



## Biyokatıların Mera Islahında Değerlendirilmesi – Risk Potansiyeli

### *The Use of Biosolids on Pastures – Risk Potential*

Gülgün Dede

Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Sakarya, Türkiye

#### Öz

Ülkemizdeki genel durum biyokatıların bir atık olarak bertarafı yönündedir. Ancak sürdürülebilirlik açısından biyokatıların bir ürün olarak geri dönüşümünün sağlanması gereklidir. Son yıllardaki genel eğilim, çevreci bir yaklaşımla biyokatıların tarım alanlarında kullanılarak bitki besin maddelerinin ve organik maddelerin doğal çevrime tekrar en kısa yoldan dâhil edilmesi şeklindedir. Biyokatıların bilhassa ıslah edilmesi gereken mera alanlarında kullanılması daha kabul edilebilir bir yaklaşımdır. Bu sayede mera alanlarında üretim ve devamlılık gerçekleşecek, verim artışı sağlanan meralar ile hayvancılık sektöründeki maliyetlerin de önemli oranda iyileştirilmesi sağlanabilecektir. Ayrıca mevcut gübreleme programları ve ticari gübrelere olan ihtiyaç azalacak, tasarruf sağlanacaktır. Böylelikle belediyelerin ciddi problemi haline gelen biyokatı için ekolojik yönetim planı oluşturulabilecek ve ekonomik bir sürdürülebilir katı atık yönetim modeli geliştirmeye yardımcı olacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Biyokatı, Mera ıslahı, Yaşam döngüsü analizi

#### Abstract

Generally, biosolids are disposed as waste in our country. However, recycling of the biosolids as a product is necessary in terms of sustainability. The general trend in recent years is utilization of biosolids in agriculture as plant nutrients and organic matter, a shortest way to back to the nature cycle that is the most environment friendly approach. The use of biosolids especially in pasture reclamation is a more acceptable route. In this way, production and continuity will occur in the pasture, high yield provided pasture can ensure significant improvement in cost in the livestock sector. Additionally, it will reduce the demand of available commercial fertilizers and fertilization programs that will provide saving. Thus an ecological management plan development economically sustainable and improved methods of solid waste will helpful to resolve serious problem of municipalities.

**Keywords:** Biosolids, Pasture improvement, Life cycle assessment

### 1. Giriş

Atık su arıtımında, fiziksel, kimyasal ve biyolojik işlemlerin uygulanması sonucunda oluşan ve sistemden çöktürülerek veya yuğandırılarak uzaklaştırılan, %95-99.5 oranında su muhtevasına sahip akışkan özellikteki maddeler, arıtma çamuru bir diğer deyişle biyokatı olarak tanımlanmaktadır (T.C. Milli Eğitim Bakanlığı 2011, Yıldız 2009). Hızlı nüfus artışı ve şehirleşme neticesinde arıtma sistemlerinin giderek artması da, oluşan biyokatı miktarını her geçen gün artırmaktadır. Oluşan biyokatıların bu kısa süre içindeki artışları bunların bertarafında ciddi problemler oluşturmakta, sıklıkla uygulanan bertaraf yöntemlerinden düzenli

depolama ve yakma metotları çevresel risklerinin yanında uzun dönemde düşük sürdürülebilirliğe sahip seçenekler olmaktadır. Biyokatıların yüksek konsantrasyonlarda azot, fosfor, iz elementler ve organik madde içermesi nedeniyle tarımsal amaçlı bertarafı dünyada kabul görmüş bir uygulama olmuş teknolojik alandaki ilerlemeler ve geliştirilen pazarlama, biyokatıların bir toprak iyileştiricisi olarak kullanılmalarını desteklemiştir. Özellikle ağır metal seviyeleri tarımsal bertarafta sakınca oluşturmayacak limit değerleri sağlayan biyokatıların tarım arazilerinde gübre amaçlı kullanılmaları ile bitki verim ve kalitesinde önemli artışlar sağlanmıştır (Hill 2005, Sigua 2009).

