

AŞINMIŞ TOPRAKTA TÜTÜN ATIĞI VE PAM UYGULAMASININ EROZYONA KARŞI DUYARLILIK İLE AZOT VE FOSFOR YARAYIŞLILIĞINA ETKİLERİ

Zekiye COŞKUN Nutullah ÖZDEMİR Elif ÖZTÜRK
O.M.Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Samsun

Geliş Tarihi: 01.03.2006

ÖZET: Bu çalışmanın amacı farklı düzeylerde aşınmaya uğramış bir toprağın özelliklerinin iyileştirilmesi ile domates bitkisi için yarayışlı azot ve fosfor kapsamına polyacrylamide (PAM) ve tütün atığı (TA) gibi çeşitli organik madde kaynaklarının etkilerinin belirlenmesidir. Araştırmada kullanılan toprak örnekleri Samsun yöresinde bulunan ve üzerinde tarım yapılan bir arazinin 0–20 cm derinliğinden alınmıştır. Araştırma konusu topraklar; ince bünyeli, düşük derecede organik madde içeriğine (%0.83–1.00) ve orta derecede alkali reaksiyona (pH, 8.0–8.1) sahiptirler. Bölünen bölünmüş parseller deneme desenine göre yürütülen çalışmada tütün atığı ve PAM düzenleyicileri topraklara kontrol dahil 4 farklı düzeyde ve üç tekerrürlü olarak uygulanmıştır. Dört haftalık inkübasyon periyodundan sonra bütün saksılarda domates bitkisi yetiştirilmiştir. Sonuç olarak organik madde uygulamasının aşınmış toprağın erozyon oranı değerini önemli ölçüde azalttığı, bitkilere elverişli azot ve fosfor miktarını ise artırdığı saptanmıştır. Uygulamaların etkinliği organik kaynağın çeşidine, uygulama dozuna ve toprak aşınım seviyelerine bağlı olarak değişmiştir. Tütün atığı erozyona karşı duyarlılık ile azot ve fosfor içerikleri üzerinde daha etkili olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Erozyon, organik düzenleyiciler, aşınabilirlik, azot, fosfor

EFFECTS OF TOBACCO WASTE AND POLYACRYLAMIDE TREATMENT ON ERODIBILITY, NITROGEN AND PHOSPHORUS AVAILABILITY IN THE ERODED SOIL

ABSTRACT: The objective of the study was to restore properties of a soil eroded in different levels and determine effects of various organic matter sources such as tobacco waste (TW) and polyacrylamide (PAM) to available nitrogen and phosphorus contents of tomato plant. Soil samples were taken from field soil (0-20cm depth) in Samsun. The soils have fine texture, low organic matter content (%0.83-1.00) and moderate alkaline reaction. The experiment was arranged in a randomized factorial block design with four different levels of organic matter sources and three replicates. After four weeks incubation period, tomato plant was grown in all pots. The results can be summarized as organic matter treatment decreased the erosion ratio value of the eroded soil and increased available nitrogen and phosphorus levels for plants. Effectiveness of the treatments varied depending on the types and doses of organic source and soil erodibility levels. Tobacco waste is more effective on erodibility, nitrogen and phosphorus contents.

Keywords: Erosion, organic conditioners, erodibility, nitrogen, phosphorus

1.GİRİŞ

Toprak erozyonu üretkenliği negatif yönde etkileyerek tarım arazileri için önemli bir tehdit oluşturmaktadır (Pimentel ve ark., 1995). Türkiye topraklarının yaklaşık 4/5' i erozyondan etkilenmiş olup bu alanlardaki düşük tarımsal üretim, önceki erozyon olayları ile ilişkilidir (Özdemir, 2002). Üreticiler erozyonla mücadele ve verimliliğin iyileştirilmesinde mekanik önlemler, organik ve inorganik düzenleyicilerin kullanılması gibi çok sayıda seçeneğe sahiptirler. Ancak fazla miktarda aşınmaya uğramış topraklarda büyük miktardaki ticari düzenleyici kullanımı aşınmaya uğramamış alanlar kadar üretimi artırmamaktadır (Olson, 1977; Mbagwu ve ark., 1984).

Izaurrealde ve ark. (1997), iki farklı toprakta yüzey toprağının yapay yolla uzaklaştırılmasının (0, 10 ve 20cm) ticari düzenleyici kullanımı ile restorasyonu ve ürün verimi üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar, üst toprağın taşınma derinliğinin artmasına bağlı olarak buğday veriminin ciddi şekilde azaldığı, N ve P ilavesinin aşındırılmış toprağın verimini artırdığı ancak ürünün benzer düzenleyici uygulamaları altındaki aşındırılmamış parsellerden elde edilen üründen düşük olduğunu belirlemişlerdir.

