

Gülay YILMAZ¹
Huriye UYSAL²

¹ Dr., Menemen Toprak ve Su kaynakları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Menemen-İzmir / e-mail: gulay_g2000@yahoo.com

² Prof. Dr., Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Bornova-İzmir

Pva ve Pam Uygulamalarının Yüzey Akış ve Toprak Kaybı Üzerine Etkileri

The effects of pva and pam application on runoff and soil loss

Alınış (Received): 13.11.2009

Kabul tarihi (Accepted): 21.12.2009

Anahtar Sözcükler:

Polimer, yüzey akış, toprak kaybı, toprak agregatları, yapay yağmurlayıcı

Key Words:

Polymer, runoff, soil loss, soil aggregates, rainfall simulator

ÖZET

Toprak korunumuna ilişkin çok dikkat çeken alternatif yaklaşımlardan biri toprak stürüktürünü ve agregat stabilitesini iyileştirmek veya devam ettirmek için yapay polimerlerin toprağa uygulanmasıdır. Araştırmada, eğimli alanlardaki tarım topraklarından alınan 3 adet toprak örneğinde iyonik olmayan ve anyonik özellikte iki polimer düşük yoğunluklarda toprak yüzeyine uygulanmış ve böylece farklı polimer uygulamalarının yüzey akış ve toprak kaybı üzerine etkisini incelemek amaçlanmıştır. Bu çalışmada, toprak örneklerinin yerleştirildiği 30x45x5 cm boyutlarındaki parseller üzerine 1000 mg L⁻¹ ve 100 mg L⁻¹ yoğunluklarda (667 g da⁻¹ ile 66.7 g da⁻¹ oranlarında) PVA (polivinilalkol) ve PAM (poliakrilamid) yapay polimerleri uygulanmıştır. Polimer uygulamalarından 24 saat sonra parsellere yaklaşık 65 mm h⁻¹ yoğunlukta 60 dakika süreyle yapay yağış yağdırılmıştır. Deneme sonucu elde edilen verilere göre suya dayanıklı agregat yüzdesi daha yüksek olan toprakta polimer uygulamalarının daha etkili olduğu, bu etki oranının polimer çeşit ve dozlarına göre değiştiği belirlenmiştir. Özellikle, PVA yüzey akış ve toprak kaybında daha önemli azalmalara neden olmuştur. Yüzey akış ve toprak kaybını azaltmada 667 g da⁻¹ polimer oranının etkili olduğu belirlenmiştir.

ABSTRACT

One of the conspicuous alternative approaches concerning soil conservation is being applied of synthetic polymers to soil in order to improve or maintain of soil structure and aggregate stability. In the research, two polymers which is nonionic and anionic were applied in low concentrations to surface of three soil taken from sloping agricultural lands, and thus it was aimed to study the common effect of different applications of polymer on runoff and soil loss. In this study, PVA (polyvinylalcohol) and PAM (polyacrylamide) at 1000 mg L⁻¹ to 100 mg L⁻¹ concentration (667 g da⁻¹; 66.7 g da⁻¹) were applied on soil parcels of 30x45x5 cm dimensions. 24 hours after polymer applications, simulated rainfall with about 65 mm h⁻¹ intensity was applied on parcels during 60 minutes. According to the results. It was determined that polymer application was more effective on soil having high seconder aggregate percentage, and this effect changed depending on type of polymer and application rate of polymers. Especially, PVA caused to more important decreases in runoff and soil loss. In addition, it was also found that the polymer rate of 667 g da⁻¹ was effective to decrease runoff and soil loss.

GİRİŞ

Dünyamızda nüfus artışının büyük boyutlara ulaşması toprak ve su kaynaklarının en iyi şekilde korunmasını, geliştirilmesini ve en yüksek üretimin elde edilmesini zorunlu hale getirmektedir.

İnsanların toprak-bitki-su arasında var olan doğal dengeyi bozması sonucunda erozyon bütün dünyada olduğu gibi ülkemizde de önemli çevresel bir problem durumundadır. Ülkemizde su ve rüzgar erozyonu ile meydana gelen kayıplar çok büyük boyutlara ulaşmıştır. Genel alanın %89.77 kadarında su erozyonu problemi vardır. Problemin kaynağını insanın doğal kaynakları amaç dışı ve yanlış kullanması ve koruyucu doğal bitki örtüsünün yok edilmesi oluşturmaktadır.

Toprak korunumuna ilişkin son 20 yıldan buyana dikkat çeken alternatif yaklaşımlardan biri erozyona karşı toprağı daha dirençli yapmada yapay polimerlerin kullanımınıdır.

Polimerler toprak partiküllerini kümeleştirebilen adesif özelliklere sahip toprak düzenleyicileri olarak toprağı daha iyi stürüktür kazandırmak için kullanılmaktadır. Toprakta killer üzerinde polimerlerin adsorpsiyonu ile suya dayanıklılık sağlanmakta, adesif özellikleri sürdüren çözünemez kompleksler meydana gelmektedir (Schamp ve Huylebroeck, 1973). Toprak stürüktürünü ve agregat stabilitesini iyileştirmek veya devam ettirmek için kimyasal toprak düzenleyicilerinin toprağı uygulamaları yüksek su infiltrasyonunu sağlamada ve yüzey akış ile erozyonu azaltmada etkili olmaktadır. Hatta polimerik toprak düzenleyicilerin kullanımı ile toprak erozyonu en aza indirilebilmekte veya tamamen önlenilebilmektedir (Wallace ve Wallace, 1986).