Gelişmiş ülkelerdeki yaklaşım da biyokatıların arazide toprak iyileştiricisi şeklinde değerlendirilmesi yönündedir. Özellikle Avrupa Birliği ülkeleri yönetmeliklerinde biyokatıların arazide bertarafında limit değerlerin aşağı çekilmesi ile

\*Sorumlu yazarın e-posta adresi: [gulgunk@sakarya.edu.tr](mailto:gulgunk@sakarya.edu.tr)

olumlu ilerlemeler kaydedilmiştir. Bunun sonucunda biyokatlar, İngiltere’de %52, İspanya’da %65, Fransa’da %70 oranında toprağa verilerek bertaraf edilmektedir. İngiltere’de biyokatlar bilhassa mera alanlarında bertaraf edilmekte ve bu yönde yönetim stratejileri geliştirilmektedir (Küleki ve Özdemir 2012). Biyokatların tarım arazilerinde bertarafına benzer en ekolojik yaklaşım mera alanlarında bertaraf edilmesidir. Ülkemizde üretilen yıllık evsel nitelikli biyokatı miktarının 1.38 milyon ton olduğu tahmin edilmektedir. Bu miktarın giderek artması da biyokatlara bir sorun gözüyle bakılmasına neden olmakta ve bunun sonucunda da biyokatların yararlı kullanımları göz ardı edilmektedir. Ancak biyokatların meralarda bertaraf edilmesi, ekonomiye katkısı açısından üzerinde önemle durulması gereken yöntemlerden birisidir (Ferreiro-Dominguez vd. 2012). Bilhassa verim kapasitesi düşük meraların ıslahı ve üretkenliğinin artırılmasında biyokatların kullanılması hem ekolojik hem de ekonomik bir katkı sağlayacaktır (Hill 2005, Sigua 2009).

Ülkemizdeki mera alanlarımız, sosyo-ekonomik koşullarımızın ve gelişmişliğimizin bir göstergesi durumunda olup bilhassa hayvan yetiştiriciliği büyük ölçüde doğal meralara bağlı olarak yapılmakta ve hayvancılığımızın ana kaba yem kaynağını doğal çayır ve meralar oluşturmaktadır (Alççek ve Karaayvaz 2002, Anonim 2004). Meralar ekonomik hayvan yetiştiriciliğinin vazgeçilmez kaynağı olmalarının yanında daha uzun süreli fotosentez yaparak CO<sub>2</sub>’yi oksijene çevirme işlevini yerine getirmekte ve erozyonu engellemektedir. Aynı zamanda toprak ve su muhafazası ile pınar ve mambasularına kaynak olması, havayı temizlemesi ve tabii fauna olarak önemli bir rekreasyon alanı sağlaması, yeşil örtüsüyle çevreyi güzelleştirmesi gibi özelliklere de sahiptir (Anonim 2004).

Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre ülkemizde 1.449.343 ha çayır ve 13.162.577 ha mera olmak üzere toplam çayır-mera alanı 14.611.920 ha’dır (Çizelge 1) (Güner 2014, Kuşvuran vd. 2011, TÜİK 2009). Bununla birlikte, çayır-mera ve yem bitkileri ekim alanlarından elde edilen mevcut kaba yem miktarımız 16.5-20.0 milyon ton civarında olup, mevcut hayvan varlığımızın ihtiyacı olan kuru kaba yem miktarı 50 milyon ton’dur (Alççek ve Karaayvaz 2002, Kuşvuran vd. 2011). Bu durum göstermektedir ki, son 50 yıl içerisinde mera oranının %50’den %17’ye gerilemesi, mera alanlarının mevcut hayvanların beslenmesi için gerekli ihtiyacın ancak yarısından daha azını karşılayabilmesine neden olmuştur (Anonim 2004, Anonim 2006, Çelik ve Demirbağ 2013). Bunun sebebi meraların üretkenliğinin son derece yetersiz olmasıdır. Özellikle ilkbahar yağışlarının yeterli olmaması, bitki gelişiminin arzu edilen ölçüde gerçekleşmemesine neden olmakta bu da mera verimlerini olumsuz etkilemektedir. Düşük verimin yanı sıra aşırı ve erken otlatmalarda meraları tahrip etmekte, çiftçiye toprak dağıtımı, tarımsal mekanizasyondaki ilerlemeler, meraların yanlış kullanımı ve orman alanlarının artırılması bu olumsuz etkiyi tetiklemektedir (Anonim 2004, Alççek ve Karaayvaz 2002, Arvas vd. 2011a, Avcioğlu 2012). Bilhassa yıllardır süregelen aşırı ve bilinçsiz otlatma nedeniyle bozulan ve kendini yenileyemeyen meralarda erozyonla toprak kayıpları ciddi boyutlara ulaşmıştır. Özellikle Orta ve Güneydoğu Anadolu bölgelerimizdeki meralarda çölleşme riskinin hızla arttığı tespit edilmiştir (Anonim 2004). Bu duruma bağlı olarak gelişen saman ve kaliteli kaba yem fiyatlarındaki artışlarda, hayvanlarını büyük oranda meralarda besleyen üreticileri zor duruma sokmuştur.