Zibilski ve ark. (2000), kağıt fabrikası atıkları uygulamasının toprak özellikleri ile organik karbon içeriği üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışmada toprak özelliklerinin olumlu yönde geliştiğini ve erozyona karşı dayanıklılığın arttığını ifade etmişlerdir.

Sojka ve ark. (2001), PAM uygulamasının etkilerini değerlendirmek üzere yaptıkları araştırmada PAM'ın sedimentle taşınan N, toplam P, pestisitler, yabancı ot tohumları ve yüzey akışta mikroorganizmaların kaybını azaltarak yüzey akış suyunun kalitesini artırdığını ve erozyon kontrolü sağladığını saptamışlardır.

Mokma ve Sietz, (1992), erozyona uğramış (fSL) alanlarda mısır dane verimindeki değişimi belirlemek üzere yürüttükleri çalışmada erozyon derecesi arttıkça, organik karbon miktarı azalırken kil içeriği, hacim yoğunluğu, toprak pH' sı ve Ap horizonu' nun KDK' sının arttığını ifade etmişlerdir. Beş yıllık dönemin sonunda aşırı derecede erozyona uğramış alanlarda mısır ürününün hafif derecede erozyona uğramış alanlardan %21 daha az olduğunu ve mısırdaki olgunlaşmanın erozyonun artmasıyla biraz geciktiğini belirtmişlerdir.

Florhinger ve ark. (2000), yaptıkları araştırmada toprakta 5, 10 ve 40 cm' lik yüzey tabakalarının uzaklaştırılmasının sorgum, yarfıstığı ve casava

bitkisinin verimliliği üzerine etkisini değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar iyi drenaj koşullarına sahip olan toprakta ürün verimlerinin üst toprağın uzaklaştırılması ile önemli derecede azaldığı ve düzenleyicilerin verimlilik kaybını telafi etmede yeterli olmadığını ifade etmişlerdir.

Barthes ve ark. (2000), doğal yağış koşullarında farklı yönetim uygulaması, eğim, yağış ve toprak yapısına sahip alanlarda yüzey toprağının (1–10 cm) agregat stabilitesi değerleri ile yüzey akış ve erozyon arasındaki ilişkileri incelemişlerdir. Araştırmacılar toprak işlemenin yoğunluğu ve süresi arttıkça, toprak yüzeyindeki örtü zayıfladıkça yıllık yüzey akış oranı ve toprak kaybının genellikle arttığını gözlemlemişlerdir.

Bu çalışma hafif, orta ve şiddetli derecede erozyona uğramış topraklarda tütün fabrikasyon atığı ve PAM uygulamasının toprağın erozyona karşı duyarlılığı ve toprakta bitkilere elverişli N ve P kapsamına etkilerini belirlemek üzere yürütülmüştür.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Bu çalışmada kullanılan topraklar Samsun İli sınırları içerisinde Kurupelit Beldesi Aşağı Aksu Köyü ile Ondokuz Mayıs Üniversitesi kampüsü arasında (36° 02' Doğu, 41° 19' Kuzey koordinatlarında) yer alan ve üzerinde tarım yapılan bir arazinin 0–20 cm derinliğinden alınmıştır. Örneklem yerinin seçiminde toprağın erozyona uğrama derecesi (toprağı oluşturan profilde meydana gelen değişimler) esas alınmıştır. Denemede kullanılan tütün atığı tek el Balıca sigara fabrikasından PAM ise ACROS (Belgium) firmasından temin edilmiştir.

Bölünen bölünmüş parseller deneme desenine göre sera koşullarında yürütülen çalışmada tütün atığı (%0.0, 2.0, 4.0 ve 6.0) ve PAM (0.0, 15.0, 30.0 ve 60.0 ppm) topraklara kontrol dahil dört farklı dozda ve üç tekerrürlü olarak uygulanmıştır. Toprak örnekleri 4 hafta süre ile sera koşullarında inkübasyona bırakılmış ve saksılar iki günde bir tartılarak kaybolan su miktarı kadar çeşme suyu yeniden ilave edilmiştir. İnkübasyon döneminden sonra her bir saksıya bir adet domates fidesi (cy Tore F1) dikilerek 102 gün süre ile sera koşullarında deneme yürütülmüştür. Bu sürenin sonunda bitkiler hasat edilerek toprak örnekleri elle parçalanıp analize hazır hale getirilmiştir.