Toprak yüzeyindeki stabil agregatlar yağmur damlalarının çarpmasıyla meydana gelebilecek parçalanmaya ve yüzey akış suyu ile taşınmaya daha dirençlidir. Agregat stabilitesini arttırmak ve kil dispersiyonunu önlemek toprak düzenleyicilerinin toprağı ilavesiyle sağlanabilmektedir (Levy, 1996).

Yapay polimerlerin, toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri, toprak mineralojisi, polimer özellikleri, polimerlerin uygulanma şekli ve dozlarına bağlı etkilerini ortaya koymak amacıyla yurt içinde ve yurt dışında çok sayıda araştırmalar yürütülmektedir. Yurt içinde yapılan bazı araştırmalarda da polimer uygula-

malarının erozyonla olan ilişkileri ortaya konulmuştur (Taysun ve ark., 1984; Uysal, 1986; Taysun, 1986; Uysal ve ark., 1995).

Uysal (1986), Rendzina, Kireçsiz Kahverengi ve Regosol topraklarda PVA uygulaması ile agregat stabilitesinde büyük artış sağlandığını ve nisbi olarak en büyük artışın kumlu bünyeli topraklarda olduğunu saptamıştır.

Uysal ve ark. (1995), 30x45x15 cm boyutlarındaki erozyon parsellerine yerleştirdikleri 6 adet toprak örneğine 1 ve 5 g L⁻¹ dozlarında hazırladıkları PVA ve PAM solüsyonlarını püskürtmüşler ve 24 saat sonra 64 mm saat⁻¹ yağış uygulamışlardır. PVA ve PAM'in yüzey akış ve toprak kayıplarını azalttığını, en iyi sonucun 5 g L⁻¹ uygulamalarından elde edildiğini bildirmişlerdir.

Polimerlerin etki oranının toprağıın kil içeriğı ve organik madde içeriğı ile değiştiğini belirten Wallace ve Wallace (1990), PAM kullanarak yaptıkları araştırmada, toprakta kil oranının yüksek olması durumunda daha yüksek PAM konsantrasyonuna gereksinim duyulduğu sonucuna varmışlardır.

Lentz ve Sojka (1996), yüksek aşınabilir özelliğıe sahip siltli tın bünyeli toprak üzerinde yürüttükleri bir araştırmada, farklı uzunluk (175-264 m) ve eğimlerde (0.5-7.0 %) hazırlanan karıklara farklı debilerde (13-38 L dak⁻¹), karık başlarından sulama suyuna kuru PAM'dan 0.3-0.7 kg ha⁻¹, solüsyon PAM'dan ise 1200-2400 g m⁻³ vermişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, kuru ve solüsyon halde uygulanan PAM'ın sediment kaybını % 70-94 azaltırken, infiltrasyonu ise % 15 arttırdığı saptanmıştır. Hem kuru hem solüsyon PAM uygulamaları arasında ise önemli bir fark bulunmadığı belirtilmiştir.

Lehrsch ve ark. (1996), Toprak agregat stabilitesi üzerinde PAM ve yağmurlama sulamada damla enerjisinin etkisini milli tın toprakta araştırmak amacıyla yürüttükleri çalışmada 10 kg ha⁻¹ ve 25 kg ha⁻¹ oranında PAM polimerinin solüsyon şeklinde püskürtülerek toprak yüzeyine uygulanmasından 7 ile 10 gün sonra parsellere 31 mm yağış (5 ve 15

Jkg⁻¹ damla enerjisi seviyesinde) uygulamışlardır. Araştırma sonucunda PAM'ın püskürtülerek toprak yüzeyine uygulanmasının agregat stabilitesini attırdığı ancak damla enerjisinin 15 J kg⁻¹ ve üzerinde olduğunda bu etkinin yetersiz kaldığı belirtilmiştir.

Espinosa ve ark. (2000), optimum uygulama metotları ve nemli ve kuru koşullar altında PAM polimerinin etkilerini saptamak amacıyla % 10 eğimde milli tın bünyeli toprakta hazırladıkları 1x1 m parseller üzerine 6.4 cm saat⁻¹ yapay yağmurlama uygulamışlardır. Bu çalışmanın konularını; tanık, kuru toprağa PAM solüsyonu, kuru toprağa kuru PAM, kuru toprağa solüsyon PAM + malç, nemli toprağa solüsyon PAM oluşturmuştur. Araştırma sonuçlarına göre, diğer konularla kıyaslandığında kuru toprağa kuru PAM uygulamasının yüzey akışı azaltırken, infiltrasyonu arttırdığı saptanmıştır. Ancak, toprak kaybının azaltılmasında en etkili uygulama ise kuru toprağa PAM solüsyonu + malç olmuştur. Bu uygulama ile sediment kaybında kontrole kıyasla %93 azalma saptanmıştır.

