

Gıdya ve Poliakrilamid Uygulamalarının Farklı Tekstürdeki Toprakların Bazı Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkileri

Gonca YÜCE¹ Tuğrul YAKUPOĞLU*²

¹Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Dulkadiroğlu İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, Kahramanmaraş

²Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Erdoğlan Akdağ Yerleşkesi, 66900, Yozgat

*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author e-mail): tugrul.yakupoglu@bozok.edu.tr

DOI: 10.21657/topraksu.338307

Öz

Bu çalışmada, killi ve kumlu topraklara uygulanan poliakrilamid (PAM) ve gidyanın toprakların bazı fiziksel özelliklerinde zamana bağımlı olarak meydana getirdiği değişimler incelenmiştir. Çalışmanın amacına yönelik olarak fırın kuru ağırlık esasına göre gıdya ve PAM'ın farklı doz kombinasyonları deneme konusu topraklara uygulanmıştır. Tesadüf parselleri deneme desenine göre kurgulanan çalışma, sera koşullarında tutulan plastik saksılarda yürütülmüştür. Deneme kurulduktan sonra 4. 8. ve 12. aylarda saksılar bozularak gerekli ölçümler yapılmıştır. Toprakların fiziksel özelliklerindeki değişimi değerlendirmek için doğrusal uzama katsayısı (COLE), likit limit (LL), plastik limit (PL) ve doymun hidrolik iletkenlik (K_{sat}) değerleri ölçülmüştür. Çalışma sonucunda gerçekleştirilen varyans analizine göre ölçülen bütün değişkenler üzerine toprak çeşidi, uygulama ve örnekleme zamanının etkisi önemli ($p < 0,001$) bulunmuştur. Toprakların COLE değerleri uygulama dozlarının artışıyla azalma gösterirken, K_{sat} , LL ve PL değerleri uygulama dozlarının yükselmesiyle artış göstermiştir. Bu fiziksel parametrelerin zamana bağımlı değişimleri incelendiğinde K_{sat} , LL ve PL azalırken, COLE'nin artış gösterdiği bulgusu elde edilmiştir. Değişkenlere ait verilere uygulanan Duncan testlerine ($\alpha = 0,05$) göre COLE'ü azaltmada etkili uygulamalar aralarında istatistiksel olarak fark bulunmayan birinci doz gidyanın (G1) PAM ile birlikte uygulanması ([G1+PAM]) ve ikinci doz gidyanın (G2) PAM ile birlikte uygulanması ([G2+PAM]) olarak bulunmuştur. LL'i artırmada en etkin uygulama [G2+PAM] iken PL'i ve K_{sat} 'ı artırmada ise aralarında istatistiksel anlamda fark bulunmayan G2, [G1+PAM] ve [G2+PAM] uygulamaları en etkili olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar, saksılardaki organik madde miktarının zamana bağımlı olarak değişimine atfedilebilir ve organik maddenin toprak hidrolojisindeki etkinliği, toprak su bütçesinin fiziksel özelliklere etki etmesi ve PAM'ın agregatların stabilitesini artırmadaki etkinliği ile açıklanabilir.

Anahtar Kelimeler: Atterberg limitleri, COLE, hidrolik iletkenlik, toprak düzenleyiciler

Effects of Gytija and Polyacrylamide Applications on Some Physical Properties of Soils with Different Texture

Abstract

In this study, polyacrylamide (PAM) and gytija applied to clayey and sandy soils caused by time-dependent changes in some physical properties were investigated. For the purpose of the study, various dose combinations of gytija and PAM were applied to soils by the oven dry weight basis. Study constructed according to a randomized complete block experimental design was carried out in plastic pots kept under greenhouse conditions. 4, 8 and 12 months after the experiment establishment, pots were deteriorated and necessary measurements realized. In order to assess the changes in physical properties of soils, coefficient of linear extensibility (COLE), liquid limit (LL), plastic limit (PL) and saturated hydraulic conductivity (K_{sat}) values were measured. According to ANOVA test results, effects of soil,

application, and sampling time on measured all variables were found as significant ($p < 0.001$). While COLE values of soils decreased with rising application doses, K_{sat} , LL and PL values increased. When analyzing the time-dependent changes of these physical parameters, it was obtain a finding that K_{sat} , LL and PL decreased but COLE increased. According to Duncan test ($\alpha= 0.05$) results, the most effective applications to decrease in COLE were first dose gyttja + PAM ([G1+PAM]) and second dose gyttja + PAM ([G2+PAM]) that there is no statistically difference between these. The most effective application to increase in LL was [G2+PAM] and the most effective applications to increase in PL and K_{sat} were G2, [G1+PAM] and [G2+PAM] that two applications was same, statistically. These results attributed to changes of organic matter content as time-depending in pots and argued and described frame of these changes. frame.

Key Words: Atterberg limits, COLE, hydraulic conductivity, soil conditioners

GİRİŞ

Toprak organik maddesinin, toprakların fiziksel özellikleri üzerine doğrudan ve dolaylı etkileri bilinmektedir. Toprakların fiziksel özelliklerinin optimum seviyede olması, fiziksel verimliliklerinin yüksek olduğu anlamına gelmektedir. Özellikle toprakta suyun tutulması ve hareketi, toprakların şişme-büzülme özellikleri ve kıvam indeks değerleri tarım topraklarında büyük öneme sahiptir. Bu özellikler toprak organik maddesi ile doğrudan ilişkilidir.

Yaklaşık 3000 yıldır tarım yapılan ülkemiz toprakları sahip olduğu topoğrafik yapı, iklim koşulları ve hatalı kullanımlara bağlı olarak özellikle organik maddece yoksullaşmıştır. Türkiye toprakları organik madde bakımından belirli alanlar dışında genellikle fakirdir. Türkiye’de birçok bölgede, özellikle Orta Anadolu bölgesi topraklarının organik madde içerikleri % 2’nin hatta yer yer % 1’in altına düşmüştür (Gezgin vd., 2001). Toprak ekolojisi göz önünde bulundurulduğunda, bitkilerin gelişimlerini devam ettirebilmeleri için tarım topraklarında verimliliğin artırılması veya mevcut verimlilik potansiyelinin korunması ve topraklardan kaldırılan veya çeşitli yollarla kayba uğrayan bitki besin elementlerinin çevre ile barışık şekilde yeniden bu topraklara kazandırılması gerekmektedir (Taban vd., 2005). Bu anlamda organik atıkların düzenleyici olarak topraklara uygulanması akılcı bir çözüm yoludur. Bu amacı yerine getirmek için uygun olan organik kökenli toprak düzenleyicilerin özellikle tarımsal sanayi atıklarının kullanılması, doğal kaynakların sürdürülebilirliği ve sürdürülebilir bir tarımsal üretim hedeflerine hizmet etmektedir (Bhuiyan, 2001). Bu nedenle organik madde yönünden genelde fakir olan ülkemiz tarım arazilerinde organik atıkların topraklara düzenleyici olarak uygulanması daha da önem kazanmaktadır.