2.2. Yöntemler

Topraklarda pH 1:2.5 toprak su süspansiyonunda cam elektrotlu pH metre (Rowell, 1996); elektriksel

iletkenlik cam elektrotlu elektriksel iletkenlik aleti (Bayraklı, 1987); organik madde Walkley-Black yöntemi (Nelson ve Sommers, 1982); kireç (CaCO₃) Scheibler Kalsimetre yöntemi (Kacar, 1994); katyon değişim kapasitesi Bower yöntemi (Kacar, 1994); tekstür Bouyoucos Hidrometre yöntemi (Demiralay, 1993); azot yaş yakma (Kacar, 1994); fosfor mavi renk (Olsen ve ark., 1954) metotları kullanılarak belirlenmiştir.

Erozyon oranı değerleri toprağın saf su içerisinde dispers edilmesinden önce ve dispers edildikten sonra silt+kil fraksiyonlarının hidrometre ile ölçülmesi, kil içerikleri ve nem eşdeğeri (santrifüj yöntemi) verilerinden yararlanılarak bulunmuştur (Ngatunga ve ark., 1984).

Araştırma sonucunda elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde TARİS bilgisayar paket programı ile çoklu karşılaştırma testlerinden yararlanılmıştır (Yurtsever, 1984).

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

3.1. Toprak Özellikleri

Toprakların deneme öncesi saptanan bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Bu verilerin incelenmesinden de anlaşılacağı üzere farklı düzeylerde erozyona uğramış (hafif, orta, şiddetli) alanlardan alınan araştırma konusu toprak örnekleri ince tekstürlü bir bünyeye sahip olup kil içerikleri %53.1–59.4, silt içerikleri % 26.0–31.75, kum içerikleri 13.1–15.15 arasında değişmektedir. Toprakların pH değerleri (1:2.5 toprak-su) 8.0–8.1 arasında değişmekte olup orta derecede alkali bir reaksiyona sahiptirler. Toprakların serbest kireç içeriği değerleri % 16.6–21.9, katyon değişim kapasitesi değerleri ise 21.4 – 37.4 me/100 g arasında değişmektedir.

Araştırma konusu topraklarda hafif, orta ve şiddetli derecede erozyona uğrama derecelerine paralel olarak kil içeriğinin, tuz içeriğinin, organik madde, toplam azot, bitkilere yararlı fosfor içeriklerinin azaldığı buna karşılık silt ve kireç içeriklerinin ise arttığı anlaşılmaktadır (Çizelge 1).

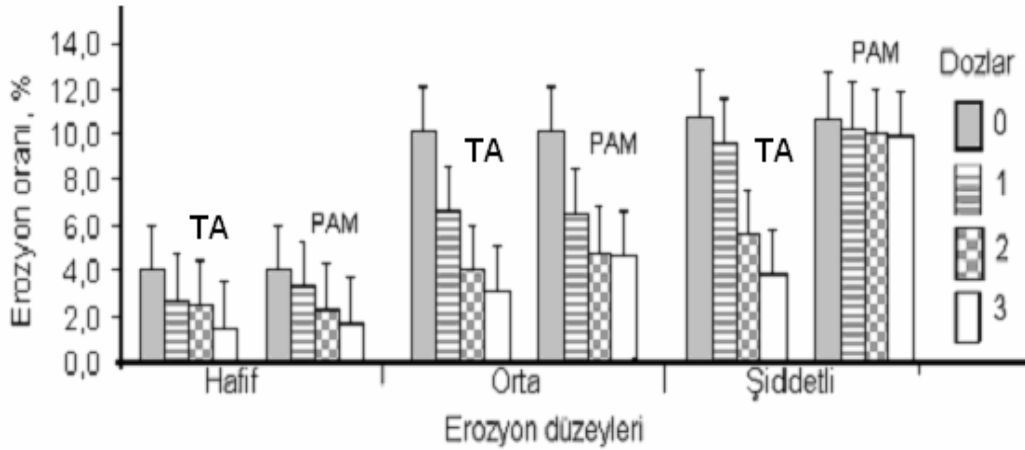
3.2. Erozyon Oranı

Farklı düzeylerde erozyona uğramış alanlardan alınarak tütün atığı ve PAM karıştırıldıktan sonra sera koşullarında domates bitkisi yetiştirilen toprak örneklerinde, bitkilerin hasadından sonra belirlenen erozyon oranı değerleri ile bu değerlerdeki değişimler Şekil 1'de verilmiştir. Bu verilerin incelenmesinden anlaşılacağı üzere topraklara ilave edilen düzenleyiciler çeşit, uygulama düzeyleri ve

