.

Kil depozitlerinin yaygın olduğu zeminlerde birbirini izleyen ıslanma kuruma dönemlerine ve kil depozitlerinin özelliğine bağlı olarak toprakta derin çatlakların olduğu bilinmektedir. Rezaee et al. (2019) çeltik arazilerinde şişme büzülme karakteristiklerini ve plastiklik indekslerini inceledikleri bir çalışmada; mühendislik uygulamaları yapılan ve işlenen topraklarda kil içeriği, KDK, organik karbon ve doymuş su içeriğinin Atterberg limitleri ve COLE değeri üzerinde önemli etkilerinin olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar yüksek şişme potansiyeline sahip çalışma alanında kuruma döngüsünde büyük çatlakların meydana gelebileceğini ifade etmişlerdir.

Türköz (2009) sıkıştırılmış kil zeminlerin şişme davranışı üzerinde ıslanma kuruma döngüsü ve bentonit ilavesinin etkisini araştırmıştır. Eskişehir ilinden alınan toprak örnekleri ve kuru ağırlıkça % 0, 5, 10 ve 15 oranlarında bentonitin kullanıldığı çalışmada şişme büzülme limiti davranışlarını incelemiştir. Kullanılan toprak örneğinde hâkim kil mineralinin smektit olduğu ve numune sınıflarının yüksek plastisiteli siltli kil olduğu ifade edilmiştir. Araştırmacı çalışma sonucunda katkı materyal miktarının artmasıyla numunelerde şişme büzülme süreçleri sonucunda oluşan çatlakların daha geniş ve derin olduğunu; şişme büzülme çevriminin artmasıyla şişme potansiyelinde düşüş gözlemlendiğini ifade etmiştir.

Killerin şişme büzülme özellikleri sadece tarım topraklarında değil, kullanıldıkları inşaat yapılarında ve zeminlerde de problemlere yol açmaktadır. Tarım topraklarında killerin yüksek şişme özelliklerinden kaynaklanan mekanik problemleri düzeltmek amacıyla özellikle organik ve yapay düzenleyiciler kullanılırken, inşaat yapılarında ve zeminlerde kireç, silis tozu, mermer tozu, kül, karbon karası (Işık ve Akbulut, 2018), kum, magnezyum klorür solüsyonu (Türköz, vd., 2011) gibi katkı materyalleri kullanılmaktadır. Topraklarda şişme ve büzülme potansiyellerini azaltmak üzere kireç, çimentolayıcı materyaller ve kum en yaygın uygulamalar arasında yer almaktadır. Leung and Vipulanandan (1995) killi topraklara söz konusu materyallerin ilavesi ile büzülme potansiyelinin azaldığını ve hidrolik iletkenliğin arttığını ifade etmişlerdir.

Gör vd. (2012) yürüttükleri çalışmada, farklı katkı malzemelerinin bir kilin kıvam limitleri üzerindeki etkilerini, zaman faktörünü göz önüne alarak incelemiştir. Araştırmada kullanılan kil Elazığ ili Ataşehir mahallesinden alınmış, katkı malzemeleri olarak; ferrokrom cürufu, mermer tozu, kireç, silis tozu ve uçucu

kül kullanılmıştır. Katkı materyallerinin kıvam limitleri üzerinde oluşturduğu değişiklikleri incelemek amacıyla numuneler kür ortamında saklanarak 15 ve 30. gün sonunda kıvam limitleri analizleri yapılarak 0. (katkı materyallerinin karıştırıldığı gün) 15. ve 30. günde sonuçlar kıyaslanmıştır. Analiz sonuçlarına göre kireç materyalinin (0. günde) likit limit değerini %10 oranında azalttığı, plastik limiti yaklaşık %20 arttırdığı ve plastisite indisini %38'lerden % 10'lara düşürdüğü tespit edilmiştir. Kireç katkısının 0. günde zemin sınıfının yüksek plastisiteli kil sınıfından düşük plastisiteli silt sınıfına geçmesine sebep olduğu; mermer tozu, uçucu kül ve silis katkı materyallerinin kilin sınıfını değiştiremeyecek şekilde plastik limitte az miktarda değişimlere neden olduğu ifade edilmiştir. Araştırmacılar plastik limitte en farklı değişikliğin kireç katkısının olduğu numunelerde meydana geldiğini, diğer katkıların da plastisite de bir miktar azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir.

Abdi et al. (2008) yürüttükleri bir araştırmada % 75 kaolinit ve % 25 montmorillonitten oluşan topraklara kuru ağırlık esasına göre % 1, 2, 4 ve 8 oranında ilave edilen polipropilen elyafın bazı mekaniksel toprak özellikleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Analiz sonuçlarına göre; lif takviyesiyle uygulama dozlarına bağlı olarak numunelerde şişme, büzülme ve konsolidasyonun azaldığı, lif miktarı ve uzunluğu arttıkça hidrolik iletkenlik değeri ve büzülme sınırının arttığı tespit edilmiştir. Araştırmacılar bu durumun numunelerin çok daha az hacimsel değişikliğe uğradığı anlamına geldiğini ve böylece toprakta kuruma-çatlak oluşum boyutunun önemli derecede azaldığını ifade etmişlerdir.

Toprağın şişme-büzülme potansiyelinin değerlendirilmesinde, hacimsel büzülme ve doğrusal büzülme değerlerinden istifade edilebilir. Sönmez ve Öztaş (1988) Iğdır ovasında tarla tarımı yapılan alandan aldıkları toprak örneklerinin bazı fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklerini ölçmüş ve bu özellikler arasındaki karşılıklı ilişkileri incelemişlerdir. Araştırmacılar toprakların kil içeriği, özgül yüzey alanı, higroskopik su değerleri ve katyon değişim kapasitesi ile likit limit, plastik limit, doğrusal uzama katsayısı, yüzde büzülme, büzülme oranı, hacimsel büzülme ve doğrusal büzülme katsayısı değerleri arasında önemli pozitif ilişkiler saptarken, büzülme sınırı değerleri ile önemli negatif ilişkiler saptamışlardır. Araştırmacılar toprakların kireç içeriğiyle incelenen mekaniksel özellikler arasında ise önemli bir ilişki kaydedemediklerini vurgulamışlardır.

Canbolat vd. (1998) Erzurum yöresinde lakustrin kil, bazalt ve kireçli alüvyial ana materyaller üzerinde oluşmuş topraklarda profil derinliğine bağlı olarak pedolojik özellikler ile kıvam limitleri ve şişme-büzülme karakteristiklerinin değişimini incelemiştir. Araştırmacılar toprakların pedolojik özelliklerden; tane büyüklük dağılımı, katyon değişim kapasitesi, organik madde ve CaCO₃ içeriği, mekaniksel özelliklerinden ise; kıvam limitleri, şişme ve büzülme karakteristiklerini belirlemiştir. Çalışma sonucunda kıvam limitleri ve şişme-büzülme karakteristikleri ile pedolojik özelliklerden; kum, silt ve kireç içeriği arasında negatif ilişkiler, kil içeriği ve katyon değişim kapasitesi arasında ise pozitif ilişkiler tespit etmişlerdir. Araştırmacılar; ana materyali lakustrin kil olan profilde derinliğin artmasıyla mekaniksel özelliklerin artış gösterdiği, ana materyali bazalt ve kireçli alüvyial olan profiller de ise mekaniksel özelliklerin C horizonunda diğer horizonlara oranla daha düşük olduğu bulgularına ulaşmışlardır.

Gray and Allbrook (2002) COLE çubuk değerlerini kullanarak Yeni Zelanda topraklarının bazı kimyasal, fiziksel ve mineralojik özellikleri ile şişme potansiyelleri arasındaki ilişkileri incelemiştir. Çalışma sonucunda COLE değerlerinin 0.050-0.313 arasında değiştiği saptanmıştır. Araştırmacılar en fazla toprak şişmesinin allafon grubu minerallerin ağırlıklı olduğu topraklarda olduğunu bunu montmorillonit ve hallosit ağırlıklı grupların izlediğini en az şişmenin de kaolinit/vermikulit ve klorit/illit ağırlıklı topraklarda meydana geldiğini bildirmişlerdir. COLE çubuk değerleri ile toprak kil içeriği ve özgül yüzey alanı arasında önemli istatistiksel ilişkiler bulunurken, kütle yoğunluğu ile COLE çubuk değerleri arasında negatif ilişki bulunmuştur. Araştırmacılar ayrıca COLE çubuk değerinin katyon değişim kapasitesi ile de önemli ölçüde ilişkili olduğunu ifade etmişlerdir.

3.MATERYAL VE YÖNTEM

3.1.Materyal

3.1.1.Deneme Topraklarının Alındığı Yerler

Araştırmada kullanılan toprak örnekleri Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Bafra deneme alanından ve Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bafra uygulama arazisinden alınmıştır.

3.1.2.Denemede Kullanılan Organik ve Sentetik Düzenleyiciler

Çalışmada organik düzenleyici olarak buğday samanı ve fındık zürufu, sentetik düzenleyici olarak ise poliakrilamid (PAM) ve hümik asit kullanılmıştır. Kullanılan fındık zürufu; Giresun Lapa Köyü'nden, buğday samanı; Samsun Bafra İlçesinden temin edilmiştir. Fındık zürufu ve buğday samanı bitkisel atıklarına ait bazı analiz sonuçları Tablo 3.1'de verilmiştir.

Kullanılan PAM ((-CH₂CHCONH₂-)_n) ACROS firmasından temin edilmiş olup lineer bağlı, suda çözünebilir bir akrilamid sodyum akrilat kopolimeridir. Molekül ağırlığı 200.000 g'dır. Bu düzenleyici kuru iken granüler görünümlü ve beyaz renklidir. Uygulanan % 15'lik hümik asit (HA) ise TKİ kurumundan temin edilmiştir.

Tablo 3.1. Denemede kullanılan organik atıkların bazı özellikleri

Organik atıklar	pH	EC (1:10)	O.C%	TOPLAM N	C/N	Kül	P (ppm)
Buğday samanı	5,69	2848,50	53,46	0,65	82,25	7,84	2055,00
Fındık zürufu	6,16	2058,00	46,93	1,86	25,28	19,09	6291,52

3.2.Yöntem

3.2.1.Denemenin Kurulması ve Yürütülmesi

Serada topraklı yetiştiricilik ile saksı denemesi şeklinde yürütülen tez çalışmasında kullanılan iki farklı bünyeye sahip toprak örnekleri Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümüne ait toprak kurutma alanına getirilip gölgede kurutulduktan sonra her iki toprak örneği de 4.75mm açıklıktaki elekten geçirilerek denemeye hazır hale getirilmiştir. Ayrıca her iki toprak örneğinden bir miktar alınıp 2mm'lik elekten elenmiş ve uygulama öncesi analizler için hazırlanmıştır. Deneme Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü seralarında 14 Ağustos 2018 tarihinde kurulmuştur. Denemenin kuruluş aşamasında dövülüp elenen (4.75mm) örnekler etiketlenmiş saksılara fırın kuru ağırlık esasına göre her bir saksıya 3 kg toprak olacak şekilde

tartılmıştır. Denemede kullanılacak olan bitkisel artıklar öğütüldükten sonra 2mm elekten geçirilerek kullanıma hazır hale getirilmişlerdir. Saksılara konulan toprak örnekleri ve kullanıma hazır hale getirilen bitkisel atıklar % 0, 2, 4 dozlarını içerecek şekilde tartılarak toprak örnekleriyle homojen bir şekilde karıştırılmıştır. Ayrıca her iki bitkisel atık materyalinden bir miktar alınıp uygulama öncesi analizlerde kullanılmıştır.

PAM topraklara 0, 30 ve 90 ppm şeklinde 3 farklı dozda olmak üzere; su da çözünerek çözelti halinde ilk sulamada ilave edilmiştir. Hümik asit topraklara 0, 200 ve 1000 ppm şeklinde 3 farklı dozda çözelti halinde ilave edilmiştir.

3.2.2.Laboratuvar Analizleri

Deneme topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri ile şişme-büzülme parametrelerinin belirlenmesinde aşağıdaki yöntemlerden yararlanılmıştır.

3.2.2.1. Toprak Tekstürü

Toprakların tane büyüklük dağılımları Bouyoucos hidrometre yöntemiyle tayin edilerek, tekstür sınıfları tekstür üçgeni yardımıyla belirlenmiştir (Gee and Bauder, 1986).

3.2.2.2. Toprak Reaksiyonu

Toprak reaksiyonu (pH) 1:2,5'lük toprak-su süspansiyonunda pH metre ile belirlenmiştir (Rowell, 1996).

3.2.2.3. Elektriksel İletkenlik

Toprak örnekleriyle hazırlanan toprak-su süspansiyonunda cam elektrotlu elektriksel iletkenlik aleti kullanılarak belirlenmiştir (Bayraklı, 1987).

3.2.2.4. Kireç

Toprakların kireç içerikleri Scheibler kalsimetresi kullanılarak CaCO_3 ile muamele edilen hidrolik asite bağlı olarak açığa çıkan CO_2 gazının ölçülmesi yöntemiyle belirlenmiştir (Kacar, 1994).

3.2.2.5. Organik Madde

Toprakların organik madde içerikleri organik karbonun oksidasyonu esasına dayanan Walkley-Black yöntemiyle tespit edilmiştir (Nelson and Sommers, 1982).

3.2.2.6. Likit Limit (LL)

Toprakların LL değeri, "Casagrande" aleti kullanılarak belirlenmiştir (Sowers, 1965).

3.2.2.7. Plastik Limit (PL)

PL değeri, nemli toprağın 3 mm'lik iplikçikler haline getirilirken dağılmaya başladığı anda sahip olduğu nem miktarına göre belirlenmiştir (Sowers, 1965).

