

Erozyon Tehdidi Altındaki Doğal Bir Merada Arıtma Çamurunun Ot Verimine Etkisi

Effect of Sewage Sludge on Herbage Yield in a Natural Pasture under Threatened by Erosion

Özet

Uluslararası çevre kurallarına göre Konya ekolojik şartlarında erozyonun hâkim olduğu Karapınar merasında yapılan araştırmada, atıksu arıtma çamurunun ot verimine etkisi pozitif olmuştur. Ancak projenin ağır metal değerleri ve risk faktörü dikkate alındığında tavsiye edilen arıtma çamuru dozu üç yılda bir kullanılmak şartı ile dekara 1 ton (kuru madde) olarak belirtilmiştir. Bu çalışmada, merada arıtma çamurunun uygulanmadığı (2014 yılı) verilerine göre yeşil ot verimi ortalaması 241.2 kg/da, kuru ot verimi ortalaması 117.2 kg/da olarak bulunmuştur. Merada toprakta ve bitkide ağır metal sınır değerleri ve zenginleşme faktörü dikkate alınarak tavsiye edilen doz, her üç yılda bir olmak üzere, D uygulamasında D1 dozunun (1 ton/da KM) uygulandığı parsellerde genel ortalama (2014-2017 yılları) itibari ile yeşil ot verimi D1 dozu için 406 kg/da, gölgede kurutulmuş kuru ot verimlerinde ise 200 kg/da olarak hesaplanmıştır. Önerilen her üç yılda bir olmak üzere, D1 dozunda (1 ton/da KM), merada yeşil ot veriminde ortalama olarak %68.32, kuru ot veriminde ise, %70.64 artış olduğu görülmüştür. Erozyonun aktif olduğu bozulmuş merada bu doz ve uygulamanın etkisi olumlu olarak bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Arıtma çamuru, mera, kuru ot verimi, erozyon


Sorumlu Yazar

Ramazan ACAR

racar@selcuk.edu.tr  0000-0002-3347-6537


Yazar

Osman MÜCEVHER

osman.mucevher@tarimorman.gov.tr  0000-0002-7709-2922

Yazar

Mehtap ÖZTEKİN

oztekinmehtap@yahoo.com  0000-0001-9755-5499

Yazar

Şükrü DURSUN

sdursun@selcuk.edu.tr  0000-0001-9502-1178

Yazar

Ayşen AKAY

aakay@selcuk.edu.tr  0000-0002-2541-0167

Yazar

Salih BİTĞİ

salihbitgi@hotmail.com  0009-0006-7459-1028

Yazar

Serap ULUTAŞ

serapulutas@dsi.gov.tr  0009-0005-5820-6604

Yazar

Serdar KOYUNCU

serdar.koyuncu@konya.bel.tr  0000-0002-4757-4680

Gönderilme Tarihi :

29 Ağustos 2024

Kabul Tarihi :

06 Aralık 2024

Abstract

In the research conducted in the Karapınar pasture, where erosion prevails in Konya ecological conditions according to international environmental rules, the effect of wastewater treatment sludge on grass yield was positive. However, considering the heavy metal values and risk factor of the project, the recommended treatment sludge dose is stated as 1 ton (dry matter) per decare, to be used every three years. In this study, according to the data (2014) where treatment sludge was not applied in the pasture, the average fresh grass yield was found to be 241.2 kg/da and the average dry grass yield was 117.2 kg/da. The recommended dose, taking into account the heavy metal limit values and enrichment factor in the soil and plants in the pasture, is applied every three years, and the green grass yield as of the general average (2014-2017) in the parcels where the D1 dose (1 ton/da DM) is applied in the D application. It was calculated as 406 kg/da for D1 dose and 200 kg/da for shade dried hay yield. At the recommended dose of D1 (1 ton/da DM), every three years, it was observed that there was an average increase of 68.32% in fresh grass yield in the pasture and 70.64% increase in dry grass yield. The effect of this dose and application was found to be positive in degraded pasture where erosion is active.

KeyWords: Sewage sludge, pasture, hay yields, erosion

1.Giriş

Meralar; hayvancılık açısından önemli olup, rüzgâr ve su erozyonu ile toprak kaybının önlenmesi ve ülke ekonomisine kazandırılması açısından büyük yarar sağlamaktadırlar. Bunun için mera ıslahı dahil gerekli planların uygulanması ve yasal düzenlemeler yapılmalıdır (Çepel, 2008). Orman ve diğer ekosistemlerle karşılaştırıldığında, otlakların ekolojik durumu hakkında nispeten daha az bilgi bilinmektedir. Küresel toprak sağlığındaki kriz, dünyada doğal ve yarı doğal otlakların yönetimleriyle de yakından ilgilidir. Doğal ve yarı doğal otlakların hem yok edilmesi hemde oluşturulması, bileşimleri, yenilenmeleri insan yönetiminden büyük ölçüde etkilenmiştir (Johnson vd., 2017). Arıtma çamurları ulusal ve uluslararası standartlara uygun, kontrollü ve bilinçli bir şekilde kullanıldıkları takdirde faydalı

kısmından toprak iyileştirme açısından biyokatı (gübre) toprağın organik madde bakımından zenginleştirilmesini sağlamaktır. Organik madde, suyu tutma gücü yüksek olduğundan erozyon önlemede önem arz etmektedir (Eyce, 1995). Organik madde; kumlu ve tınlı toprakta alınabilir su miktarını arttırmaktadır. Ayrıca organik madde ilavesi sonucu oluşan granüler toprak, sıkı ve su geçirmez toprağa göre bitkilere daha fazla su sağlar (Brohi vd., 1997). Gübreleme veya toprakta organik maddeyi arttırmak için farklı yöntemlerle özel alanlarda iyi bir kontrol ile arıtma çamurunun (biyokatı) da kullanıldığı bilinmektedir. Ancak bunun kurutulup işleminden geçmesi gerektiği, sağlık ve çevre açısından önemi unutulmamalıdır. Biyokatıların gübre olarak kullanılmasındaki başlıca değerler, buradaki besin maddelerinden yavaş alınabilir azot ve fosfordan ileri geldiği ifade edilmiştir (Ignatieff ve Page, 1965). Hakerler (1980), arıtma çamurunun (biyokatı) içeriği bölgeden bölgeye ve arıtma biçimine bağlı olarak değişmekle birlikte genellikle organik madde, azot ve fosforca zengin olduğu ve kontrollü olarak toprağa verilebileceğini bildirmiştir. Biyokatılar, ciddi bir şekilde zarar görmüş marjinal alanlarda toprağın yeniden üretken bir hale dönüştürülmesini sağlamak veya toprak erozyonunu engellemek üzere bitki örtüsü oluşturmak için kullanılmaktadır. Erozyonla oluşan toprak kayıpları uygulanan biyokatı miktarı arttıkça azalmaktadır. Bu etki biyokatının su tutması ve yüzey pürüzlülüğü oluşturmasının yanı sıra toprak agregasyonuna ve infiltrasyonuna olan olumlu etkisi ile açıklanmaktadır (Bilgin ve ark, 2002). Kumlu topraklarda ise bu malzemeler su tutma kapasitesini artırırken diğer taraftan da besin maddesi değişimine ve tutulmasına olanak sağlarlar. Ayrıca biyokatılar toprak mikroorganizmalarının sayısını ve etkinliklerini arttırmalar (EPA, 1994). Özellikle erozyon ile bozulmuş meralarda bitki örtüsü tesisinde ve mera bitki örtüsünün verimliliği üzerinde olumlu etkide bulunduğu, ancak bunun çevreyi tahrip etmeyecek şekilde ve ölçüde kullanılması gerektiği de belirtilmiştir (Altın vd., 2005; Altın vd., 2011). Kurak, karasal iklim bölgelerindeki ot topluluklarına genelde step formasyonu adı verilir. Ülkemizde gerçek step sahaları İç Anadolu ve Güney Doğu Anadolu'da yer alır (Günel, 2013). Buralarda mera toprağının fakirleşmesi sebebiyle botanik kompozisyon değişmekte ve bu şartlara uyum sağlayan düşük kaliteli verimsiz türler vejetasyonda yer almaktadır.

Bu yerlerde toprağın nemli olması ve toprak altına uygulanan gübrelemeden dolayı daha fazla yem üretildiği belirtilmiştir (Tan, 1989). Yıllık yağışın 250 mm'den aşağı olduğu Karapınar ve civarında kuraklık ve iklim değişikliğine bağlı vejetasyondaki değişiklik ve yok oluş daha belirgin kendini hissettirecektir. Bu anlamda gelecekte ülkemizde erozyon kontrolü ve suyun toprakta muhafaza edilmesi üzerinde durulması gereken önemli konulardan birisi olacaktır (Acar ve Mülayim, 2008). Bu çalışma, Karapınar-Konya ekolojik şartlarında erozyon tehdidi altındaki bir doğal merada, farklı arıtma çamuru dozları (0, 1, 2, 4 ve 8 ton/daKM) ve uygulama şekillerinin (toprak yüzeyine serpm ve toprağın 0-5 cm'lik tabakasına tırmıkla karıştırma) ot verimine etkisini araştırmaktır.