Çizelge 1. Toprakların deneme öncesi bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Erozyon Düzeyi	pH (1:2.5)	OM %	Krç %	EC μ mos/cm	Kum %	Silt %	Kil %	KDK me/100g	N %	P ppm
Hafif	8.0	0.99	16.6	0.78	14.6	26.0	5.4	37.4	0.089	1.81
Orta	8.1	0.84	19.4	0.65	13.1	30.85	56.05	23.9	0.074	1.78
Şiddetli	8.1	0.83	21.9	0.64	15.15	31.75	53.1	21.4	0.062	1.70

OM: organik madde, Krç: kireç, EC: elektriksel iletkenlik, KDK: katyon değişim kapasitesi



Şekil 1. Topraklarda erozyon düzeyleri ile düzenleyicilerin çeşit ve dozlarına bağlı olarak erozyon oranı değerindeki değişimler

toprakların erozyona uğrama seviyelerine bağlı olarak erozyon oranı değerinde belirgin düşüşler sağlamıştır. Ortaya çıkan azalışlar uygulanan materyallerin düzeylerine bağlı olarak değişiklik göstermiş olup PAM uygulamasının yaptığı topraklarda erozyon oranı değerinde meydana gelen azalma tütün atığına oranla daha düşük seviyede gerçekleşmiştir

Erozyon oranı parametresi toprakların erozyona uğrama eğilimlerinin değerlendirilmesinde kullanılan bir kriter olup oran değeri % 10' dan küçük olan topraklar erozyona karşı dayanıklıdır (Lal, 1988). Bu sınır değer esas alınacak olursa, hafif derecede erozyona uğramış olan kontrol toprağın erozyona karşı dayanıklı, şiddetli ve çok şiddetli derecede erozyona uğramış olan kontrol topraklarının ise erozyona karşı dayanıksız (sınır değere yakın) oldukları ifade edilebilir. Yapılan uygulamalar dikkate alındığında tütün atığı ve PAM düzenleyicilerinin 1. dozdan sonraki uygulamalarının orta derecede erozyona uğramış toprakta indeks değerini verilen sınır değerinin altına düşürerek toprağın erozyona karşı dayanıklı hale gelmesini sağladığı anlaşılmaktadır. Şiddetli derecede erozyona uğramış toprakta tütün

atığı uygulamasının 1. dozundan sonraki uygulamaların toprakları dayanıklı hale getirdiği fakat aynı topraklarda PAM uygulamasının etkisinin önemli olmadığı saptanmıştır (Şekil 1).

Toprakların deneme sonundaki erozyon oranı değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları incelendiğinde erozyon seviyeleri ($p < 0.01$), düzenleyiciler (tütün atığı ve PAM) ($p < 0.01$) ve uygulama dozlarına ($p < 0.01$) ilişkin kareler ortalamasının etkileri önemli bulunmuştur (Çizelge 2). Bu sonuç, denemede kullanılan tütün atığı ve PAM ile uygulama düzeylerinin erozyon oranı üzerindeki etkilerinin farklı olduğunu ortaya koymaktadır. Varyans analizi sonuçlarından erozyon düzeyi x düzenleyici, erozyon düzeyi x doz, düzenleyici x doz ve erozyon düzeyi x düzenleyici x doz interaksiyonlarının da önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 2). Erozyon oranı değerinde kontrole göre saptanan ortalama azalışlar (%) incelendiğinde PAM ile elde edilen azalışların daha düşük düzeyde gerçekleştiği anlaşılmaktadır (Şekil 1).

Çizelge 2. Farklı düzeylerde düzenleyici karıştırılan toprakların erozyon oranı değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesap. F	Alfa tipi hata ihtimali
Tekerrür	2	0.1	0.0	0.97	0.46
ErozyonDüzeyi (A)	2	657.9	328.9	8449.13***	0.00
Hata 1	4	0.2	0.0		
Düzenleyiciler(B)	1	63.7	63.7	3074.39***	0.00
A*B	2	96.9	48.4	2336.04***	0.00
Hata 2	6	0.1	0.0		
Dozlar (C)	3	155.0	51.7	1698.98***	0.00
A*C	6	73.1	12.2	400.63***	0.00
B*C	3	54.2	18.1	593.61***	0.00
A*B*C	6	103.4	17.2	566.40***	0.00
Hata	42	1.1	0.0		
Genel	71	1205.6	17.0		

ön : önemsiz , * : %5 alfa seviyesinde önemli, ** : %1 alfa seviyesinde önemli, *** : %0.1 alfa seviyesinde önemli

Çizelge 3'deki LSD testi verilerden toprakların deneme sonundaki erozyon oranı değerlerinin, atıklar, dozların etkileri ve erozyon düzeyleri bakımından önemli derecede farklılık gösterdiği anlaşılmaktadır. Yapılan uygulamalar dikkate alındığında artan erozyon düzeylerinin deneme sonundaki erozyon oranı değerlerinin artmasına neden olduğu ve düzenleyici dozlarının artışına bağlı olarak toprakların erozyon oranı değerlerinin azalış gösterdiği anlaşılmaktadır.