Günümüzde hayvancılık maliyetinin %70’ini yem tüketiminin oluşturması, ekonomik bir hayvancılıkta mera alan-

**Çizelge 1.** Türkiye geneli bölgeler bazında çayır ve mera alanları (ha) ve oranları (%) (Kuşvuran vd. 2011).

Bölgeler	Çayır	Çayır Oranı	Mera	Mera Oranı	Toplam Çayır-Mera Alanı	Çayır Mera Oranı
Marmara	51.131	3.53	518.501	3.94	569.633	3.90
Ege	52.827	3.64	750.055	5.70	802.881	5.49
İç Anadolu	176.962	12.21	4.160.531	31.61	4.337.493	29.68
Akdeniz	44.888	3.10	614.446	4.67	659.334	4.51
Karadeniz	252.402	17.41	1.496.921	11.37	1.749.322	11.97
D. Anadolu	823.160	56.80	4.662.290	35.42	5.485.449	37.54
G. D. Anadolu	47.974	3.31	959.834	7.29	1.007.808	6.90
<b>Toplam</b>	<b>1.449.343</b>		<b>13.162.577</b>		<b>14.611.920</b>	

larının ıslahını zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda yasalar çerçevesinde 1998-2010 yılları arasında 4 milyon 123 bin hektarlık mera alanında sınırlama çalışmaları tamamlanmış fakat bu miktar toplam mera alanının %32.5'ine denk geldiğinden %67.5'inde sınırlama çalışmaları eksik kalmış, daha sonrasında yapılan ıslah çalışmaları ise bu açığı maa-lesef kapatamamıştır (Anonim 2004, <http://www.tarim.gov.tr>). Bununla birlikte son yıllarda kalite düzeyi artış gösteren hayvan varlığımızın yeterli ve dengeli beslenebilmesinde gerekli olan yem ihtiyacının karşılanması için de mera verimliliklerinin artırılması zaruridir. Zira verimsiz meralara dayalı hayvancılığın karlılık getirmesi mümkün değildir.

## 2. Gereç ve Yöntem

### 2.1. Risk Potansiyeli ve Çözüm Önerileri

Ağır metal kapsamı ve sentetik organik kimyasallar bakımından araziye uygulanabilir biyokatıların toprağa uygulanmasında en önemli risk kaynağı olarak patojen mikroorganizmalar görülmektedir (Cabaret vd. 2002, Serrao vd. 2009). Ancak toprağa uygulanan biyokatıda mevsime bağlı olmaksızın patojen mikroorganizmaların yaşama sürelerinin 1 ayı geçmediği de yapılan çalışmalarla tespit edilmiştir (Serrao vd. 2009). Bilhassa sıcak yaz aylarında bu süre daha da kısalmaktadır. Haziran ayından itibaren yaz mevsimi periyodunda meraların otlatma değerleri kalmamakta, ikinci yağışlara kadar da ot büyümesi durmaktadır. Bu dönemde araziye uygulanan biyokatıların, alana hayvan girişinin de engellenmesi durumunda, sıcaklık ve solar etki ile patojen inaktivasyonunun sağlanması mümkündür. Serrao vd. (2010) biyokatı uyguladıkları merada fekal orjinli bakteri popülasyonunu incelemişler, biyokatı uygulamasının hemen ardından fekal popülasyonunun arttığını ancak zamanla azalarak kontrol uygulaması ile aynı değerlere eriştiğini tespit etmişlerdir. Eamens ve Waldron (2008) yaptıkları çalışmada da biyokatı uyguladıkları merada otlama yoluyla hayvanlara fekal bakteri geçişini incelemişler ve sonuç olarak meranın biyokatı uygulamasından itibaren birkaç ay otlatmaya kapatılması ile fekal bakteri popülasyonunda azalma meydana geldiğini ve risk oluşturmadığını tespit etmişlerdir. Bu bağlamda çayır ve meralara evsel nitelikli biyokatı uygulanması ile hem patojen inaktivasyonu hem de verimsiz olan meraların ıslahı mümkün bir durumdur.

