
Derleme Makalesi / Review Article

Yarasa Gübresi (Guano)

Atilla ARSLAN^{1*}, Mesut BAŞ²

¹Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Konya, Türkiye

²Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, Türkiye

(ORCID: 0000-0002-4766-4969), (ORCID: 0000-0001-5380-3366)

Öz

Modern tarımda kimyasal gübrelerin ve böcek ilaçlarının kullanılması, gıda verimliliğini arttırırken, aynı zamanda toprak ve çevre koşullarını da olumsuz etkilemiştir. Sürdürülebilir tarım için doğal gübre kullanımı çok önemli bir duruma gelmiştir. Doğal gübrelerden birisi olan yarasa guanosu da ihtiva ettiği makro ve mikro besin elementleri, mikroorganizmalar ve organik maddeler nedeniyle çok önemlidir. Sentetik gübrelerin geliştirilmesinden önce, mahsullerinin verimliliğini en üst düzeye çıkarmak için çok eskiden beri kullanılmaktadır. Kimyasal gübrelerin kullanılmaya başlanmasıyla birlikte eski önemini kaybetmiştir. Günümüzde organik tarımın tekrar işlevsel duruma getirilmeye çalışmasıyla, organik gübrelerle birlikte yarasa guanosu da eski önemini kazanmıştır.

Anahtar kelimeler: Ekosistem, Mağara, Organik Gübre.

Bat Fertilizer (Guano)

Abstract

The use of chemical fertilizers and pesticides in modern agriculture has increased food productivity, but also impaired soil and environmental conditions. The use of natural fertilizers has become very important for sustainable agriculture. Bat guanos, which is one of the natural fertilizers, is very important because it has got macro and micro nutrients, microorganisms and organic substances. Prior to the development of synthetic fertilizers, it has been used for a long time to maximize the productivity of crops. With the introduction of chemical fertilizers, it lost its old importance. Nowadays, with the efforts to make organic agriculture functional again, bat guanos and organic fertilizers have gained their old importance.

Keywords: Cave, Ecosystem, Organic Fertilizer.

1. Giriş

Yarasalar, memeliler arasında uçma kabiliyeti olan tek canlı türüdür [1]. Dünya çapında memeliler sınıfında 1261 tür ile kemiricilerden (Rodentia) sonra en çok temsil edilen takımdır [2]. Kutup bölgeleri ve birkaç izole okyanus adası dışında dünyanın her yerinde yaygın olarak bulunan yarasalar [3], ekosistemde hayati bir rol oynarlar [4]. Yarasaların birçok türü koloniler halinde, sıcaklığın stabil olduğu mağaralar ve buna benzer yerlerde yaşarlar. Bazı türler, bir milyon kadar bireyden oluşan dev koloniler oluşturabilir. Örneğin, Meksika Serbest Kuyruklu Yarasası (*Tadarida brasiliensis*) metrekafe başına 300 bireye kadar toplanabilir [5]. Bununla birlikte, dünyadaki mağaralarda en fazla hayvan dışkısı kaynağı yarasa guanosudur [6]. “Guano” kelimesi Peru’nun “Quechua” denilen And yerlilerinin yerli dilinde “hayvan dışkısı ile gübreleme yapmak” anlamına gelen “Huano”dan gelmektedir [7]. Guano, genel olarak deniz kenarında bulunan kuşların dışkısını tanımlamak için kullanılır. Bugün, bu terim deniz kuşları, yarasalar ve hatta sahilde yaşayan kuşların dışkıları içinde kullanılmaktadır [8]. İkinci dünya savaşı sonrasında kimyasal gübre kullanımı, tarımsal üretimde kısa vadede sağladığı ürün artışı sebebiyle tüm dünyada hızlı bir şekilde yaygınlaştı [9]. 1970’li yılların sonlarına doğru endüstriyel