3.2.2.8. COLE-çubuk (Doğrusal Uzama Katsayısı)

COLE-çubuk değerinin belirlenmesinde doygunluk derecesine yakın neme sahip toprak macunundan bir şırınga yardımıyla hazırlanan yaklaşık 1 cm çap ile 6-10 cm uzunluğuna sahip çubukların boyutundaki değişimden hesaplanmıştır. Çubukların önce nemli sonrada havada kurutulduktan (48 saat) sonraki uzunlukları belirlenmiş ve aşağıdaki eşitlik yardımıyla COLE-çubuk değeri hesaplanmıştır (Schafer and Singer, 1976).

$$\text{COLE-çubuk} = (L_m - L_d) / L_d$$

Burada;

L_m : Nemli çubuk uzunluğu, cm

L_d : Kuru çubuk uzunluğu, cm

3.2.2.9. COLE-kese

Bu değer, üç eksen boyunca meydana gelecek olan boyutsal değişimlerin birbirine eşit olacağı varsayımıyla ve aşağıdaki eşitlik yardımıyla belirlenmiştir (Grossman, et al., 1968).

$$\text{COLE- kese} = [(V_m / V_d)^{1/3}] - 1$$

Burada;

V_m : nemli toprak keseğinin hacmi,

V_d : atmosfer şartlarında kurutulmuş toprak keseğinin hacmi,

3.2.2.10. Büzülme Sınırı (SS)

Doygunluk derecesine yakın neme sahip toprak macununun, bir buharlaştırma kabı içerisinde hava kabarcığı kalmayacak şekilde yerleştirilmesi, yüzeyi düzeltilip atmosfer şartlarında kurutulması sonrasında ölçümleri alınıp fırında kurutulması sonrası belirlenen kuru ağırlık değerleri kullanılarak aşağıdaki eşitlik yardımıyla belirlenmiştir (ASTM, 1974).

$$SS = [w - ((V - V_0) / W_0)] * 100$$

Burada;

w: Yaş toprağın nem içeriği, %

V: Yaş toprak kalıbını hacmi, cm³

V₀: Atmosfer şartlarında kurutulmuş toprak kalıbının hacmi, cm³

W₀: Fırın kuru toprak kalıbının kütlesi, g

3.2.2.11. Yüzde Büzülme (YB)

Doygunluk derecesine yakın neme sahip toprak macunu 5cmx1cm iç çap boyutlarına sahip dairesel kalıplar içerisine aktarılarak boyutlar kumpas ile ölçülmüş daha sonra atmosfer şartlarında kurutulduktan sonra boyutlar tekrar ölçülerek YB değeri aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır (Ferry and Olsen, 1975).

$$YB = [(V_m - V_b) / V_m] * 100$$

Burada:

V_m: Yaş toprak macununun konulduğu kalıbın hacmi, cm³

V_b: Kuru kalıbın hacmi, cm³

3.2.2.12. Büzülme Oranı (SR)

Bu oran, aşağıdaki eşitlik yardımıyla tayin edilmiştir (ASTM, 1974).

$$SR = W_0 / V_0$$

Burada;

W₀: Fırın kuru toprak keseğinin kütlesi

V₀: Atmosfer şartlarında kurutulmuş keseğin hacmi

3.2.2.13. Hacimsel Büzülme (VS)

Bu değer toprağın başlangıç nem içeriği, büzülme sınırı nem içeriği ve büzülme oranı değerlerinden yararlanarak aşağıdaki ile belirlenmiştir (ASTM, 1974).

$$VS = (W_1 - SS) * SR$$

Burada;

W₁: Toprak macununun başlangıçtaki yüzde nem içeriği

SS: Büzülme sınırı

SR: Büzülme oranı

3.2.2.14. Doğrusal Büzülme (DB)

Bu değer, aşağıdaki eşitlikten yararlanılarak elde edilmiştir (ASTM, 1974).

$$DB = 100 * [1 - (100 / (VS + 100))]^{1/3}$$

Burada;

VS: Hacimsel büzülme

3.2.3. İstatistiksel Analizler

Bu tez çalışması sonucunda elde edilen verilere ait istatistiksel değerlendirmeler (varyans analizleri, çoklu karşılaştırmalar), Minitab bilgisayar paket programı kullanılarak yapılmıştır. Çoklu karşılaştırmalarda Duncan testinden yararlanılmıştır (Minitab 2013).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Toprak Özellikleri

Sera denemesinde kullanılan toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan analizlerin sonuçları Tablo 4.1’de verilmiştir. Bu tablonun incelenmesinde de anlaşılacağı üzere Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bafra uygulama arazisinden (OMÜBUA) alınan toprak örneği orta derecede alkalın reaksiyonlu, kumlu tın bünyeli; Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Bafra deneme alanından (TAEDA) alınan toprak örneği ise hafif alkalın reaksiyonlu, killi tın bünyeli bir yapıya sahiptir. Toprakların pH değerleri 8.5’in altında olup topraklarda alkalilik sorunu bulunmamaktadır (Soil Survey staff, 1993).

Tablo 4.1. Araştırmada kullanılan toprakların bazı özellikleri

Topraklar	Tekstür				pH (1:2,5)	EC dS/m	CaCO ₃	OM, %
	Kum, %	Silt,%	Kil,%	Tekstür Sınıfı				
OMÜBUA*	59.41	29.88	10.70	SL	7.96	0.418	17.92	1.06
KTAEDA**	23.86	42.30	33.82	CL	7.59	0.425	7.24	2.09

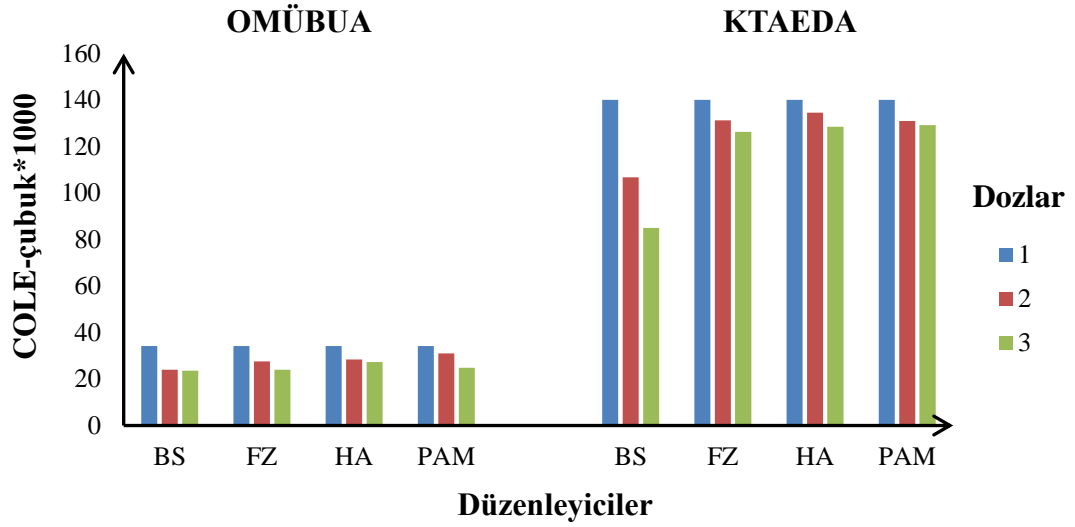
*: Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bafra uygulama arazisi

** :Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü deneme alanı

4.2 Şişme ve Büzülme Parametreleri

4.2.1. Doğrusal Uzama Katsayısı (COLE-çubuk)

Deneme konusu topraklara farklı düzeylerde buğday samanı (BS), fındık zürufu (FZ), hümitik asit (HA) ve PAM karıştırılıp buğday bitkisi yetiştirilmesinden sonra belirlenen COLE-çubuk değerlerine ilişkin değişimler (tekerrürlerin ortalaması) Şekil 4.1’de gösterilmiştir. Bu verilerin incelenmesinden de görüleceği üzere, her dört düzenleyici de toprakların doğrusal uzama katsayısı (COLE-çubuk) değerlerinde belirgin düşüşler sağlamıştır. Toprakların doğrusal uzama katsayısı değerinde meydana gelen düşüşler kil içeriği düşük olan Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bafra uygulama arazisinden alınan toprak örneğinde daha düşük seviyede gerçekleşmiştir.



Şekil 4.1. Farklı dozlarda düzenleyici karıştırılan toprakların doğrusal uzama katsayısı değerleri

Deneme topraklarının deneme sonundaki COLE-çubuk değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları Tablo 4.2’de verilmiştir. Bu analiz sonuçlarının incelenmesinden anlaşılacağı gibi, deneme topraklarının COLE-çubuk değerine ilişkin kareler ortalaması ($p < 0.01$) önemli çıkmıştır. Benzer bir anlatımla, denemede kullanılan topraklar deneme sonundaki COLE-çubuk değerleri bakımından farklılık göstermişlerdir. Yine aynı tablodan kullanılan organik atık ve düzenleyiciler ile uygulama dozları kareler ortalamasının da ($p < 0.01$) önemli olduğu anlaşılmaktadır. Bu sonuç, denemede kullanılan buğday samanı, fındık zürufu, hümik asit ve PAM düzenleyicileri ve uygulanan düzeylerinin COLE-çubuk değeri üzerindeki etkilerinin farklı olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 4. 2. Farklı dozlarda organik atık ve düzenleyici karıştırılan toprakların doğrusal uzama katsayısı (COLE-çubuk) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Kaynaklar	Kar. Top.	Serb. der.	Kar. ort.	F değeri	Önem düz.
Topraklar (A)	175616.535	1	175616.535	58426.142	.000
Düzenleyiciler(B)	2152.464	3	717.488	238.702	.000
Dozlar (C)	3185.177	2	1592.588	529.841	.000
AXB	1437.939	3	479.313	159.463	.000
AXC	551.190	2	275.595	91.688	.000
BXC	1191.522	6	198.587	66.068	.000
AXBXC	990.060	6	165.010	54.897	.000
HATA	144.278	48	3.006		
Genel	627336.504	72			

Varyans analiz sonuçlarından toprak x düzenleyici, toprakxdoz, düzenleyicixdoz ve toprakxdüzenleyicixdoz interaksiyonlarının önemli olduğu görülmektedir. Başka bir anlatımla, organik atıkların ve düzenleyicilerin toprakların COLE-çubuk değeri üzerindeki etkilerinin önemli düzeyde farklılık gösterdiği anlaşılmaktadır.

Denemede kullanılan organik düzenleyicilerin deneme sonundaki COLE-çubuk değeri ortalamalarına göre karşılaştırılması için verilere, Duncan Çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Bu test sonucuna göre COLE-çubuk değeri ortalamaları bakımından düzenleyiciler arasındaki farklar ($p<0.01$) önemli olmuştur (Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testine göre farklıdır).

Düzenleyiciler	BS	FZ	HA	PAM
COLE-çubuk değerleri	68.94a	80.56b	82.18c	81.74c

Yine adı geçen test uygulanarak düzenleyici dozlarının deneme sonundaki COLE-çubuk değeri ortalamalarına göre gruplandırılmışlardır.

Dozlar	0	1	2
COLE-çubuk değerleri	87.17a	76.81b	71.09c

Bu test sonucuna göre ortalamalar arasındaki fark ($p<0.01$) düzeyinde önemli olmuştur (Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testine göre farklıdır).

Deneme de kullanılan organik atık ve düzenleyicilerin COLE-çubuk değeri üzerindeki etkileri bakımından küçükten büyüğe doğru sıralandığında, söz konusu materyallerin BS<FZ<PAM<HA şeklinde sıralandıkları belirlenmiştir. Bir başka ifade ile BS COLE-çubuk değerini en fazla düşüren düzenleyici olurken bu açıdan PAM son sırada yer almıştır. Aynı doğrultuda kullanılan düzenleyici dozlarının etkileri dikkate alındığında dozların 2<1<0 şeklinde sıralandığı görülmektedir. Diğer bir ifade ile düzenleyici dozlarının artışına paralel olarak COLE-çubuk değerleri düşmüştür.

Grossman et al. (1968) COLE değerinin ≥ 0.03 olduğunda toprakta önemli miktarda "smektit grubu" kil minerallerinin bulunduğunu; bu değer 0.09'u geçtiğinde ise toprakta önemli bir şişme büzülme etkinliğinin olduğunu ifade etmişlerdir. Yukarıdaki değerlendirmeye göre deneme konusu toprakların COLE-çubuk değerleri dikkate alındığında kil içeriği yüksek olan Karadeniz Tarımsal

Araştırma Enstitüsü deneme alanı topraklarında önemli düzeyde bir şişme ve büzülme riskinin bulunduğu ve organik atık ve düzenleyicilerin bu riski azaltma açısından önemli etkilerinin olduğu ifade edilebilirken, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bafra uygulama arazisi topraklarında ise önemli bir riskin bulunmadığı söylenebilmektedir.

Toprakların COLE-çubuk değerleri ile kireç ($-.943^{**}$), pH ($-.558^{**}$) ve organik madde ($-.541^{**}$) değerleri arasında % 1 düzeyinde önemli negatif ilişkiler belirlenirken; likit limit ($.897^{**}$), plastik limit ($.831^{**}$), plastiklik indeksi ($.877^{**}$), büzülme sınırı ($.719^{**}$), yüzde büzülme ($.948^{**}$), büzülme oranı ($.422^{**}$), hacimsel büzülme ($.968^{**}$) ve doğrusal büzülme ($.938^{**}$) değerleri arasında % 1 düzeyinde önemli pozitif ilişkiler tespit edilmiştir (Tablo 4.3).

Smith et al. (1985), Crescimano et al. (1995), Zong et al. (2014), Klopp (2015), Özdemir vd. (2016), İslam ve Aşkın (2016) yaptıkları araştırmalarda topraktaki organik madde miktarı ile COLE-çubuk değerleri arasında önemli negatif ilişkiler olduğunu tespit etmişlerdir. Klopp et al. (2019) ise yaptıkları araştırmada ESP ve EC değerleri ile COLE-çubuk değeri arasındaki ilişkileri irdelemişlerdir. Araştırma sonucunda en yüksek COLE-çubuk değerinin yüksek ESP ve düşük EC değerinde meydana geldiği ifade edilmiştir. Bu çalışmalar yukarıdaki bulguları destekler niteliktedir.