Bir diğer risk faktörü toprak pH'sıdır. Toprak pH'sının düşürülmesi bitki verim ve kalitesinin artmasında önemli bir faktördür ancak pH'da yaşanan ani düşüşler ağır metallerin ve organik mikro kirlenitçilerin topraktaki hareketliliğini artırmakta bu da yüzeysel ve yeraltı suları için bir risk

oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra pH>7, özellikle bitkilerin büyümeleri için gerekli olan mikro besin elementi alımlarını kısıtlamakta, bitki verim ve kalitesi düşmektedir. Biyokatıların uygulandıkları toprağın pH'sını düşürerek bitkinin besin elementi alımını artırması ise yararlı bir etkidir. Benzer şekilde Arvas vd. (2011b) çalışmalarında meraya biyokatı ilavesiyle pH düşüşüne değinmişler, pH seviyesindeki azalmaya bağlı olarak toplam N ve kullanılabilir P seviyelerindeki artışları tespit etmişlerdir. Rigueiro-Rodriguez vd. (2012) yaptıkları çalışmada da biyokatı uyguladıkları merada çimen ve toprakta Zn konsantrasyonlarını incelemişler ve sadece bu meradan beslenen hayvanlar için biyokatı ilavesiyle yükselen Zn besin elementinin ve bitki besleyicilik özelliklerinin önemine değinmişlerdir. Ferreiro-Dominguez vd. (2012) çalışmalarında artan dozlardaki biyokatıların bitki ve mera toprağında Zn seviyesini yükselttiğini ancak yönetmeliklerde müsaade edilen limit değerleri aşmadığını, bitki ve hayvanlar için de zararlı etki oluşturmadığını rapor etmişlerdir. Bu bağlamda Türk Çevre Mevzuatında toprakta uygulanacak biyokatılarda müsaade edilecek ağır metal ve organik mikro kirlenitçilerin sınır değerleri belirtilmiştir. Ayrıca toprağa bir yılda verilmesine müsaade edilecek ağır metal yükü sınır değerleri yine yönetmelikte belirlenmiştir (Evsel ve Kentsel Arıtma Çamurlarının Toprakta Kullanılmasına Dair Yönetmelik 2010). Yasalar çerçevesinde ağır metal ve organik kimyasallar bakımından sınır değerleri sağlayan biyokatıların kontrollü bir biçimde meralara uygulanması ile herhangi bir risk kalmamaktadır. Böylelikle pH'sı yüksek meralara biyokatı uygulanması ile de toprak yapısında kalıcı bir iyileşme de söz konusu olacaktır.