Çizelge 3. Farklı düzeylerde düzenleyici karıştırılan toprakların erozyon oranı değerlerine ilişkin LSD testi analizi sonuçları ($p < 0.01$)

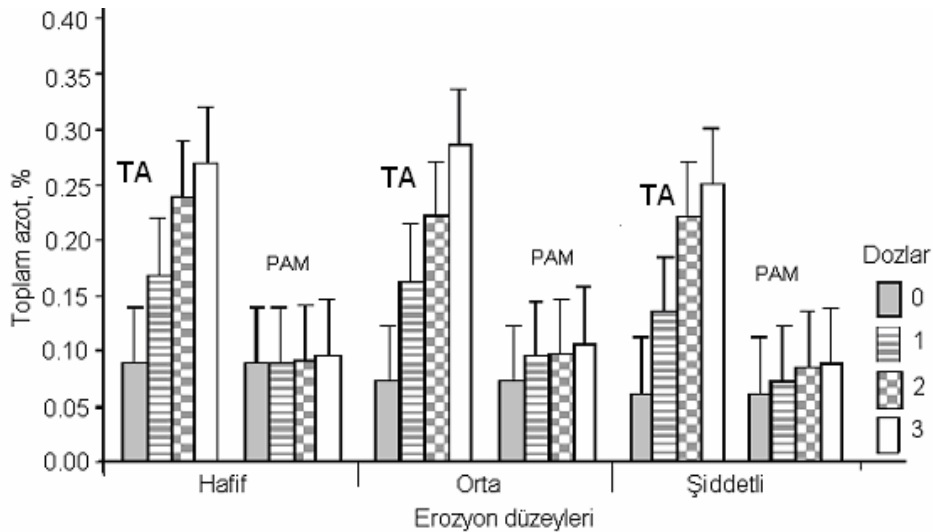
Erozyon düzeyleri	Hafif	Orta	Şiddetli	
Erozyon oranı LSD = 0.158	2.60a	6.22b	10.0c	
Atıklar	Tütün atığı		PAM	
Erozyon oranı LSD=0.083	5.33a		7.22b	
Düzyeler	0	1	2	3
Erozyon oranı LSD=0.118	8.31a	6.47b	6.15c	4.17d

3.3. Toplam Azot içeriği

Sera koşullarında domates bitkisi yetiştirilen toprak örneklerinde, deneme sonrasında belirlenen toplam azot içeriği değerleri ile bu değerlerdeki değişimler Şekil 2'de verilmiştir. Bu verilerin incelenmesinden anlaşılacağı üzere topraklara ilave edilen düzenleyiciler çeşit, uygulama düzeyleri ve toprakların erozyona uğrama seviyelerine bağlı olarak toplam azot içeriği değerinde belirgin artışlar sağlamıştır. Ortaya çıkan artışlar uygulanan materyallerin düzeylerine bağlı olarak değişiklik göstermiş olup PAM uygulamasının yapıldığı topraklarda çok daha düşük seviyelerde gerçekleşmiştir.

Toplam azot içeriği değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları incelendiğinde erozyon seviyeleri ($p < 0.01$), düzenleyiciler (tütün atığı ve PAM) ($p < 0.01$) ve uygulama dozlarına ($p < 0.01$) ilişkin kareler ortalamasının etkileri önemli bulunmuştur (Çizelge 4). Bu sonuç, denemede kullanılan tütün atığı ve PAM ile uygulama düzeylerinin bitki yetiştirme dönemi sonrasındaki toplam azot içeriği değerleri üzerindeki etkilerinin farklı olduğunu ortaya koymaktadır. Varyans analizi sonuçlarından erozyon düzeyi x düzenleyici, erozyon düzeyi x doz, düzenleyici x doz ve erozyon düzeyi x düzenleyici x doz etkileşimlerinin de önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 4).

Ortalama toplam azot içeriği değeri hafif derecede erozyona uğramış olan alana ait kontrol örneklerde % 0.089, orta düzeyde erozyona uğramış alana ait kontrol örneklerde % 0.074 ve şiddetli derecede erozyona uğramış olan alana ait kontrol örneklerde ise % 0.062 olarak belirlenmiştir. Bu durum muhtemelen erozyona bağlı olarak organik maddece zengin yüzey toprağının uzaklaşması ile ilgilidir (Özdemir 2002). Uygulamalara bağlı olarak toplam azot değerinde kontrole göre saptanan ortalama artışlar irdelendiğinde artışın toprakların erozyon düzeylerine göre farklılık gösterdiği ve PAM ile elde edilen artışların çok daha düşük düzeyde gerçekleştiği anlaşılmaktadır (Şekil 2). Uygulama dozlarının etkileri değerlendirildiğinde en yüksek artışın tütün atığı uygulamasının % 6 dozunda gerçekleştiği, orta ve şiddetli derecede erozyona uğramış olan alanlara ait örneklerde tütün atığı uygulamasının % 2'lik dozunun toplam azot içeriği değerlerini erozyona uğramamış alana ait toprağın düzeyine çıkardığı ve erozyon etkisini telafi ettiği görülmüştür.