2. Materyal ve Metot

Materyal

Karapınar Çölleşme ve Erozyon Araştırma Merkezi arazisi dışı ve erozyona uğramış, zayıf, kırılmalı yapı

bozunmuş Yenice Mera arazisinde etrafı tel çitlerle çevrilerek deneme yeri kurulmuştur. Bölgenin iklimi yarı-kurak karasal olarak tanımlanır ve yazları kurak ve sıcak, kışları soğuk ve yağışlıdır. Kar yağışının büyük bir kısmı ocak ve şubat aylarında meydana gelmektedir. Ortalama yağış 275 mm'dir ve yağışın %40'ı kış aylarında olmaktadır. Temmuz ayından eylül ayına kadar olan yağış, ortalama 15 mm'dir (Şimşekli, 2012). Proje sahasında yaz aylarındaki yüksek sıcaklık, yıl boyunca toprak profilindeki düşük nem topraktaki organik madde miktarının azalmasına ve sonuçta toprakların fiziksel ve kimyasal kalitesine olumsuz etki etmektedir (Bot ve Benites, 2005). Sıcaklık farkı nedeniyle vejetasyonda oluşan azalmalar toprağa olan organik madde döngüsünün azalması nedeniyle bozunum, çölleşme ve sonuçta rüzgâr erozyonunu artırıcı rol oynamaktadır. Yağışların yıl içerisinde dağılışı ve miktarının, toprak nemi, bitki verimliliği ve toprak organik madde miktarı açısından önemi büyüktür. Araştırma yerinin 5 yıllık aylık toplam yağış, ortalama sıcaklık, nispi nem ve rüzgâr hızı verilerine ait değerleri ise aşağıda verilmiştir (Tablo 1, 2, 3, 4) (MGM, 2018).

Tablo 1. Karapınar aylık toplam yağış verileri

Aylık toplam yağış (mm) (2013-2017)													
Yıl	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam (mm)
2013	21.2	43.4	9.4	57.4	33.4	24.4	2.4	0.6	12.8	15.2	12	7.6	239.8
2014	40.4	18.4	47.2	3.2	18.4	26	0	9.8	17.2	48.2	33.8	29.8	292.4
2015	13.2	24.9	45.4	16.6	28	46.4	0	5.2	0.8	3.6	1.6	0.6	186.3
2016	25.8	0.4	28	4.6	27.6	19.2	0.4	0.2	20.6	0.2	13	100.0	240.0
2017	12.2	2.2	11.8	39.8	33	15.6	0	29.4	0	26	63.8	15.8	249.6
Ortalama	31.8	24.3	26.4	25.5	28.1	23.4	6.4	5.6	9.1	24.0	23.2	42.1	270.5

Tablo 2. Karapınar aylık ortalama sıcaklık verileri

Aylık ortalama sıcaklık (°C) (2013-2017)													
Yıl	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
2013	2.1	5.3	7.5	11.4	17.7	20.7	22.3	22.1	17.1	8.8	7.6	-3.8	
2014	2.5	4.0	7.8	13.3	16.6	20.0	24.5	24.5	18.9	12.2	5.3	5.5	

2015	0.8	2.9	6.8	8.9	16.1	18.8	22.9	24.1	21.3	14.1	6.6	-1.9
2016	0.0	6.5	7.7	14.2	16.0	21.8	24.0	24.4	17.5	13.1	5.0	-2.3
2017	-3.3	0.0	6.8	10.7	15.5	19.8	24.3	23.4	20.5	11.6	5.7	4.3

Tablo 3. Karapınar aylık ortalama nispi nem verileri

Aylık ortalama nispi nem (%) (2013-2017)												
Yıl	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
2013	77.0	69.9	58.8	64.1	51.3	41.9	38.5	37.6	44.4	58.4	67.9	81.8
2014	79.7	63.9	60.0	46.2	50.6	47.8	37.0	39.1	52.9	67.8	73.0	79.7
2015	78.6	73.0	67.5	59.5	53.4	61.6	40.9	44.6	41.0	64.2	61.2	81.7
2016	75.4	65.1	54.7	42.1	55.6	44.7	36.7	38.5	48.3	48.5	57.4	82.6
2017	83.2	73.0	64.9	55.0	56.7	55.3	35.7	48.0	35.4	53.1	72.8	70.7

Tablo 4. Karapınar aylık ortalama rüzgâr hızı verileri

Aylık ortalama rüzgâr hızı(m/s) (2013-2017)												
Yıl	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
2013	2.5	2.1	2.3	1.9	1.7	2.1	2.4	2.1	1.7	1.7	1.2	1.2
2014	1.4	1.6	2.3	2.4	2.2	2.0	2.0	1.9	1.9	1.5	1.3	1.8
2015	2.1	2.3	2.3	2.4	1.9	1.9	2.2	2.0	1.5	1.5	1.6	1.1
2016	2.6	2.4	2.4	2.3	2.2	2.0	2.4	2.1	1.8	1.5	1.6	1.8
2017	2.1	1.8	2.2	2.1	2.3	1.9	2.3	2.1	1.6	1.8	1.7	2.3

Karapınar yağış verileri (2013-2017 yılları) incelendiğinde, 2016 yılında aralık ayındaki kar yağışı (100 mm)haricinde yıllık toplam yağış 140 mm yağış olduğu görülmektedir. 2016 yılı kar yağışı haricinde oldukça kurak bir yıl olmuştur. Yıllık toplam yağış en fazla 2014 yılı (292.4 mm) akabinde 2017 yılı (249.6 mm) olarak dikkat çekmektedir.

18.11.2013 tarihindemeralardan toprak örnekleri alınmıştır. Arazide deneme yerinin kurulacağı alanın ön etüt arazi tespiti sonucunda, toprak yapısı, bozunmuş mera

olarak, düz ve en uygun yer olarak kumlu tınlı Yenice Merası seçilmiştir (Tablo5). Özellikle arıtma çamurlarının toprakta kullanımı yönetmenliğine uygun bir şekilde kumlu tınlı bir toprak yapısı seçilmiştir. Deneme yeri toprak özelliklerinin toprak reaksiyonun orta alkali, tuzluluk sorunun olmadığı, organik maddece çok az, kireç sınıfı açısından marn kireç toprağı, bitki tarafından alınabilir fosforun yetersiz ve bitki tarafından alınabilir potasyumca yeterli olduğu görülmektedir (Tablo 6).Projenin, 23.05.2014 tarihinde, uygulanacağı alanın etrafının beton tel çit ile çevrilmesi işlemleri gerçekleştirilmiş, parselizasyon çalışması yapılmıştır.

Tablo 5. Deneme alanının toprak örneklerinin bünye sınıflaması

Sn	Mevki	Koordinat	%Kum	%Kil	%Silt	Sınıfı
1	Yenice Merası	N 37.6512304, E 33.4628130	68.45	13.55	18.00	SL

Tablo 6. Deneme alanının toprak özellikleri

Toprak derinlik (cm)	Suyla doygunluk (%)	pH	Elektriksel iletkenlik-EC (dS/m)	Organik madde (%)	Bitki tarafından alınabilir fosfor (mg/kg)	Bitki tarafından alınabilir potasyum (mg/kg)	Kireç-CaCO ₃ (%)
0-5	37.68	7.71	0.25	0.61	9.88	147.65	61.37
5-10	37.48	7.84	0.21	0.49	5.51	133.78	60.73
10-20	38.25	7.80	0.23	0.58	3.71	165.65	58.47

Projede materyal olarak kullanılan susuzlaştırılmış arıtma çamuru, proje ortaklarından olan Konya KOSKİ Genel Müdürlüğü ile de protokol gereği, arıtma çamurunun analizi için 2 adet örnek, 18.08.2014 tarihinde, TÜBİTAK

MAM Çevre Enstitüsü Laboratuvarına gönderilmiştir. Bu örneklerin 14.10.2014 tarihli analiz sonuçları, 03.08.2010 tarihli Arıtma Çamurlarının Toprakta Kullanımı Yönetmeliğine uygun olduğu görülmüştür (Tablo 7).