*Sorumlu yazar: aarslan@selcuk.edu.tr

Geliş Tarihi: 09.01.2020, Kabul Tarihi: 04.02.2020

tarımın çevre üzerindeki olumsuz etkileri konusunda farkındalık oluşmaya başladı. Bu yıllarda, kimyasal gübre kalıntılarının yer altı ve yer üstü su kaynaklarında tespit edilmesi endüstriyel/geleneksel tarım yöntemlerinin tartışılmaya başlamasına neden oldu [10]. 1980'li ve 1990'lı yıllarda geleneksel tarım tarafından teşvik edilen kimyasal gübre kullanımının toprağın doğal fauna ve flora dengesini olumsuz yönde etkilediği ve toprakların verimsizleşme sürecini hızlandırdığı fark edildi [11, 12]. Bu nedenle tarımsal üretimde, doğal dengeye saygılı ve doğaya kendini yenileme fırsatı verecek yeni yaklaşımlar arama süreci hızlandı. Bu arayışlar sonucunda tarımsal üretimde "sürdürülebilir" veya "organik" terimleri ile ifade edilen yeni yaklaşımlar ortaya çıkmıştır. Bu amaçla, kimyasal gübrelerin yerini alabilecek organik bazlı alternatif ürünleri geliştirmek için arayışlar başladı. Öncelikle, toprak organik madde içeriğini artırma amacıyla toprak iyileştirmesinde yüzyıllardır kullanılan aerobik (termofilik) kompost ürünleri üzerinde yoğunlaşıldı [13]. Doğal olarak tabiatta bulunan yarası guanosunun önemi de daha iyi anlaşılmaya başlandı. Yarası guanosunun öneminin artmasıyla birlikte, mağaralardan kontrolsüz olarak guano çıkarılması çeşitli sorunların ortaya çıkmasına da neden olmuştur. Ne yazık ki, mağara ekolojisi ve yarası biyolojisinin tam olarak bilinmemesi, birçok mağara için kötü tanımlanmış madencilik/mülkiyet hakları ile birlikte, çoğu zaman sürdürülemez durumdaki guano hasat uygulamaları, milyonlarca yarasının ve bunların ilişkili biyotasının kaybı ve birçok yerel koloninin ortadan kalkması ile sonuçlanmıştır [14].

Çalışmanın amacı yarası guanosunun organik gübre olarak kullanılmasının avantajları ile mağaralardan çıkartılması esnasında ve sonrasındaki dezavantajlarını ortaya koymaktır.



Şekil 1. Konya çevresinde yarası guanosu çıkarılan bir mağara

2. Yarası Guanosunun Önemi

Tarımda ve bahçecilikte, yarası guanosunun yüksek miktarda azot (N) ve fosfor (P) içeriği içeren gübre materyalinden [15, 16], toprak yapı malzemesi, fungusit, nematosidin yanısıra kompost inokülantının kontrolünden dolayı çeşitli şekillerde faydalanılmaktadır [17-19].

Yarası guanosu tipik olarak %2-6 toplam azot, %1.5-10 kullanılabilir fosforik asit ve %1.5-10 çözünür potasyum içerir [20]. Bazı yarası guanosundaki N, P ve K konsantrasyonları, herhangi bir materyalin gübre olarak nitelendirilebilmesi için kriter olarak belirlenen %5 NPK bileşimini karşılar [21]. Yapılan bir çalışmada yarası guanosundaki yüksek konsantrasyondaki birincil makro besin maddelerinin, özellikle çimleniş için yararlı bir gübre olduğu bildirilmiştir. Bu temel besinlere ek olarak, yarası guanosunun sağlıklı bitki gelişimi için gerekli olan ikincil makro besinlerin ve mikro besinlerin kaynağı olduğu rapor edilmiştir. Bu çalışmadaki yarası guanosunun %3.5-9 Ca, %1.5-8 Mg, %0.4-0.8 Mn, %0.2-0.5 Cu, %0.5-1.3 Fe ve %0.2-0.4 Zn içerdiği belirtilmiştir. Ayrıca yarası guanosunun, kireçli topraklar için toprak düzenleyici olarak çalışmasına ve böylece bitkilerin besin alınımını ve rizosfer

ortamını iyileştirmesine izin verebilecek 4-5,6 aralığında pH değerlerine sahip olduğu rapor edilmiştir. [20, 22].