Toprakların organik madde içeriği enerji sağlama başta olmak üzere toprak fonksiyonlarının birçoğu için gereklidir (Lal ve Kimble, 1997). Özellikle toprakların organik madde içeriklerinin korunması ve artırılması sürdürülebilir tarımda büyük önem taşımaktadır. Yoğun tarımsal faaliyetler sonucunda azalan organik madde ihtiyacının karşılanması için toprağa organik madde ilavesi gerekmektedir. Organik düzenleyici olarak kullanılan kaynaklar ahır gübresi başta olmak üzere pirina, leonardit, çay fabrikasyon atığı, fındık zuru, tütün fabrikasyon atığı, çeltik kavuzu, biyokati ve bunların kompostlanmış şekilleridir. Bu kaynaklardan birisi de toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirebilecek nitelikte olan gıda materyalidir. Gıda, yüksek oranda karbon ve humik asitler içeren, kömür düzeyine ulaşmamış doğal bir organik materyaldir.

Fiziksel özellikleri bakımından bozulmuş topraklarda yapıyı iyileştirmek için üst toprak içerisine organik atıkların karıştırılması en yaygın yol olarak izlenmektedir. Ancak toprakların ıslahında fazla miktarda organik girdiye ihtiyaç duyulması ve söz konusu organik madde kaynağının topraktaki ayrışma sürecinin uzun olması bu alanda organik kökenli sentetik toprak düzenleyicilerinin alternatif kullanım olanaklarının araştırılmasına yol açmıştır. Bu alanda poliakrilamid (PAM) kullanımı yoğun olarak araştırılmaya başlanmıştır. Bu konuda yapılan çalışmalarda, sentetik polimerlerin toprak yüzeyine çok düşük dozlarda uygulanmasının bile agregat stabilitesini artırma bakımından önemli pozitif etkiler yapabileceği genel bir sonuç olarak vurgulanmaktadır (Bryan, 1992; Sojka ve Lentz, 1994; Imbufe vd., 2005).

Bu çalışmada, organik düzenleyici olarak kullanılan gidyanın, tek başına ve PAM ile kombine edilerek uygulanan farklı dozlarının, toprakların

Atterberg limitleri, doğrusal uzama katsayıları ve hidrolik iletkenlik özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Deneme Topraklarının Alındığı Yerler ve İklim-Toprak Özellikleri

Araştırmada kullanılan kumlu toprak örneği Kahramanmaraş Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Müdürlüğü uygulama arazilerinden, killi toprak örneği ise Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Avşar Kampüsü arazilerinden alınmıştır. Deneme konusu toprakların bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri sırasıyla Çizelge 1 ve 2’de verilmiştir.

Denemede Kullanılan Organik ve Sentetik Düzenleyiciler

Bu çalışmada organik düzenleyici materyal olarak gidya, düzenleyici polimer olarak ise poliakrilamid (PAM) kullanılmıştır. Afşin Elbistan Termik santralinden temin edilen ve denemede kullanılan gidya, bazı kimyasal özellikleri, kimyasal kompozisyonu ve bazı fiziksel özellikleri Yakupoğlu vd., (2013)’de tanımlanan materyaldir.

Denemenin Kurulması ve Yürütülmesi

Denemeye konu olan topraklar ahşap tokmakla dövülerek 2 mm’lik elekten geçirilmiş ve 13,5 cm boyunda, 9 cm çapında plastik saksılara konulmuştur. Hazırlanan topraklara gidya ve PAM Çizelge 3’de verilen kombinasyonlarda kuru ağırlık esasına göre (w/w) uygulanmıştır. Gidya materyali uygulanmadan önce 0,5 mm’lik elekten geçirilmiştir. PAM ise saf suda eritildikten sonra bir el püskürtücüsü yardımıyla uygulanmıştır. Verilen kombinasyonlar, farklı zamanlarda bozulmak üzere üç grup halinde hazırlanmıştır. Saksı denemesi 01.06.2013 tarihinde kurulmuştur. Hazırlanan denet ve karışım saksıları, 12 ay süre ile sera koşullarında tutulmuş ve saksılardaki nem tarla kapasitesinin yaklaşık yarısına kadar düştüğünde yine tarla kapasitesine ulaşınca kadar sulanmıştır. Uygulamaların toprakların fiziksel özelliklerinde zamana bağlı olarak meydana getirdiği değişimi belirlemek için her 4 ayda bir uygulama grupları bozulmuş ve ilgili analizler yapılmıştır.

Toprak Analizleri

Doğrusal uzama katsayısı (COLE), doygunluktan biraz daha az nem düzeyinde

Çizelge 1. Deneme konusu toprakların bazı kimyasal analiz sonuçları

Table 1. Some chemical analyses results of experiment soils

Toprak	pH	EC _{25°C} dS m ⁻¹	CaCO ₃ g kg ⁻¹	OC g kg ⁻¹	KDK cmol _c (+)/kg ⁻¹	Ca ⁺⁺ µg g ⁻¹	Mg ⁺⁺ µg g ⁻¹	K ⁺ µg g ⁻¹	Na ⁺ µg g ⁻¹
Mollic Xerofluvent	8,1	2,53	67	13,2	38	12030	871	116	60
Typic Xerorthent	8,5	1,90	181	10,1	17	7915	427	127	57

pH ve EC saturasyon çamurunda ölçülmüştür. Değişebilir katyonların, amonyum asetatla ekstrakte edilebilir formları verilmiştir

Çizelge 2. Deneme konusu toprakların bazı fiziksel analiz sonuçları

Table 2. Some physical analyses results of experiment soils

Toprak	Kil g kg ⁻¹	*Silt gkg ⁻¹	Kum gkg ⁻¹	Tekstür sınıfı	HA Mgm ⁻³	SAT cm ³ cm ⁻³	TK cm ³ cm ⁻³	DSN cm ³ cm ⁻³	YS cm ³ cm ⁻³
Mollic Xerofluvent	548	228	224	C	1,30	0,65	0,44	0,33	0,11
Typic Xerorthent	291	192	517	SCL	1,36	0,40	0,31	0,19	0,12

*Parçacık büyüklüğü belirlenirken USDA ölçütleri esas alınmıştır. HA: Hacim ağırlığı, Ksat: Sature hidrolik iletkenlik, SAT: Saturasyon yüzdesi, TK: Tarla kapasitesi, DSN: Devamlı solma noktası, YS: Yarayışlı su