Tablo 7. Arıtma çamuru analiz sonucu (TÜBİTAK MAM ÇE-14.10.2014 tarihli)

T.C. Konya BŞB. KOSKİ Atıksu Arıtma Tesisi 1 ve 2 no arıtma çamur örnekleri analiz sonuçları, sınır değerleri ve analiz yöntemleri				
Parametre / Örnek	Arıtma Çamuru		Sınır Değer	Analiz Yöntemleri
	1 no'lu	2 no'lu		
Kurşun (Pb mg/kg fırın kuru madde)	56.2	47.06	750	EPA 6020 A (ICP-MS)
Kadmiyum (Cd mg/kg)	8.13	8.52	10	
Krom (Cr mg/kg)	500	598	1000	
Bakır (Cu mg/kg)	298	261	1000	
Nikel (Ni mg/kg)	175	165	300	
Çinko (Zn mg/kg)	1735	1534	2500	
Civa (Hg mg/kg)	0.617	0.596	10	TS 2537 EN 1483
Azot (TKN mg/kg)	27669	25483		SM-4500-N _{org} B
Fosfor (P mg/kg)	10297	9834		Yaş yakma (Olsen vd.)
PCB (mg/kg)	<0.1	<0.1	0.8	EN 12766
PCDD/F (ng TE/kg kuru madde)	0.183	0.44	100	TS EN 1948/2-3
pH	6.71	6.73		TS 8332 ISO 10390
C/N (%)	7.12	7.23		D.13.Y.04.24 (İç yöntem)

Nem (%)	72.57	38.29		TS 9546 EN 12280
Kuru Madde (%)	27.43	61.71		
Yanma (kızdırma) Kaybı, Organik Madde (770 °C'de) (%)	51.1	43.27	> 40	TS EN 12879
İletkenlik (dS/m)	2.63	3.8		ISO 11265
E.Coli (EMS/g)	1.8 E + 05 kob/g	1.9 E + 06 kob/g	en az 2 Log10 (%99)	ISO 16649-2

Metot

Projede, 15.08.2014 tarihinde Konya Evsel Atık su Arıtma Tesisinde, çamur susuzlaştırma ünitesinden çıkan stabilize arıtma çamurları etrafı çevrili U şeklinde beton lagünlere ince tabaka halinde serilmiştir. Yığının farklı noktalarından örnekler alınıp analiz için TÜBİTAK MAM Çevre Araştırma Enstitüsüne gönderilmiştir. Analiz işlemleri sonucu yönetmenliğe uygun olan stabilize evsel nitelikli arıtma çamuru yığının belli periyotlarda karıştırıcı kepçe makinesiyle alt üst edilmesi ve silindirle ezilmesi işlemleri ve güneşte açık yığında kurutulması işlemleri 2 ay boyunca devam etmiştir. Bu şekilde kurutma yöntemiyle arıtma çamurunun kuru madde oranı, %25 KM'den %80 KM'lere çıkartılmıştır. 23.10.2014 tarihinde Konya Merkezden Karapınar'daki proje alanına arıtma çamuru materyalinin nakliyesi gerçekleştirilmiştir. Arıtma çamurunun rotatiller makinesiyle öğütme / parçalama işlemleri ve 10 mm elek aralığında eleme işlemleri yapılarak kullanıma hazır biyokatı materyali yığınları oluşturulmuştur. 03-07 Kasım 2014 tarihlerinde, projede deneme deseni planında belirtildiği üzere arıtma çamurunun nem muhtevasına göre her parseldeki doz uygulaması, %100 kuru madde (KM) üzerinden gerçekleştirilmiştir. Arazi erozyona uğramış mera toprağında denemede arıtma çamurunun uygulaması esasında insan sağlığı açısından koruyucu eldiven, maske, çizmeler kullanılmıştır.

Arıtma çamurlarının dozları, 0 (Kontrol), 1, 2, 4 ve 8 ton/da (KM) (Arvas ve vd., 2007) olacak şekilde,

1) Toprağın 0-5 cm.'lik tabakasına tırmıkla karıştırma işlemi (D ana konusu),

2) Toprak yüzeyine serpme işlemi, (S ana konusu),

2 ana konuda, 4 tekerrürlü, 5 dozda toplam 40 parselde deneme deseni planı uygulanmıştır. Deneme parsel ölçüleri 8 mx10 m = 80 m²'lik bir alanda ve her parsel arası boşluk 1.5 m olacak şekilde yan yana ve Bloklar arası boşluk 2.5 m olarak ayarlanmıştır. Yüzeye serpme işlemi (S konusu) olan parsellerde biyokatı homojen bir şekilde dağılımı yapılmıştır, Karıştırma işlemi (D konusu) olan parsellerde tırmıkla homojen bir şekilde dağılımı yapıldıktan sonra toprağın 0-5 cm derinliğine karıştırılması işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Deneme "Tesadüf Bloklarında Bölünmüş Parseller Deneme Desenine" göre 4 tekerrürlü ve çakılı olarak yürütülmüştür. Projede arıtma çamurunun (biyokatı) uygulaması yapılmadan önce parsellerden 2014 yılı haziran ayında bitki etüt çalışması, Ekim ayında fiziksel ve kimyasal analiz toprak örnekleme işlemleri gerçekleştirilmiştir. 2014 yılı (kontrol yılı) erozyona uğramış ve bu yüzden bozunmuş meranın doğal verileridir. Arıtma çamur uygulaması 2014 yılı Kasım ayında tek bir defada uygulanmıştır. Akabinde arıtma çamurunun uygulaması sonrası 3 yıl boyunca (2015, 2016 ve 2017 yılları haziran aylarında) etkileri gözlemlenmiştir. Doğal merada uygulanan projede parsellerde Kuadrat metoduna göre, 2014-2015-2016-2017 yılları haziran ayı içerisinde mera bitki vejetasyonu etüt çalışmaları yapılmıştır (Avcıoğlu, 1983). Meranın ot veriminin hesaplanması, Kuadrat (çerçeve) yöntemi ile parsel içindeki toplam ot verimi dekara çevrilecek ve ot verimi tespit edilmiştir.

Mera bitkilerinin protein oranlarının tespiti için Konya

Toprak Su Çölleşme Enstitüsü laboratuvarlarında Kjeldahl azot setinde N analizleri yapılmış, elde edilen kuru ottaki azot miktarı, 6.25 katsayısı ile çarpılarak protein oranları tespit edilmiştir. Bu ölçümler arıtma çamuru uygulama öncesi ve sonrası her yıl haziran aylarında yapılmıştır. İstatistik analizleri JMP Pro 16 programında yapılmış olup, önemlilikler LSD testi ile gruplandırılmıştır. Bu deneme süresince mera vejetasyonunu oluşturan bitkilerde de sayı olarak farklılıklar oluşmuş ve deneme sonucunda tür sayılarının arttığı tespit edilmiştir. Uygulama yapılmadan önce(2014 yılı) bulunan türler(10 adet); *Salvia absconditiflora*, *Acantho limonulicinum var. ulicinum*, *Astragalus onobrychis*, *Noaea mucronata*, *Alhagi maurorum subsp. maurorum*, *Thymus leucostomus*, *Onopordum acanthium*, *Cynodon dactylon*, *Stipa ehrenbergiana*, *Agropyron cristatum* iken 2017 yılında ise (22 adet); *Salvia absconditiflora*, *Acantho limonulicinum var. ulicinum*, *Astragalus onobrychis*, *Noaea mucronata*, *Alyssum linifolium var. teheranicum*, *Alhagi maurorum subsp. Maurorum*, *Alopecurus arundinaceus*, *Agropyron elongatum*, *Bromus tectorum*, *Cynodon dactylon var. villosus*, *Descurainia sophia subsp. sophia*, *Eremopyrum bonaepartis var. sinaicum*,

Stipaehrenbergiana, *Nigella arvensis var. glauca*, *Papaver hybridum*, *Onopordum acanthium*, *Thymus leucostomus*, *Bromus erectus*, *Centaurea acarduiiformis*, *Scabiosa argentea*, *Xeranthemum annuum*, *Phlomis armeniaca* olarak belirlenmiştir(Acar vd.2024).

3. Bulgular ve Tartışma

Arıtma çamur uygulaması öncesi 2014 Haziran'da erozyona uğramış merada doğal bitki vejetasyon etüt çalışması yapılmıştır ve 2014 Yılı Kasım ayında arıtma çamur uygulaması sonrası her yıl bitkilerin gözlemleri ve örnek alma işlemleri, 2015, 2016 ve 2017 yılları haziran aylarında 3 yıl boyunca devam etmiştir. (Özyazıcı ve Özyazıcı, 2012).

3.1. Yeşil ot ve kuru ot verimleri (kg/da)

Deneme yeri parsellerinin yeşil ot, kuru ot verimi varyans analiz sonuçları aşağıdaki Tablo 8'de belirtilmiştir. Yeşil ot verimi ve kuru ot verimi değerlerine ait ortalama değerler de sırasıyla Tablo 9 ve 10'da belirtilmiştir.