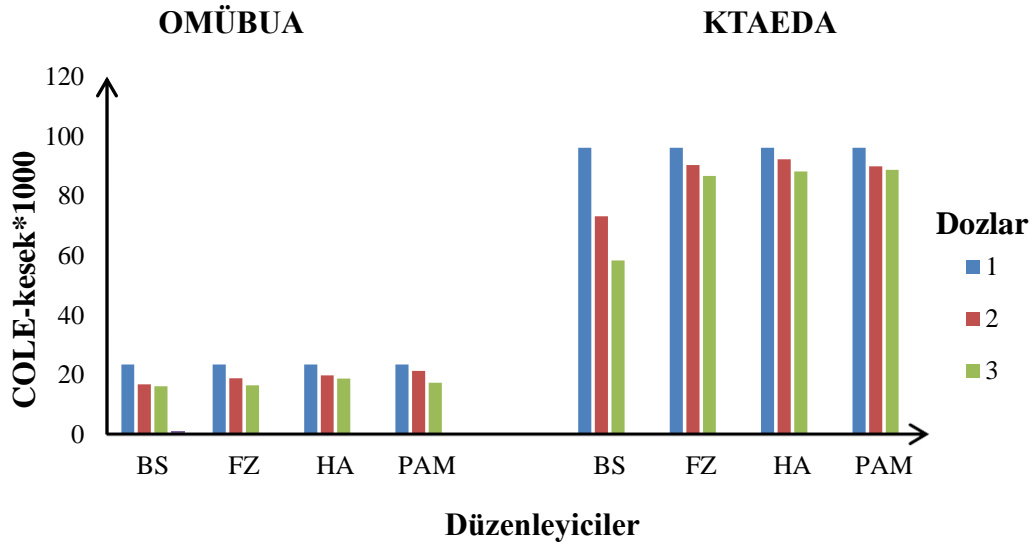
Tablo 4. 3. Bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkiler

Özellikler	LL	PL	PI	BS	CÇ	CK	YB	BO	HB	DB	Krç	pH	EC	OM
LL	1	.971**	.894**	.829**	.897**	.897**	.858**	,151	.860**	.819**	-.967**	-.557**	,204	.709**
PL		1	.761**	.805**	.831**	.831**	.781**	,080	.772**	.729**	-.915**	-.470**	,228	.729**
PI			1	.741**	.877**	.877**	.865**	.261*	.887**	.856**	-.909**	-.630**	,125	.556**
BS				1	.719**	.718**	.635**	-,222	.653**	.583**	-.805**	-.564**	.411**	.738**
CÇ					1	1.000**	.948**	.422**	.968**	.938**	-.943**	-.558**	-,093	-.541**
CK						1	.948**	.423**	.968**	.938**	-.944**	-.558**	-,093	-.552**
YB							1	.500**	.987**	.980**	-.896**	-.548**	-,090	-.490**
BO								1	.499**	.521**	-,211	,048	-.738**	-.457**
HB									1	.984**	-.916**	-.568**	-,096	-.572**
DB										1	-.882**	-.570**	-,124	-.462**
Krç											1	.621**	-,146	-.640**
pH												1	-.271*	-.508**
EC													1	.610**
OM														1

Özellikler: LL, likit limit; PL, Plastik limit; PI, Plastiklik indeksi, BS, büzülme sınırı; CÇ, COLE-çubuk; CK, COLE-kese; YB, yüzde büzülme; BO, büzülme oranı; HB, hacimsel büzülme; DB, doğrusal büzülme; Krç, Kireç; pH, toprak reaksiyonu; EC, elektriksel iletkenlik; OM, organik madde

4.3.2. COLE kesek

Deneme konusu topraklara farklı dozlarda buğday samanı (BS), fındık zürufu (FZ), hümik asit (HA) ve PAM karıştırılıp yetiştirilen buğday bitkisinin hasadı sonrasında elde edilen COLE-kesek değerlerine ilişkin değişimler (tekerrürlerin ortalaması) Şekil 4.2’de gösterilmiştir. COLE kesek değerlerine ilişkin verilerin incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, her dört düzenleyici de toprakların COLE kesek değerlerinde belirgin düşüşler meydana getirmiştir. Toprakların COLE kesek değerlerindeki azalmaların kil içeriği yüksek olan Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü deneme alanına ilişkin toprak örneklerinde daha yüksek seviyede gerçekleştiği kaydedilmiştir.



Şekil 4.2. Farklı dozlarda düzenleyici karıştırılan toprakların COLE-kesek değerleri

Topraklarının deneme sonundaki COLE-kesek değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları Tablo 4.4’de verilmiştir. Bu analiz sonuçlarının incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, deneme topraklarının COLE-kesek değerine ilişkin kareler ortalaması ($p < 0.01$) önemli çıkmıştır. Başka bir anlatımla, denemede kullanılan toprakların deneme sonundaki COLE-kesek değerleri farklılık göstermişlerdir. Yine aynı tablodan kullanılan organik atık ve düzenleyiciler ile uygulama dozları kareler ortalamasının da ($p < 0.01$) önemli olduğu anlaşılmaktadır. Bu sonuç, denemede kullanılan buğday samanı, fındık zürufu, hümik asit ve PAM düzenleyicileri ve bunların uygulama düzeylerinin COLE-kesek değeri üzerindeki etkilerinin farklı olduğunu açıklamaktadır.

Tablo 4. 4. Farklı dozlarda organik atık ve düzenleyici karıştırılan toprakların COLE kesek değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Kaynaklar	Kar. top.	Serb. der.	Kar. ort.	F değeri	Önem düz.
Topraklar (A)	82465,373	1	82465,373	59423,499	,000
Düzenleyiciler(B)	1012,346	3	337,449	243,161	,000
Dozlar (C)	1481,648	2	740,824	533,829	,000
AXB	683,641	3	227,880	164,208	,000
AXC	264,344	2	132,172	95,242	,000
BXC	562,915	6	93,819	67,605	,000
AXBXC	459,567	6	76,594	55,193	,000
HATA	66,612	48	1,388		
Genel	295527,420	72			

Varyans analizi sonuçlarından toprakdüzenleyici, toprakdoz, düzenleyicidoz ve toprakdüzenleyicidoz interaksyonlarının önemli olduğu görülmektedir. Diğer bir anlatımla, organik atıkların ve düzenleyicilerin toprakların COLE-kesek değeri üzerindeki etkilerinin önemli düzeyde farklılık gösterdiği anlaşılmaktadır.

Denemede kullanılan organik düzenleyicilerin deneme sonundaki COLE-kesek değeri ortalamalarına göre karşılaştırılması için verilere, Duncan Çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Duncan testi sonucuna göre COLE-kesek değeri ortalamaları bakımından düzenleyiciler arasındaki farklar ($p<0.01$) önemli olmuştur (Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testine göre farklıdır).

Düzenleyiciler	BS	FZ	HA	PAM
COLE-kesek değerleri	47,3606a	55,3283b	56,4406c	56,1383c

Yine adı geçen test uygulanarak düzenleyici dozlarının deneme sonundaki COLE-kesek değeri ortalamalarına göre gruplandırılmışlardır.

Dozlar	0	1	2
COLE-kesek değerleri	59,8017a	52,8258b	48,8233c

Bu test sonucuna göre ortalamalar arasındaki fark ($p<0.01$) düzeyinde önemli olmuştur (Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testine göre farklıdır).

Deneme de kullanılan organik atık ve düzenleyicilerin COLE-kesek değeri üzerindeki etkileri bakımından küçükten büyüğe doğru BS<FZ<PAM<HA şeklinde

sıralandıkları tespit edilmiştir. Başka bir ifade ile BS COLE-kesek değerini en fazla düşüren düzenleyici olurken bu bakımdan HA son sırada yer almıştır. Aynı doğrultuda kullanılan düzenleyici dozlarının etkileri dikkate alındığında dozların $2 < 1 < 0$ şeklinde sıralandığı görülmektedir. Diğer bir ifade ile düzenleyici dozlarının artışıyla COLE-kesek değerleri düşmüştür.

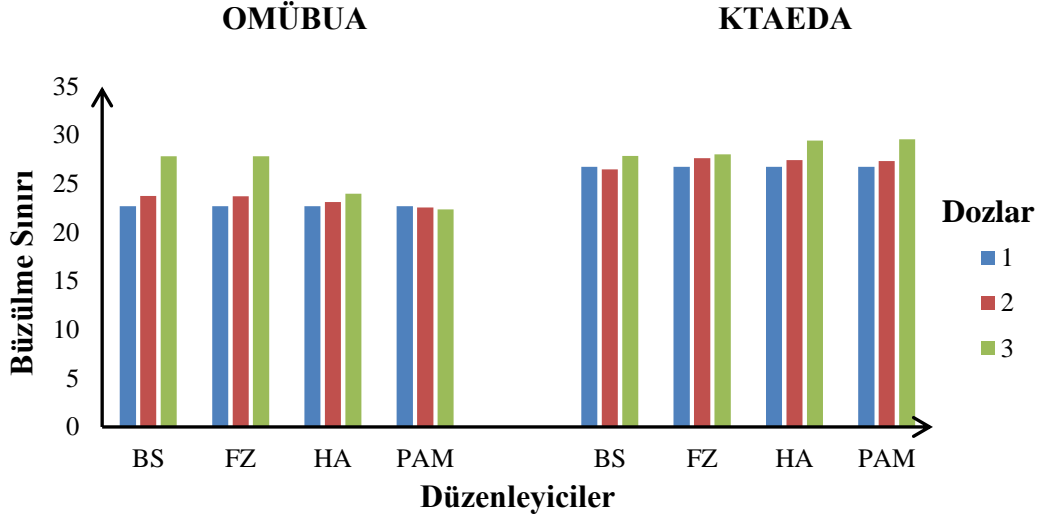
Malongweni et al. (2019) yaptıkları bir araştırmada genişleyen kafes yapılı killere sahip arazilerde çatlama ve şişme büzülme özellikleri üzerine tarımsal artıkların iyileştirici etkilerini araştırdıkları çalışma sonucunda, uygulama dozlarının artışına paralel olarak toprağın fiziko-mekanik özelliklerinin iyileştiğini ve COLE kesek değerlerinin azaldığını bildirmişlerdir.

Toprakların COLE-kesek değerleri ile kireç (-.944**), pH (-.558**) ve organik madde (-.552**) değerleri arasında % 1 düzeyinde önemli negatif ilişkiler belirlenirken; likit limit (.897**), plastik limit (.831**), plastiklik indeksi (.877**), büzülme sınırı (.718**), COLE çubuk (1.000**), yüzde büzülme (.948**), büzülme oranı (.423**), hacimsel büzülme (.968**) ve doğrusal büzülme (.938**) değerleri arasında %1 düzeyinde önemli pozitif ilişkiler tespit edilmiştir (Tablo 4.3).

Moustakas (2012) yaptığı araştırmada Vertisol topraklarda COLE kesek değeri ile kil içeriği ve kation değişim kapasitesi arasında pozitif ilişkiler belirlerken, Bassouny (2018) ise uzun yıllar meyve, tahıl ve sebze tarımı yapılan ve hiçbir ekim ve toprak işlemenin yapılmadığı dört farklı alana ait toprak örneklerinde COLE kesek ve organik madde içeriği arasında önemli negatif ilişkiler saptamıştır.

4.3.3. Büzülme Sınırı

Çalışma konusu topraklara farklı seviyelerde buğday samanı (BS), fındık zürufu (FZ), hümik asit (HA) ve PAM karıştırılıp sera koşullarında yetiştirilen buğday bitkisinin hasat edilmesinden sonra topraklarda belirlenen büzülme sınırı değerlerine ait değişimler (tekerrürlerin ortalaması) Şekil 4.3'de verilmiştir. Büzülme sınırına ait verilerin incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, her dört düzenleyici uygulaması da toprakların büzülme sınır değerlerinde çoğunlukla artış sağlamıştır. Çalışmada kullanılan toprakların büzülme sınır değerlerindeki artış kum içeriğince zengin Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bafra uygulama arazisinden alınan toprak örneklerinde daha düşük seviyede kaydedilmiştir.



Şekil 4.3. Farklı dozlarda düzenleyici karıştırılan toprakların büzülme sınırı değerleri

Çalışmada kullanılan topraklarının çalışma sonundaki büzülme sınırı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Tablo 4.5'te verilmiştir. Bu analiz sonuçlarından anlaşılacağı üzere, söz konusu toprakların büzülme sınırı değerlerine ilişkin kareler ortalaması ($p < 0.01$) önemli çıkmıştır. Bu durum, çalışmada kullanılan toprakların çalışma sonundaki büzülme sınırı değerleri bakımından farklılık gösterdiğini ifade etmektedir. Aynı tablodan kullanılan organik atık ve düzenleyiciler ile uygulama dozları kareler ortalamasının da ($p < 0.01$) önemli olduğu görülmektedir. Bu sonuç, çalışmada kullanılan buğday samanı, fındık zürufu, hümik asit ve PAM düzenleyicileri ve bunların uygulama düzeylerinin büzülme sınırı değeri üzerindeki etkilerinin farklı olduğunu açıklamaktadır.

Tablo 4.5. Farklı dozlarda organik atık ve düzenleyici karıştırılan toprakların büzülme sınırı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Kaynaklar	Kar. top.	Serb. der.	Kar. ort.	F değeri	Önem düz.
Topraklar (A)	254,815	1	254,815	762,850	,000
Düzenleyiciler(B)	7,448	3	2,483	7,433	,000
Dozlar (C)	77,847	2	38,923	116,526	,000
AXB	30,226	3	10,075	30,163	,000
AXC	2,121	2	1,060	3,175	,051
BXC	8,628	6	1,438	4,305	,001
AXBXC	35,800	6	5,967	17,863	,000
HATA	16,033	48	,334		
Genel	48014,417	72			

Varyans analizi sonuçlarına göre toprakxdoz interaksiyonunun önemsiz olduğu; toprakxdüzenleyici, düzenleyicixdoz ve toprakxdüzenleyicixdoz

interaksiyonlarının ise önemli olduğu anlaşılmaktadır. Bu bulgular, organik atıkların ve düzenleyicilerin toprakların büzülme sınırı değeri üzerindeki etkilerinin önemli düzeyde farklılık gösterdiğini ifade etmektedir.