Çizelge 3. Kullanılan düzenleyicilerin uygulama dozları

Table 3. Application doses of conditioners

Notasyon	Uygulama
Kontrol	1500'er gram hava kuru toprak
G1	FKA üzerinde % 3 OM içerecek kadar gidya
G2	FKA üzerinde % 6 OM içerecek kadar gidya
G1 + PAM	G1 uygulanan saksıya % 0,005 PAM
G2 + PAM	G2 uygulanan saksıya % 0,005 PAM

iken balçıklaştırılan topraktan, bir şırınga yardımı ile elde edilen 1 cm çapında ve 6-10 cm uzunluğundaki çubukların, vazelin sürülmüş bir yüzey üzerinde 48 saat süre ile atmosfer koşullarında kurutulduktan sonra uzunluklarının ölçülmesi ve ıslak çubuk ve kuru çubuk arasındaki uzunluk farkının, kuru çubuk uzunluğuna oranlanmasıyla hesaplanmıştır (Schafer and Singer, 1976). Toprakların likit limit (LL) değerleri Casagrande aleti kullanılarak, plastik limit (PL) değerleri ise nemli toprağın 3 mm'lik iplikçiler haline getirilmesinden sonra dağılmaya başladığı anda sahip olduğu nem miktarına göre belirlenmiştir (Sowers, 1965). Toprakların doymun koşullardaki hidrolik iletkenlik değerleri (K_{sat}) Darcy yasası uyarınca laboratuvar koşullarında Mariotte düzeneği kurularak ölçülmüştür (Özdemir, 1998).

İstatistiksel Analizler

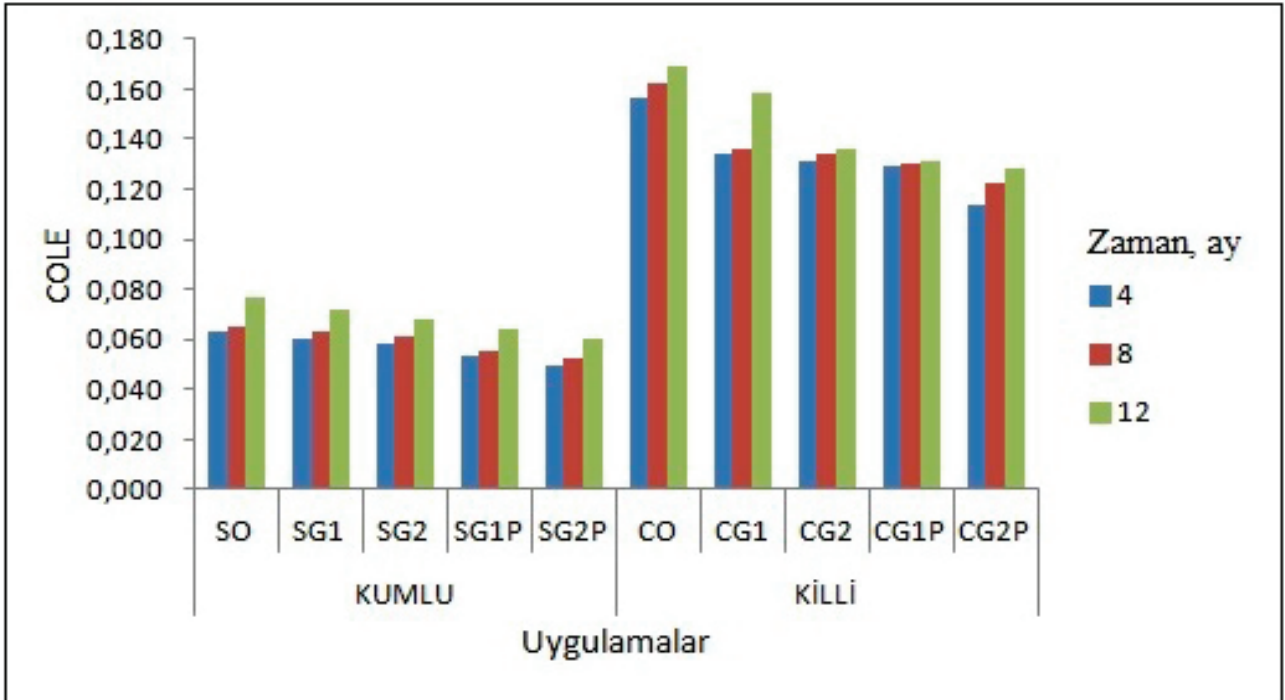
İstatistiksel analizler SPSS bilgisayar programında yapılmıştır. Ölçülen değişkenler üzerine istatistiksel konuların etkili olup olmadığının araştırılmasında varyans analizinden yararlanılmıştır. Varyans analizi sonucunda F değeri önemli bulunan değişkenler üzerine konuların etkinliğini incelemek için Duncan testinden faydalanılmıştır (Yurtseven, 1984).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Gıdya ve PAM'ın Toprakların Doğrusal Uzama Katsayıları (COLE) Üzerine Etkileri

Uygulanan düzenleyicilerin deneme konusu toprakların COLE değerlerinde kontrole göre sağladığı değişimler Şekil 1'de sunulmuştur. Adı geçen şekle göre Gıdya ve PAM uygulamaları toprakların COLE değerlerini uygulama dozlarının artmasıyla azaltmış ancak zamana bağlı olarak toprakların COLE değerleri artma eğilimi göstermiştir. Örnekleme zamanları dikkate alındığında COLE en düşük kumlu toprakta 4. ayda bozulan saksılardan alınan örneklerde belirlenmiştir. 8. ve 12. aylarda COLE'nin örnekleme zamanının uzamasına bağlı olarak arttığı belirlenmiştir. En düşük cole değeri (0,050) kumlu toprağa yüksek doz gıdya ve PAM'ın birlikte uygulandığı (G2+PAM) saksıda 4. ay örneklemesinde ölçülmüştür. En yüksek COLE (% 0,169) ise killi toprağın kontrol uygulaması için belirlenmiştir. ANOVA sonuçlarına COLE değerlerine uygulama dozunun, toprak çeşidinin ve örnekleme zamanının etkisi istatistiksel açıdan $p < 0.001$ seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4. ve 5'de COLE değişkeni için sırasıyla uygulamalara ve zamana ait Duncan test sonuçları



Şekil 1. Uygulamaların toprakların Cole kapsamlarında meydana getirdiği değişimler (S0: Kumlu toprak kontrolü, CO: Killi toprak kontrolü, G1: Gıdya birinci doz uygulaması, G2: Gıdya ikinci doz uygulaması, G1P: [G1+PAM], G2P: [G2+PAM])

Figure 1. Changes in COLE values of soils with applications (S0: Control for sandy soil, Co: Control for clayey soil, G1: First gytija dose application, Second gytija dose application, G1P: [G1+PAM], G2P: [G2+PAM])