Tablo 8. Yeşil ot, kuru ot verimi varyans analizi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	
		Yaş ot verimi	Kuru ot verimi
Yıl(A)	3	1211332 *	300493 *
Tekerrür	12	27243.8	4040.5
Karıştırma uyg.(B)	1	7547.7	3940.7
İnt.(AxB)	3	13969	2015.8
Hata 1	12	47481.7 *	8321.3 *
Doz(C)	4	17506.7	4919.8
İnt. (AxC)	12	30004.4 *	8844.8 *
İnt. (BxC)	4	42387.8 *	11159.1 *
İnt. (AxBxC)	12	13170.2	4105.7
Hata 2	96	15720	3595.6
Genel	159	(*)%5 seviyesinde önemli bulunmuştur	

Tablo 9. Yeşil ot verimi değerlerine ait ortalama değerleri(kg/da)

Yeşil Ot Verimi Ortalamalar							
Yıllar	Ana Konu	Alt konu (Dozlar)					Ort.
	KY ¹	Doz1	Doz2	Doz3	Doz4	Doz5	
2014	D ²	147	326	244	205	245	233.7
	S ³	289	219	228	223	285	248.7
	Ort.	218 ij	273 f-j	236 h-j	214 ij	265 f-j	241.2 c
2015	D	245	391	475	494	353	391.7
	S	346	299	295	305	379	324.7
	Ort.	296 e-ı	345 d-h	385 d-f	399 de	366 d-g	358.2 b
2016	D	216	212	241	200	148	203.5
	S	273	239	217	149	186	212.7
	Ort.	244 g-j	226 h-j	229 h-j	174 ij	167 j	208.1 c
2017	D	615	694	403	631	650	598.6
	S	580	584	493	493	783	586.4
	Ort.	598 ab	639 ab	448 cd	562 bc	716 a	592.5 a
2014-2017 ort.	D	306 bc	406 a	341 a-c	383 ab	349 a-c	356.9
	S	372 a-c	335 a-c	308 bc	292 c	408 a	343.1
	Ort.	339	371	324	338	379	
LSD(A)	105.7		LSD(B)	74,8		LSD(A*B)	149.5
LSD(C)	62		LSD(A*C)	124		LSD(B*C)	88
LSD(A*B*C)	175						

Tablo 10. Kuru ot verimi değerlerine ait ortalama değerleri (kg/da)

Kuru Ot Verimi Ortalamalar							
Yıllar	Ana Konu	Alt konu (Dozlar)					Ort.
	KY ¹	Doz1	Doz2	Doz3	Doz4	Doz5	
2014	D ²	72	163	120	97	117	113.8
	S ³	140	105	111	111	137	120.6
	Ort.	106 g	134 d-g	115 e-g	104 g	127 e-g	117.2 c
2015	D	126	167	249	193	180	183.0
	S	170	166	126	154	166	156.3
	Ort.	148 d-g	167 c-f	187 c-d	173 c-e	173 c-e	169.7 b
2016	D	133	111	139	111	84	115.5
	S	166	104	105	75	101	110.3
	Ort.	150 d-g	108 f-g	122 e-g	93 g	92 g	112.9c
2017	D	283	357	211	337	342	306.0
	S	295	283	237	236	406	291.5
	Ort.	289 b	320 ab	224 c	286 b	374 a	298.7 a
2014-2017 ort.	D	154 bc	200 a	180 a-c	184 a-c	181 a-c	179.6
	S	193 ab	165 a-c	145 c	144 c	202 a	169.7
	Ort.	173	182	162	164	192	
LSD(A)	44.25		LSD(B)	31,29		LSD(A*B)	62.58

LSD(C)	29.68		LSD(A*C)	59,36		LSD(B*C)	41.98
LSD(A*B*C)	83.95						

Not: ¹KY: karıştırma yöntemi, ²D: Karıştırma işlemi (D konusu), ³S: Serpme işlemi (S konusu), Arıtma çamuru uygulama dozları sırasıyla, Doz 1: 0 (Kontrol), Doz 2: 1 ton/da, Doz 3: 2 ton/da, Doz 4: 4 ton/da, Doz 5: 8 ton/da (KM)

Yeşil ot verimi:

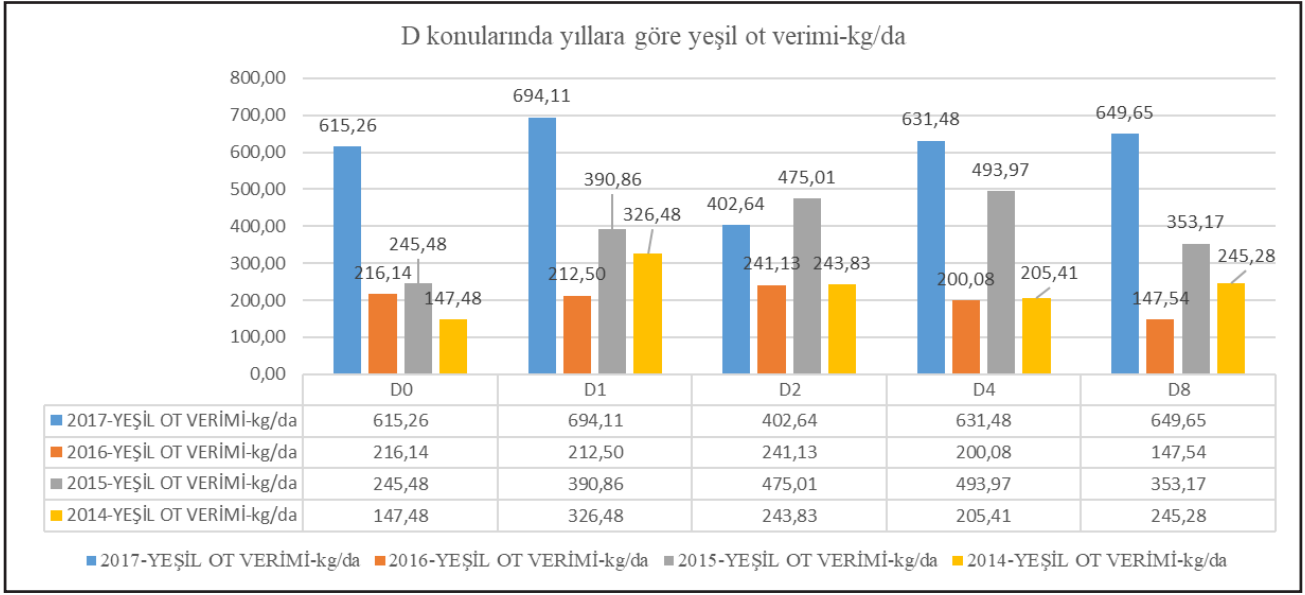
Yağışlar ile bitki ağır metal alımlar arasında ilişki olduğundan yıllar arasındaki yağış farklılıkları kurak alanlarda önemli olup bu ağır metal alımına etki etmiştir. Yeşil ot veriminde yıl yani yağış faktörü önemli bulunmuştur ($p<0.05$)(Tablo 8).Yıl*Farklı doz uygulamalarında yağış faktörüne bağlı olarak dozlar arasında farklılık da önemli bulunmuştur ($p<0.05$).2014 su yılında (kontrol yıl), 215.4 mm yağışın olduğu, arıtma çamurunun uygulaması öncesi doğal bozunmuş merada haziran ayında yeşil ot ortalama verimi, (241.2c) olarak bulunmuştur(Tablo 9).2015 su yılında yağışın 292.3 mm yağış düşmesinden dolayı yeşil ot ortalama veriminde artışlar (358.2b) görülmüştür. Özellikle 2016 su yılında 132.6 mm yağış düşmesinden dolayı yeşil ot ortalama veriminde oldukça azalmalar (208.1c) görülmüştür. 2014 yılı kontrol yılı ile aynı ortalama derecelendirme grubuna denk düşmektedir. Buna mukabil 2017 su yılında yağışın 257.2 mm yağış düşmesinden dolayı yeşil ot ortalama veriminde oldukça yüksek artışlar (592.5a) görülmüştür. Bu çalışmada, arıtma çamuru (biyokatı) uygulamasında iklim (su) faktör önemli derecede ortaya çıkmıştır. Gübreleme ile birlikte suyun taşıyıcı rolü önemli çıkmıştır ($p<0.05$).Çok ekstrem iklime sahip yağışın oldukça düşük olduğu bölgelerde uygun nitelikteki arıtma çamurlarının (biyokatı) kullanılmaması gerekmektedir. Yağışın en azından 250-300 mm olduğu hatta daha fazla 300 mm üstü yağış rejimi taşıyan bölgelerde bu uygun nitelikli biyokatların kullanılması sonucunu ortaya koymaktadır. Yeşil ot veriminde, D uygulamalarında 2015 yılı açısından en yüksek D4; 2016 yılı kurak bir sezon açıcısından en yüksek D2, 2017 yılı çok yağışlı bir sezon açıcısından en yüksek D1 olduğu görülmüştür(Şekil 1).Yeşil ot veriminde, S uygulamalarında 2015 yılı açısından en yüksek S8; 2016 yılı kurak bir sezon açıcısından en uygun kontrol, 2017 yılı çok yağışlı