Peterson ve ark. (2002), laboratuvar koşullarında parsellere yerleştirdikleri milli killi tın bünyeli toprak örnekleri üzerinde yürüttükleri araştırmada besin külü, jips, PAM solüsyonu + besin külü, PAM solüsyonu + jips, granül PAM + jipsi toprak yüzeyine verdikten sonra 2 saat süre ile 70 mm saat⁻¹ yapay yağmurlama yapmışlardır. Araştırmacıların bildirdiklerine göre, PAM solüsyonu + jips konusunda yüzey akış % 35 azalırken, PAM solüsyonu + jips ve PAM solüsyonu + besin külü konularında ise toprak kayıpları % 74 ve 77 azalmıştır. Ayrıca PAM solüsyonu granül PAM uygulamasına göre yüzey akışların azalmasında etkili olurken, toprak kayıpları üzerinde istatistiksel önemde etkili olmamıştır.

Michelle ve ark. (2004), kuru ve solüsyon PAM, hydroseeding ve saman malçı uyguladıkları topraklara 1 saat kuru 30 dakika aradan sonra 30 dakika nemli olmak üzere 46 mm saat⁻¹ yapay yağmurlama yapmışlardır. Araştırmacılar, PAM uygulamalarının yüzey akış ve toprak kaybını azaltırken, infiltrasyonu

arttırdığını, bununla birlikte solüsyon halinde uygulanan PAM'ın daha ekonomik ve etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Teo ve ark. (2006), 30x30x12 cm parsellere yerleştirdikleri kumlu tın, milli kil ve milli tın bünyeli topraklara kuru ve solüsyon PAM (Superfloc A-836, C-492, Aerotil-D, Superfloc A-130) uyguladıktan sonra 5 cm saat⁻¹ ve 8.5 cm saat⁻¹ yoğunluklarda yapay yağmurlama yapmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre, PAM uygulamalarının yüzey akışla ve sıçrama ile meydana gelen sedimenti ve yüzey akışı azaltırken, infiltrasyonu arttırdığı saptanmıştır.

Majed ve ark. (2007), 10 ve 30 kg ha⁻¹ dozlarında hazırladıkları PAM'ı (Superfloc A-836 ve A-870), arazide ve doğal yağış koşullarında hazırladıkları parsellere (2x10m; %12 eğim) uygulamışlardır. Araştırmacılar, yüzey akış ve toprak kaybının A-836 uygulamasında tanığa göre, sırasıyla % 23 ve %35, A-870 uygulamasında ise, % 16 ve %8 oranında azaldıklarını bulmuşlardır. Uygulama dozlarının yüzey akışı çok fazla etkilememesine karşılık 30 kg ha⁻¹ uygulamasının toprak kayıplarını daha çok azalttığı saptanmıştır.

Yapay polimerlerin polimer özelliklerine, polimerlerin uygulanma şekli ve dozlarına, toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ve toprak mineralojisine bağlı etkilerini ortaya koymak amacıyla yapılan araştırmalar giderek artan bir önem kazanmaktadır.

Yapılan bu araştırmada, eğimli alanlardaki tarım topraklarından alınan 3 adet toprak örneğinde anyonik ve iyonik olmayan iki polimer tarımsal kullanım açısından ekonomik olabilecek düşük yoğunluklarda toprak yüzeyine uygulanarak, farklı polimer uygulamalarının yüzey akış ve toprak kaybı üzerine etkisini incelemek amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma materyali olarak kumlu tın bünyeye sahip 3 adet toprak örneği seçilmiş ve yapay polimerler olan polivinilalkol (PVA) ve poliakrilamid (PAM) kullanılmıştır.

Araştırmada kullanılan toprak örnekleri pulluk tabakasından alınmış ve bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla standart analitik metotlarla analiz edilmiştir. Araştırmada her üç toprak için, belirlenmiş bazı fiziksel ve kimyasal özellikler Çizelge 1'de verilmiştir. Toprak örneklerinde iskelet yüzdesi, toprak bünyesi, tarla kapasitesi, süspansiyon yüzdesi, dispersiyon yüzdesi, agregat stabilitesi ve perkolasyon analizleri yapılmış, analizlere dayalı olarak kil oranı, mil oranı, dispersiyon oranı, agregatlaşmış mil+kil yüzdesi ve erozyon oranı hesaplanmıştır. Aynı zamanda toprak kimyasal özelliklerinden pH, kireç, organik madde ve suda çözünebilir toplam tuz yüzdeleri saptanmıştır.

Laboratuvar koşullarında yürütülen denemede 30x45x15 cm boyutunda, alt kısmında bir drenaj borusu bulunan metal kap ile 30x45x5 cm boyutunda alt kısmında drenaj delikleri bulunan toprak kabı kullanılmıştır (Ben-Hur ve Keren 1997). Metal kap içerisine 7 cm kadar derinlikte kaba kum yerleştirilmiş, 5 cm derinlikteki toprak kabının tabanına ise ince tül bent bezi serildikten sonra 8 mm'lik elekten elenmiş hava kurusu toprak örnekleri yerleştirilmiştir. Araştırmada toprak parselleri üzerine 1000 mgL⁻¹ ile 100 mgL⁻¹ (667 g da⁻¹; 66.7 g da⁻¹) yoğunluklarında PVA ve PAM polimerleri solüsyon şeklinde püskürtülerek uygulanmıştır. Polimer uygulamalarından 24 saat sonra toprak kabı, metal kap üzerine yerleştirilmiş ve %9 eğim verilen erozyon parseline 2.50 m yükseklikten 1 saat süreyle 65 mmh⁻¹ yapay yağış uygulaması yapılmıştır.