Çizelge 4. COLE değişkeni için uygulamalara ait Duncan testi sonucu

Table 4. Duncan test results for COLE from applications

Uygulama	COLE (Alt küme)			
	1	2	3	4
G2+PAM	0,0877d			
G1+PAM	0,0937cd	0,0937cd		
G2		0,0980bc	0,0980bc	
G1			0,1038b	
Kontrol				0,1155a
Sig.	0,108	,239	,118	1,000
HKO= 3,85E-005. $\alpha = 0,05$				

Çizelge 5. COLE değişkeni için örnekleme zamanına ait Duncan testi sonucu

Table 5. Duncan test results for COLE from applications

Zaman	COLE (Alt küme)	
	1	2
4.ay	0,0948b	
8.ay	0,0981b	
12.ay		0,1063a
Sig.	0,247	1,000
HKO= 3,85E-005 $\alpha = 0,05$		

verilmiştir. Uygulamaların COLE üzerine etkinlikleri incelendiğinde ortalama en yüksek COLE değerinin kontrol saksıları için hesaplandığı, COLE'yi azaltmada en etkili uygulamaların aralarında istatistiksel fark bulunmayan G1+PAM ve G2+PAM uygulamaları olduğu görülmüştür. Çizelge 5'e göre 4. 8. aylara ait ortalama COLE değerleri istatistiksel bakımdan farklılık arz etmemiş ancak 12. ay örnekleme ilk iki örnekleme zamanının ortalamalarından farklı olmak üzere en yüksek bulunmuştur. Bu bulgular, organik düzenleyici uygulamalarının COLE değerlerini düşürdüğünü ifade eden başka bir çalışmanın (Yakupoğlu ve Özdemir, 2006) sonuçları ile örtüşmektedir.

Gıdya ve PAM'ın Toprakların Likit Limit (LL) Değerleri Üzerine Etkileri

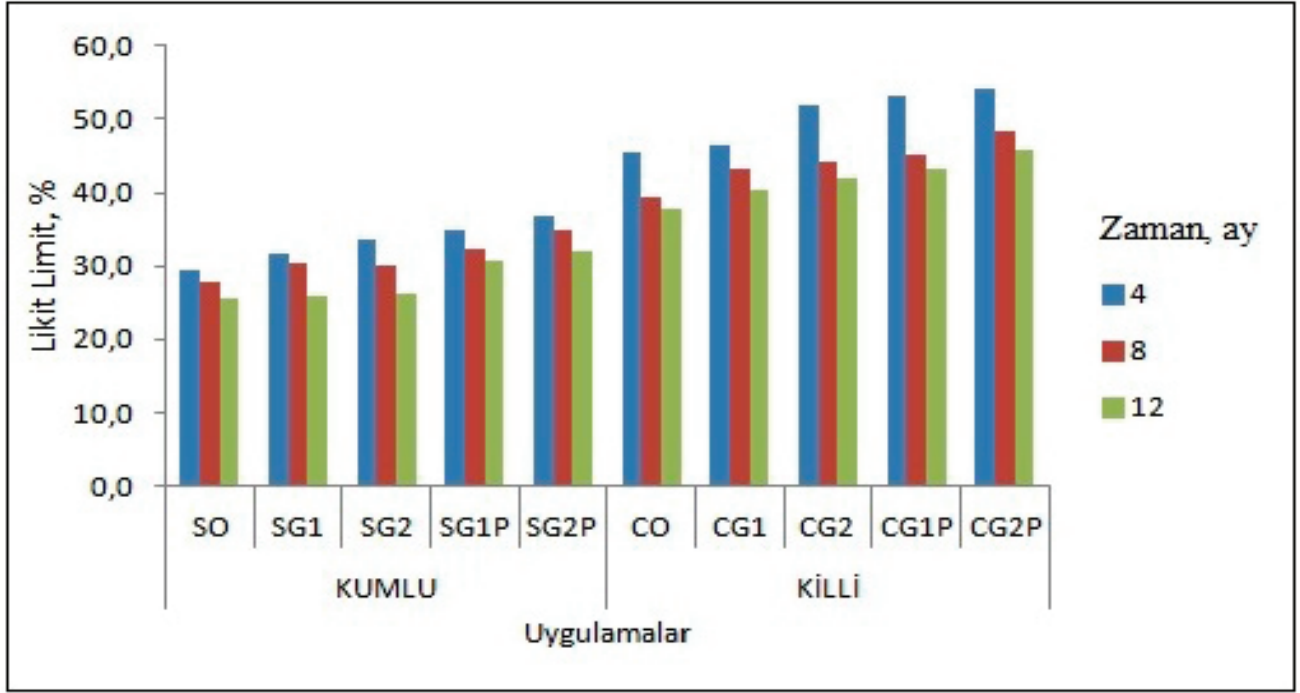
Uygulanan düzenleyicilerin deneme konusu toprakların LL değerlerinde kontrole göre sağladığı değişimler Şekil 2'de sunulmuştur. Söz konusu şekle göre gıdya ve PAM uygulamaları toprakların LL değerlerini artırmış ancak zamana bağlı olarak toprakların LL değerlerinin azaldığı sonucuna ulaşılmıştır. Örnekleme zamanları dikkate alındığında LL en yüksek 4. ayda bozulan saksılardan alınan örneklerde belirlenmiştir. 8. ve 12. aylarda LL azaldığı belirlenmiştir. En düşük LL değeri (% 25,5) herhangi bir uygulama yapılmayan kumlu toprakta 12. ayda, en yüksek LL değeri ise (% 54,0) killi

toprağa [G2+PAM] uygulamasının yapıldığı saksıda 4.ay örnekleme belirlenmiştir. Yüksek doz gıdyanın PAM ile birlikte uygulandığında özellikle 8. ve 12. aylarda toprağın LL değerindeki azalmanın daha az olduğu görülmüştür.

Likit limit değişkenine ait ANOVA sonuçlarına göre toprakların LL değerlerinde meydana gelen değişim uygulama çeşidinden, örnekleme zamanından ve toprak çeşidinden etkilenmiştir ($p < 0,001$).

Çizelge 6. ve 7'de LL değişkeni için sırasıyla uygulamalara ve zamana ait Duncan test sonuçları verilmiştir. Uygulamaların LL üzerine etkinlikleri incelendiğinde G1 ve G2 uygulamasının istatistiksel bakımdan aynı olduğu, en düşük LL kontrol uygulamasında belirlenirken en yüksek LL'nin [G2+PAM] uygulaması ile elde edildiği sonucuna ulaşılmıştır. Diğer taraftan üç örnekleme zamanında yapılan LL ölçümlerine ait ortalamalar birbirinden farklı bulunmuş, en yüksek LL 4. ay, en düşük LL ise 12. ay örnekleme için belirlenmiştir.