bir sezon açıcısından en yüksek S8 olduğu görülmüştür (Şekil 2). 1953 yılında yapılan bir araştırmada, İç Anadolu Bölgesi doğal mera alanlarında yetişmekte olan bitkilerin % 90'ı faydalı mera otları olmayıp, besin değeri oldukça düşük yabani ve yaramaz otlardan olduğu ifade edilmiştir. Yine bir buçuk yıl dinlendirildikten sonra ot verimi tespit edilen tabii merada mayıs ayının ikinci yarısında hasat edilen mera veriminin yeşil ot olarak 80 kg/da olduğu ve bunun da çok düşük olduğu bildirilmiştir(Tarman, 1960). Genellikle araştırmalarda kuru ot olarak verilmekte olup, bunun 3 veya 4 katını yeşil veya yaş ot olarak belirtilen verimi oluşturur. Bu anlamda elde elden veriler yapılan araştırmalar ile uyum içerisindedir.Bakır(1985), gübrelerin merada uygulama şekli ile ilgili, serpme olarak gübrelenen parsellere nazaran, toprağın 10 cm derinliğine kadar uygulanan gübre parsellerinden daha fazla yem alındığını ifade etmiştir. Bu bizim uygulamamızda genel ortalama bakımından istatistiki anlamda farklılık oluşturmamıştır. Aynı araştırmacı kompostun meralarda birçok yararı olduğunu, tam bir gübre olmasa bile yetiştirme şartlarını ıslah etme, humus kaynağı olma ve mikroorganizma faaliyetlerini arttırma, soğuk ve kurağa karşı koyma, aşırı buharlaşmayı önleme faydaları sebebi ile uygulanabildiğini belirtmiştir. İngiltere'nin batı kısımlarındaki meralarda kanalizasyon çamurunun geniş oranda kullanıldığının belirten Frame(1994), Kanalizasyon çamurunun içinde besin maddesi olan azot ve fosfor bulunduğunu, uygulama yılında 50 m³/ha sıvı çamurun içinde besin maddesi olarak yaklaşık 40 kg/ha N, 20 kg/ha P₂O₅ ve 5 kg/ha K₂O bulunduğunu bunun bir kısmının hemen bir kısmının da sonra faydalı olduğunu, bu uygulamaların toprak pH'nın 5.5 den aşağı olan yerlerde uygulanmaması gerektiğini de ifade etmiştir. Erzurum'da elde edilen çöp kompostunun farklı dozlarda kullanılması ile kuru şartlarda arpa veriminde gübre uygulanmayan parsellere göre 40 ton/ha uygulanan kompostta%217, 80 ton/ha %408 ve 120 ton/ha ise %724

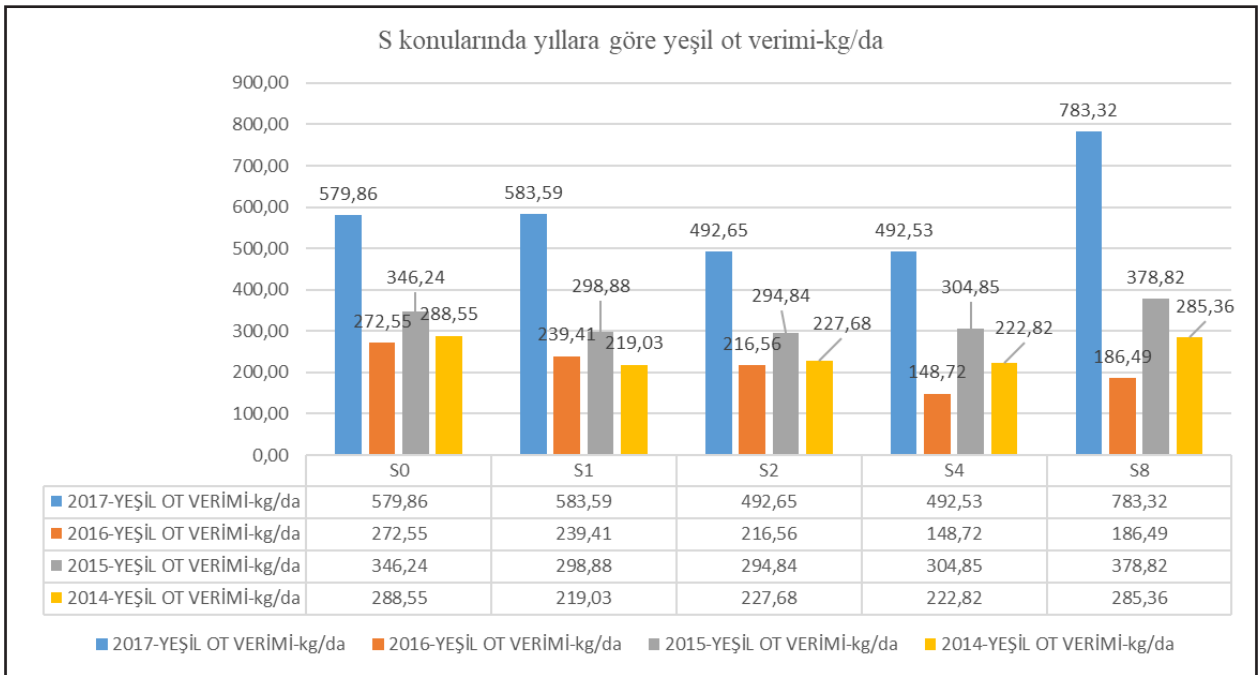
daha fazla verim alındığı, ikinci yıl bu oranların düştüğü ve sırasıyla %52, %85 ve %123 olduğu belirtilmiştir(Kowald vd. 1990).

Araştırmacıların da belirttikleri gibi araştırmamızda uygulamaların yapılmadığı 2014 yılında ortalama 241

kg/da yeşil ot verimi alınırken, denemenin son yılı 2017 yılında ortalama 592.5 kg/da yeşil ot verimi elde edilmiştir. Bu sonuçlar iklim şartlarının etkisi ile yıllar itibariyle farklılıklar görülse bile daimî bir artışın olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 1. D konusunda yeşil ot verimi



Şekil 2. S konusunda yeşil ot verimi

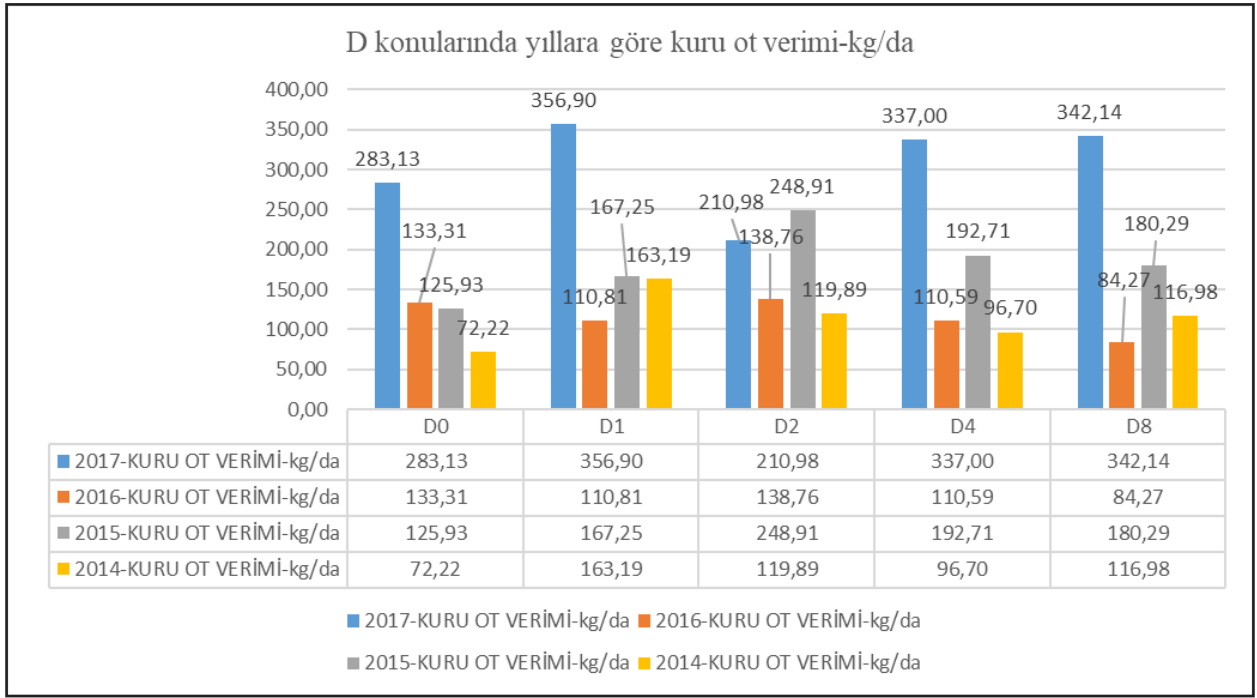
Kuru ot verimi:

Yağışlar ile bitki ağır metal alımlar arasında ilişki olduğundan yıllar arasındaki yağış farklılıkları kurak alanlarda önemli olup bu ağır metal alımına etki etmiştir. Kuru ot veriminde yıl yani yağış faktörü önemli bulunmuştur ($p<0.05$) (Tablo 8). Yıl*Farklı doz uygulamalarında yağış faktörüne bağlı olarak dozlar arasında farklılık da önemli bulunmuştur ($p<0.05$). 2014 su yılında (Kontrol yıl), 215.4 mm yağışın olduğu, arıtma çamurunun uygulaması öncesi doğal bozunmuş merada haziran ayında kuru ot ortalama verimi (117.2c) olarak bulunmuştur (Tablo 10). 2015 su yılında yağışın 292.3 mm yağış düşmesinden dolayı kuru ot ortalama veriminde artışlar (169.7b) görülmüştür. Özellikle 2016 su yılında 132.6 mm yağış düşmesinden dolayı kuru ot ortalama veriminde oldukça azalmalar (112.9c) görülmüştür. Buna mukabil 2017 su yılında yağışın 257.2 mm yağış düşmesinden dolayı kuru ot ortalama veriminde en yüksek artışlar (298.7a) görülmüştür. Bu çalışmada, arıtma çamuru (biyokatı) uygulamasında iklim (su) faktör önemli derecede ortaya çıkmıştır. Gübreleme ile birlikte suyun taşıyıcı rolü önemli çıkmıştır ($p<0.05$).