Diğer organik gübreler gibi yarasa guanosu da toprağın fiziksel özelliklerini, özellikle toprak yapısını iyileştirir ve dolayısıyla toprağın biyolojik ve kimyasal verimlilik durumunu etkileyen gözeneklilik, havalandırma, filtreleme ve su tutma kapasitesini arttırır. Yarasa guanosu kolayca yıkanıp gitmez ve bu nedenle bitkilere ve toprağa yararları çoğu inorganik gübreyle kıyasla daha sürdürülebilirdir [23].

2.1. Yarasa guanosunun organik madde ve bitki besinleri içeriği

Yarasa guanosunun besin içeriği yarasalar ve dolayısıyla guanonun bulunduğu coğrafi konumu, yarasa türü, guano yaşı, yarasaların yaşadığı mağara türü ve yarasalar tarafından alınan diyet türü de dâhil olmak üzere çeşitli faktörlerin bir fonksiyonudur [24, 25]. Altıntaş ve ark. [26] yapmış oldukları çalışmada; değişik yörelerde bulunan yarasa gübresinin içeriği incelemiş ve mineral düzeyleri ortaya koymuşlardır. Bu çalışmada Adana, Kırklareli, Aydın ve Çorum illerinden alınan yarasa guanosunu analiz edilmiştir. Bu analiz sonucunda Azot, Fosfor, Potasyum, Kalsiyum, Magnezyum, Sodyum, Klor, Demir Bakır Çinko, Kurşun, Kadmiyum, organik madde, inorganik madde, ham kül, kuru madde ve pH değerleri her bölgede farklı sonuçlar vermiştir. Örneğin azot oranı, Adana'da %0.97 iken Kırklareli'de %1.40, Aydın'da %1.14 ve Çorum'da %5.60 bulunmuştur. Bu sonuçlara göre yarasa guanosu içeriğinin, yarasanın yaşadığı bölgeye ve dolayısıyla beslenme durumuna göre değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir [26, 27]. Studier ve ark. [28] yaz aylarında tüneme döneminde bazı neotropik yarasaların dışkılarında Azot (N), Sodyum (Na), Kalsiyum (Ca), Magnezyum (Mg), Demir (Fe) ve Potasyum (K) seviyelerini analiz etmiş ve N seviyelerinin belirgin şekilde daha yüksek iken, Na seviyelerinin, etobur ve omnivorların dışkılarında meyve ile beslenen yarasalarınkinden daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Böcek ile beslenen yarasaların dışkılarında Ca düzeyleri yüksek, K düzeyleri düşük bulunmuştur. Ayrıca çalışma, meyve yiyen türlerin dışkılarındaki toplam Fe seviyelerinin, etobur veya omnivorlara göre marjinal olarak düşük olduğunu, Mg konsantrasyonlarının ise tüm beslenme alışkanlıklarında dengesiz olduğunu bildirmiştir. Bu çalışma sonucunda, tüm beslenme alışkanlıklarındaki yarasaların guanosunun N, K ve Mg değerlerinin yeterli seviyede olduğu sonucuna varılmıştır. Gray ve ark. [29] ile Penhallegon [30] yarasa guanosunun toprak kalitesini iyileştirmeye ve bitki büyümesi için besin sağlamaya yardımcı olan yüksek NPK içerdiğini bildirmiştir. Diğer hayvan gübreleriyle (kümes hayvanları, inek ve koyun gübreleri) karşılaştırıldığında, Mathur ve ark. [31], yarasa guanosunun N yönünden daha yüksek olduğunu ve organik karbonun düşük C/N oranı ile sonuçlandığını, P'nin ise inek ve koyun gübrelerinde olduğundan daha düşük olduğunu bildirmiştir.