Likit limit değerleri toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlı olarak farklılık gösterebilmekte, kohezyonsuz topraklarda bu değer değeri % 20'nin altına düşebilmektedir (Head, 1984). Smith vd., (1985) tarafından yürütülen bir çalışmada, toprakların organik madde kapsamı ile LL



Şekil 2. Uygulamaların toprakların Likit limit kapsamlarında meydana getirdiği değişimler (S0: Kumlu toprak kontrolü, C0: Killi toprak kontrolü, G1: Gıda birinci doz uygulaması, G2: Gıda ikinci doz uygulaması, G1P: [G1+PAM], G2P: [G2+PAM])

Figure 2. Changes in liquid limit values of soils with applications (S0: Control for sandy soil, C0: Control for clayey soil, G1: First gyttja dose application, Second gyttja dose application, G1P: [G1+PAM], G2P: [G2+PAM])

değerleri arasında önemli istatistiksel ilişkiler elde edilmiştir. Farklı organik atıkların toprakların kıvam limitleri üzerine etkilerini araştırmak amacıyla yürütülen başka bir çalışmada (Gülser ve Candemir,

2004) organik atıkların uygulama miktarlarının artmasıyla LL değerlerinin arttığı açıklanmıştır. Bu çalışmadan elde edilen bulgular sıralanan literatürde verilen bilgilerle örtüşmektedir.

Çizelge 6. Likit limit değişkeni için uygulamalara ait Duncan testi sonucu

Table 6. Duncan test results for LL from applications

Uygulama	LL, % (Alt küme)			
	1	2	3	4
Kontrol	34,3167d			
G1		36,3500c		
G2		37,9667c		
G1+PAM			39,9333b	
G2+PAM				41,9833a
Sig.	1,000	,056	1,000	1,000
HKO= 1.928 $\alpha = 0,05$				

Çizelge 7. Likit limit değişkeni için örnekleme zamanına ait Duncan testi sonucu

Table 7. Duncan test results for LL from sampling time

Zaman	LL, % (Alt küme)	
	1	2
12.ay	34,9500c	
8.ay		37,6200b
4.ay		
Sig.	1,000	1,000
HKO= 1,928 $\alpha = 0,05$		

Gıdya ve PAM'ın Toprakların Plastik Limit (PL) Değerleri Üzerine Etkileri

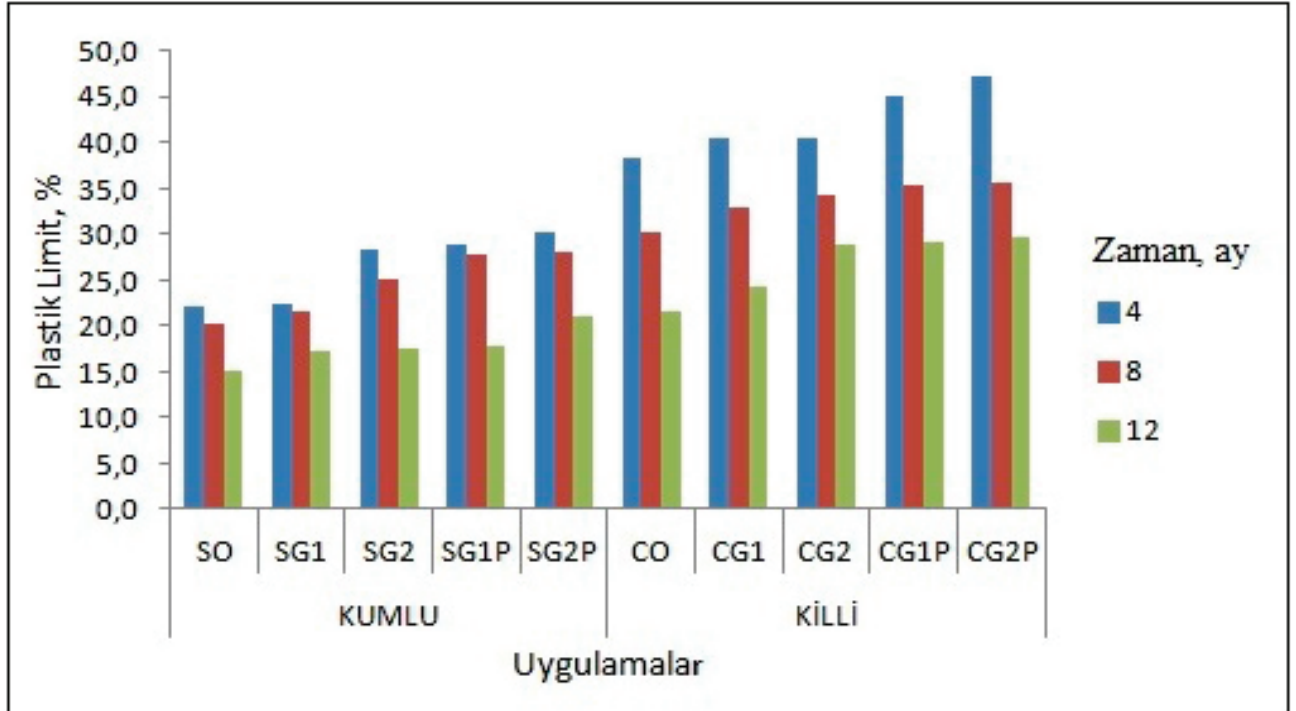
Düzenleyici olarak kullanılan malzemenin deneme konusu toprakların PL değerlerinde kontrole göre meydana getirdiği değişimler Şekil 3'de sunulmuştur. Şekil 3'e göre gıdya ve PAM uygulamaları toprakların PL kapsamalarını artırmış ancak zamana bağlı olarak toprakların PL kapsamalarının azaldığı görülmüştür. Örnekleme zamanları dikkate alındığında PL en yüksek 4. ayda bozulan saksılardan alınan örneklerde belirlenmiştir. 8. ve 12. aylarda PL değerlerinin azaldığı belirlenmiştir. En yüksek PL değeri % 47,2 ile killi toprağa G2+PAM uygulamasının yapıldığı saksıda 4.ay örneklemesinde belirlenmiştir. En düşük PL değeri ise (% 15,1) kumlu toprağın kontrol saksısında belirlenmiştir. Genel olarak kumlu toprakta PL değerleri killi topraktan daha düşük bulunmuştur. Diğer taraftan her iki toprakta da uygulanan gıdya dozunun artışına paralel olarak örnekleme gruplarının (4, 8 ve 12. aylar) kendi içerisinde PL değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. Yüksek doz gidyanın PAM ile birlikte uygulandığında özellikle 4. aylarda toprağın PL bütçesine daha fazla katkı sağladığı görülmüştür.

Plastik limit değişkenine ait varyans analizi sonuçlarına göre toprakların PL değerlerinde

meydana gelen değişime örnekleme zamanının, uygulama dozunun ve toprak çeşidinin etkisi istatistiksel olarak önemli ($p < 0,001$) bulunmuştur.