### 2.2. Yaşam Döngüsü Analizi (YDA)

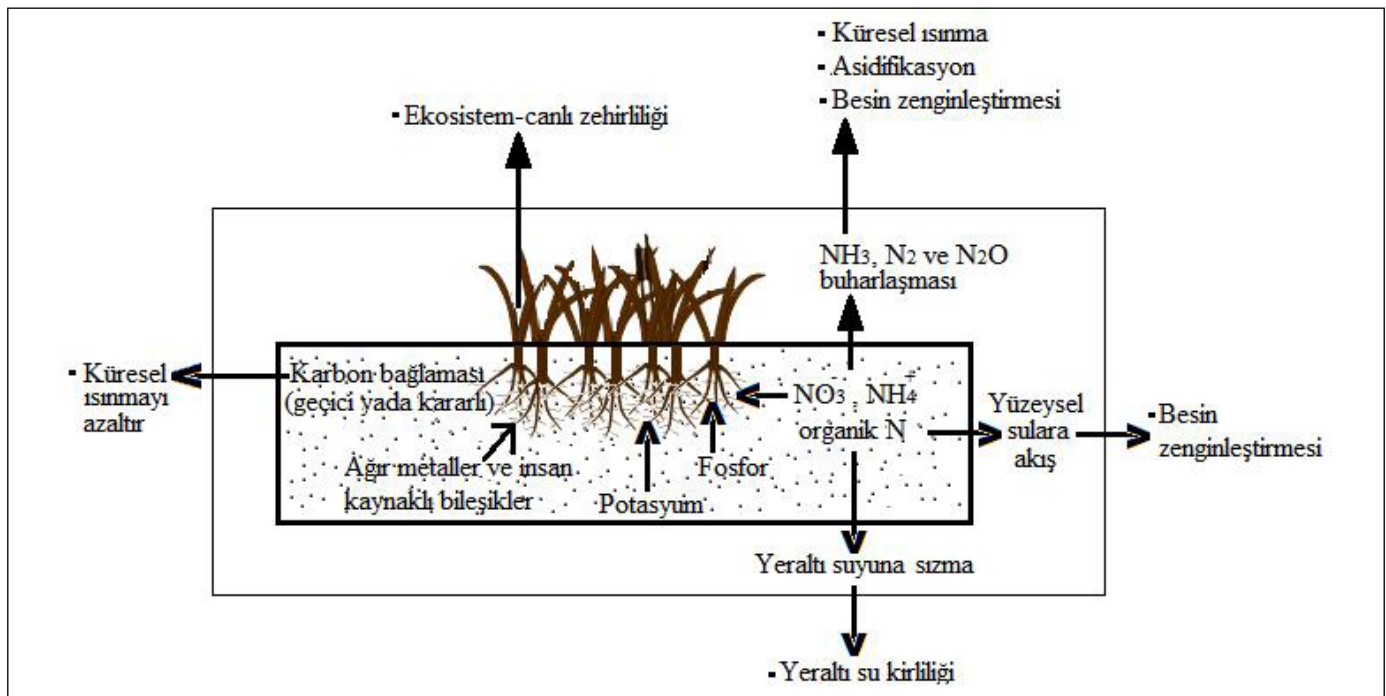
Yaşam döngüsü analizi; bir ürünün oluşturulmasından yâda hammaddelerinin doğadan çıkartılıp, nihai atıklarının doğaya döndüğü ana kadar geçirdiği tüm evrelerdeki üretim ve kullanım faaliyetlerinin çevre üzerindeki toplam etkilerinin değerlendirilmesidir. 1060'lı yıllarda çeşitli ürünlerin karşılaştırılması ve çevreye olan etkilerinin tüm yaşam döngüleri bazında belirlenmesi amacıyla oluşturulan YDA yaklaşımı günümüzde AB ülkeleri, ABD, Japonya, Kore, Kanada ve Avustralya gibi pek çok ülkede çevre politikalarının temel aracı haline gelmiştir.

Yaşam döngüsü analizi, kimyasal gübre yerine organik atıkların toprakta kullanılmalarından elde edilecek fayda da dâhil olmak üzere çevresel etkilerinin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Bu değerlendirme, atık ömrü süresince bütün kaynakların kullanımını ve tüm emisyonlarını hesaplamaya dâhil etmektedir. Bilhassa biyokatıların arazide bertarafında

oluşabilecek patojen riski YDA ile değerlendirilmektedir. Harder vd. (2016), patojen mikroorganizmaların insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerini Yaşam Döngüsü Analizi ile değerlendirdikleri çalışmalarında Nicel Mikrobiyal Risk Analizi (NMRA) etki kategorisini incelemişlerdir. Çalışmalarında, patojen etki potansiyelini YDA'de tespit etmede NMRA'nin yeterli bir yol olup olmadığını ve patojen etki potansiyelinin kullanılan model ile ilgili seçim ve matematiksel ilişkilerden nasıl etkilendiğini araştırmışlar, NMRA kullanımının, patojenlerin insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerini tespit etmede yeterli bir yol olabileceği sonucuna varmışlardır. Sablayrolles vd. (2010) çalışmalarında, susuzlaştırılmış ve kompostlanmış iki tip biyokatının araziye uygulanmasının çevreye ve insan sağlığına zararlı etkisini YDA ile değerlendirmişlerdir. Pek çok faktörün etkilediği bu analizi, zararlı elementlerin bitkiye oradan da insana geçişi bazında incelemişler, birincil enerji tüketimi göz önüne alındığında susuzlaştırılmış biyokatının, kompost haline göre çevreye zararlı olduğunu tespit etmişlerdir. Ancak kompostun suya, toprağa, havaya ve oradan da ozon tabakasına ve insana olumsuz etkisinin daha yüksek olduğuna karar vermişlerdir. Benzer şekilde McDevitt vd. (2013), farklı stabilizasyon işlemleri uygulanmış biyokatların çevresel etkilerini YDA ile tespit etmişlerdir. Sonuçlar biyokatların arazide depolanmasına nazaran tekrar kullanılmasının çevreye daha faydalı olduğunu göstermiştir. Ancak biyokatların direkt