Şekil 2. Topraklarda erozyon düzeyleri ile düzenleyicilerin çeşit ve düzeylerine bağlı toplam azot miktarındaki değişimler

Çizelge 4. Farklı düzeylerde düzenleyici karıştırılan toprakların azot içeriği değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesap. F	Alfa tipi hata ihtimali
Tekerrür	2	0.0	0.0	0.14	0.87
Erozyon düzeyi (A)	2	0.6	0.3	82.28**	0.002
Hata 1	4	0.0	0.0		
Düzenleyiciler(B)	1	16.2	16.2	7877.53***	0.00
A*B	2	0.1	0.0	11.68**	0.01
Hata 2	6	0.1	0.0		
Dozlar (C)	3	11.9	3.9	2067.39***	0.00
A*C	6	0.2	0.0	16.86***	0.00
B*C	3	7.7	2.6	1339.88***	0.00
A*B*C	6	0.1	0.0	4.67**	0.01
Hata	42	0.1	0.0		
Genel	71	36.8	0.5		

ön : önemsiz , * : %5 alfa seviyesinde önemli, ** : %1 alfa seviyesinde önemli, *** : %0.1 alfa seviyesinde önemli

Çizelge 5'deki LSD testi verilerinden toprakların deneme sonundaki toplam azot kapsamı değerlerinin, atıklar, dozların etkileri ve erozyon düzeyleri bakımından önemli derecede farklılık gösterdiği anlaşılmaktadır. Yapılan uygulamalar dikkate alındığında artan erozyon düzeylerinin deneme sonundaki toplam azot miktarının azalmasına neden olduğu ve düzenleyici dozlarının artışına bağlı olarak topraklardaki azot miktarının da artış gösterdiği anlaşılmaktadır (Çizelge 5).

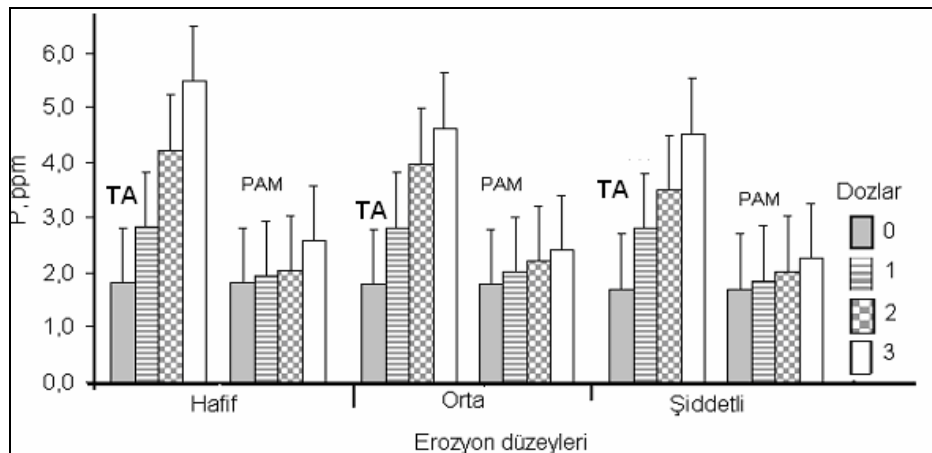
Çizelge 5. Toplam azot içeriği değerlerine ilişkin LSD testi analiz sonuçları (p<0.01)

Erozyon düzeyleri	Hafif	Orta	Şiddetli	
Toplam azot, % LSD=0.0004	0.141a	0.14b	0.121c	
Atıklar	Tütün atığı		PAM	
Toplam azot, % LSD=0.018	0.1812a		0.0863b	
Düzeyler	0	1	2	3
Toplam azot, % LSD=0.022	0.075a	0.120b	0.159c	0.182d

3.4. Bitkilere Elverişli Fosfor

Tütün atığı ve PAM uygulanan topraklarda deneme sonrasında belirlenen bitkiye elverişli fosfor içeriği değerleri ile bu değerlerdeki değişimler Şekil 3'de verilmiştir. Bu verilerin incelenmesinden anlaşılacağı üzere topraklara ilave edilen düzenleyiciler çeşit, uygulama düzeyleri ve toprakların erozyona uğrama seviyelerine bağlı olarak elverişli fosfor içeriği değerinde belirgin artışlar sağlamıştır. Ortaya çıkan artışlar uygulanan materyallerin düzeylerine bağlı olarak değişiklik göstermiş olup PAM uygulamasının yapıldığı topraklarda daha düşük seviyede gerçekleşmiştir (Şekil 3).