Çalışmada kullanılan organik atık ve düzenleyicilerin çalışma sonundaki büzülme sınırı değeri ortalamalarına göre karşılaştırılması için verilere, Duncan Çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Duncan testi sonucuna göre büzülme sınırı değeri ortalamaları bakımından düzenleyiciler arasındaki farklar ($p<0.01$) önemli bulunmuştur (Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testine göre farklıdır).

Düzenleyiciler	BS	FZ	HA	PAM
Büzülme sınırı değerleri	25,8956bc	26,1033c	25,5733ab	25,2561a

Aynı test uygulanarak düzenleyici dozlarının çalışma sonundaki büzülme sınırı değeri ortalamalarına göre gruplandırılmışlardır.

Dozlar	0	1	2
Büzülme sınırı değerleri	24,7200a	25,2567b	27,1446c

Bu test sonucuna göre ortalamalar arasındaki fark ($p<0.01$) düzeyinde önemli olmuştur (Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testine göre farklıdır).

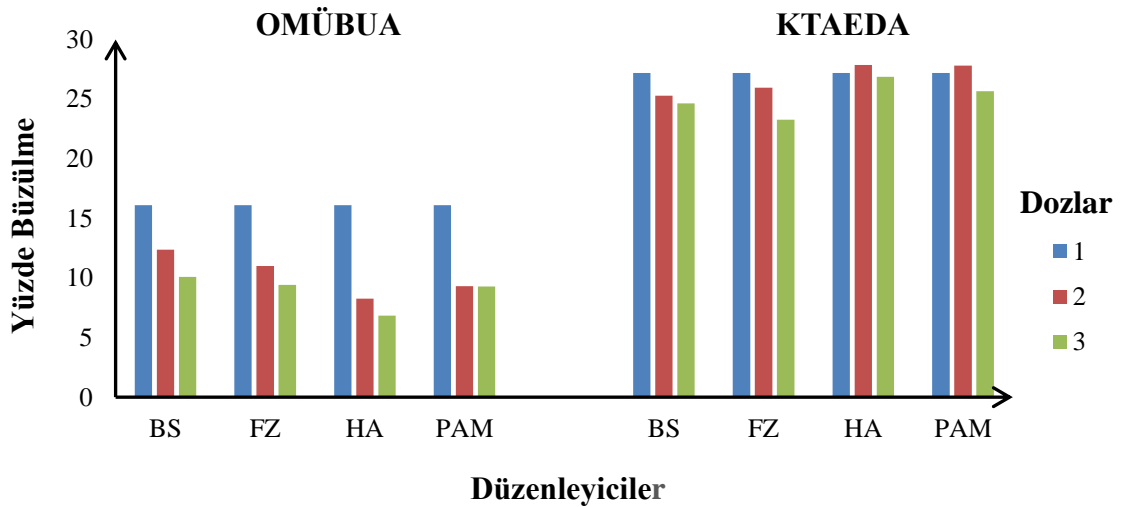
Çalışmada kullanılan organik atık ve düzenleyicilerin büzülme sınırı değeri üzerindeki etkileri bakımından küçükten büyüğe doğru sıralanışları $PAM<HA<BS<FZ$ şeklinde gerçekleşmiştir. Başka bir ifade ile büzülme sınırı değerini en fazla arttıran düzenleyici FZ olurken PAM son sırada yer almıştır. Aynı doğrultuda kullanılan düzenleyici dozlarının etkileri bakımından $0<1<2$ şeklinde sıralandığı görülmektedir. Diğer bir ifade ile düzenleyici dozlarının artışıyla büzülme sınırı değerleri artmıştır.

Toprakların büzülme sınırı değerleri ile kireç (-0.805^{**}) ve pH (-0.564^{**}) değerleri arasında % 1 düzeyinde önemli negatif ilişkiler belirlenmiştir. Likit limit (0.829^{**}), plastik limit (0.805^{**}), plastiklik indeksi (0.741^{**}), COLE çubuk (0.719^{**}), COLE kesek (0.718^{**}), yüzde büzülme (0.635^{**}), hacimsel büzülme (0.653^{**}), doğrusal büzülme (0.583^{**}), EC (0.411^{**}) ve organik madde (0.738^{**}) değerleri arasında % 1 düzeyinde önemli pozitif ilişkiler tespit edilmiştir (Tablo 4.3).

Zong et al. (2014) topraklara buğday samanı, odun talaşı ve pirinç kabuğu biyokömürü, Abdi et al. (2008), Tiwari et al. (2016) polipropilen, Hemmat et al. (2010) katı atık kompostu, kanalizasyon çamuru, çiftlik gübresi ve inorganik gübre ilavesi sonucunda toprakların büzülme sınırı değerlerinde artış meydana geldiğini saptamışlardır. Ayrıca Bhushan and Sharma (2002) toprak organik maddesiyle büzülme sınırının artış gösterdiğini ifade etmişlerdir.

4.3.4. Yüzde büzülme

Sera koşullarında farklı düzeylerde buğday samanı (BS), fındık zürufu (FZ), hümik asit (HA) ve PAM karıştırılıp buğday bitkisi yetiştirilen topraklarda deneme sonunda toprakların yüzde büzülme değerlerine ait değişimler (tekerrürlerin ortalaması) Şekil 4.4’de verilmiştir. Yüzde büzülme değerlerine ait verilerin incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, her dört düzenleyici de toprakların yüzde büzülme değerlerinde düşüşler meydana getirmiştir. Yüzde büzülme değerinde meydana gelen düşüş Ondokuz mayıs Üniversitesi Bafra uygulama arazisinden alınan kum içeriği yüksek toprak örneklerinde daha yüksek düzeyde gerçekleşmiştir.



Şekil 4.4. Farklı dozlarda düzenleyici karıştırılan toprakların yüzde büzülme değerleri

Deneme topraklarının deneme sonundaki yüzde büzülme değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları Tablo 4.6’da verilmiştir. Bu analiz sonuçlarının incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, deneme topraklarının yüzde büzülme değerlerine ilişkin kareler ortalaması ($p < 0.01$) önemli çıkmıştır. Bu durum, denemede kullanılan toprakların deneme sonundaki yüzde büzülme değerleri bakımından farklılık gösterdiğini açıklamaktadır. Aynı tablodan kullanılan atık ve

düzenleyici dozlarının kareler ortalamasının ($p<0.01$) da önemli olduğu görülmektedir. Diğer taraftan kullanılan organik atık ve düzenleyici kareler ortalamasının ($p>0.01$) önemsiz olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç, denemede kullanılan buğday samanı, fındık zürufu, hümik asit ve PAM düzenleyici çeşitlerinin toprakların deneme sonu yüzde büzülme değerleri üzerindeki etkilerinin farklı olmadığını ifade etmektedir.

Tablo 4.6. Farklı dozlarda organik atık ve düzenleyici karıştırılan toprakların yüzde büzülme değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Kaynaklar	Kar. top.	Serb. der.	Kar. ort.	F değeri	Önem düz.
Topraklar (A)	4194,517	1	4194,517	4436,666	,000
Düzenleyiciler(B)	2,016	3	,672	,711	,550
Dozlar (C)	411,606	2	205,803	217,684	,000
AXB	64,179	3	21,393	22,628	,000
AXC	42,809	2	21,405	22,640	,000
BXC	12,546	6	2,091	2,212	,058
AXBXC	21,254	6	3,542	3,747	,004
HATA	45,380	48	,945		
Genel	31851,502	72			

Varyans analizi sonuçlarına bakıldığında; düzenleyicixdoz interaksiyonunun önemsiz; toprakxdüzenleyici, toprakxdoz ve toprakxdüzenleyicixdoz interaksiyonlarının ise önemli olduğu görülmektedir.

Denemede kullanılan organik atık ve düzenleyicilerin deneme sonundaki yüzde büzülme değeri ortalamalarına göre karşılaştırılması için verilere, Duncan Çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Söz konusu testin sonucuna göre yüzde büzülme değeri ortalamaları bakımından düzenleyiciler arasındaki farklar ($p>0.01$) önemsiz bulunmuştur (Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testine göre farklıdır).

Düzenleyiciler	BS	FZ	HA	PAM
Yüzde büzülme değerleri	19,2844a	19,2744a	19,3083a	19,6744a

Aynı test uygulanarak düzenleyici dozlarının deneme sonundaki yüzde büzülme değeri ortalamalarına göre gruplandırılmışlardır.

Dozlar	0	1	2
Yüzde büzülme değerleri	22,6583a	18,4846b	17,0133c

Bu test sonucuna göre ortalamalar arasındaki fark ($p < 0.01$) düzeyinde önemli olmuştur (Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testine göre farklıdır).

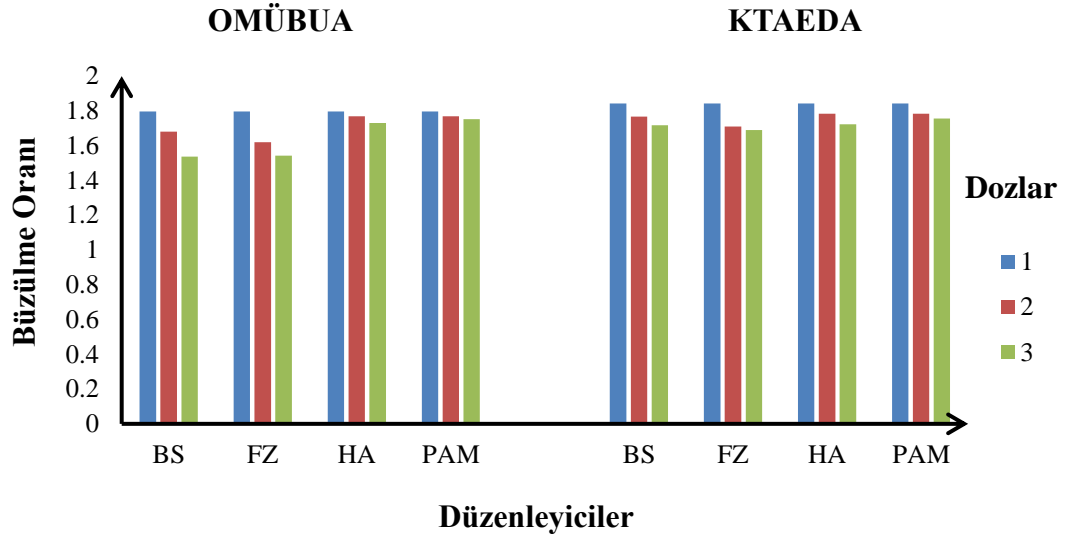
Deneme konusu düzenleyici dozlarının etkileri dikkate alındığında yüzde büzülme değeri üzerine etkileri bakımından sıralanışı $2 < 1 < 0$ şeklinde olduğu görülmektedir. Diğer bir ifade ile düzenleyici dozlarının artışıyla deneme topraklarının deneme sonrası yüzde büzülme değerleri azalmıştır.

İncelenen toprakların yüzde büzülme değerleri ile kireç (-0.896^{**}), pH (-0.548^{**}) ve organik madde (-0.490^{**}) değerleri arasında % 1 düzeyinde önemli negatif ilişkiler tespit edilirken; likit limit (0.858^{**}), plastik limit (0.781^{**}), plastiklik indeksi (0.865^{**}), büzülme sınırı (0.635^{**}), COLE çubuk (0.948^{**}), COLE kesek (0.948^{**}), büzülme oranı (0.500^{**}), hacimsel büzülme (0.987^{**}) ve doğrusal büzülme (0.980^{**}) değerleri arasında ise % 1 düzeyinde önemli pozitif ilişkiler tespit edilmiştir.

Özdemir vd. (2016) farklı reaksiyonlara sahip topraklara; çöp kompostu, tütün işleme atığı ve çeltik kavuzu kompostunun, İslam (2016) atık fındık zürufundan elde edilen kompostun topraklara uygulanmasıyla toprakların yüzde büzülme değerlerinde önemli azalmaların meydana geldiğini belirtmişlerdir.

4.3.5. Büzülme Oranı

Deneme konusu topraklara farklı dozlarda buğday samanı (BS), fındık zürufu (FZ), hümik asit (HA) ve PAM karıştırılarak sera koşullarında yetiştirilen buğday bitkisinin hasadından sonra belirlenen büzülme oranı değerlerine ait değişimler (tekerrürlerin ortalaması) Şekil 4.5'te verilmiştir. Büzülme oranı değerlerine ilişkin verilere bakıldığında, her dört düzenleyicinin de toprakların büzülme oranı değerlerinde düşüşe neden olduğu görülmektedir. Büzülme oranı değerinde meydana gelen düşüş Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü deneme alanından alınan toprak örneklerinde daha düşük düzeyde gerçekleşmiştir.



Şekil 4.5. Farklı dozlarda düzenleyici karıştırılan toprakların büzülme oranı değerleri

Araştırmada kullanılan topraklarının araştırma sonundaki büzülme oranı değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları Tablo 4.7’de verilmiştir. Analiz sonuçlarından görüldüğü üzere, araştırma topraklarının yüzde büzülme değerlerine ilişkin kareler ortalaması ($p < 0.01$) önemli çıkmıştır. Bu durum, araştırmada kullanılan toprakların araştırma sonundaki büzülme oranı değerleri bakımından farklılık gösterdiğini açıklamaktadır. Aynı tabloya göre kullanılan atık ve düzenleyiciler ile dozlarına ilişkin kareler ortalamasının ($p < 0.01$) da önemli olduğu görülmektedir. Başka bir ifadeyle araştırmada kullanılan atık ve düzenleyiciler ile doz düzeylerinin araştırma konusu topraklarının büzülme oranı değerleri üzerine etkileri farklılık göstermektedir.