araziye uygulanması en az çevresel etkiyi oluştururken, en yüksek çevresel etki kompostlama yönteminde olmuştur. Bu yaklaşım ilk kez Yeni Zelanda'da biyokatların yönetiminde uygulanmış, atık yönetimindeki karar verme ve uygulama süreçlerinde çevresel etkiyi de işin içine katmasından dolayı diğer ülkelere teşvik edilen bir uygulama olmuştur.

Hansen vd. (2006a) ticari gübrelerin yerine işlenmiş organik atıkların tarım arazilerine uygulamasının çevresel etkilerini değerlendirmek amacıyla YDA analizi uygulamışlardır. Çevresel etkiler EASEWASTE modelinin arazi alt modeli kullanılarak ortaya koyulmuş ve Şekil 1'de gösterilmiştir. Muhtemel çevresel etkiler, azot oksit oluşumu (küresel ısınma), amonyum volatilizasyonu (asidifikasyon ve besin zenginleştirilmesi), nitrat kaybı (besin zenginleştirilmesi ve yeraltı suyu kirliliği) ve toprakta ağır metal birikimi (potansiyel zehirlilik) kategorilerinde ele alınmıştır. Hansen vd. (2006b) benzer bir başka çalışmalarında, bir dizi arazi kullanım senaryosu ile farklı iklim, toprak, çiftlik tipi, ürün ekimi rotasyonu ve hayvancılık yoğunlukları; dinamik, mekanik tarımsal ekosistem modeli ile simüle edilmiş, emisyon faktörleri yerel koşullara uygun bir şekilde derecelendirilmiş ve bunlar daha sonra YDA modelinde uygulanmıştır. Her iki çalışmanın sonucunda da, çevresel etkide yerel mevcut tarımsal koşullar kadar işlenmiş organik atığın kompozisyonunun da etkili olduğu görülmüştür. İşlenmiş organik atıkların en önemli faydası, uzun dönemde toprak kalitesini artır-



Şekil 1. Araziye uygulanan işlenmiş organik atıkların çevresel etkilerinin EASEWASTE alt modelinde gösterimi (Hansen vd. 2006a).

masıdır. Bu etki YDA etki kategorilerinde ölçülmemiş ve modele alınmamıştır. Ancak bu etki, YDA analiz sonuçları ile birlikte değerlendirilmelidir sonucuna varılmıştır.

### 3. Sonuçlar

Biyokatların içerdiği gerek yüksek organik madde muhtevası gerekse bitki büyümesi için gerekli olan makro ve mikro elementler sebebiyle mera alanlarında bertarafı ekolojik bir yaklaşımdır. Bu faydaların yanı sıra biyokatların düşük salınımlı gübre özelliği göstermesi ve içerdiği organik madde nin ayrışması sonucunda ortam pH'sını düşürerek bitkilerin besin elementlerini almasını sağlaması ve toprak yapısını iyileştirmesi yararlı etkileridir. Bilhassa yarıyıllık periyodu kısa olan ve toprakta tamamen çözünebilen standart inorganik azotlu gübrelerin kullanımı sonucunda bu gübreler ya buharlaşarak havaya karışmakta ya da sızıntı suyu ile bitki kök bölgesinin dışına taşınarak alıcı ortamlar için bir risk oluşturmaktadır. Olası kayıplardan kaçınmak için arazinin ihtiyacı olan azotu bir kerede değil, yıl içerisinde birkaç uygulamayla vermek gereklidir (Külekcı ve Özdemir 2012). Arvas vd. (2011a), yaptıkları çalışmada düşük dozda meraya uygulanan biyokatının yüksek dozlardaki kimyasal gübreye nazaran verimi arttırdığını belirtmişlerdir. Benzer şekilde, Adjei ve Rechciğl (2001) çalışmalarında mera ıslahında kimyasal gübrelerin yerine biyokatların güvenle kullanılabilceğini göstermişlerdir. Biyokatlardaki azot ve fosforun büyük kısmı organik formdadır ve zamanla gerçekleşen mineralizasyon sonucunda bitkiler tarafından alınabilir formlara dönüşebilmektedir. Yapılan çalışmalarda da bu özellik sayesinde, meralara bir defada verilen biyokatı ile bitki büyüme veriminin 2 yıl devam ettiği gözlenmiştir (Hill 2005, Sigua 2009). Böylelikle birkaç kere sentetik gübre uygulaması yerine biyokatının bir seferde uygulanması daha mümkün ve pratiktir (Külekcı ve Özdemir 2012).