Bitkilere elverişli P içeriği değerleri hafif derecede erozyona uğramış olan alana ait kontrol örneklerde 1.85 ppm, orta düzeyde erozyona uğramış alana ait kontrol örneklerde 1.78 ppm ve şiddetli derecede erozyona uğramış olan alana ait kontrol örneklerde ise



Şekil 3. Topraklarda erozyon düzeyleri ile düzenleyicilerin çeşit ve düzeylerine bağlı elverişli fosfor miktarlarındaki değişimler

1.70 ppm olarak belirlenmiştir. Bu durum muhtemelen erozyona bağlı olarak yüzey toprağının uzaklaşması ile ilgilidir (Özdemir, 2002). Uygulamalara bağlı olarak bitkilere elverişli P değerinde kontrol göre saptanan ortalama artışlar (%) irdelendiğinde, artışın toprakların erozyon düzeylerine göre farklılık gösterdiği ve PAM ile elde edilen artışların düşük düzeyde gerçekleştiği anlaşılmaktadır (Şekil 3). Uygulama dozlarının etkileri değerlendirildiğinde en yüksek artışın tütün atığı uygulamasının % 6 dozunda gerçekleştiği, orta ve şiddetli derecede erozyona uğramış olan alanlara ait örneklerde tütün atığı ve PAM uygulamalarının 2. dozlarının elverişli fosfor değerini hafif derecede aşınmaya uğramış toprağın düzeyine çıkardığı ve erozyon etkisini telafi ettiği görülmüştür. Ancak araştırma konusu toprağın her üç erozyon düzeyinde de fosfor yönünden yetersiz olduğu ve yapılan uygulamaların toprağın fosfor düzeyini bitki yetiştiriciliği açısından uygun düzeye (8.0-25.0 ppm, Alparslan ve ark., 1998) çıkaramadığı saptanmıştır.

Toprakların deneme sonundaki elverişli fosfor içeriği değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları (Çizelge 6) incelendiğinde erozyon seviyeleri ($p < 0.01$), düzenleyiciler (tütün atığı ve PAM) ($p < 0.01$) ve uygulama dozlarına ($p < 0.01$) ilişkin kareler ortalamasının etkileri önemli bulunmuştur (Çizelge 6). Bu sonuç, denemede kullanılan tütün atığı ve PAM ile uygulama düzeylerinin bitki yetiştirme dönemi sonrasındaki elverişli fosfor içeriği değerleri üzerindeki etkilerinin farklı olduğunu ortaya koymaktadır. Varyans analizi sonuçlarından erozyon düzeyi x düzenleyici, erozyon düzeyi x doz, düzenleyici x doz ve erozyon düzeyi x düzenleyici x doz etkilerinin de önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 6).

Yukarıdaki LSD testi verilerinden toprakların deneme sonundaki bitkilere elverişli fosfor kapsamı değerleri bakımından, erozyon düzeyleri, düzenleyiciler ile dozların etkileri bakımından önemli derecede farklılık gösterdiği ve etki sıralamasının erozyon düzeyi ve düzenleyici dozuna paralellik gösterdiği anlaşılmaktadır (Çizelge 7).

Çizelge 7. Farklı düzeylerde düzenleyici karıştırılan topraklarda belirlenen elverişli fosfor içeriği değerlerine ilişkin LSD testi analizi sonuçları ($p < 0.01$)

Erozyon düzeyleri	Hafif	Orta	Şiddetli	
Fosfor, ppm LSD=0.0531	3.08a	3.58b	3.10c	
Atıklar	Tütün atığı		PAM	
Fosfor, ppm LSD=0.032	3.34a		3.16b	
Düzyeler	0	1	2	3
Fosfor, ppm LSD=0.0282	1.77a	2.66b	3.65c	4.94d