Tablo 4. 7. Farklı dozlarda organik atık ve düzenleyici karıştırılan toprakların büzülme oranı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Kaynaklar	Kar. top.	Serb. der.	Kar. ort.	F değeri	Önem düz.
Topraklar (A)	,064	1	,064	301,289	,000
Düzenleyiciler(B)	,087	3	,029	137,070	,000
Dozlar (C)	,235	2	,117	555,914	,000
AXB	,029	3	,010	45,868	,000
AXC	,004	2	,002	9,875	,000
BXC	,052	6	,009	41,169	,000
AXBXC	,021	6	,004	16,691	,000
HATA	,010	48	,000		
Genel	219,883	72			

Varyans analizi sonuçlarına bakıldığında; toprakdüzenleyici, toprakdoz, düzenleyicidoz ve toprakdüzenleyicidoz interaksiyonlarının önemli olduğu görülmektedir.

Araştırmada kullanılan organik atık ile düzenleyicilerin araştırma sonundaki büzülme oranı değeri ortalamalarına göre karşılaştırılması için verilere Duncan Çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Duncan test sonucuna göre büzülme oranı değeri ortalamaları bakımından düzenleyiciler arasındaki farklar ($p<0.01$) önemli bulunmuştur (Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testine göre farklıdır).

Düzenleyiciler	BS	FZ	HA	PAM
Büzülme oranı değerleri	1,7233a	1,7006b	1,7744c	1,7839c

Aynı test uygulanarak düzenleyici dozlarının araştırma sonundaki büzülme oranı değeri ortalamalarına göre gruplandırılmışlardır.

Dozlar	0	1	2
Büzülme oranı değerleri	1,8200a	1,7354b	1,6813c

Bu test sonucuna göre ortalamalar arasındaki fark ($p<0.01$) düzeyinde önemli olmuştur (Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testine göre farklıdır).

Araştırmada kullanılan organik atık ve düzenleyicilerin araştırma topraklarının büzülme oranı değeri üzerine etkileri bakımından $FZ<BS<HA<PAM$ şeklinde sıralandıkları belirlenmiştir. Diğer bir deyişle ile büzülme oranı değerini en fazla azaltan düzenleyici FZ olurken PAM son sırada yer almıştır.

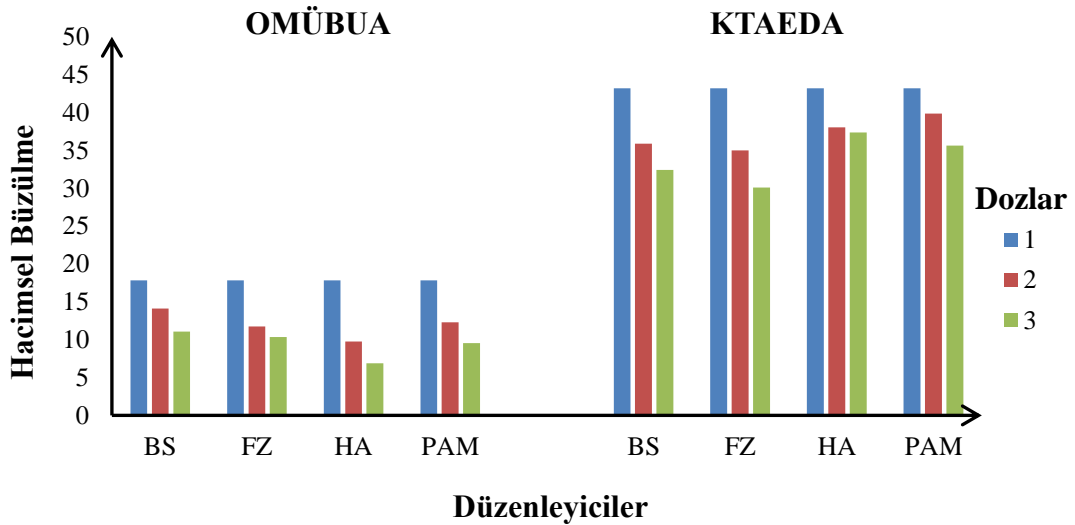
Araştırma konusu düzenleyicilerin dozlarının etkileri dikkate alındığında büzülme oranı değeri üzerine etkileri bakımından sıralanışı $2<1<0$ şeklinde olduğu görülmektedir. Diğer bir ifade ile düzenleyici dozlarının artışıyla araştırma topraklarının araştırma sonrasında ki büzülme oranı değerleri de azalmıştır.

Toprakların büzülme oranı değerleri ile EC (-0.738^{**}) ve organik madde (-0.457^{**}) değerleri arasında % 1 düzeyinde önemli negatif ilişkiler kaydedilirken; plastiklik indeksi (0.261^*) ile %5 düzeyinde, COLE çubuk (0.422^{**}), COLE kesek (0.423^{**}), yüzde büzülme (0.500^{**}), hacimsel büzülme (0.499^{**}) ve doğrusal büzülme (0.521^{**}) değerleri ile %1 düzeyinde önemli pozitif ilişkiler kaydedilmiştir.

Reeve et al. (1980) üst ve alt toprak örneklerinde büzülme oranı ile organik karbon arasında anlamlı ilişkiler tespit ederken; De Jong et al. (1992), Smith et al. (1985), Greene-Kelly (1974) benzer doğrultuda yaptıkları araştırmalarda toprak özelliklerinde büzülme ile organik karbon arasında istatistiksel olarak önemli ilişkiler bulamamışlardır.

4.3.6 Hacimsel büzülme

Deneme konusu topraklara farklı düzeylerde buğday samanı (BS), fındık zürufu (FZ), hümik asit (HA) ve PAM karıştırılıp yetiştirilen buğday bitkisinin hasat edilmesinden sonra topraklarda belirlenen hacimsel büzülme değerine ait değişimler (tekerrürlerin ortalaması) Şekil 4.6’da gösterilmiştir. Hacimsel büzülme değerlerine ilişkin verilerin incelenmesinden görüleceği üzere, her dört düzenleyici de toprakların hacimsel büzülme değerlerinde belirgin düşüşler meydana getirmiştir. Toprakların hacimsel büzülme değerlerinde meydana gelen azalmalar en fazla kil içeriği yüksek olan Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü deneme alanından alınan toprak örneklerinde kaydedilmiştir.



Şekil 4.6. Farklı dozlarda düzenleyici karıştırılan toprakların hacimsel büzülme değerleri

Deneme topraklarının deneme sonundaki hacimsel büzülme değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Tablo 4.8’de verilmiştir. Bu tablodan görüleceği üzere, deneme topraklarının hacimsel büzülme değerlerine ilişkin kareler ortalaması ($p < 0.01$) önemli çıkmıştır. Başka bir deyişle, denemede kullanılan toprakların deneme sonundaki hacimsel büzülme değerleri farklılık göstermiştir. Aynı tabloya

bakıldığında kullanılan atık ve düzenleyici dozlarının kareler ortalamasının da ($p<0.01$) önemli olduğu anlaşılmıştır. Başka bir ifadeyle doz düzeyleri deneme topraklarının hacimsel büzülme değerleri üzerinde farklılık oluşturmuştur. Yine verilen tablodan denemede kullanılan organik atık ve düzenleyicilerin kareler ortalamasının ($p<0.01$) önemli olduğu görülmüştür. Bu ifade, denemede kullanılan buğday samanı, fındık zürufu, hümik asit ve PAM düzenleyicilerinin araştırma konusu topraklarda hacimsel büzülme değeri üzerinde anlamlı farklılıklar oluşturduğunu açıklamıştır.

Tablo 4.8. Farklı dozlarda organik atık ve düzenleyici karıştırılan toprakların hacimsel büzülme değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Kaynaklar	Kar. top.	Serb. der.	Kar. ort.	F değeri	Önem düz.
Topraklar (A)	11245,251	1	11245,251	19377,505	,000
Düzenleyiciler(B)	26,838	3	8,946	15,416	,000
Dozlar (C)	972,348	2	486,174	837,761	,000
AXB	93,108	3	31,036	53,481	,000
AXC	3,130	2	1,565	2,697	,078
BXC	18,768	6	3,128	5,390	,000
AXBXC	59,432	6	9,905	17,069	,000
HATA	27,856	48	,580		
Genel	59564,578	72			

Varyans analiz sonuçları incelendiğinde; toprakxdoz interaksiyonunun önemsiz; toprakxdüzenleyici, düzenleyicixdoz ve toprakxdüzenleyicixdoz interaksiyonlarının ise önemli olduğu görülmektedir.

Denemede kullanılan organik atık ve düzenleyicilerin çalışma sonundaki hacimsel büzülme değeri ortalamalarına göre karşılaştırılması için verilere, Duncan Çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Söz konusu testin sonucuna göre hacimsel büzülme değeri ortalamaları bakımından düzenleyiciler arasındaki farklılık ($p<0.01$) önemli bulunmuştur (Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testine göre farklıdır).

Düzenleyiciler	BS	FZ	HA	PAM
Hacimsel büzülme değerleri	25,7450a	24,6867b	25,5022a	26,3922c

Aynı test uygulanarak düzenleyici dozları çalışma sonundaki hacimsel büzülme değeri ortalamalarına göre gruplandırılmışlardır.

Dozlar	0	1	2
--------	---	---	---

Hacimsel büzülme değerleri 30,4967a 24,5863b 21,6617c

Bu test sonucuna göre ortalamalar arasındaki fark ($p < 0.01$) düzeyinde önemli olmuştur (Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar Duncan oklu karşılaştırma testine göre farklıdırlar).

Çalışmada kullanılan organik atık ve düzenleyicilerin çalışma konusu toprakların hacimsel büzülme değeri üzerine etkileri bakımından küçükten büyüğe doğru FZ<HA<BS<PAM şeklinde sıralanmışlardır. Diğer bir açıklamayla çalışma konusu topraklarının hacimsel büzülme değerleri üzerinde en fazla düşüşe FZ düzenleyicisi en az düşüşe PAM düzenleyicisi neden olmuştur. Deneme konusu düzenleyicilerin dozlarının toprakların hacimsel büzülme değerleri üzerine etkileri bakımından $2 < 1 < 0$ şeklinde sıralandıkları görülmüştür. Diğer bir ifade ile düzenleyicilerin dozlarının artmasıyla deneme topraklarının deneme sonrasında ki hacimsel büzülme değerleri de azalmıştır.

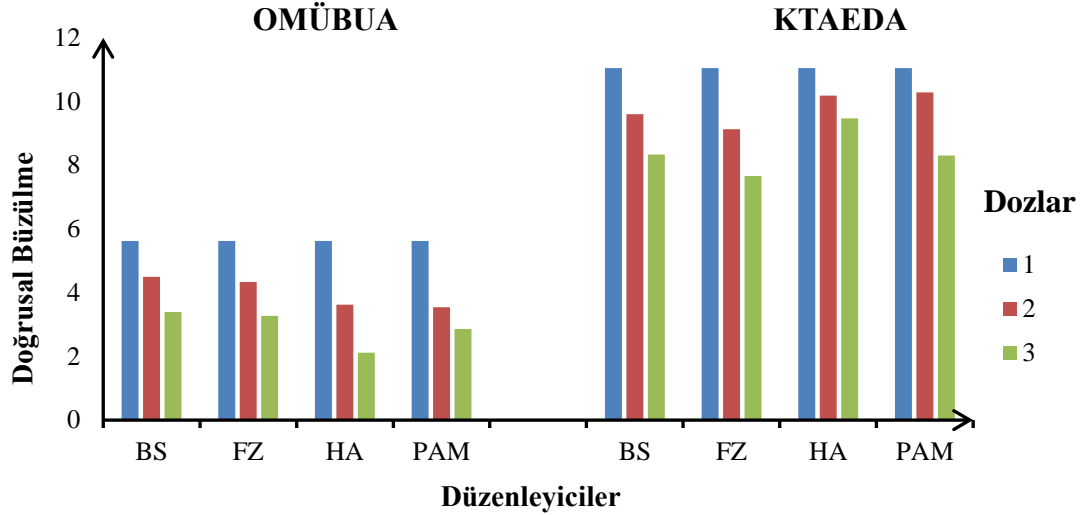
Deneme topraklarının hacimsel büzülme değerleri ile kireç (-.916**), pH (-.568**) ve organik madde (-.572**) değerleri arasında % 1 düzeyinde önemli negatif ilişkiler olduğu gözlemlenirken; likit limit (.860**), plastik limit (.772**), plastiklik indeksi (.887**), büzülme sınırı (.653**), COLE ubuk (.968**), COLE kesek (.968**), yüzde büzülme (.987**), büzülme oranı(.499**) ve doğrusal büzülme (.984**) değerleri arasında ise % 1 düzeyinde önemli pozitif ilişkiler gözlemlenmiştir.

Puppala et al. (2000) polipropilen elyafın, Yakupoğlu ve zdemir, (2006) biyokatı ve çay atığının, Malongweni et al. (2019) karbonatsız pirinç kabuğu, pirinç kabuğu biyokömürü, işlenmemiş şeker kamışı küspesi ve şeker kamışı küspesi biyokömürü tarımsal artıklarının topraklara uygulanmasıyla toprakların hacimsel büzülme (VS) değerlerinin önemli ölçüde düştüğünü bildirmişlerdir.

4.3.7. Doğrusal Büzülme

Sera koşullarında topraklara farklı dozlarda buğday samanı (BS), fındık zürufu (FZ), hümik asit (HA) ve PAM karıştırılıp yetiştirilen buğday bitkisinin hasadından sonra topraklarda belirlenen doğrusal büzülme değerlerine ait değişimler (tekerrürlerin ortalaması) şekil 4.7'de verilmiştir. Doğrusal büzülme değerlerine ait bulguların incelenmesinden görüldüğü gibi, çalışmada kullanılan her dört düzenleyici de toprakların doğrusal büzülme değerlerinde belirgin düşüşler meydana getirmiştir.