Diğer arazi ve dış ortam çalışmalarına göre daha fazla emek ve zaman gerektiren mera düzenlemesi, konu uzmanları tarafından son yıllarda ihmal edilmiş, mera yönetimi ve ıslahıyla ilgili araştırma ve yayınlarda düşüşler gözlenmiştir. Oysaki biyokatların bu yararlı etkilerinin bilinmesi ile meralarda bertaraf daha kabul edilebilir bir yaklaşım haline gelecek, ticari gübrelere olan ihtiyaç da azalacaktır. Bu sayede atık olarak görülen biyokatlar, ekonomik bir ürüne dönüşebilecektir. Sürdürülebilir üretim ve çevre çerçevesinde, biyokatların arazide bilinçsizce bertarafı ortadan kaldırılacak ve meydana gelebilecek çevresel risklerde önlenilecektir. Böylelikle özgün bitki örtülerini yitiren meralarda verimli ve kaliteli yem üretimi sağlanacak ve bu meraların üreticimizin

ve hayvancılığımızın hizmetine sunulması sağlanacaktır (Anonim 2004). Neticede çiftçiye yapılabilecek en büyük destek de, mera alanlarının ıslah edilmesidir.

### 4. Kaynaklar

- Adjei, MB., Rechciğl, JE. 2001.** Sewage sludge as an alternative fertilizer for tropical pasture grasses. Proceedings of the XIX International Grassland Congress: Grassland Ecosystems: An Outlook into the 21st Century, pp. 162-164, Brazil.
- Alçıçek, A., Karaayvaz, K. 2002.** Çiftçi koşullarında silo yemi yapımında karşılaşılan sorunlar ve çözüm önerileri. *Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları*, 106: 136-146.
- Anonim, 2004.** Çayır Mera Yem Bitkileri Danışma Kurulu Hazırlık Raporu. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, TÜGEM, Ankara.
- Anonim, 2006.** Dokuzuncu Kalkınma Planı (2007-2013), Hayvancılık Özel İhtisas Komisyonu Raporu.
- Arvas, O., Çelebi, SZ., Yılmaz, IH. 2011a.** The effect of sewage sludge and chemical fertilizer on natural pasture's yield and botanical composition. *J. Food Agric. Environ.*, 9: 525-530.
- Arvas, O., Çelebi, SZ., Yılmaz, IH. 2011b.** Effect of sewage sludge and synthetic fertilizer on pH, available N and P in pasture soils in semi-arid area. *Afr. J. Biotechnol.*, 10:16508-16515.
- Avcıoğlu, R. 2012.** Türkiye meraları ve mera kanununun getirdikleri. *Tarım Bilim Derg.*, 5: 24-32.
- Cabaret, J., Geerts, S., Madeline, M., Ballandonne, C., Barbier, D. 2002.** The use of urban sewage sludge on pastures: the cysticercosis threat. *Vet. Res.*, 33: 575-597.
- Çelik, A., Demirbağ, NŞ. 2013.** Türkiye'de Tarımsal Desteklemelerin Yem Bitkileri Ekiliş ve Üretim Üzerine Etkisi. Yayın No: 215, ISBN: 978-605-4672-40-0, Ankara.
- Evsel ve Kentsel Arıtma Çamurlarının Toprakta Kullanılmasına Dair Yönetmelik 2010.** T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı.
- Famens, GJ., Waldron, AM. 2008.** *Salmonella* uptake in sheep exposed to pastures after biosolids application to agricultural land. *Aust. J. Soil Res.*, 46: 302-308.
- Ferreiro-Dominguez, N., Rigueiro-Rodriguez, A., Mosquera-Losada, MR. 2012.** Soil and pasture evolution of zinc in a silvopastoral system developed under *Quercus rubra L.* after fertilization with different doses of sewage sludge. 24<sup>th</sup> General Meeting of the European-Grassland-Federation, Lublin, Poland.
- Güner, B. 2014.** Tarla Bitkileri Araştırmaları Dairesi Başkanlığı, Çayır Mera ve Yem Bitkileri Araştırmaları Çalışma Grubu Raporu. T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı.