Polimer solüsyonları toz haldeki polimerlerin saf suda maksimum 70 °C'ye kadar sıcaklıkta çözünmesiyle hazırlanmıştır (Stefanson, 1973; Uysal ve ark. 1995; 1996)

Yüzey akış örnekleri yağmurlama uygulamasının başlamasından itibaren 10'ar dakikalık zaman dilimlerinde alınmıştır. Yüzey akış kaplarında sedimentin çökmesinden sonra yüzey akış suyu uzaklaştırılarak kuru sediment ağırlıkları saptanmıştır. Aynı zamanda yağış süresince erozyon parsellerinden drene olan toplam su miktarları ölçülmüştür. Her bir denemede meydana gelen yüzey akış, toprak

kaybı ve drene olan su miktarları sırasıyla; lt m⁻²; g m⁻² ve lt m⁻² olarak hesaplanmıştır.

ARAŞTIRMA BULGULARI

Araştırmada kullanılan toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1'de, agregat stabilitesi analiz sonuçları ise Çizelge 2'de verilmiştir.

Toprak örneklerinde yapılan laboratuvar analiz sonuçları incelendiğinde araştırma topraklarında mil oranı değerleri 3.45 ile 3.60 olarak saptanmıştır. Toprakların stabil olup olmadıklarının belirlenmesinde göstergelerden biri olan mil oranı için kullanılan 2.5 sınır değerine göre (Taysun, 1984), toprak örnekleri bu değer üzerinde olduğu için stabil olmayan topraklar olarak tanımlanabilir. Araştırma topraklarının dispersiyon oranı değerleri sırasıyla; %35.80, %33.02, 37.04 olarak hesaplanmıştır. Toprakların erozyona karşı dirençlerinin belirlenmesinde dispersiyon oranı için verilen 15 sınır değerine göre (Akan, 1967), araştırmada kullanılan topraklar bu değer üzerinde olduğundan dispersiyon oranına göre de toprakların erozyona karşı dirençsiz oldukları anlaşılmaktadır.

Toprakların erozyona uğrama duyarlılıklarının belirlenmesinde bir diğer özellik olarak bilinen erozyon oranı için 10, sınır değeri olarak kabul edilmekte ve bu değer üzerinde bulunan topraklar erozyona uygun altındaki topraklar ise erozyona dirençli olarak sınıflandırılmaktadır (Akan, 1967). Bu araştırmadaki toprak örneklerinde erozyon oranı değerleri en düşük %83.71 ile 3 no'lu örnekte, en yüksek %96.58 olarak 2 no'lu örnekte saptanmıştır. Sınıflandırmaya göre her üç toprak örneği de sınır değer olarak verilen 10 değerinin üzerinde olduğundan erozyona karşı dirençsiz topraklar sınıfında yer almaktadır.

Agregatlaşmış mil+kil yüzdesi değerleri sırasıyla; 64.20, 66.98, 62.96 olarak hesaplanmıştır.

Araştırma topraklarının agregat stabilite değerleri sırasıyla; %19.34, % 32.15, %20.41 olarak saptanmıştır. Toprak örneklerinin 8-5 mm; 5-3.15 mm; 3.15-2 mm; 2-1 mm; 1-0.2 mm çaplı fraksiyonlara göre primer taneler ve

suya dayanıklı agregat yüzdeleri incelendiğinde (Çizelge 2), primer tanelerde 1-0.2 mm ile 2-1 mm, suya dayanıklı agregatlarda 1-0.2 mm çaplı, diğer bir ifadeyle küçük çaptaki fraksiyonların en yüksek miktarda olduğu görülmektedir. Tarım arazilerinde başat olan agregatların bakir alanlara oranla daha küçük olduğunu, tarım topraklarının agregat çaplarının küçülmesi ve stabilite-lerinin azalması ile erozyona karşı hassas bir yapı kazandıkları (Taysun 1986) belirtilmektedir. Gabriels ve ark. (1973), da büyük çaplı keseklerin erozyonu azalttığını belirtmişlerdir.

Araştırmaya alınan toprak örneklerinin saturasyon çamurunda ölçülen pH değerlerinin hafif asit ile kuvvetli asit olduğu, kireç kapsamı bakımından fakir, organik maddece çok fakir oldukları belirlenmiştir. Suda

çözünebilir toplam tuz konsantrasyonu, araştırma örneklerinde <0.030 olarak saptanmıştır.

Toprak örneklerinin perkolasyon değerleri sırasıyla; 1435.65, 694.70, 64.18 g10 dak⁻¹ olarak saptanmıştır.

Laboratuvar koşullarında yürütülen bu çalışmada polimer uygulaması yapılan parseller ile saf su uygulanan tanık parselde yağış uygulaması iki tekrarlı olarak yapılmış ve her konuya ait ölçüm sonuçlarının ortalamaları değerlendirilmeye alınmıştır.

Bir saat süreli yağış uygulaması sonunda toprak örneklerinde elde edilen yüzey akış başlama süreleri, toplam yüzey akış, toprak kaybı ve drene olan su miktarları Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 1. Toprak örneklerine ait bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.