Çalışma topraklarının doğrusal büzülme değerlerinde ki düşüşün kil içeriği yüksek olan Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü deneme alanından alınan toprak örneklerinde daha fazla olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.7. Farklı dozlarda düzenleyici karıştırılan toprakların doğrusal büzülme değerleri

Çalışma topraklarının çalışma sonundaki doğrusal büzülme değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları Tablo 4.9'da verilmiştir. Analiz sonuçlarından da anlaşılacağı üzere, çalışma topraklarının doğrusal büzülme değerlerine ilişkin kareler ortalaması ($p < 0.01$) önemli çıkmıştır. Bu bulgular, çalışmada kullanılan toprakların çalışma sonundaki büzülme oranı değerleriyle farklılık gösterdiğini açıklamaktadır. Aynı tabloya göre kullanılan atık ve düzenleyicilerin dozlarının kareler ortalamasının ($p < 0.01$) önemli olduğu görülmektedir. Başka bir ifadeyle çalışmada kullanılan atık ve düzenleyicilerin doz düzeylerinin çalışma topraklarının büzülme oranı değerleri üzerine etkileri farklılık göstermiştir. Çalışmada kullanılan düzenleyicilerin çalışma topraklarının doğrusal büzülme değerlerine ilişkin kareler ortalaması ($p > 0.01$) önemsiz çıkmıştır. Bir başka deyişle çalışma topraklarının doğrusal büzülme değerleri üzerine çalışmada kullanılan atık ve düzenleyicilerin etkileri anlamlı bir farklılık göstermemektedir.

Tablo 4. 9. Farklı dozlarda organik atık ve düzenleyici karıştırılan toprakların doğrusal büzülme değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Kaynaklar	Kar. top.	Serb. der.	Kar. ort.	F değeri	Önem düz.
Topraklar (A)	561,963	1	561,963	2542,051	,000
Düzenleyiciler(B)	,546	3	,182	,823	,488
Dozlar (C)	85,334	2	42,667	193,005	,000
AXB	6,813	3	2,271	10,272	,000

AXC	,447	2	,224	1,012	,371
BXC	,357	6	,060	,269	,949
AXBXC	5,066	6	,844	3,820	,003
HATA	10,611	48	,221		
Genel	4171,053	72			

Varyans analiz sonuçları dikkate alındığında; toprakxdoz ve düzenleyicixdoz interaksyonunun önemsizken; toprakxdüzenleyici ve toprakxdüzenleyicixdoz interaksyonlarının ise önemli olduğu anlaşılmıştır.

Çalışmada kullanılan organik atık ve düzenleyicilerin çalışma sonundaki doğrusal büzülme değeri ortalamalarına göre karşılaştırılması için verilere, Duncan Çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Testin sonucuna göre doğrusal büzülme değeri ortalamaları bakımından düzenleyiciler arasındaki farklılık ($p>0.01$) önemsiz bulunmuştur (Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testine göre farklıdır).

Düzenleyiciler	BS	FZ	HA	PAM
Doğrusal büzülme değerleri	7,0833a	6,8467a	7,0117a	6,9467a

Aynı test uygulanarak düzenleyici dozlarının çalışma sonundaki doğrusal büzülme değeri ortalamalarına göre gruplandırılmışlardır.

Dozlar	0	1	2
Doğrusal büzülme değerleri	8,3400a	6,9000b	5,6763c

Bu test sonucuna göre ortalamalar arasındaki fark ($p<0.01$) düzeyinde önemli olmuştur (Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testine göre farklıdır).

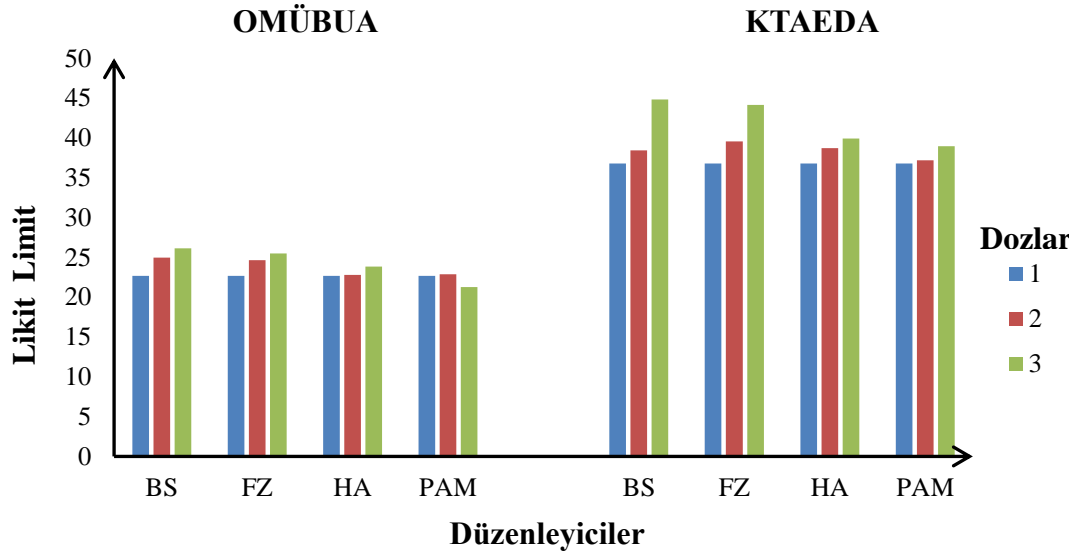
Çalışma da kullanılan organik atık ve düzenleyicilerin çalışma konusu toprakların doğrusal büzülme değeri üzerine etkileri bakımından anlamlı farklılıklar tespit edilememiştir. Başka bir ifade ile çalışma topraklarının doğrusal büzülme değerleri üzerindeki düşüslere çalışmada kullanılan düzenleyici çeşitlerinin etkisi farklı bulunmamıştır. Çalışma konusu atık ve düzenleyicilerin dozlarının doğrusal büzülme değerleri üzerine etkileri bakımından küçükten büyüğe $2<1<0$ şeklinde sıralandıkları görülmüştür. Diğer bir anlatımla atık ve düzenleyici dozlarının artışıyla çalışma topraklarının çalışma sonrasında ki doğrusal büzülme değerleri azalmıştır.

Söz konusu topraklarının doğrusal büzülme değerleri ile kireç (-.882**), pH (-.570**) ve organik madde (-.462**) değerleri arasında % 1 seviyesinde önemli negatif ilişkiler tespit edilmiş; likit limit (.819**), plastik limit (.729**), plastiklik indeksi (.856**), büzülme sınırı (.583**), COLE çubuk (.938**), COLE kesek (.938**), yüzde büzülme (.980**), büzülme oranı (.521**) ve hacimsel büzülme (.984**) değerleri arasında ise % 1 seviyesinde önemli pozitif ilişkiler tespit edilmiştir (Tablo 4.3).

Candemir (1998) Çarşamba ovasından alınan toprak örnekleri üzerinde yürüttüğü bir çalışmada toprakların Ca+Mg içerikleri ve hacim ağırlığı değerleri ile yüzde büzülme ve doğrusal büzülme değerleri arasında önemli ilişkiler olduğunu bildirmiştir. Sönmez ve Öztaş (1988) ise Iğdır ovasından aldıkları topraklar üzerinde yürüttükleri bir araştırmada toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklerinin birbirleriyle ve bazı büzülme parametreleri ile ilişkilerini irdelemişlerdir. Sonuçta toprakların kil içeriği, özgül yüzey alanı, higroskopik su değerleri ve kation değişim kapasitesi ile büzülme oranı, hacimsel büzülme ve doğrusal büzülme değerleri arasında önemli pozitif ilişkiler kaydetmişlerdir.

4.3.8.Likit limit

Deneme konusu topraklara farklı dozlarda buğday samanı (BS), fındık zürufu (FZ), hümik asit (HA) ve PAM karıştırılıp sera koşullarında buğday bitkisi yetiştirilmesi sonrasında topraklarda belirlenen likit limit değerlerine ilişkin değişimler (tekerrürlerin ortalaması) Şekil 4.8'de gösterilmiştir. Likit limit değerlerine ilişkin verilerin incelenmesiyle, düzenleyicilerin çoğunlukla deneme topraklarının likit limit değerlerinde artış sağladıkları görülmüştür. Deneme toprakların likit limit değerlerinde ki artış Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bafra uygulama arazisinden alınan yüksek kum içeriğine sahip toprak örneklerde daha düşük seviyede gerçekleşmiştir.



Şekil 4.8. Farklı dozlarda düzenleyici karıştırılan toprakların likit limit değerleri

Topraklarının deneme sonundaki likit limit değerlerine ait varyans analizi sonuçları Tablo 4.10'da verilmiştir. Tablodan anlaşılacağı üzere, deneme topraklarının likit limit değerlerine ilişkin kareler ortalaması ($p < 0.01$) önemli bulunmuştur. Bu ifade, denemede kullanılan toprakların deneme sonu likit limit değerleri bakımından farklılık gösterdiğini açıklamaktadır. Aynı tablodan kullanılan organik atık ve düzenleyiciler ile uygulama dozları kareler ortalamasının da ($p < 0.01$) önemli olduğu görülmektedir. Bu sonuç, denemede kullanılan buğday samanı, fındık zürufu, hümik asit ve PAM düzenleyicileri ve uygulanan düzeylerinin likit limit değeri üzerindeki etkilerinin farklı olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 4. 10. Farklı dozlarda organik atık ve düzenleyici karıştırılan toprakların likit limit değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Kaynaklar	Kar. top.	Serb. der.	Kar. ort.	F değeri	Önem düz.
Topraklar (A)	4334,581	1	4334,581	11633,683	,000
Düzenleyiciler(B)	70,349	3	23,450	62,937	,000
Dozlar (C)	134,854	2	67,427	180,968	,000
AXB	,906	3	,302	,810	,494
AXC	46,549	2	23,274	62,467	,000
BXC	59,578	6	9,930	26,651	,000
AXBXC	10,787	6	1,798	4,825	,001
HATA	17,884	48	,373		
Genel	75247,603	72			

Varyans analizi sonuçları; toprakdüzenleyici interaksiyonunun önemsiz; toprakdoz, düzenleyicidoz ve toprakdüzenleyicidoz interaksiyonlarının önemli olduğunu göstermiştir.

Denemede kullanılan düzenleyicilerin deneme sonundaki likit limit değeri ortalamalarına göre karşılaştırılması için verilere, Duncan Çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Söz konusu testin sonucuna göre likit limit değeri ortalamaları bakımından düzenleyiciler arasındaki farklılık ($p<0.01$) önemli bulunmuştur (Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testine göre farklıdır).

Düzenleyiciler	BS	FZ	HA	PAM
Likit limit	32,2950a	32,2056a	30,7833b	29,9467c

Aynı test uygulanarak düzenleyici dozlarının deneme sonundaki likit limit değeri ortalamalarına göre gruplandırılmışlardır.

Dozlar	0	1	2
Likit limit	29,7267a	31,1312b	33,0650c

Bu test sonucuna göre ortalamalar arasındaki fark ($p<0.01$) düzeyinde önemli olmuştur (Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testine göre farklıdır).

Deneme de kullanılan düzenleyici çeşitlerinin toprakların likit limit değeri üzerine etkileri bakımından küçükten büyüğe doğru sıralanışlarının $PAM<HA<FZ<BS$ şeklinde olduğu görülmüştür. Başka bir ifade ile deneme topraklarının likit limit değerleri üzerinde en fazla artışı BS düzenleyicisi sağlarken; PAM düzenleyicisi ise en az artışı sağlamıştır. Ayrıca toprakların likit limit değerlerinin düzenleyici doz seviyelerinin artmasıyla arttığı tespit edilmiştir.

İncelenen toprakların likit limit değerleri %1 seviyesinde kireç (-0.967^{**}) ve pH (-0.557^{**}) değerleri ile önemli negatif ilişkiler gösterirken; plastik limit (0.971^{**}), plastiklik indeksi (0.894^{**}), büzülme sınırı (0.829^{**}), COLE çubuk (0.897^{**}), COLE kesek (0.897^{**}), yüzde büzülme (0.858^{**}), hacimsel büzülme (0.860^{**}), doğrusal büzülme (0.819^{**}) ve organik madde (0.709^{**}) değerleri ile ise %1 düzeyinde önemli pozitif ilişkiler göstermiştir (Tablo 4.3).

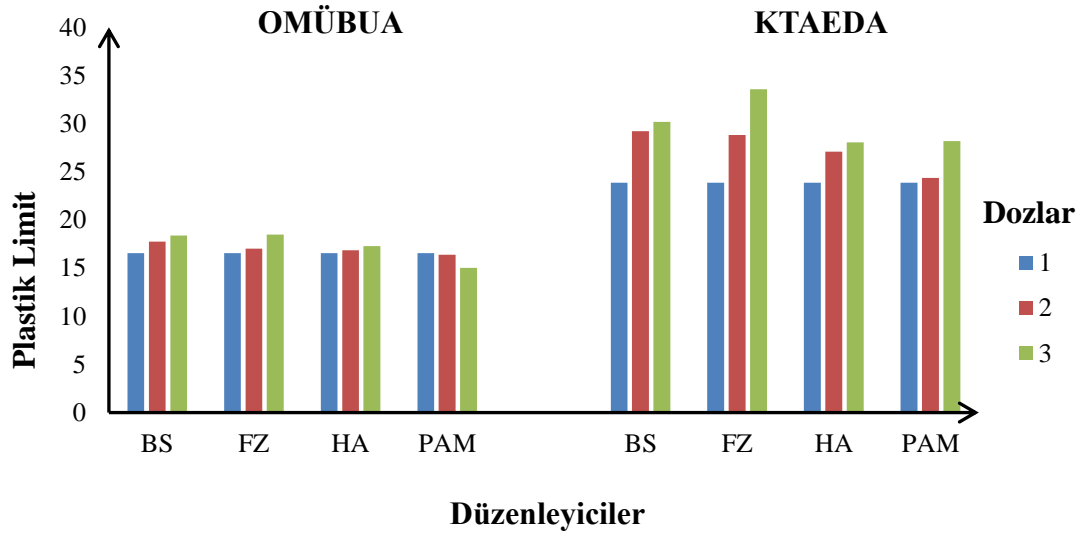
Yılmaz (2004), Puppala et al. (2013), Onweremadu et al. (2007), Widomski et al. (2018) yaptıkları araştırmalar sonucunda toprakların şişme özellikleriyle likit limit değerleri arasında önemli istatistiksel ilişkilerin bulunduğunu ifade etmişlerdir.