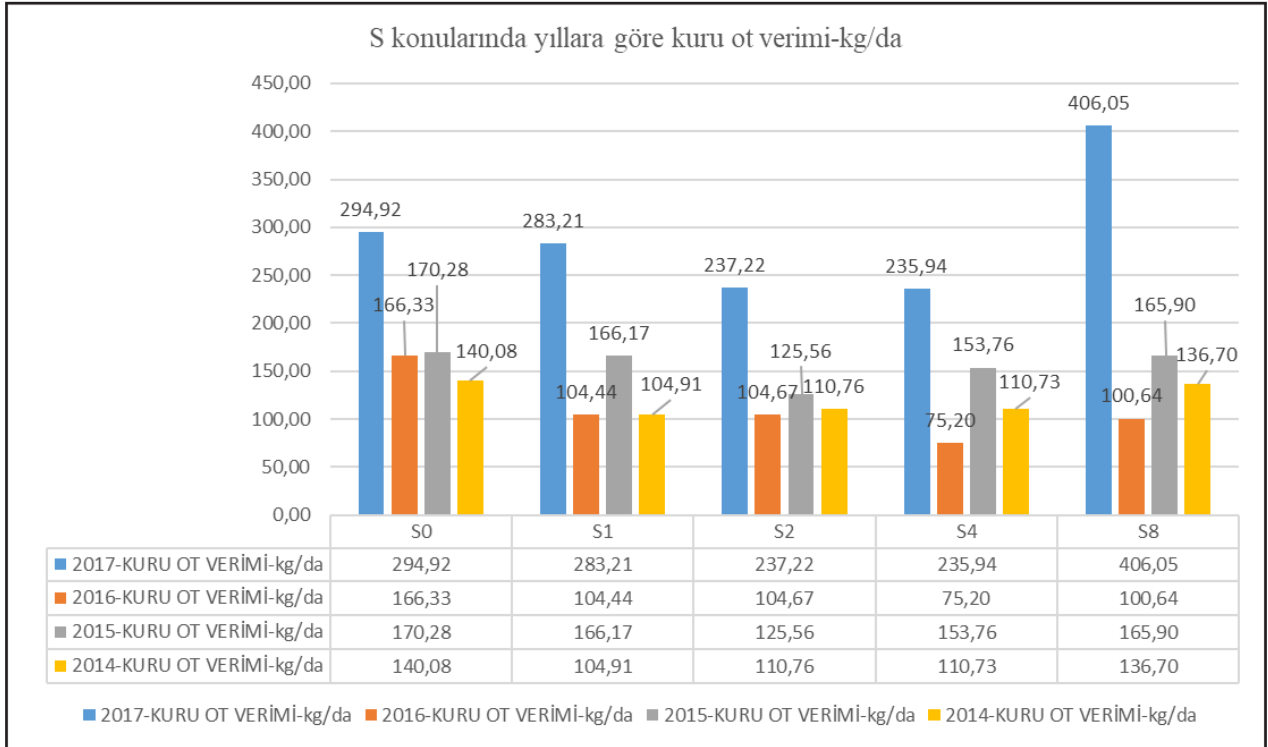
Çok ekstrem iklime sahip yağışın oldukça düşük olduğu bölgelerde uygun nitelikteki arıtma çamurlarının (biyokatı) kullanılmaması gerekmektedir. Yağışın en azından 250-300 mm olduğu hatta daha fazla 300 mm üstü yağış rejimi taşıyan bölgelerde bu uygun nitelikli biyokatıların kullanılması sonucunu ortaya koymaktadır. Kuru ot veriminde, D uygulamalarında 2015 yılı açısından en yüksek D2; 2016 yılı kurak bir sezon açısından en yüksek D2, 2017 yılı çok yağışlı bir sezon açısından en yüksek D1 olduğu görülmüştür (Şekil 3). Kuru ot veriminde, S uygulamalarında 2015 yılı açısından en yüksek S0 yani kontrol; 2016 yılı kurak bir sezon açısından en yüksek S0, 2017 yılı çok yağışlı bir sezon açısından en yüksek S8 olduğu görülmüştür (Şekil 4). Dolayısıyla yağış ile birlikte uygulanan arıtma çamuru (biyokatı) uygulamasında dozlar ile birlikte artış olduğu görülmektedir. Kuru ot veriminde, Çok kurak 2016 yılında serpmeye göre karıştırma uygulamasında D2 parsellerin daha iyi sonuç verdiği görülmektedir. Avrupa'da mera alanlarında dekarda 560 kg kuru ot alınırken, bu rakam Türkiye'de ortalama 69 kg olduğu kabul edilmektedir. Ayrıca meralardaki otun kalitesi besin

değeri bakımından da düşüktür (botanik kompozisyondaki kaliteli yem bitkilerinin oranı %10-20). Çünkü meralara tohum takviyesi ve bakım yapılmadığından hayvanların severek tükettiği bitkiler tohum aşamasına varmadan kökü tüketilirken, sevilmeyen bitkiler merada yaygınlaşmaktadır. İç ve Güney Doğu Anadolu meraları, Ülkemizdeki çayır mera alanlarının % 39.5'ünü içermesine karşılık, % 10-15 bitki ile kaplı olmaları ve şiddetli baskısında bulunmaları nedeniyle verimleri bir otlatma mevsiminde ortalama 30 kg/da kuru ot üretebilecek düzeydedir (Gençkan vd., 1990). Konya Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Çomaklı çiftliği merasında yapılan vejetasyon etüdü ile ilgili çalışmada bitki ile kaplı alan ort. % 22.94 olarak tespit edilmiş ve bunun çoğunluğunu da diğer familyalara ait (baklagil ve buğdaygil dışında) bitkilerden oluştuğu, ot veriminin 144 kg/da/yıl olduğu, bunun yarayırlılık oranı % 16.96 tespit edildiği ve bu oranın çok düşük olduğu, buna göre de yıllık faydalı kuru ot veriminin ort. 24.42 kg/da olarak hesaplandığı belirtilmiştir (Özkaynak vd., 1994). Ünal (1996), Orta Anadolu meralarının dekara kuru ot verimlerinin ortalama 20-70 kg arasında olduğunu, burada ki doğal meraların başlangıçta buğdaygil, baklagil ve diğer familyaları içeren karma step meralar iken yıllar süren ağır ve erken otlatma nedenleriyle bugün bitki örtüsünün büyük bir kısmını kalitesiz, besleme değeri düşük, yabancı ot niteliğinde diğer familyalara ait bitkilerden teşkil ettiğini, özellikle iyi cins baklagilyem bitkilerinin oranının doğal meralarda % 1'in altına düştüğünü ifade etmiştir. Konya ili sorunlu alanlarında oluşan meraların bitki örtüsü üzerine yapılan bir araştırmada altı farklı mera kesiminde 1974-75 yıllarında bitki ile kaplı alan sırasıyla ort. % 9.75 ve % 11.84 olarak tespit edilmiştir. Aynı meralar içinde iki yılda en fazla kuru ot verimleri tuzlu-alkali meralardan elde edilmiştir (sırasıyla ort. 115.0 kg/da ve 149.7 kg/da). En düşük kuru ot verimi ise taşlı meralardan sırasıyla ort. 23.1 kg/da ve 73.5 kg/da olarak elde edilmiştir (Yılmaz, 1977). Mülâyim vd., (2007), Çayır ve meralarda kuru ot verimlerinin bölgeden bölgeye değişmekte olduğunu, yıllık kuru ot verimlerinin ort. 30-90 kg/da arasında olup, meralarımızın çok önemli bir kısmının kurak iklim kuşağında bulunduğunu, buna rağmen uygun ıslah ve amenajman yöntemleri kullanılarak mevcut üretim kapasitelerini 4-5 yılda 3 kat arttırarak 8.9 milyon tondan 26.7 milyon tona çıkarılmasının mümkün

olduğunu belirtmişlerdir. Elde ettiğimiz kuru ot verimleri belirtilen kaynaklardaki kuru ot verimleri ile uyum içinde olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 3. D konusunda kuru ot verimi