Örn No.	İskelet (%)	Kum (%)	Mil (%)	Kil (%)	Toprak Bünyesi	Kil Oranı (%)	Mil Oranı (%)	Tarla kapasitesi (%)	Süspansiyon (%)	Dispersiyon Oranı (%)	Erozyon Oranı (%)
1	36.40	72.40	21.60	6.00	Kumlu Tın	15.67	3.60	15.00	8.52	35.80	89.50
2	18.79	72.40	21.60	6.00	Kumlu Tın	15.67	3.60	17.55	8.52	33.02	96.58
3	16.73	64.40	27.60	8.00	Kumlu Tın	11.50	3.45	18.08	12.52	37.04	83.71

Çizelge 1 (devam) Toprak örneklerine ait bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.

Örn No.	Agregatlaşmış mil+kil (%)	Agregat Stabilitesi (%)	Suda Çöz. Toplam Tuz (%)	pH	CaCO ₃ (%)	Organik Madde (%)	Perkolasyon Değeri (g/10 dak)
1	64.20	19.34	<0.030	5.22	0.26	0.98	1435.65
2	66.98	32.15	<0.030	5.83	0.22	0.34	694.70
3	62.96	20.41	<0.030	6.13	0.30	0.62	64.18

Çizelge 2. Toprak Örneklerinde Agregat Stabilitesi Analiz Sonuçları.

Örn. No	Primer Taneler (%)					Suya Dayanıklı Agregatlar (%)					Agregat Stabilitesi (%)		
	Çap Büyüklükleri					Çap Büyüklükleri							
	8-5 (mm)	5-3.15 (mm)	3.15-2 (mm)	2-1 (mm)	1-0.2 (mm)	Toplam	8-5 (mm)	5-3.15 (mm)	3.15-2 (mm)	2-1 (mm)		1-0.2 (mm)	Toplam
1	5.00	8.82	6.34	12.24	10.32	42.72	3.04	1.94	1.66	0.24	4.22	11.10	19.34
2	1.18	2.44	2.02	5.18	16.90	27.72	3.90	3.56	1.98	4.02	9.78	23.24	32.15
3	3.94	5.90	4.60	7.76	15.28	37.48	3.08	0.36	1.30	1.02	7.02	12.78	20.41

Çizelge 3'deki yüzey akış ve toprak kaybı değerleri, her 10 dakikalık yağış süresinde ölçülen yüzey akış ve toprak kayıplarının toplanması ile belirlenmiştir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Yapılan yağmurlama denemeleri sonucunda elde edilen yüzey akış ve toprak kayıpları üzerinde polimer çeşit ve dozlarının etkisi incelendiğinde (Çizelge 3), birinci doz olan 667 g da⁻¹ oranında yapılan polimer uygulamalarında (PVA1, PAM1) üç toprak örneğinde de yüzey akış ve toprak kaybını azaltmada her iki polimerin de önemli oranda etkili olduğu, ancak PVA'nın genel olarak PAM'a kıyasla daha fazla etki ettiği görülmektedir. Uysal ve ark. (1995), yaptıkları bir araştırmada organik maddece zengin olmayan topraklarda PVA'nın PAM'a göre yüzey akış ve toprak kaybını azaltmada daha etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Çizelge 3 incelendiğinde PVA1 dozunun uygulandığı deneme parsellerinde toplam yüzey akış ve toprak kaybı üzerine en fazla etki 2 no'lu toprak örneğinde görülmüş, tanığa göre yüzey akış % 69 ve toprak kaybı da %91 oranında azalmıştır. Böylece bu örnekte meydana gelen toplam yüzey akış ve toprak kaybı miktarları araştırmada elde edilen en düşük değerleri (9.96 L m⁻²; 20.52 g m⁻²) oluşturmuştur. PAM1 uygulaması yapılan deneme parsellerinde ise bu uygulama toplam yüzey akış ve toprak kaybı üzerine en fazla etkiyi yine 2 no'lu örnekte göstermiş, yüzey akış %50 ve toprak kaybı %81 oranında azalmıştır (Şekil 1; Şekil 2). Bu duruma, 2 no'lu örnekte toplam suya dayanıklı agregat yüzdesinin ve buna bağlı olarak da agregat stabilitesinin daha yüksek olmasının neden olduğu söylenebilir (Çizelge 2).

Diğer taraftan 2. doz (66.7 g da⁻¹) polimer uygulandığında, agregatlaşma özelliğine bağlı olarak aşınma daha dirençli olan 2 no'lu örnekte PVA2 ve PAM2 uygulamaları ve 1 nolu örnekte yalnızca PVA2 uygulaması yüzey akış ve toprak kaybını azaltma yönünde etkili olmuştur. Bu doz 3 nolu örnekte ise her iki polimer açısından etkisiz kalmış, yüzey akış ve toprak kaybında artış olmuştur (Çizelge 3). Polimer uygulamasından sonra yüzey akışta meydana gelen artışa, polimerin toprak stürüktürünü iyileştirme açısından yetersiz kalması ve küçük çaplı agregatlar arasında

kalan boşlukları tıkayarak doldurmasının neden olduğu söylenebilir. Pena ve ark. (1976) da polimer uygulamasından sonra yüzey akışta meydana gelen artışı, polimerin küçük çaplı agregatlar arasında kalan boşlukları doldurması ve suyun infiltrasyonunu kısmen azaltması ile ilgili olduğunu belirtmişlerdir.