Emerson ve Roark (2007) böcek, kanla ve meyve ile beslenen yarasalar tarafından üretilen guanoda sırasıyla % 84.3, 88.4 ve % 88.8 organik madde bildirmiştir [32]. İsrail'de Shahack-Gross ve ark. [33], meyve ve böcek ile beslenen yarasaların ürettikleri guanoda sırasıyla % 60 ve % 53-65 organik madde içeriğini bildirmiştir. Hindistan'dan Sridhar ve ark. [22], böcek ile beslenen yarasaların guanosunda % 45.6 organik madde içeriği bildirmiştir. Yarasa türleri, diyetler ve coğrafi bölgeler nedeniyle oluşan değişikliklere ek olarak, guano birikintisinin organik madde içeriği aynı zamanda guanonun derinliğine göre de değişir (en üst tabakalar genellikle kısmen ayrılmış olduğundan en yüksek organik madde içeriğine sahiptir). Organik madde içeriği guanoda derine indikçe azalır ve genellikle ilk birkaç metrede tamamen ayrışır [33-35].

Organik malzemenin birikintide ayrışması üzerine, karbonun çoğu tüketilir ve N serbest bırakılır. Geriye alan büyük ölçüde asidik guanodaki Alüminyum (Al), Potasyum (K) ve Demir (Fe) gibi diğer elementler, mağaradaki ayrılmış maddeler ile etkileşime girerek büyük oranda fosforik, otijenik (ikincil) mineraller oluşturur [33, 36].

Demirtaş ve ark. [37] tarafından yapılan çalışmada farklı organik kökenli gübrelerin bazı makro ve mikro element analizleri ile fiziksel analizleri yapılmıştır. Bu analizler sonucunda N, Mn ve Zn oranı en fazla yarasa guanosunda tespit edilmiştir. Yarasa guanosu bu sonuçlara göre diğer organik gübrelerden daha asidik bir özelliğe sahiptir. Jenkins [38] tarafından yapılan çalışmada, bazı hayvansal gübrelerin (yarasa guanosu, tavuk gübresi, kan unu ve tüy unu) analizleri yapılmıştır. Bu analizler neticesinde Amonyum (NH₄), Nitrat (NO₃), Alüminyum, Kalsiyum, Fosfor ve Çinko değerleri diğer hayvansal gübrelerden daha yüksek bulunmuştur. Potasyum, magnezyum, sodyum ve kükürt oranı da oldukça yüksektir (Tablo 1).

Tablo 1. Bazı hayvansal gübrelerin analiz sonuçlarının karşılaştırılması [38]

	Yarasa Guanosu	Tavuk Gübresi	Kan Unu	Tüy Unu
Toplam Karbon (g)	32.7	49.0	28.1	52.0
Toplam Azot (g)	11.1	14.8	3.7	14.0
Toplam Sülfür (g)	2.3	1.0	0.8	3.6
Amonyum (NH ₄) (ppm)	20595.0	387.0	5325.0	966.0
Nitrat (NO ₃) (ppm)	12880.0	35.6	316.5	93.1
Alüminyum (Al) (ppm)	1471.0	294.9	783.4	51.3
Bor (B) (ppm)	5.8	6.2	36.2	<1
Kalsiyum (Ca) (ppm)	34800.0	1955.6	29070.0	1979.5
Bakır (Cu) (ppm)	110.9	2.7	930.8	11.4
Demir (Fe) (ppm)	1348.0	2394.5	1235.5	263.6
Potasyum (K) (ppm)	18238.0	804.8	22780.0	574.6
Magnezyum (Mg) (ppm)	4223.0	273.9	5456.0	232.0
Sodyum (Na) (ppm)	5228.0	2140.5	7097.5	628.4
Nikel (Ni) (ppm)	1.4	<1	7.6	<1
Fosfor (P) (ppm)	24525.0	1016.3	17304.5	1442.5
Kükürt (S) (ppm)	12988.0	5653.5	5966.0	16330.0
Silisyum (Si) (ppm)	207.6	206.0	834.0	145.6
Çinko (Zn) (ppm)	441.5	16.0	420.6	66.7

2.2. Yarasa guanosunun uygulandığı topraktaki ürüne etkisi

Yarasa guanosu uygulamaları bitki büyümesini artırır, kök çevresi ve yüksekliğinde artış sağlar [23]. Araştırmacılar tarafından yapılan birçok denemede, bitki büyümesinin verimliliğini arttırmak için 20 g toprak başına çoğunlukla 0.1, 0.5 ve 1 g olmak üzere sadece küçük miktarlarda yarasa guanosu gerekli olduğu öne sürülmüştür [22, 39]. Dahası, yarasa guanosunun tarla gübresi, yeşil gübre, biyo-sıvı gübre vb. gibi diğer organik gübre ile uygun oranlarda karıştırılması, besin maddelerinin mevcudiyetini artırabilir ve mahsul üretimini iyileştirmek için besin eksikliklerinin üstesinden gelmeye yardımcı olabilir [22].