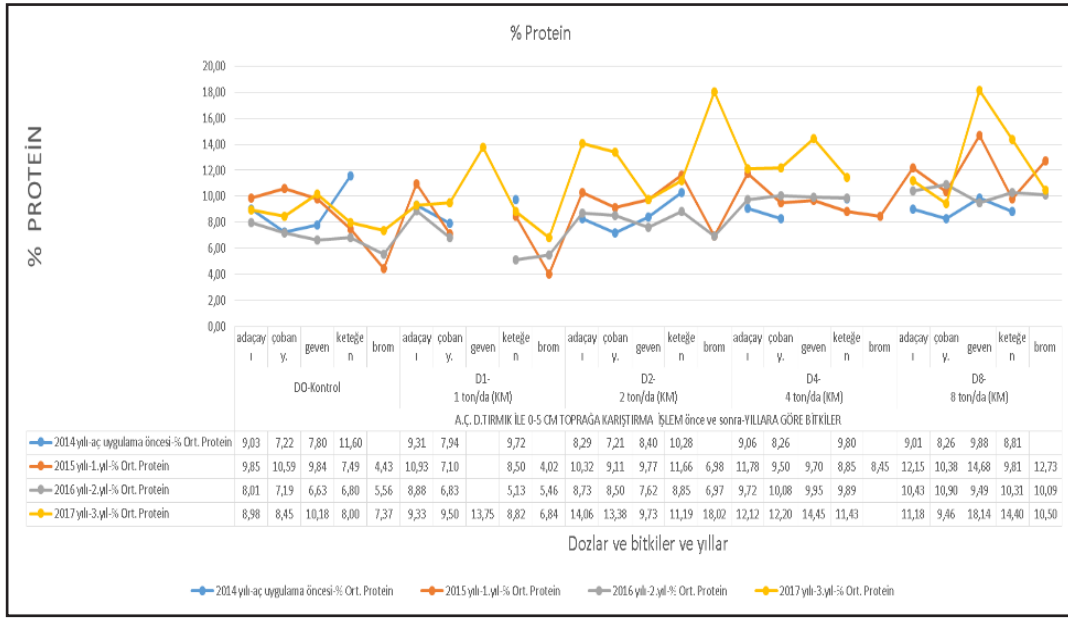


Şekil 4. S konusunda kuru ot verimi

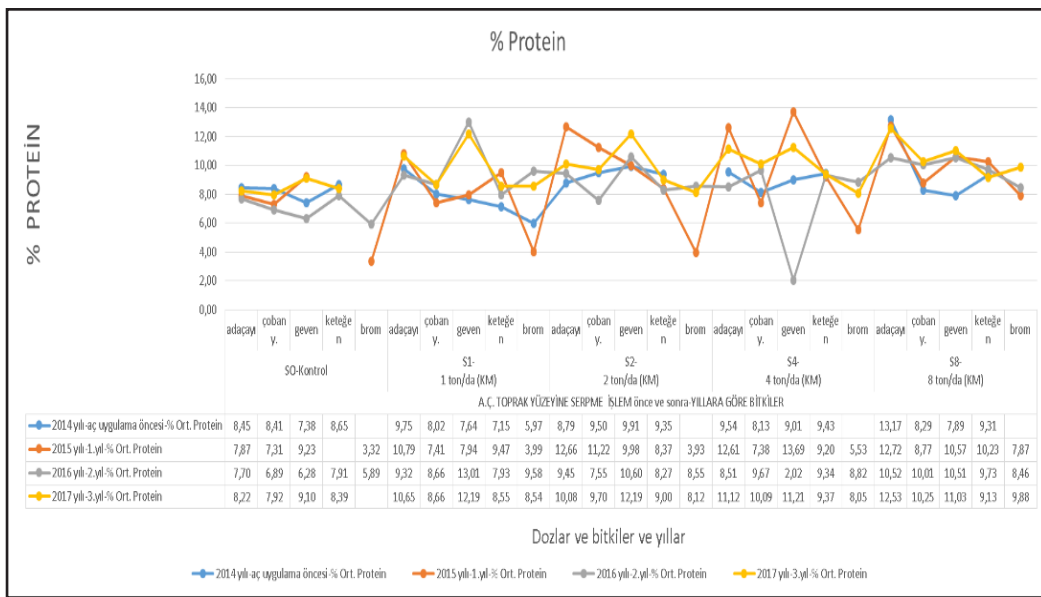
3.2. Mera otunun protein oranları

Hayvansal dokuların yapı taşı proteindir. Vücut dokuların büyümesi ve yenilenmesi proteinler sayesinde olur. Koyunlar geniş getiren hayvanlar oldukları için tükettikleri proteinin kaynağından ziyade miktarı önem taşır. Verimde olmayan erişkin koyunların rasyonunda minimum (en az) % 7 oranında protein olmalıdır. Diyette

% 7 den az protein bulunması halinde koyunlar mineral maddelerden de yeteri kadar yararlanamamaktadır. Protein kaynakları; baklagil tohumları, kaliteli yonca, yağlı tohum (pamuk, soya, ayçiçeği) küspeleridir. Protein temel olarak pahalı bir besin maddesi olmasına karşın orta kalitedeki meralar ve kuru otlar koyunların protein ihtiyacını karşılamaktadır.



Şekil 5. D konularında mera bitkilerinde % protein değerleri



Şekil 6. S konularında mera bitkilerinde % protein değerleri

Bitkideki protein açısından bakıldığında, Uygulamalar arasında fazla bir farklılık yoktur. S uygulamasında uygulama ve bitkilerin protein oranı genel ortalaması % 8.95 iken, D uygulamasında bu oran % 9.27 olarak hesaplanmıştır(Şekil 5,6). Bitkilere göre uygulamaların(S ve D olarak) sırasıyla ortalama protein oranları ada çayında (*Salvia absconditiflora*) % 10.23 ve % 10.06, çoban yastığında (*Acantho limonulicinum* var. *ulicinum*) % 8.70 ve % 9.10, gevende (*Astragalus onobrychis*) %10.04 ve % 10.05, keteğende (*Noaea mucronata*) % 8.86 ve % 9.59, bromda(*Bromus tectorum*) % 6.94 ve % 7.55 olarak bulunur iken, uygulanan dozlar itibariyle(S ve D olarak), S1 ve D1'de % 8.76 ve % 7.73, S2 ve D2'de % 9.21 ve % 9.28, S4 ve D4'de %9.48 ve % 10.10, S8 ve D8'de ise % 9.98 ve % 10.76 olarak tespit edilmiştir. Türkiye'de yemler üzerine yapılan araştırmada, Konya yöresinde doğal merada elde edilen vetabii durumda kurutulan kuru otun ham protein değeri % 6.75 bulunurken, farklı şehirlerden alınan(45 farklı yer) kuru otların ortalama protein oranları % 8.57 olarak bulunduğu belirtilmiştir. Doğal alanlardaki kuru otların besin değerlerine yetiştigi çevre, bitki gelişim safhaları ve botanik kompozisyonları etki etmektedir. Aynı araştırmada Artvin'den gelen numunede protein oranı % 10.99 bulunmuştur(Kara, 1967). Elde edilen veriler Türkiye'nin 45 farklı yerinden elde edilenler ile yapılarak ortaya konulan veriler ile uyum içindedir. Burada da görüldüğü gibi bitkiler arasında farklılıklar mevcut ve doz artırımı ile de ortalama protein değerlerinde az miktarda artışlar görülmüştür. Azot tespitinden gidilerek yapılan hesaplamalar protein hakkında bilgi vermekle birlikte protein dışı yapıları da temsil ettiği unutulmamalıdır.

4. Sonuç

Genel olarak, mevcut sunumdaki farklılıklar birincil olarak, yıllar boyunca değişen iklimden, bitkilerin yıllar itibariyle kök ve gövde büyümelerindeki farklılıklarından, botanik kompozisyonundaki değişimde toprak içindeki mineral maddelerin yıllar itibariyle hareketlerinden ve birbirlerini etkilemelerinden, organik maddeleri parçalayan ve toprak iklimiyle ve nem durumuyla etkilenen saprofit bakterilerinin faaliyetlerindeki farklılıklarından kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Çözünen mineral besin

maddesinin bitkiye ulaşımının ve kullanımını etkileyen en önemli faktör taşıyıcı rolü de olan su yani yağıştır. Yeşil ve kuru ot verimi parametrelerine bakıldığında yıllar arası yağış farklılığının yani su fonksiyonunun oldukça kayda değer etki ettiği ortaya çıkmıştır. Çok ekstrem iklime sahip yağışın oldukça düşük olduğu bölgelerde (132.6 mm ve altı yağış) uygun nitelikteki arıtma çamurlarının (biyokatı) materyalinin kullanılmaması gerekmektedir. Yağışın en azından 250-300 mm olduğu hatta daha fazla 300 mm üstü, yağış rejimi taşıyan bölgelerde yönetmeliğine uygun nitelikli arıtma çamurlarının (biyokatı) kullanılması sonucunu ortaya koymaktadır.