Deng et al. (2017) organik karbon ile LL ve PL değerleri arasında önemli pozitif ilişkiler olduğunu, Bryan (1992) ise PAM uygulamalarının toprağın likit limit değerini arttırdığını vurgulamışlardır. Tiwari et al. (2016) ise topraklara polipropilen lifi karıştırarak likit limit ve plastik limit değerlerini inceledikleri çalışma sonucunda polipropilen takviyesiyle toprakların likit limit ve plastik limit değerlerinde dūřuř olduğunu ifade etmişlerdir.

Birçok araştırmacı toprakların likit limit ve plastik limit değerleriyle kil içerikleri (Aksakal, vd., 2013; Akay ve Gundogan, 2015; Spagnoli, et al., 2018) ve organik madde içerikleri arasında istatistiksel anlamda önemli pozitif ilişkiler olduğunu ifade etmişlerdir (Öztaş ve Canpolat, 1997; Gülser ve Candemir, 2006).

4.3.9. Plastik limit

Sera koşullarında, farklı seviyelerde buğday samanı (BS), fındık zürufu (FZ), hümik asit (HA) ve PAM karıştırılan ve buğday bitkisi yetiştirilen topraklarda deneme sonunda belirlenen plastik limit değerlerine ilişkin değişimler (tekerrürlerin ortalaması) şekil 4.9’da verilmiştir. Plastik limit değerlerine ait bulgular; irdelendiğinde kullanılan düzenleyicilerin toprakların plastik limit değerlerini çoğunlukla arttırdığını ve bu artışın Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bafra uygulama arazisinden alınan kum içeriğince zengin toprak örneklerinde daha düşük seviyede gerekleşiği görülmüştür.



Şekil 4.9. Farklı dozlarda düzenleyici karıştırılan toprakların plastik limit değerleri

Araştırma da kullanılan toprakların araştırma sonundaki plastik limit değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Tablo 4.11’de verilmiştir. Bu sonuçlarından anlaşılacağı üzere, araştırma konusu topraklarının plastik limit değerlerine ilişkin kareler ortalaması ($p < 0.01$) önemli bulunmuştur. Yani araştırmada kullanılan toprak örneklerinin araştırma sonu plastik limit değerlerinde önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Aynı tablodan görüleceği üzere kullanılan organik atık ve düzenleyiciler ile uygulama dozları kareler ortalamasının da ($p < 0.01$) önemli olduğu anlaşılmaktadır. Başka bir ifadeyle denemede kullanılan buğday samanı, fındık zürufu, hümik asit ve PAM düzenleyicileri ve uygulama dozlarının plastik limit değeri üzerindeki etkileri farklılık göstermektedir.

Tablo 4.11. Farklı dozlarda organik atık ve düzenleyici karıştırılan toprakların plastik limit değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Kaynaklar	Kar. top.	Serb. der.	Kar. ort.	F değeri	Önem düz.
Topraklar (A)	1845,180	1	1845,180	3716,437	,000
Düzenleyiciler(B)	59,549	3	19,850	39,980	,000
Dozlar (C)	142,851	2	71,425	143,860	,000
AXB	11,226	3	3,742	7,537	,000
AXC	88,198	2	44,099	88,821	,000
BXC	40,998	6	6,833	13,763	,000
AXBXC	17,813	6	2,969	5,980	,000
HATA	23,832	48	,496		
Genel	37107,133	72			

Varyans analiz sonuçlarına bakıldığında; toprakdüzenleyici, toprakdoz, düzenleyicidoz ve toprakdüzenleyicidoz interaksiyonlarının önemli olduğu görülmektedir.

Araştırmada kullanılan düzenleyicilerin araştırma sonundaki plastik limit değeri ortalamalarına göre karşılaştırılması için verilere, Duncan Çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Söz konusu testin sonucuna göre plastik limit değeri ortalamaları bakımından düzenleyiciler arasındaki farklılık ($p<0.01$) önemli bulunmuştur (Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testine göre farklıdırlar).

Düzenleyiciler	BS	FZ	HA	PAM
Plastik limit	22,6567a	23,0461a	21,6122b	20,7222c

Aynı test uygulanarak düzenleyici dozlarının araştırma sonundaki plastik limit değeri ortalamalarına göre gruplandırılmışlardır.

Dozlar	0	1	2
Plastik limit	20,2050a	22,1804b	23,6425c

Bu test sonucuna göre ortalamalar arasındaki fark ($p<0.01$) düzeyinde önemli olmuştur (Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testine göre farklıdırlar).

Araştırmada kullanılan düzenleyicilerin toprak örneklerinde ki plastik limit değeri üzerine etkileri bakımından küçükten büyüğe sıralanışları PAM<HA<BS <FZ şeklinde olmuştur. Diğer bir ifade ile araştırma topraklarının plastik limit değeri üzerinde en fazla artışa FZ düzenleyicisiyle ulaşılırken; PAM düzenleyicisi ise en az artışı sağlamıştır. Plastik limit değerleri üzerine araştırmada kullanılan düzenleyici dozlarının etkileri bakımından $0<1<2$ şeklinde sıralandıkları görülmüştür. Diğer bir anlatımla düzenleyici doz seviyelerinin artmasıyla plastik limit değerleri de artmıştır.

İncelen toprakların plastik limit değerleri ile kireç (-0.915^{**}) ve pH (-0.470^{**}) değerleri arasında % 1 düzeyinde önemli negatif ilişkiler saptanırken; plastik limit ile likit limit (0.971^{**}), plastiklik indeksi (0.761^{**}), büzülme sınırı (0.805^{**}), COLE çubuk (0.831^{**}), COLE kesek (0.831^{**}), yüzde büzülme (0.781^{**}), hacimsel büzülme (0.772^{**}), doğrusal büzülme (0.729^{**}) ve organik madde (0.729^{**}) değerleri arasında % 1 düzeyinde önemli pozitif ilişkiler saptanmıştır (Tablo 4.3).

Silva et al. (2007), Zhang (1994), Blanco-Canqui et al. (2006), Hemmat et al. (2010) yaptıkları araştırmalarda toprak organik karbonu ve plastik limit değerleri arasında farklı düzeylerde istatistiksel ilişkiler belirlemişlerdir.

Qu et al. (2014) yaptıkları bir çalışmada toprağa farklı dozlarda pirinç kabuğu külünün uygulanmasıyla likit limit ve plastik limit değerlerinde istatistik anlamda önemli derecede artış olduğunu, Stanchi et al. (2016) ise st toprak horizonlarında likit limit ve plastik limit değerlerinin alt horizonlara oranla daha yüksek değerler aldığını ifade etmişlerdir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Organik ve sentetik düzenleyici uygulamalarının iki farklı tekstür sınıfına sahip toprak örneklerinin COLE-çubuk, COLE-kesek, büzülme sınırı, yüzde büzülme, büzülme oranı, hacimsel büzülme, doğrusal büzülme, likit limit ve plastik limit ölçütleri üzerine etkilerinin incelendiği bu çalışmada elde edilen sonuçlar ve öneriler aşağıda, maddeler halinde özetlenmiştir.

1.Toprakların doğrusal uzama katsayısı olan COLE-kesek ve COLE-çubuk değerleri buğday samanı, fındık zürufu, hümik asit ve PAM düzenleyicilerinin topraklara ilavesiyle azalış göstermiştir. COLE- kesek ve COLE-çubuk değerleri ile organik madde arasında istatistiksel olarak önemli negatif ilişkiler tespit edilmiştir.

2.Topraklara çalışma konusu düzenleyicilerin ilavesiyle büzülme sınırında artış, hacimsel büzülme değerinde ise azalma gerçekleşmiştir. Toprakların büzülme sınırı ve hacimsel büzülme değerleri ile organik madde miktarları arasında istatistiksel anlamda önemli istatistiksel ilişkiler bulunmuştur.

3.Çalışma topraklarının büzülme oranı değerinin organik ve sentetik düzenleyicilerin ilavesiyle azaldığı görülmüştür. Ayrıca büzülme oranı ile organik madde arasında istatistiksel anlamda önemli negatif ilişkiler tespit edilmiştir.

4.Çalışmada kullanılan buğday samanı, fındık zürufu, hümik asit ve PAM düzenleyicilerinin toprakların yüzde büzülme ve doğrusal büzülme değerlerinde azalmalar meydana getirdiği tespit edilmiştir. Yüzde büzülme ve doğrusal büzülme değerleri ile organik madde içeriği arasında istatistiksel anlamda ilişkiler olduğu anlaşılmıştır. Diğer yandan toprakların yüzde büzülme ve doğrusal büzülme değerleri üzerine düzenleyici çeşidinin etkili olmadığı görülmüştür.

5.Çalışma topraklarına ilave edilen organik ve sentetik düzenleyiciler likit limit ve plastik limit değerlerinde artışlar meydana getirmiş, likit limit ve plastik limit değerleri ile organik madde arasında istatistiksel anlamda önemli pozitif ilişkiler olduğu görülmüştür.

Sonuç olarak; buğday samanı, fındık zürufu, hümik asit ve PAM uygulamaları çalışma topraklarının söz konusu şişme büzülme özelliklerini etkilediği görülmüştür. Düzenleyicilerin etkinlikleri kendi özellikleri ve toprak özellikleri ile uygulama dozuna bağlı olmuştur. Bu nedenle toprakların şişme büzülme özelliklerini

iyileştirmede organik ve sentetik düzenleyiciler uygulanırken düzenleyici çeşidi, toprak özelliği ve uygulama dozunun dikkate alınmasında yarar vardır.

KAYNAKLAR

- Abdi, M. R., Parsapazhouh, A., & Arjmand, M. (2008). Effects of random fiber inclusion on consolidation, hydraulic conductivity, swelling, shrinkage limit and desiccation cracking of clays.
- Akay, A. E., Gundogan, R., 2015. Toprakların bazı mekanik özelliklerinin (Atterberg limitleri) ormancılık faaliyetlerinin planlanmasında kullanılabilirliği. Üretim işlerinde hassas ormancılık sempozyumu, 4-6 Haziran, Ilgaz.
- Aksakal, E. L., Angin, Ğ., Oztas, T., 2013. Effects of diatomite on soil consistency limits and soil compactibility, *Catena*, 101, 157–163. doi: 10.1016/j.catena.2012.09.001
- ASTM, 1974. Annual book of ASTM standarts. American Society for Testing and Materials. Part 19: 90-92.
- Ay, F., 2015. Hümik asit ve hümik asit kaynaklarının jeolojik ve ekonomik önemi. Cumhuriyet Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi (CFD), Cilt: 36, 28-51.
- Bayraklı, F., 1987. Toprak ve Bitki Analizleri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 17, Samsun.
- Bassouny, M. A. M. Soil Shrinkage, Sealing Index and Hydro-Physical Properties of Vertisols as Influenced by Long-Term Cultivation Systems in Northern Egypt *J.Soil Sci. and Agric. Eng., Mansoura Univ.*, Vol. 9 (4): 173 – 181 , 2018.
- Baver, L. D., 1966. Soil physics. J. Wiley, Edtion, 3. New York.
- Benz, M., Schink, B., Brune, A., 1998. Humic acid reduction by *Propionibacterium freudenreichii* and other fermenting bacteria. *Appied. Environmental Microbiology*. 64: 4507-4512.
- Bhushan, L., Sharma, P.K., 2002. Long-term effects of lantana (*Lantana spp. L.*) residue additions on soil physical properties under maize-wheat cropping. I. Soil consistency, surface cracking and clod formation. *Soil Till. Res.* 65, 157–167.
- Blanco-Canqui, H., Lal, R., Post, W.M., Izaurrealde, R.C., Shipitalo, M.J., 2006. Organic carbon influences on soil particle density and rheological properties. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 70, 1407–1414.
- Boivin, P., Garnier, P., & Tessier, D. (2004). Relationship between clay content, clay type, and shrinkage properties of soil samples. *Soil Science Society of America Journal*, 68(4), 1145-1153.
- Bryan R.B, vd. (1992). The influence of some soil conditioners on soil properties: laboratory tests on Kenyan soil samples. *Soil Technologies*, 5(3): 225-247.
- Candemir, F. (1998). Çarşamba Ovası yüzey topraklarının bazı mekaniksel özellikleri ile strüktürel dayanıklılık ve erozyona duyarlılık ölçütlerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma (Master's thesis, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Canbolat, M.Y., Öztaş T., Akgül M., Barik K. 1998. Erzurum Daphan ovası topraklarının mekaniksel özellikleri. Doğu Anadolu Tarım Kongresi, 14-18 Eylül 1998, Erzurum.
- Crescimano, G., Iovino, M., Provenzano, G., 1995. Influence of salinity and sodicity on soil structural and hydraulic characteristics. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 59, 1701–1708.
- Demir, S., Kılıç, K., & Aydın, M. (2012). Farklı Kullanım Altındaki Toprakların Kıvam Limitleriyle Bazı Toprak Özellikleri Arasındaki İlişki.
- Deng Y, Cai C, Xia D, Ding S, Chen J, Wang T. 2017. Soil Atterberg limits of different weathering profiles of the collapsing gullies in the hilly granitic region of southern China. *Solid Earth*. 8:499–513. doi:10.5194/se-8-499-2017.