Denemede aynı zamanda polimerlerin toprak yüzeyinde yaptığı etkiyi görebilmek için yağış uygulamasının başlamasından itibaren yüzey akışın başladığı ana kadar geçen süreler belirlenmiş ve Çizelge 3; Şekil 4'te verilmiştir.

PVA ve PAM'ın her iki dozunun da genel olarak toprak örneklerinde yüzey akışın başlama zamanını tanığa göre belirgin şekilde geciktirdiği görülmüştür. Yüzey akışın başlaması için geçen en kısa süreler 1 no'lu örnekte, 66.7 g da⁻¹ PAM uygulaması (PAM2: 6.8 dak.) ve sonra tanıkta (9.1 dak.) ölçülmüş. Yüzey akışın başlaması için geçen en uzun süreler 2 no'lu örnekte 667 g da⁻¹ PVA uygulamasında (PVA1:30.7 dak.) ve aynı dozda PAM uygulamasında (PAM1:25.9 dak.) meydana gelmiştir. Burada polimerlerin yüzey akışı geciktirmede 2 no'lu örnekte daha etkili olmasında, bu toprağın en düşük toplam primer tane yüzdesinin yanında en yüksek suya dayanıklı agregat yüzdesine sahip olması rol oynamıştır (Çizelge 2). Taysun (1986), PVA ile yaptığı bir araştırmada büyük çaplı agregatların fazla ve agregatlaşmanın iyi olduğu toprakta polimerin daha etkili olduğunu saptamıştır. Mausbach ve Shrader (1975), yüzey akışı başlatmaya yeterli enerjinin polimer uygulanmış keseklerde uygulama yapılmayan keseklerden çok daha büyük olduğunu belirtmişlerdir.

En kısa sürede yüzey akışın başladığı (1 no'lu örnek) parsellerde (PAM2 ve Tanık) en fazla yüzey akış ve toprak kaybı değerleri (37.02-33.86 L m⁻² 241.41-218.89 g m⁻²) ölçülmüştür. Diğer taraftan en uzun sürede yüzey akışın başladığı (2 no'lu örnek) parsellerde (PVA1 ve PAM1) en az yüzey akış ve toprak kaybı değerleri (9.96-15.94 L m⁻²; 20.52-40.74 g m⁻²) belirlenmiştir. Burada toprak stabilizerlerinin toprak stürüktürünü iyileştirme ve stürüktürü koruma üzerindeki etkisi (Helalia ve Letey, 1988; Ben-Hur ve Letey, 1989) görülebilmektedir. Yüzey akışın en geç başladığı parseller olan PVA1 ve PAM1'de (2 no'lu örnek) drene olan su değerleri en yüksek (27.67-19.61 L m⁻²) olmuştur (Çizelge 3, Şekil 3).

Çizelge 3. Araştırmadan elde edilen yüzeysel akış, toprak kaybı miktarları ve yüzdesel değişimleri.

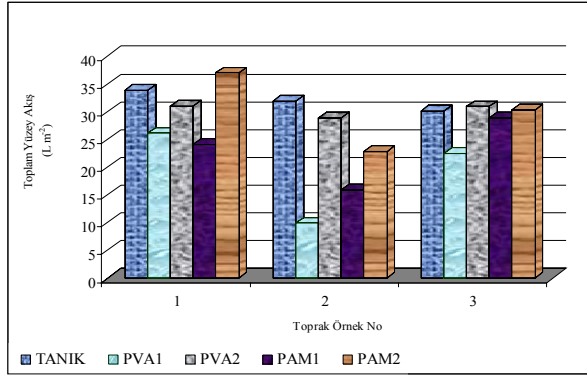
Örn.No	Konular	Yüzeysel Akış Başlangıç Süresi (dak.)	Toplam Yüzeysel Akış (L m ⁻²)	Toplam Toprak Kaybı (g m ⁻²)	Toplam Drene Olan Su (L m ⁻²)	Tanığa oranla değişim (%)		
						Yüzeysel akış başl. süresi	Yüzeysel Akış	Toprak Kaybı
1	TANIK	9.1	33.86	218.89	6.32			
	PVA1	11.8	26.13	90.26	11.38	+30	-23	-59
	PVA2	10.9	31.05	162.63	6.41	+20	-8	-26
	PAM1	14.7	24.04	95.30	8.33	+62	-29	-56
	PAM2	6.8	37.02	241.41	5.85	-25	+9	+10
2	TANIK	9.6	31.88	217.92	5.49			
	PVA1	30.7	9.96	20.52	27.67	+220	-69	-91
	PVA2	14.9	28.94	182.07	5.36	+55	-9	-16
	PAM1	25.9	15.94	40.74	19.61	+170	-50	-81
	PAM2	17.0	22.89	109.48	11.92	+77	-28	-50
3	TANIK	9.2	30.12	126.52	5.67			
	PVA1	21.3	22.44	46.89	15.92	+132	-25	-63
	PVA2	11.5	30.97	169.92	4.16	+25	+3	+34
	PAM1	16.8	28.88	84.59	7.91	+83	-4	-33
	PAM2	12.3	30.37	145.48	3.66	+34	+1	+15