Bu çalışmada, ağır metal sınırları dikkate alınarak tavsiye edilen doz, her üç yılda bir olmak üzere D ve S uygulamasında D1 dozunun (1 ton/da KM) uygun olduğu proje sonuç raporunda belirtilmiştir (Mücevher vd., 2020). Buna göre, genel ortalama(2014-2017) itibari ile yeşil ot verimi D1 dozu için 406 kg/da iken, S1 dozunda 335 kg/da olarak hesaplanmıştır. Gölgede kurutulan kuru ot verimlerinde ise aynı sıra ile 200 kg/da ve 165 kg/da olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada, merada arıtma çamurunun uygulanmadığı (2014 yılı) verilerine göre yeşil ot verimi ortalaması 241.2 kg/da, kuru ot verimi ortalaması 117.2 kg/da olarak bulunmuştur. Merada toprakta ve bitkide ağır metal sınır değerleri ve zenginleşme faktörü dikkate alınarak tavsiye edilen doz, her üç yılda bir olmak üzere, D uygulamasında D1 dozunun (1 ton/da KM) uygulandığı parsellerde genel ortalama (2014-2017 yılları) itibari ile yeşil ot verimi D1 dozu için 406 kg/da, gölgede kurutulan kuru ot verimlerinde ise 200 kg/da olarak hesaplanmıştır. Önerilen her üç yılda bir olmak üzere, D1 dozunda (1 ton/da KM), merada yeşil ot veriminde ortalama olarak %68.32, kuru ot veriminde ise, %70.64 artış olduğu görülmüştür. Ancak bu verimler toplam ot verileri olup, yem değeri olan yarayışlı ot verimleri değildir. Bu değerler Orta Anadolu Bölgesinde yıllık yağışın 280 mm olduğu kurak, erozyonun hâkim olduğu verimsiz bir merada elde edilen önemli bir sonuçtur. Yine bitki ile kaplı alan ve buradaki iyileşme açısından da önemli sonuçlar belirlenmiş olup, bu uygun toprak ortamının oluşması ile birlikte ot verimine paralel tür sayısının da arttığını tespit edilmiştir(Acar vd., 2024). Bu sonucu destekleye bir diğer araştırma Van

İlinde, yine arıtma çamuru kullanılarak yapılmış benzer sonuçlar alınarak, araştırma sonucunda, 2,5 ton/da/yıl arıtma çamuru uygulamasının yarı kurak alanlarda alttan sulamalı otlaklarda biyokatı gübre olarak tavsiye edilebileceğini vurgulamaktadır. Nitekim; Tarman(1972), iyi hazırlanmış kompostun bitkileri sıklaştırdığını, kardeşlenmeyi kuvvetlendirdiğini, seyrekleşen yerlerde uygulanan tohumun buraları çabuk kapattığını ve duruma göre de verimi %100'e kadar arttırdığını ifade etmiştir. Ekolojik farklılıklar nedeniyle toprakta, bitkide ağır metal zenginleşme faktörleri dikkate alınınca, Karapınar gibi kendine özgü ekolojik şartlarda bu araştırmada üç yıllık ara ile 1 ton/da evsel atıksu arıtmadan çıkan ve işlemlerden geçirilen arıtma çamurunun kullanılabilirliği belirlenmiştir.

Teşekkür: Bu makale TAGEM tarafından desteklenen TAGEM/TSKAD/14/A13/P05/04 numaralı "Atık su çamurunun erozyona uğramış mera alanlarında kullanım olanaklarının değerlendirilmesi" projesi kapsamında derlenmiş olup, TAGEM'e desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Acar, R. & Mülayim, M. (2008). Kuraklık ve Meralarımız. Konya Kapalı Havzası Yeraltı Suyu ve Kuraklık Konferansı. DSİ Genel Müd. IV. Bölge Müdürlüğü Yayını, 337-341

Acar, R., Mücevher, O., Öztekin, M., Dursun, Ş., Akay, A., Bitki, S., Ulutaş, S. & Koyuncu, S.(2024). Effect of domesticsewagesludge on thebotanicalcomposition of erodedpastures. J Int. Environmental Application &Science. 19(2):110-120

Altın, M., Gökkuş, A. & Koç, A. (2005). Çayır Mera Islahı. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Yayını. Ankara

Altın, M., Gökkuş, A. & Koç, A. (2011). Çayır Mera Yönetimi(C.1). Tarım ve Köyişleri Bakanlığı yayını.Ankara

Arvas, Ö., Keskin, B. & Yılmaz, İ.H. (2007). Effect of sewage sludge on metal content of grassland soil and herbage in semi-aridlands, TÜBİTAK projesi.

Avcıoğlu, R. (1983). Çayır-Mera Bitki Topluluklarının Özellikleri ve İncelenmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi

Yayınları No: 466, İzmir

Bakır Ö, (1985) Çayır Mera Islahı Prensi ve Uygulamaları. Ankara Ün. Ziraat Fak. Yayın no: 947. Ankara

Bilgin, N., Eyüpoğlu, H., Üstün, H., 2002. Biyokatıların (Arıtma Çamurlarının) Arazide Kullanımı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Ankara Araştırma Enstitüsü – ASKİ Arıtma Tesisi Başkanlığı, Ankara.

Bot, A. & Benites, J. (2005). The importance of soil organic matter. Key to drought-resistant soil and sustained food and production. In: FAO Soils Bulletin (FAO), no. 80 / FAO, Rome (Italy). Land and Water Development Div. 78 p.

Brohi, R., Aydeniz, A. & Karaman, MR.(1997). Toprak Verimliliği(II. Baskı). Türk Hava Kurumu Basımevi. Ankara

Çepel, N. (2008). Ekolojik Sorunlar ve Çözümleri. TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları yayın no: 180

EPA, 1994. "Land Application of Biosolids, Process Desing Manual", USEPA, Cincinnati Ohio, 12–21 (1994)

Eyce, B. (1995). Bitki Ekolojisi. Selçuk Ün. Fen-Edebiyat Fak. Biyoloji Bölümü Yayını. Konya

Frame, J.(1994). Improved Grassland Management. Published by Farming Press Books. Wharfedale Road, Ipswich IP14LG. UK

Gençkan, MS., Avcıoğlu, R. & Okuyucu, F. (1990). Çayır Meralarımızın durumu. TOK Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Dergisi sayı: 51, 8-10.

Günel, N. (2013). Türkiye'de iklimin doğal bitki örtüsü üzerindeki etkileri. ACTA TURCICA Çevrimiçi Tematik Türkoloji Dergisi, 5(1). www.actaturcica.com

Hakerler, H., 1980. Kentsel atıkların gübre olarak değerlendirilmeleri. E.Ü.Z.F. Derg., 17:3, 113-131

Ignatieff, V. & Page, HJ. (1965). Gübrelerin Tesirli Bir Şekilde Kullanılmaları(Çev. N. Özbek). Ankara Ün. Ziraat Fak. Yayın no: 238. Ankara

Johnson, I., Alexander, S. & Dudley, N. (2017). Global Land Outlook(First Edition). UNCCD. Bonn, Germany

Kara, S. (1967). Türkiye yemleri üzerinde araştırma. Lalahan Zootečni ve Araştırma Enstitüsü yayın no: 21. Ankara

Kowald, R., Yardımcı, N., Şahin, H. (1990). Erzurum'da çöp kompostunun üretimi ve kullanımı üzerine bir araştırma(Proje Raporu). Atatürk Ün. Ziraat Fak. Kültürteknik Bl. Yayını.

Mülayim, M., Acar, R. & Tetik, A. (2007). Konya'da mera varlığı ve kullanımı. Konya'da Tarım ve Tarımsal Sanayi Sorunlarının Tespiti Sempozyumu Bildiriler Kitabı: 368-377. Konya

MGM, 2018. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü iklim verileri, Ankara. <https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/yayinlar/2017/Klimatolojik-Makaleler-2017.pdf>

Mücevher, O., Bitgi, S., Ulutaş, S., Acar, R., Akay, A., Dursun, Ş., Koyuncu, S. & Öztekin, M., (2020). Erozyona uğramış mera alanlarında arıtma çamurlarının kullanım olanaklarının değerlendirilmesi, TAGEM/TSKAD/14/A13/P05/04 numaralı proje sonuç raporu. Konya

Özyazıcı, M. A. & Özyazıcı G. ((2012). Arıtma Çamurlarının Toprağın Bazı Temel Verimlilik Parametreleri Üzerine Etkileri, Anadolu Tarım Bilim Dergisi, 27 (2):101-109

Özkaynak, İ., Mülayim, M., Tamkoç, A., Acar, R. & Soylu, S. (1994). S.Ü. Ziraat Fakültesinin Çomaklı Çiftliği Merasında vejetasyon etüdü. S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 5(7):50-62. Konya

Şimşekli, N. (2012). Karapınar rüzgâr erozyonunu önleme alanının sürdürülebilir arazi/toprak yönetimi planının geleneksel yapının perspektifinde geliştirilmesi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Arkeometri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. Adana

Tan, A. (1989). Meraların Gübrenmesi. Hayvancılık Çayır Mera Yem Bitkileri, Eğitici Yayınlar no:1. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü. Ankara

Tarman, Ö. (1960). Türkiye'de çayır mera ve yem bitkileri kültürünü geliştirmek için nasıl çalışmalıyız. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayın no: 165. Ankara

Tarman, Ö. (1972). Yem bitkileri, Çayır ve Mera Kültürü(C.1). Ankara Ün. Ziraat Fakültesi Yayın no: 464.

Ünal, S. (1996). Orta Anadolu'da bazı çayır ve mera ıslah ve amenajman çalışmaları. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, (5)2:11-23.

Yılmaz, T. (1977). Konya ili sorun alanlarında oluşan meraların bitki örtüsü üzerine araştırmalar. TC. Köyişleri ve Kooperatifler Bakanlığı Topraksu Genel Müd. Konya Bölge Topraksu Arş. Enst. Yayınları. Genel yayın no: 46. Konya.