Çizelge 8 ve 9'da PL değişkeni için sırasıyla uygulamalara ve zamana ait Duncan test sonuçları verilmiştir. Uygulamaların PL üzerine etkinlikleri incelendiğinde, en düşük PL'nin aralarında istatistiksel olarak fark bulunmayan kontrol ve G1 uygulaması yapılan saksılarda ölçüldüğü en yüksek PL'nin ise istatistiksel bakımdan aynı olan, G2, G1+PAM ve G2+PAM uygulamalarının yapıldığı saksılar için belirlendiği sonucuna ulaşılmıştır. Çizelge 9.'a göre PL en yüksek 4. aya, en düşük ise 12. aya ait örneklerde tespit edilmiştir. Her üç örnekleme zamanı da PL değeri üzerine etkinlikleri bakımından birbirinden farklı bulunmuştur.

Munsuz ve Akyıldız (1979), Afşin-Elbistan bölgesi linyit kömürü havzasından çıkartılan gıdya materyalinin, bu bölge tarım topraklarının fiziksel özellikleri üzerine etkilerini inceledikleri bir laboratuvar çalışmasında, gıdya ilavesinin killi, tınlı ve killi-tınlı bünyedeki toprakların kıvam ve limit değerlerini yükselttiği belirlemiştir. Adı geçen bilim adamlarının sonuçlarını doğrular nitelikte olacak şekilde, bu çalışmanın sonuçları da Afşin-Elbistan linyit havzasından çıkarılan gidyanın toprak kıvam limiti değerlerini yükselttiğini göstermektedir.



Şekil 3. Uygulamaların toprakların Plastik limit kapsamalarında meydana getirdiği değişimler (S0: Kumlu toprak kontrolü, C0: Killi toprak kontrolü, G1: Gıdya birinci doz uygulaması, G2: Gıdya ikinci doz uygulaması, G1P: [G1+PAM], G2P: [G2+PAM])

Figure 3. Changes in plastic limit values of soils with applications (S0: Control for sandy soil, C0: Control for clayey soil, G1: First gıttja dose application, Second gıttja dose application, G1P: [G1+PAM], G2P: [G2+PAM])

Çizelge 8. Likit limit değişkeni için örnekleme zamanına ait Duncan testi sonucu**Table 8.** Duncan test results for LL from sampling time

Uygulama	Plastik limit, % (Alt küme)		
	1	2	3
Kontrol	24,5667c		
G1	26,4833bc	26,4833bc	
G2		29,1667ab	29,1667ab
G1+PAM			30,6833a
G2+PAM			31,9500a
Sig.	0,162	0,055	0,058

HKO = 5,261 $\alpha = 0,05$

Çizelge 9. Plastik limit değişkeni için örnekleme zamanına ait Duncan testi sonucu**Table 9.** Duncan test results for PL from sampling time

Zaman	Plastik limit, % (Alt küme)		
	1	2	3
12. ay	22,2300c		
8. ay		29,1100b	
4. ay			34,3700a
Sig.	1,000	1,000	1,000

HKO = 5,261 $\alpha = 0,05$

Gıdya ve PAM'ın Doymun Koşullarda Toprak Hidrolik İletkenliği (K_{sat}) Üzerine Etkileri

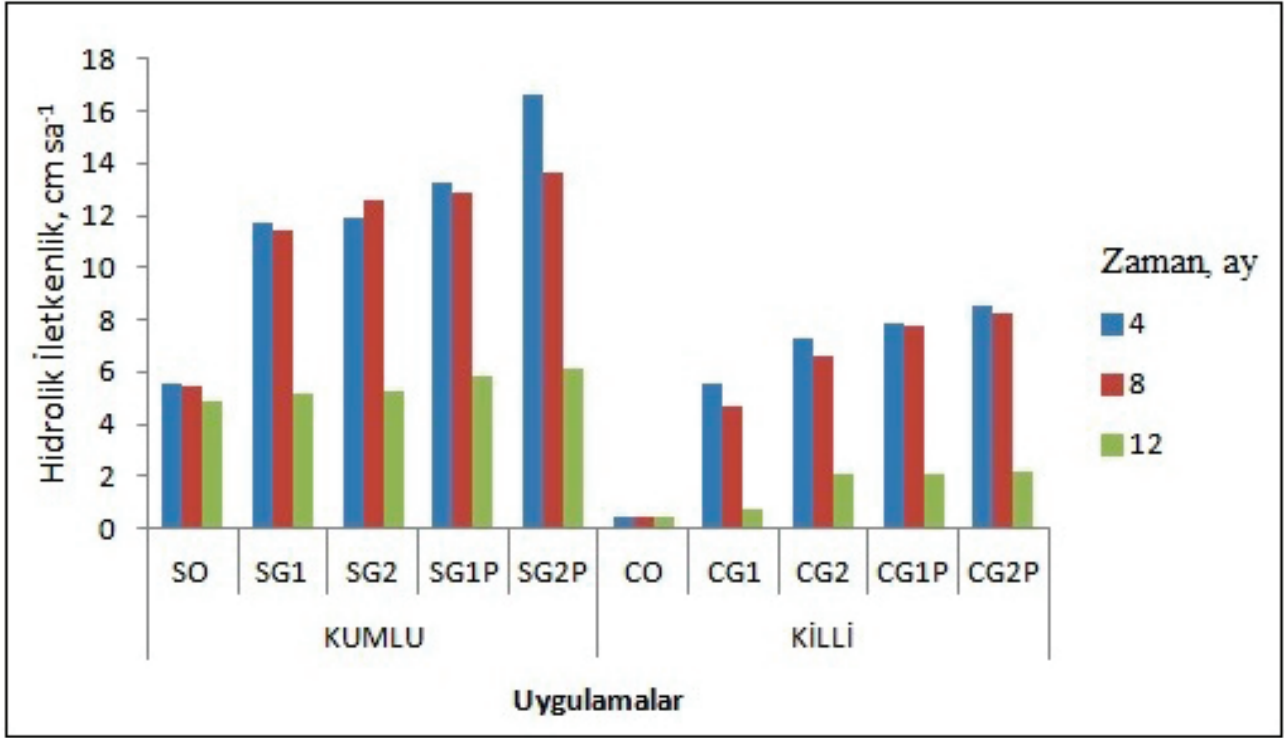
Uygulanan düzenleyicilerin deneme topraklarında hidrolik iletkenlik değişkenini kontrole göre ne şekilde değiştirdiği Şekil 4'de sunulmuştur. Söz konusu şekilden, gıdya ve PAM uygulamalarının toprakların K_{sat} değerlerini artırdığı ancak zamana bağlı olarak toprakların K_{sat} değerlerinin azaldığı anlaşılmaktadır. Örnekleme zamanları dikkate alındığında K_{sat} en yüksek 4. ayda bozulan saksılardan alınan örneklerde belirlenmiştir. 8. ve 12. aylarda K_{sat} 'ın azaldığı belirlenmiştir. Genel olarak killi toprakta K_{sat} ölçüm değerleri kumlu topraktan daha düşük bulunmuştur. Diğer taraftan her iki toprakta da uygulanan gıdya dozunun artışına paralel olarak örnekleme gruplarının (4, 8 ve 12. aylar) kendi içerisinde K_{sat} değerlerinin arttığı ancak zamana bağlı olarak bu değerlerin azaldığı tespit edilmiştir.