PVA1: 667 g da⁻¹ PVA

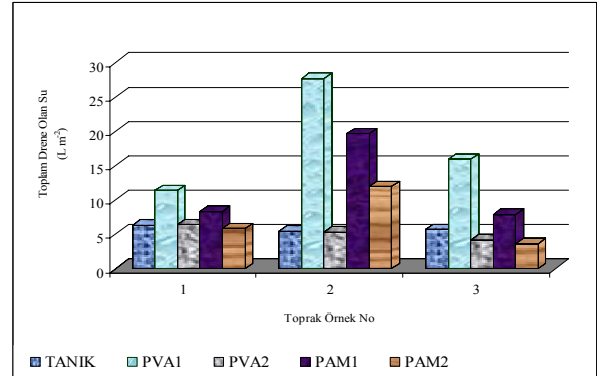
PVA2: 66.7 g da⁻¹ PVA

PAM1: 667 g da⁻¹ PAM

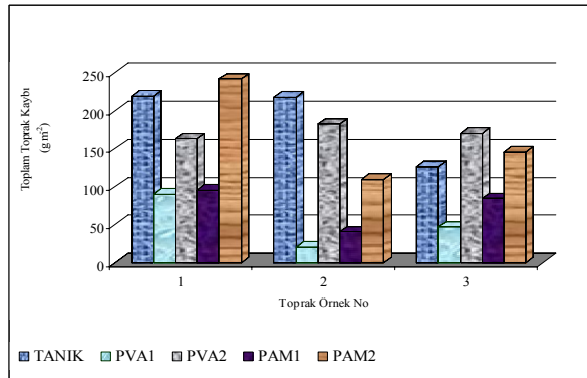
PAM2: 66.7 g da⁻¹ PAM



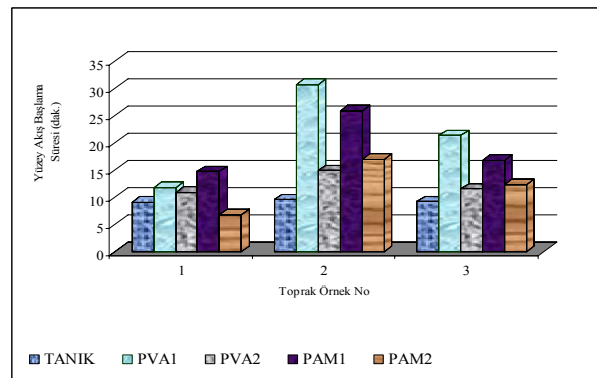
Şekil 1. Topraklarda yağış uygulamalarında deneme konularına göre yüzeysel akış miktarları (PVA1: 667 g da⁻¹ PVA / PVA2: 66.7 g da⁻¹ PVA PAM1: 667 g da⁻¹ PAM / PAM2: 66.7 g da⁻¹ PAM).



Şekil 3. Topraklarda yağış uygulamalarında deneme konularına göre drene olan su miktarları (PVA1: 667 g da⁻¹ PVA / PVA2: 66.7 g da⁻¹ PVA PAM1: 667 g da⁻¹ PAM / PAM2: 66.7 g da⁻¹ PAM).



Şekil 2. Topraklarda yağış uygulamalarında deneme konularına göre toprak kaybı miktarları (PVA1: 667 g da⁻¹ PVA / PVA2: 66.7 g da⁻¹ PVA PAM1: 667 g da⁻¹ PAM / PAM2: 66.7 g da⁻¹ PAM).



Şekil 4. Topraklarda yağış uygulamalarında deneme konularına göre yüzeysel akış başlangıç süreleri (PVA1: 667 g da⁻¹ PVA / PVA2: 66.7 g da⁻¹ PVA PAM1: 667 g da⁻¹ PAM / PAM2: 66.7 g da⁻¹ PAM).

Toprakta suya dayanıklı agregatların fazla ve agregatlaşmanın iyi olması, PVA ve PAM uygulamalarının yüzey akış ve toprak kayıplarını azaltmasında etkili olmuştur.

Araştırmada yüzey akış ve toprak kaybını azaltmada 667 g/da polimer oranının etkili olduğu belirlenmiştir. Bu dozun uygulanmasıyla şu sonuçlar elde edilmiştir;

- PVA ve PAM polimerlerinin her ikisi de yüzey akışın başlamasını tanığa göre geciktirmiş, yüzey akışın başlaması için geçen sürenin artmasıyla toplam yüzey

akış ve toprak kaybı tanığa göre azalmış, toplam drene olan su miktarı artmıştır.

- PVA yüzey akış ve toprak kaybında daha önemli azalmalara neden olmuştur.
- Polimer uygulamaları toprak kaybı üzerine yüzey akıştan daha fazla etkili olmuştur.

Sonuç olarak yapay polimerler ülkemizde ekonomik olarak elde edilebildikleri takdirde, toprak özellikleri de dikkate alınarak erozyon etkisi altındaki alanlara uygulandığında toprak ve su kayıplarını azaltmada etkili bir mücadele şekli olabilecektir.