Shetty ve ark. [39] semi-karnivor yarasalardan elde ettiği yarasa guanosunu kullanarak *Vigna radiata* (maş fasulyesi) fidelerinin büyümesi üzerindeki etkisini araştırmıştır. Hindistan'ın iki farklı coğrafi bölgesinden (Varanga ve Yennehole) gelen guano, iki toprak türünde (otoklavlanmış ve otoklavlanmamış) farklı oranlarda (toprak/guano; 20/1, 20/0.5, 20/0.1) karıştırılarak uygulanmıştır. Bitki büyümesinde, Yennehole'den gelen guanonun, Varanga'dan gelen guanodan daha etkili olduğu bildirilmiştir. Şener ve Ulukapı [40] Brassicaceae (Cruciferae) familyasından Serac F1 karnabahar (*Brassica oleraceae* L. var. *botrytis*) ile yaptıkları çalışmada tarla koşullarında sıvı yarasa gübresi kök uzunluğu bakımından sıvı solucan gübresi ve kimyasal gübre uygulamalarına göre istatistiksel olarak daha iyi sonuçlar verdiğini ifade etmişlerdir. Mounirou ve ark. [41]'nin yaptığı çalışmada, yarasa gübresinin düşük doz uygulamasının toplam verime (3.58 t ha⁻¹) etkisi, ahır gübresine göre (2.42 t ha⁻¹) daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde guanonun toplam verime etkisi kimyasal gübre (0.57 t ha⁻¹) etkisine göre 6 kat daha fazla bulunmuştur. Hayvanların beslenme şekilleri ve fizyolojilerinin farklı olması nedeniyle gübrelerin fizikokimyasal özelliklerinin farklılık gösterdiği ve bunun da bitki gelişimine farklı şekilde etki ettiği bildirilmiştir. Grantina-Ievina ve Ievinsh [42], vermikompost gübreye yarasa guanosu eklenmesinin, gübrenin kış çavdarı (*Secale cereale* L.) ve patates (*Solanum tuberosum* L.) bitkilerinin büyümesi ve gelişmesi üzerindeki olumlu etkisini önemli ölçüde arttırdığını bildirmişlerdir. Yarasa guanosunun %15-20 oranında fulvik asit içermelerinden dolayı nematosid ve fungusid etkilidir. Nematosid etkisi sayesinde nematodları etkisiz hale getiriler. Etkisiz olan nematodlar bitkinin beslenmesi için önemli olan kök sistemlerini korurlar. Fungusid etkisiyle de mantarların neden olduğu hastalıklara karşı koyarlar [26]. Musa ve ark. [43] yarasa guanosunun (*Craseonycteris thonglongyai*'ye ait) ve kimyasal gübrelerin, *Amaranthus cruentus* (Horozibiği)'taki bazı fitotoksinlerin (fitat, oksalat, siyanür ve nitrat) konsantrasyonları üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Bu çalışmaya göre, kontrol grubunda (uygulama yapılmamış) 157.69 ± 53.83 mg/kg olan Siyanür miktarı, Sentetik gübre uygulaması ile 140.51 ± 27.97 mg/kg iken yarasa guanosunun uygulanması sayesinde 118.99 ± 6.42 mg/kg seviyesine düştüğü bildirilmiştir.