Toprakların doymun koşullardaki hidrolik iletkenlik (K_{sat}) değerlerine ait ANOVA test sonuçlarına göre toprakların K_{sat} değerlerinde meydana gelen değişim üzerine uygulamaların, toprak çeşidinin ve örnekleme zamanının etkileri

istatistiksel açıdan $p < 0,001$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 10 ve 11'de K_{sat} değişkeni için sırasıyla uygulamalara ve zamana ait Duncan test sonuçları verilmiştir. Çizelge 10'a göre G1, G2 ve G1+PAM uygulamaları K_{sat} üzerine etkinlikleri bakımından istatistiksel olarak aynı bulunmuştur. En düşük K_{sat} değeri istatistiksel olarak diğerlerinden farklı olan kontrol saksıları için ve en yüksek K_{sat} değeri ise G2+PAM uygulaması yapılan saksılar için ölçülmüştür. Örnekleme zamanının K_{sat} üzerine etkinliği incelendiğinde 4. ve 8. ayın istatistiksel bakımdan aynı, 12. ayın ise ilk iki örnekleme zamanından farklı olduğu sonucu elde edilmiştir (Çizelge 11).

Hidrolik iletkenlik toprakların su iletim özelliği olup gözenekliliğin bir fonksiyonudur. Toprakların fiziksel özelliklerinin iyileştirilmesi organik materyallerin toprağa ilave edilmesi toplam porozitenin artmasını sağlamakta ve sonuçta hidrolik iletkenlik değerinin yükselmesini sağlamaktadır (Boparai vd., 1992). Barzegar vd. (2002), toprağa uyguladıkları çeşitli organik kökenli materyallerin uygulama dozları arttıkça, toprağın hidrolik özelliklerinde kontrole göre



Şekil 4. Uygulamaların toprakların Hidrolik iletkenlik kapsamlarında meydana getirdiği değişimler (SO: Kumlu toprak kontrolü, CO: Killi toprak kontrolü, G1: Gıdya birinci doz uygulaması, G2: Gıdya ikinci doz uygulaması, G1P: [G1+PAM], G2P: [G2+PAM])

Figure 4. Changes in hydraulic conductivity values of soils with applications (SO: Control for sandy soil, CO: Control for clayey soil, G1: First gıdya dose application, Second gıdya dose application, G1P: [G1+PAM], G2P: [G2+PAM])

önemli derecede artış saptamışlardır. Kum bünyeli topraklara organik madde ilavesi yapıldığında, iri boşlukları dolduran humus fraksiyonu, suyu tutabilecek büyüklükteki boşlukların oluşmasına katkıda bulunmaktadır. Ağır kil bünyeli topraklarda, mineral taneler arasındaki boşluklar ve aynı zamanda infiltrasyon oranı, hidrolik iletkenlik düşüktür. Organik maddeler taneleri birbirinden uzaklaştırarak ya da teksel kil tanelerini kümeleştirmek suretiyle, daha fazla su depolamasına yardım etmektedirler (Lal, 1979). Toprakların fiziksel özelliklerinin iyileştirilmesi için yeşil gübre veya bitki artıklarının toprakla karıştırılması organik maddenin gelişmesine toplam gözenekliliğin artmasına ve sonuçta hidrolik iletkenliğin artmasına katkıda bulunmaktadır (Tirlok vd. 1980; Boparai vd. 1992).

Kumlu ve killi topraklara uygulanan gıdya ve PAM'ın ölçülen değişkenlerde kontrole göre meydana getirdiği değişimler Çizelge 12'de sunulmuştur. Adı geçen çizelgeye göre düşük doz uygulamalarının bile killi topraklarda K_{sat} değerlerini yükseltmede başarılı olduğu görülmektedir. Genel olarak ise yüksek dozlar ölçülen değişkenlerde oransal olarak daha büyük değişimler meydana getirmekle birlikte Atterberg limitleri ve COLE'deki

değişimlerin kumlu topraklarda daha belirgin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Diğer taraftan toprağa uygulanan gıdya, özellikle PAM ile birlikte uygulanan yüksek dozlarıyla toprakların doğrusal uzama katsayılarını düşürmüş, hidrolik iletkenliklerini ve atterberg limitleri değerlerini yükseltmiştir. Uygulamaların etkinliği genel olarak zamana bağımlı değişkenlik göstermiştir.

Bu çalışmadan elde edilen bulgular, organik kökenli toprak düzenleyicilerin polimerler ile birlikte kullanıldıklarında, toprakların fiziksel özelliklerini iyileştirmede sadece organik atık ilavesine göre daha başarılı olacağını göstermiştir. Konunun daha iyi anlaşılması için farklı topraklar üzerinde denemeler yapılmasına ve değişik [organik atık x polimer] kombinasyonlarının denemelere konu edilmesine gereksinim bulunmaktadır. Bitki yetiştiriciliği altında denemeler yürütülmesi, farklı bitki, toprak ve ekolojik şartlar için en uygun dozun belirlenmesine katkı sağlayacak ve uygulamaların sonuçları tarımsal üretimin ekonomik göstergelerine olumlu yansıtacaktır. Ayrıca parsel koşullarında yürütülecek denemelerin sonuçlarına göre çiftçi düzeyinde tavsiyeler geliştirilmelidir.

Çizelge 10. Hidrolik iletkenlik değişkeni için uygulamalara ait Duncan testi sonucu

Table 10. Duncan test results for K_{sat} from applications

Uygulama	K_{sat} , cm sa ⁻¹ (Alt küme)		
	1	2	3
Kontrol	2,8750c		
G1		6,5467b	
G2		7,6183ab	7,6183ab
G1+PAM		8,2833ab	8,2833ab
G2+PAM			9,2350a
Sig.	1,000	0,085	0,107
HKO = 2,508	$\alpha = 0,05$		

Çizelge 11. Hidrolik iletkenlik değişkeni için örnekleme zamanına ait Duncan testi sonucu

Table 11. Duncan test results for K_{sat} from sampling time

Uygulama	K_{sat} , cm sa ⁻¹ (Alt küme)	
	1	2
12. ay	3,4750b	
8. ay		8,3880a
4. ay		8,8720a
Sig.	1,000	0,0501
HKO = 2,508	$\alpha = 0,05$	