- Dengiz, O., & Gürsoy, F. E. (2019). Farklı Pedolojik Özelliklere Sahip Toprakların, Morfolojik, Mineralojik ve Bazı Mühendislik Özellikleri. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 6(1), 1-9.
- De Jong, E., Kozak, L.M., Stonehouse, H.B., 1992. Comparison of shrink– swell indices of some Sasatchewan soils and their relationships to standard soil characteristics. *Can. J. Soil Sci.* 72, 429– 439.
- Dindaroğlu, T., Yakupoğlu, T., Keleşoğlu, S., & Bolat, Ö. (2014). Farklı Konsantrasyonlarda Humik Madde İçeren Organik Madde Kaynaklarının Toprakların Bazı Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisi. *Ulusal Humik Madde Kongresi*, 1(1), 55-55.
- Eğriçayır, A. (2006). Pva (Polivinilalkol) Uygulamasının Farklı Alkalilik Düzeylerindeki Toprakların Agregat Stabilitesi ve Geçirgenlik Parametreleri Üzerine Etkisi (Master's thesis, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Ertop, S. 2002. Organik madde nedir. Topraktaki organik maddenin toprağın organik maddesini artırma yolları nelerdir. Tez çalışması. Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Eskici, Y. (2004). Toprağın gıdası: Organik atıklar.
- Ferry, D.M., and Olsen, R.A., 1975. Orientation of clay particles as it relates to crusting of *Soil Sci.* 120:365-375.
- Gee, G.W., and Bauder., 1986. Particle size analysis. In: A. Clute (Ed) *Methods of Soil Analysis. Part I Agronomy No:9 Am. Soc. of Agron. Madison, Wisconsin, USA.*
- Gizgin, L. (2020). Humik Asit Uygulamasının Şişme-Büzülme Potansiyeli Yüksek Toprakların Strüktürel Stabilite Ölçütleri Üzerine Etkilerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma (Master's thesis, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Gör, M. vd., (2012). Additives, curing time effect of various, and on Atterberg "Farklı Katkı Malzemelerinin Kil Bir Zeminin Kıvam."
- Gray, C. W., & Allbrook, R. (2002). Relationships between shrinkage indices and soil properties in some New Zealand soils. *Geoderma*, 108(3-4), 287-299.
- Greene-Kelly, R., 1974. Shrinkage of clay soils. A statistical correlation with other soil properties. *Geoderma* 11, 243– 257.
- Gülser, C., Candemir, F., 2006. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kurupelit Kampüs topraklarının bazı mekaniksel özellikleri ve işlenebilirlikleri. *O.M.Ü Ziraat Fakültesi Dergisi*, Samsun, 21(2): 213-217.
- Gürsoy, F, Dengiz, O. (2018). Farklı iki anamateryal üzerinde oluşmuş vertisol toprakların morfolojisi, mineralojik özellikleri ve sınıflaması. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 33 (2) , 162-169
- Grossman, R. B., Brasher, B. R., Franzmeier, D. P., & Walker, J. L. (1968). Linear extensibility as calculated from natural-clod bulk density measurements. *Soil Science Society of America Journal*, 32(4), 570-573.
- Hanay, A. 1992. Çöp Kompostu Uygulamasının Toprakların Kıvam Limitleri İle Bazı Strüktür Stabilite İndekslerine Etkisi Üzerine Bir Araştırma. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23(1).
- Hemmat, A., Aghilinategh, N., Rezainejad, Y., & Sadeghi, M. (2010). Long-term impacts of municipal solid waste compost, sewage sludge and farmyard manure application on organic carbon, bulk density and consistency limits of a calcareous soil in central Iran. *Soil and Tillage Research*, 108(1-2), 43-50.

- 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.
- İŞIK, F. & AKBULUT, R. K. (2018). Geri Dönüştürülmüş Karbon Karasının Killi Zeminlerin Kıvam Limitlerine Etkisi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(2), 123-130.
- İslam, E. (2016). Fındık zürufu kompostunun toprak mekaniksel özellikleri üzerine etkisi (Master's thesis, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Kacar, B., 1994. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri, III. Toprak Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat
- Kara, Z., Yakupoğlu, T., Sesveren, S., Solak, S., & Saltali, K. (2018). Applied to agriculture soil gyttja: effect on the Atterberg limits and some physical parameters.
- Klopp, H.K. 2015. Soil Salinity and Sodicity Impacts on Soil Shrinkage, Water Movement and Retention. North Dakota State University. M.S. Thes., North Dakota State Univ., Fargo
- Klopp, H. W., Arriaga, F. J., Likos, W. J., & Bleam, W. F. (2019). Atterberg limits and shrink/swell capacity of soil as indicators for sodium sensitivity within a gradient of soil exchangeable sodium percentage and salinity. *Geoderma*, 353, 449-458.
- Leung, M., Vipulanandan, C., (1995). "Treating contaminated, cracked and permeable field clay with grouts". Proc. Specialty Conf. on Geotechnical Practice in Waste Disposal. Geotechnical Special Publication, ASCE, New York, 829-843.
- Levy, G.J., 1996. Soil Stabilizers, Soil Erosion, Conservation and Rehabilitation (ed M. Agassi), Marcel Dekker, Inc., 12, 267-299.
- Malongweni, S. O., Kihara, Y., Sato, K., Tokunari, T., Sobuda, T., Mrubata, K., & Masunaga, T. (2019). Impact of agricultural waste on the shrink–swell behavior and cracking dynamics of expansive soils. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 8(4), 339-349.
- Mbagwu, J.S.C., Abeh, O.G., 1998. Prediction of engineering properties of tropical soils using intrinsic pedological parameters. *Soil Sci.* 163, 93–102.
- Minitab, Inc. 2013. Minitab 17.1 (Computer Software). State College, PA: Minitab, Inc.
- Moustakas, N. (2012) A study of Vertisol genesis in North Eastern Greece. *Catena*, 92, 208-215.
- Nelson J.D, Miller, D.J., 1992. Expansive soils problems and practice in foundation and pavement engineering, John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Nelson, D.W., and Sommer, L.E., 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. p.539-579. In A.L. Page (ed) *Methods of Soil Analysis*. 2nd ed. ASA Monogr. 9(2). Amer. Soc. Agron. Madison, WI.
- Onweremadu EU, Akamigbo FOR, Igwe CA. 2007. Physical shrinkage relationship in soils of dissimilar lithologies in central southeastern Nigeria. *Appl Sci J.* 7:2495–2499.
- Özdemir, N. 1993., Toprağa Karıştırılan Organik Artıkların Toprağın Bazı Özellikleri İle Strüktürel Dayanıklılığı Ve Erozyona Duyarlılığı Üzerine Etkileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24(1).
- Özdemir, N., Durmuş, Ö. T. K., Ekberli, İ., & Zorba, İ. (2016). Düzenleyici Uygulamasının Farklı Reaksiyona Sahip Toprakların Bazı Mekanik Özellikleri Üzerine Etkileri. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 3(2), 130-138.

- Özdemir, N., Öztürk, E., & Durmuş, Ö. T. K. (2017). Organik düzenleyici uygulamalarının yapay yağış koşulları altında toprak kaybı üzerine etkileri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 32(1), 114.
- Öztaş, T., Canpolat, M., 1997. Toprağın Kıvam Limitleri Üzerine Etki Eden Bazı Faktörler ve Kıvam Limitlerinin Tarımsal Yönden Değerlendirilmesi, 28(1), 120–126.
- Puppala, A. J. and Musenda, C., (2000), "Effects of fiber reinforcement on strength and volume change in expansive soils", *Transportation Res. Rec.*, No.1736, 134-140.
- Puppala AJ, Mhammanoon T, Chittoori BCS. 2013. Swell and shrinkage characterizations of unsaturated expansive clays from Texas. *Eng Geol.* 164:187–194
- Qu, J., Li, B., Wei, T., Li, C., Liu, B., 2014. Effects of rice-husk ash on soil consistency and compactibility, *Catena*. B.V., 122, 54–60. doi: 10.1016/j.catena.2014.05.016.
- Rafols-Sallaberry, N. M., & Lugo-Lopez, M. A. (1990). The Coefficient of Linear Extensibility of Major Soils of Puerto Rico (No. 1933-2017-1812).
- Reeve, M., Hall, M and Bullock, P. (1980) The effect of soil composition and environmental factors on the shrinkage of some clayey British soils. *Journal of Soil Science.* 31:429 - 442.
- Rezaee, L., Moosavi, A. A., Davatgar, N., & Sepaskhah, A. R. (2019). Shrinkage-swelling characteristics and plasticity indices of paddy soils: spatial variability and their influential parameters. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 1-21.
- Ross, G. J. (1978). Relationships of specific surface area and clay content to shrink-swell potential of soils having different clay mineralogical compositions. *Canadian Journal of Soil Science*, 58(2), 159-166.
- Rowell, D.L., 1996. *Soil Science: Methods and Applications*. Wesley Longman Ltd, Harlow.
- Saltalı, K. 2015. Tarımda Toprak Kalitesi İçin Gıda Kullanımı. Türkiye Doğal Beslenme ve Yaşam Boyu Sağlık Zirvesi. Özet Kitap. 20-23 Mayıs 2015, Bilecik, Türkiye.
- Schafer W .M, Singer M J (1976). A new method of measuring shrink-swell potential using soil pastes. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 40: 805-806.
- Silva, A.J.N., Ribeiro, M.R., Carvalho, F.G., Silva, V.N., Silva, L.E.S.F., 2007. Impact of sugarcane cultivation on soil carbon fractions, consistence limits and aggregate stability of a Yellow Latosol in Northeast Brazil. *Soil Till. Res.* 94, 420–424.
- Smith, C.W., Hadas, A., Dan, J., Koyumdjisky, H., 1985. Shrinkage and Atterberg limits in relation to other properties of principal soil types in Israel. *Geoderma* 35, 47–65.
- Soil Survey Staff. (1993). *Soil survey manual*. IICA CO 631.4 S6831s 1952.
- Sojka, R.E. and Lentz, R.D. (1994). Time for yet another look at soil conditioners. *Soil Sci.*, 158: 233-234.
- Sowers, G.F. 1965. Consistency. *Methods of Soil Analysis. Part I.* American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin U.S.A.
- Sönmez, K. 1981. Ahır gübresinin killi toprağın büzülme özelliği üzerine etkisi. *Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12(2-3): 31-37s.
- Sönmez, K., Öztaş T. 1988. Iğdır Ovası yüzey topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile mekaniksel özellikleri arasındaki ilişkiler. *Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (1-4): 145-153s.
- Sönmez, K., & Öztaş, T. (2011). Iğdır Ovası Yüzey Topraklarının Bazı Fiziksel Ve Kimyasal Özellikleri İle Mekaniksel Özellikleri Arasındaki İlişkiler. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(1-4).

- Spagnoli, G., Sridharan, A., Oreste, P., Bellato, D., Di Matteo, L., 2018. Statistical variability of the correlation plasticity index versus liquid limit for smectite and kaolinite *Applied Clay Science*, 156 (November 2017), 152–159.
<https://doi.org/10.1016/j.clay.2018.02.001>
- Stanchi, S., D'Amico, M., Zanini, E., Freppaz, M., 2016. Liquid and plastic limits of mountain soils as a function of the soil and horizon type, *Catena*. Elsevier B.V., 135, 114–121. doi: 10.1016/j.catena.2015.07.021.
- Thomas, P. J. (1998). Quantifying properties and variability of expansive soils in selected map units (Doctoral dissertation, Virginia Tech).
- Thomas, P. J., Baker, J. C., & Zelazny, L. W. (2000). An expansive soil index for predicting shrink–swell potential. *Soil Science Society of America Journal*, 64(1), 268-274.
- Tiwari, S. et al (2016) (IJITR) *International Journal of Innovative Technology and Research* Volume No.4, Issue No.3, April – May 2016, 2927 – 2930
- Türköz, M., Savas, H., & Tosun, H. (2011). Problemlı Kil Zeminlerin Magnezyum Klorür Solüsyonu İle İyileştirilmesi. *Journal Of The Faculty Of Engineering & Architecture Of Gazi University*, 26(1).
- TÜRKÖZ, M. (2009). Sıkıştırılmış Şişen Killerin Mikroyapısal Değişiminde Şişme-Büzülme Çevrimin Etkisi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 22(1), 77-91.
- Widomski MK, Stępniewski W, Musz-Pomorska A. 2018. Clays of different plasticity as materials for landfill liners in rural systems of sustainable waste management. *Sustainability* 10:2489–2505
- Yakupoğlu, T., Özdemir, N. 2006. Erozyona uğramış topraklarda organik atık uygulamalarının bazı mekaniksel özelliklere etkisi. *O.M.Ü Ziraat Fakültesi Dergisi*, Samsun, 21(2):173-178.
- Yakupoğlu, T. (2010). Samsun ili minoz ve gölet havzalarında yaygınlık gösteren toprakların su erozyonuna duyarlılıklarının laboratuvar koşullarında belirlenmesi. Doktora tezi, OMÜ Fen Bil. Ens., Samsun.
- YAKUPOĞLU, T., & YÜCE, G. (2017). Gıda ve Poliakrilamid Uygulamalarının Farklı Tekstürdeki Toprakların Bazı Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkileri. *Toprak Su Dergisi*, 55-65.
- Yılmaz I. 2004. Relationships between liquid limit, cation exchange capacity, and swelling potentials of clayey soils. *Euras Soil Sci.* 37:506–512.
- Zhang, H., 1994. Organic matter incorporation affects mechanical properties of the soil aggregates. *Soil Till. Res.* 31, 263–275.
- Zong Y, Chen D, Lu S (2014) Impact of biochars on swell-shrinkage behavior, mechanical strength, and surface cracking of clayey soil. *Plant Nutr Soil Sci* 177:920–926.

ÖZ GEÇMİŞ



Zerrin CİVELEK 05.04.1996 tarihinde Samsun'da doğdu. Samsun Canik İMKB Anadolu Lisesini 2014 yılında bitirdi. Aynı yıl Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü'nde lisans eğitimine başladı. 2018 yılında lisansını tamamlayıp Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimine başladı ve buradan 2021 yılında mezun oldu. Mezuniyetinden bu yana yüksek lisans öğrencisi olarak görev yapan Zerrin CİVELEK orta derecede İngilizce bilmektedir.

İletişim Bilgileri

E mail: zrnCVLK@outlook.com

Telefon: 0543 878 99 04

ORCID ID: 0000-0002-8303-9407