2.3. Guanonun kimyasal gübrelerle karşılaştırılması

Hem kimyasal hem de organik gübreler içerdikleri NPK sayesinde, bitkilere yeşil rengini verir, kök ve çiçek gelişimi ile sapların büyümesini teşvik eder [44, 45]. Yarasa guanosu ve kimyasal gübreler arasındaki en büyük fark, minerallerin bitkilere alınım hızı ve durumudur. Bitkiler besinleri suda çözülmüş mineral tuzları olarak emerler [46]. Kimyasal gübrelerden sağlanan çözülmüş haldeki NPK elementlerini bitkiler doğrudan kullanabilir. Bunun aksine, yarasa guanosu gibi organik gübreler, toprakta mikroorganizmalar tarafından ayrıştırılması ve mineralleştirilmesi gereken besinler içerir [47]. Bu işlemler topraktaki mineralleri bağlar ve bitkilerin NPK'ları ihtiyaç duydukları miktarlarda ve oranlarda almasını ve kullanmasını kolaylaştırır. Ayrıca, guano bazlı gübrelerin kullanımı toprak yapısını ve nem tutma kabiliyetini artırırken, kimyasal gübrelerin kullanımı verimsiz bir yapıya sahip sert, zayıf yapılı ve asitli topraklara yol açmaktadır [48]. Aslında, çoğu kimyasal gübrede Ca, Zn, Cu ve Mg gibi farklı metabolik süreçleri, toprak pH'sının stabilizasyonunu ve korunmasını kolaylaştıran ikincil elementler ve mikro besinler yoktur [49]. Ek olarak, yarasa guanosunun gübre olarak kullanılmasının, bitkileri ve meyveleri kimyasal gübre kullanmaya göre daha iyi ve daha uzun ömürlü hale getirdiği söylenmektedir [50]. Ayrıca, yarasa guanosu kimyasal gübrelerden oldukça ucuzdur. Kimyasal gübreler akıntı nedeniyle göllere, nehirlere sızabilecekleri için çevre kirliliğine neden olma potansiyeline sahiptir [51]. Yarasa guanosu gibi organik gübrelerde su kaynaklarını kirletebilir, ancak bu durum çok daha küçük bir ölçekte meydana gelmektedir [52].

3. Guano Madenciliğinin Yarasalar Üzerine Etkileri

Yarasa guanosu mağara ekosistemlerinde birincil enerji kaynağı oluşturmaktadır ve mağaralardaki karasal omurgasız faunanın önemli bir kısmının hayatta kalması guano birikimine bağlıdır. Bu guano yığınları, tüm yaşamlarını guano yığınlarının içinde veya çevresinde tamamlayan, yüksek oranda bu ortama adapte olmuş endemik eklembacaklılar (genellikle guanophiles veya guanobionts olarak adlandırılır) içermektedir [53]. Bunun önemi, yeraltı omurgasızlarının dünya çapında çeşitlilik göstermesi [54] ve mağaraların tür endemizm ve tehdit düzeyleri bakımından dünyadaki en sıcak biyolojik çeşitlilik noktaları [55] arasında yer aldığı düşünülmektedir [56]. Düşük yıllık üreme oranları nedeniyle, yarasa popülasyonlarının insan faaliyetleriyle ilişkili nüfus kayıplarından kurtulması nispeten uzun zaman almaktadır [57]. Bu durum, mağara yarasaları için özel bir sorun teşkil etmektedir, çünkü mağaraların sağladığı nispeten küçük ve sınırlı alanların herhangi bir şekilde bozulması tüm kolonileri etkileme eğilimindedir [58].

Bir yarasa türüne ait doğum kolonileri guano madenciliğinden farklı şekillerde olumsuz olarak etkilenmektedir. Özellikle dişilerin hamile olduğu üreme mevsiminin başlarında bireylerin tünek alanlarını terk etmelerine neden olabilir. Bu durum dişilerin daha az ideal olan tünelere geçmesine zorlayarak onların üreme başarılarını azaltabilir. Madenciliğin koloniler üzerinde oluşturduğu rahatsızlık, tüneklerdeki yarasaların genel aktivite seviyesini yükselterek daha fazla enerji harcanmasına ve emziren dişilerin yavruları daha az verimli beslemesine neden olabilir. Bunun sonucunda yavrular daha yavaş büyür ve dişilerin de avlanma talepleri artabilir. Ayrıca doğum kolonilerinin rahatsız edilmesi, mağara tabanına düşen gençlerin doğrudan ölümüne de neden olabilir. Doğum kolonilerini oluşturan bireylerin biriken vücut ısısı tünek alanı içindeki sıcaklığı da artırarak termoregülatör fayda sağlar. Bu nedenle, bir koloninin boyutu azalır, o koloniler için termal avantajlar da aynı şekilde azalabilir [58].