4. KAYNAKLAR

- Alparslan, M., Güneş, A., İnal, A., 1998. Deneme Tekniği. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayın No: 1501, Ders Kitabı. No: 455.
- Barthes, B., Azontonde, Boli, B. Z., Prat, C., Roose, E., 2000. Field-scale runoff and erosion in relation to topsoil aggregate stability in three tropical regions (Benin, Cameroon, Mexico). European Journal of Soil Sci. 51.485-495.
- Bayraklı, F., 1987. Toprak ve Bitki Analizleri. Ondokuz Mayıs Üniv. Yayınları, Yayın No:17, Samsun.
- Demiralay, İ., 1993. Toprak Fiziksel Analizleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:143, Erzurum.
- Florchinger, F.A., Leihner, D.E., Steinmuller, N., Muller-Saman, K., EL-Sharkawy, M.A., 2000. Effects of artificial topsoil removal on sorghum, peanut and cassava yield. Journal of soil and water Cons. 55.334-340.
- Izaurrealde, R.C., Solberg, E.D., Nyborg, M., Malhi, S.S., 1997. Immediate effects of topsoil removal on crop productivity loss and its restoration with commercial fertilizers. Soil and Tillage Research, 46: 251-259.
- Kacar, B., 1994. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri. Ankara Üni. Zir. Fak. Eğitim, Araş. ve Gel. Vak. Yay. No: 3.
- Lal, R., 1988. Soil Erosion Research Methods. Soil and Water Conservation Society, p, 141-153.
- Mbagwu, J.S.C., Lal, R., Scott, T.W., 1984. Effects of desurfacing of Alfisols and Ultisols in southern Nigeria, Soil Sci. Soc. Am. J. 48, 828-833.

Çizelge 6. Farklı düzeylerde düzenleyici karıştırılan topraklarda elverişli fosfor içeriği değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesap. F	Alfa tipi hata ihtimali
Tekerrür	2	46.7	23.3	0.53	0.63
Erozyon düzeyi (A)	2	38977.3	19488.6	438.92***	0.00
Hata 1	4	177.6	44.4		
Düzenleyiciler(B)	1	5723.4	5723.4	179.44***	0
A*B	2	76682.6	38341.3	1202.07***	0.00
Hata 2	6	191.4	31.9		
Dozlar (C)	3	999393.1	333131.1	19147.26***	0.00
A*C	6	56637.2	9439.5	542.55***	0.00
B*C	3	11280.9	3760.3	216.13***	0.00
A*B*C	6	55548.3	9258.1	532.12***	0.00
Hata	42	626.3	17.4		
Genel	71	1245284.7	17539.2		

- Mokma, D.L., Sietz, M.A., 1992. Effect of soil erosion on corn yields on Marlette soils in South Central Michigan, *Journal of Soil and Water Conservation* 47(4):325-27.
- Nelson, D.W., Sommers, L.E., 1982. Total Carbon, Organic Carbon and Organic Matter. In: A. L. Page(ed.) *Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties*, Agronomy Monograph No. 9, p. 539-580, ASA Inc., SSSA Inc., Madison, WI, USA.
- Ngatunga E.L.N., Lal, R., Uriyo, A.P., 1984. Effects of surface management on runoff and soil erosion from some plots at Mlingano, Tanzania, *Geoderma*, 33:1-12.
- Olsen, S. R., Cole, V., Watanabe, F. S., Dean, L.A., 1954. Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction With Sodium Bicarbonate, U. S. D. A.
- Olson, T.C., 1977. Restoring the productivity of a glacial till soil after topsoil removal. *J. Soil Water Cons.* 32: 130-132.
- Özdemir, N., 2002. *Toprak ve Su Koruma*. OMÜ Ziraat Fak. Yay. Ders Kitabı. No: 22.
- Pimentel, D., Harvey, C., Resosudarmo, P., Sinclair, K., Kurz, D., McNair, M., Crist, S., Shpritz, L., Fitton, L., kontrol Saffouri, R., Blair, R., 1995. Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits. *Science*, 267: 1117-1123.
- Rowell, D.L., 1996. *Soil Science Methods and Applications*. Wesley Longman Limited, Harlow. ISBN 0 582 087848.
- Sojka, R. E., Lentz, R.D., Shainberg, I., Trout, T. J., Ross, C.W., Robbins, C.W., Entry, J. A., Aase, J. K., Bjornesberg, D.L., Orts, W. J., Westermann, D. T., Morishita, D.W., Watwood, M. E., Spofford, T. L., Barvenik, F. W., (in press). 2001. Irrigating with polyacrylamide (PAM) nine years and a million acres of experience.
- Yurtsever, N., 1984. Deneysel istatistik metodlar. Tarım ve Köyişleri Bak. Köy Hizmetleri Gen. Müd. Toprak ve Düzenleyici Araş. Enst. Yayınları, Teknik yayın no: 56,169-181.
- Zibilski, L.M., Clapham, W.M., Rourke, R.V., 2000. Multiple applications of paper mill sludge in an agricultural system: Soil effect. *Journal of Environmental Quality*. Madison. 29: 1925-1932.