Çizelge 12. Uygulamaların ölçülen değişkenler bakımından topraklarda kontrole göre meydana getirdiği değişimler

Table 12. Changes in measured variables with applications according to control

Toprak	Uygulama Değişken	Kontrole göre değişimler, %											
		4. Ay				8. Ay				12. Ay			
		G1	G2	G1 + PAM	G2 + PAM	G1	G2	G1 + PAM	G2 + PAM	G1	G2	G1 + PAM	G2 + PAM
Kumlu	COLE	-5	-8	-16	-21	-4	-7	-16	-20	-7	-12	-17	-22
	LL	7	13	18	24	10	8	16	25	2	3	20	26
	PL	1	28	31	36	7	24	37	38	15	16	18	39
	K_{sat}	111	116	134	206	107	129	134	147	7	8	20	24
Killi	COLE	-14	-16	-17	-27	-16	-17	-20	-25	-7	-20	-22	-24
	LL	2	14	17	18	10	12	14	22	7	10	14	21
	PL	6	6	17	23	13	14	16	18	13	34	35	38
	K_{sat}	1096	1465	1617	1770	945	1388	1634	1744	76	388	417	424

SONUÇLAR

Bu çalışmadan elde edilen bulgular, organik kökenli toprak düzenleyicilerin polimerleriyle birlikte kullanıldıklarında, toprakların fiziksel özelliklerini iyileştirmede sadece organik atık ilavesine göre daha başarılı olacağını göstermiştir. Konunun daha iyi anlaşılması için farklı topraklar üzerinde denemeler yapılmasına ve değişik [organik atık x polimer] kombinasyonlarının denemelere konu edilmesine gereksinim bulunmaktadır.

Bitki yetiştiriciliği altında denemeler yürütülmesi, farklı bitki, toprak ve ekolojik şartlar için en uygun dozun belirlenmesine katkı sağlayacak ve uygulamaların sonuçları tarımsal üretimin ekonomik göstergelerine olumlu yansıtacaktır. Ayrıca parsel koşullarında yürütülecek denemelerin sonuçlarına göre çiftçi düzeyinde tavsiyeler geliştirilmelidir.

KAYNAKLAR

- Barzegar A R, Yousefi A, Daryashenas A (2002). The Effect of Addition of Different Amounts and Types of Organic Materials on oil Physical Properties and Yield of wheat. *Plant and Soil*, 247: 295-301.
- Bhuiyan N I (2001). Application of integrated plant nutrition system (IPNS) in agriculture-Bangladesh experiences, Countr paper, September, Bangkok, Thailand, s.18-20.
- Boparai B S, Yadvinder S, Sharma B D (1992). Effect of Green Manure on Pyhsical Properties of Soil and Growth of Rice-wheat and maize-wheat Cropping System. *Agrophus*, 6: 95-101.
- Bryan R B (1992). The influence of some soil conditioners on soil properties: laboratory tests on Kenyan soil samples. *Soil Technologies*, 5(3): 225-247.
- Gezgin S, Dursun N, Hamurcu M, Harmankaya M, Onder M, Sade B, Topal A, Soylu S, Akgun N, Yorgancılar M, Ceyhan E, Ciftci N, Acar B, Gultekin İ, Isık Y, Seker C, Babaoğlu M, (2001). Determination of B Contents of Soils in Central Anatolian Cultivated Lands and its Relations Between Soil and Water Characteristics. *Boron in Plant and Animal Nutrition*. Edited by Goldbach et al., Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York.
- Gülser C, Candemir F (2004). Changes in Atterberg Limits with Different Organic Waste Applications. *International Soil Congress (ISC) on "Natural Resource Management for Sustainable Development"* June 7-10, Erzurum, Turkey.
- Hanay A (1992). Çöp kompostu uygulamasının toprakların kıvam limitleri ile bazı strüktür stabilite indekslerine etkisi üzerine bir araştırma. *Atatürk Üniv. Zir.Fak. Dergisi*, 23(1):29-38.
- Head K H (1984). *Manual of Soil Laboratory Testing*. Vol.1: Soil Classification and Compaction Tests. ISBN, 0-7273-1302-9. Biddles Ltd, Guildford, Surrey.
- Imbufe A U, Patti A F, Burrow D, Surapaneni A, Jackson W R, Milner A D 2005. Effects of potassium humate on aggregate stability of two soils from Victoria, Australia. *Geoderma*, 125: 321-330.
- Karabulut M, Cosun F (2009). Precipitation trend analyses in Kahramanmaraş. *Journal of Geographical Science*, 7(1): 61-83.
- Lal R (1979). Physical Properties and Moisture Retention Characteristics of some Nigerian Soils. *Geoderma*, 21: 209-223.
- Lal R, Kimble J M (1997). Conservation tillage for carbon sequestration. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 49: 243-253.
- Munsuz N, Akyıldız R (1979). Afşin-Elbistan Bölgesi Linyit Kömürü Havzası Gytja'larının Bölge Tarım Topraklarının Fiziksel Özelliklerine Etkileri Üzerine Bir Araştırma. TÜBİTAK Projesi Sonuç Raporu, Proje No: TOAG-301, Ankara.
- Özdemir N (1998). *Toprak Fiziği*. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fak.Ders Kitabı No:30.
- 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.
- 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.
- Sojka R E, Lentz R D (1994). Time for yet another look at soil conditioners. *Soil Science*, 158(4): 233-234.
- Sowers G F (1965). *Consistency. Methods of Soil Analysis*. Part I. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin U.S.A.
- Taban S, İbrikçi H, Ortaş İ, Kahraman MR, Orhan Y, Güneri A (2005). *Türkiye'de gübre üretimi ve Kullanımı*, Ankara, s.17.
- Tirlok S, Nagarajarao Y, Sadaphal M N (1980). Effect of Legumes on Physical Properties of Soil in Mixed Cropping with Maize. *Indian J. Argon*, 25(4): 592-599.
- Yakupoğlu T, Özdemir N (2006). Erozyona uğramış topraklarda organik atık uygulamalarının bazı mekaniksel özelliklere etkisi. *OMÜ Ziraat Fak. Dergisi*, 21(2):173-178.
- Yakupoğlu T, Yılmaz K, Demir, O F (2013). Some physico-chemical properties of gytja as a soil conditioner; removed from Afşin-Elbistan Coal Power Plant basin in Turkey. *International Conference on Environmental Science and Technology (ICOEST-2013)*, Eds: C. Özdemir, S. Şahinkaya, E. Kalıpçı, M.K. Oden. June 18-21, Urgup, Nevşehir, Turkey. Published on CD.
- Yurtseven N (1984). *DeneySEL İstatistik Metodlar*. Tarım ve Köy İşleri Bak. Köy Hizmetleri Gen. Müd. Toprak ve Düzenleyici Araş. Enst. Yayınları, Teknik Yayın No: 56, Ankara.