KAYNAKLAR

- Akalan, İ., 1967. Toprak Fiziksel Özellikleri ve Erozyon, Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yıllığı, (3-4):490-503.
- Ben-Hur, M. ve J. Letey, 1989. Effect of polysaccharides, clay dispersion and impact energy on water infiltration, Soil Sci. Soc. Amer. J., 53, 233-238.
- Ben Hur, M. ve R. Keren, 1997. Polymer effects on water infiltration and soil aggregation, Soil Sci. Soc. Amer. J., 61, pp. 565-570.
- Espinosa, A.R., G.D. Bubenzer, ve E.S. Miyashita, 2000. Sediment and runoff control on construction sites using four application methods of polyacrylamide mix. National Conferance on Tools for Urban Water Reseource Management and Protection. 7-10 February 2000, Chicago. Pp: 278-283.
- Gabriels, D.M., W.C. Moldenhauer, and D. Kirkham, 1973. Infiltration, hydraulic conductivity, and resistance to water-drop Impact of clod bets as affected by chemical treatment, Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 37, 634-637.
- Helalia, A.M., and J. Letey. 1988. Cationic polymer effects on infiltration rates with a rainfall simulator, Soil Sci. Soc. Amer. J., 52, 247-250.
- Lehrsch, G. A., D.C. Kincaid, ve R.D. Lentz, 1996. Polyacrylamide sprayed on soil surface can stabilize soil aggregates. P. 533-538. In Erosion Control Technology-bringing it home. Proc. Of Conf. 27, Seattle, WA. 27 Feb.-1 Mar. 1996.
- Lentz, R.D., ve R.E. Sojka, 1996. Polyacrylamide application to control furrow irrigation-induced erosion. Proceedings of The 27th International Erosion Contra/Assoc. Conference. 421-430.
- Levy, G. J., 1996. Soil stabilizers, Soil Erosion, Conservation and Rehabilitation (ed M.Agassi), Marcel Dekker, Inc., 12, 267-299.
- Majed, A.J., A.S. Munjet, ve A. Jumah, 2007. Erosion control of arid land in Jordan with two anionic polyacrylamides. Arid Land Research and Management. 21(14): 315-328.
- Mausbach, M.J., ve W.D. Shrader, 1975. Influence of Surface Treatment of Selected Subsoil Materials on İnfiltration and Erosion, Soil Sci. Soc. Amer. Inc. Publisher Madison, Wiskonsin, USA, N: 7, 83-93.
- Michelle, L.S., S. Mostaghimi, A. Masters, K.A. Flahive, D.H. Vaughan, A. Mendez, ve P.W. McClellan. 2004. Effectiveness of polyacrylamide (PAM) in improving runoff water quality from construction sites. Journal of The American Water Resources Association. 40(1): 53-66.
- Pena, E.De.Lai, Gabriels, G.M., 1976, Evaluation of soil conditioners for protection of step slops from water erosion. Medelingen van de Faculteit Landbouwwetten schappen, Rijks Universiteit Gent., 41(1), 327-333.
- Peterson, J.R., D.C. Flanagan, ve J.K. Tishmack, 2002. Polyacrylamide and gypsiferus material effects on runoff and erosion under simulated rainfall. Transactions of The ASAE. 45(4): 1011-1019.
- Schamp, N., ve J. Huylebroeck, 1973. Adsorption of polymers on clays, J. Polym. Sci. Symp., 42, 553-562.
- Stefanson, R.C., 1973. Polyvinyl alcohol as a stabilizer of surface soils, Soil Sci., 115, 420-428.
- Taysun, A., 1984. Toprak ve Su Korunumu, Ege Üniv. Zir. Fak., Teksir No: 92-I.
- Taysun, A., F. Saatçı, ve H. Uysal, 1984. Topraklara PVA (polyvinilalkol) uygulamasının agregatlaşmaya etkisi üzerinde bir ön çalışma, Ege Üniv. Zir. Fak. Dergisi, No: 21/3, 27-33.
- Taysun, A., 1986. Gediz Havzasında Rendzina Tarım Topraklarında Yapay Yağmurlayıcı Yardımıyla Taşlar, Bitki Artıkları ve Polyvinil Alkol'ün (PVA) Toprak Özellikleri ile Birlikte Erozyona etkileri Üzerinde Araştırmalar, (Doçentlik Tezi), Ege Üniv. Zir. Fak. Yayın No: 474.

- Teo, J.A., R. Chittaranjan, ve S.A. El Swaify, 2006. Screening of polymers on selected Hawaii soils for erosion reduction and particle settling. *Hydrolic Process*. 20: 109-125.
- Uysal, H. 1986. Gediz Havzası Farklı Büyük Toprak Gruplarına Ait Su Erozyonu Etkisi Altındaki Eğimli Tarım Alanlarında PVA'nın Agregatlaşmaya Etkisi Üzerinde Araştırmalar, (Doktora Tezi).
- Uysal, H., A. Taysun, ve C. Köse, 1995. Kümeleşmeyi sağlayan bazı polimerlerin toprak özellikleri ile birlikte laboratuvar şartlarında erozyona etkileri, *İlhan Akalan Toprak ve Çevre Sempozyumu*, 7 (II), 101-111, Ankara.
- Uysal, H., A. Taysun, G. Yönter, ve G. Yolcu, 1996. Toprakların erosif özellikleri üzerine polivinilalkol'ün (PVA) etkileri, *I. Uludağ Çevre Müh. Semp.*, Bursa.
- Wallace, A., ve G. A. Wallace, 1986. Control of soil erosion by polymeric soil conditioners, *Soil Sci.*, 141, 363-367.
- Wallace, A., ve G.A. Wallace, 1990. Soil and crop improvement with water-soluble polymers, *Soil Tech.*, 3, 1-8.