- Hansen, TL., Bhandar, GS., Christensen, TH., Bruun, S., Jensen, LS. 2006a.** Life cycle modelling of environmental impacts of application of processed organic municipal solid waste on agricultural land (EASEWASTE). *Waste Manage. Res.*, 24:153-166.
- Hansen, TL., Christensen, TH., Schmidt, S. 2006b.** Environmental modelling of use of treated organic waste on agricultural land: a comparison of existing models for life cycle assessment of waste systems. *Waste. Manage. Res.*, 24: 141–152
- Harder, R., Peters, GM., Molander, S., Ashbolt, NJ., Svanstrom, M. 2016.** Including pathogen risk in life cycle assessment: the effect of modelling choices in the context of sewage sludge management. *Int. J. Life Cycle Assess.*, 21: 60-69.
- Hill, J. 2005.** Recycling biosolids to pasture-based animal production systems in Australia: a review of evidence on the control of potentially toxic metals and persistent organic compounds recycled to agricultural land. *Aust. J. Agr. Res.*, 56: 753-773.
- <http://www.tarim.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Cayir-Mera-ve-Yem-Bitkileri>
- Kuşvuran, A., Nazlı, Rİ., Tansı, V. 2011.** Türkiye’de ve Batı Karadeniz Bölgesi’nde çayır-mera alanları, hayvan varlığı ve yem bitkileri tarımının bugünkü durumu. *GOÜ, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28: 21-32.
- Külekci, İC., Özdemir, S. 2012.** Mera ıslahında çevreci yaklaşım. *Sakarya Ticaret Borsası Dergisi*, 45: 5-8.
- McDevitt, JE., Langer, ER., Leckie, AC. 2013.** Community engagement and environmental life cycle assessment of Kaikoura’s biosolid reuse options. *Sustainability*, 5: 242-255.
- Rigueiro-Rodriguez, A., Mosquera-Losada, MR., Ferreiro-Dominguez, N. 2012.** Pasture and soil zinc evolution in forest and agriculture soils of Northwest Spain three years after fertilization with sewage sludge. *Agr. Ecosyst. Environ.*, 150: 111-120.
- Sablayrolles, C., Gabrielle, B., Montrejaud-Vignoles, M. 2010.** Life cycle assessment of biosolids land application and evaluation of the factors impacting human toxicity through plant uptake. *J. Ind.Ecol.*, 14: 231-241.
- Serrao, MG., Domingues, H., Fernandes, M., Martins, J., Pires, F., Saraiva, I., Fareleira, P., Matos, N., Ferreira, E., Campos, AM. 2009.** Contribution to the improvement of degraded soils under pastures through sewage sludge application, without environmental risks. *Rev. Cien. Agric.*, 32: 258-272.
- Serrao, MG., Martins, JC., Fareleira, P., Branco MAC., Varela, A., Domingues, H., Fernandes, M., Pires, F., Guerreiro, A., Ramos, J. 2010.** Impact of sewage sludge and mineral fertilizers application in soils under pasture from the Alentejo region. *Rev. Cien. Agric.*, 33:139-149.
- Sigua, GC. 2009.** Recycling biosolids and lake-dredged materials to pasture-based animal agriculture: alternative nutrient sources for forage productivity and sustainability. A review. *Agron. Sustain. Dev.*, 29: 143-160.
- T.C. Milli Eğitim Bakanlığı 2011.** Aile ve Tüketici Hizmetleri Arıtma Çamurları Raporu, 850CK0101, Ankara.
- TUİK, 2009.** Türkiye İstatistik Kurumu. [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr)
- Yıldız, Ş., Yılmaz, E., Ölmez, E. 2009.** Eysel nitelikli arıtma çamurlarının stabilizasyonla bertaraf alternatifleri: İstanbul örneği. Türkiye’de Katı Atık Yönetimi Sempozyumu, TÜRKAY, s. 1-8, İstanbul.