Tüm bu olumsuzlukları gidermek açısından ülkemizde T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığına bağlı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü tarafından mağaralardan yarasa guanosu çıkarılması izne tabi tutulmuş ve bir teknik şartname hazırlanmıştır. Mağaralardan yarasa guanosu çıkarmak isteyen şahıslar özetle şartnamede belirtilen aşağıdaki prosedürleri uygulamak durumundadır [59].

- Faaliyetin mağara ekosistemine ve jeomorfolojik bütünlüğüne olumsuz etkisi olmayacağına dair izin alması gerekmektedir.
- Guano alımı için başvuruda bulunacak müteşebbis, başvuru öncesinde talebe konu olan mağarayı kapsayan bölgede bulunabilecek özel mevzuatla koruma altına alınmış sahalara ile herhangi bir sebeple kullanım/giriş kısıtlaması bulunan alanlara dair tüm izinleri almak zorundadır.

- Müteşebbis, alım yapacağı zamanı mağaranın bulunduğu bölgeden sorumlu kuruluşlardan en az 1 ay önce yazılı olarak bildirimde bulunmalıdır.
- Müteşebbis, inceleme aşamasında veya izin süreçleri tamamlandıktan sonra, faaliyet sırasında ve sonrasında hasıl olabilecek sağlık sorunlarına karşı gerekli tüm tedbirleri ve iř güvenliği tedbirlerini almalıdır.
- Guano alım izni temin eden müteşebbis yalnızca mağara iğerisinde bulunan guanonun kendisine tahsis edilen kısmını kullanacaktır.
- Mağara iğerisinde guano çıkarılması veya araştırılması maksadıyla hiğbir surette yol, ray sistemi, kaydırak benzeri yapılar oluşturulmayacak; açma, delme, kazma, kırma, genişletme yapılmayacaktır.
- Mağara dışarısında, portatif nakil sistemleri dışında, kalıcı fiziki değişikliğe yol açacak (yol açma, patlatma, kırma, kazma, vb) hiğbir uygulama yapılmayacaktır.
- Alım işlemi bitiminde, nakil öncesinde, mağara iğerisinde ve dışarısında, ilksel duruma uymayan herhangi bir yabancı malzeme bırakılmayacaktır.
- Mağara iğerisinde alım sırasında 45 dB üzerinde ses seviyesini açacak hiğbir uygulama yapılmayacaktır.
- Alım sırasında mağara iği atmosferini değiştirecek egzoz salımına neden olacak uygulamalar yapılamaz. Mağara iğerisinde ateş yakılamaz, alev çıkaran ısı ve ışık kaynakları kullanılamaz. Jeneratör alıştırılması gerektiğinde, bu mağara dışında gerçekleştirilecektir.
- Yarasaların bulunduğu mağaralarda izin verilen zaman aralığı dışında yani hassasiyet dönemlerinde mağaraya kesinlikle girilmeyecektir.

4. Sonuç ve Öneriler

Organik gübre olarak yarasa guanosunun önemi yapılan çalışmalar neticesinde daha iyi anlaşılmaktadır. Bununla beraber tarımda kullanımı da gün geçtikçe artmaktadır. Yapılan çalışmalarda uygun iğerik ve uygun dozlarda yarasa guanosu kullanımı toprağın ihtiyaı olan besinleri karşılayabilmektedir. Burada önemli olan yarasa guano bileşiminin çok değişken olmasından dolayı, gübre olarak uygulamadan önce yarasa guanosunun farklı toprak tipleri, mahsuller ve yarasa guano uygulama oranlarını kullanarak tarım alanlarında ayrıntılı bir şekilde analiz edilmesi gerekir. Gelişigüzel kullanım faydadan çok zarara neden olabilmektedir. Bir diğer önemli husus da, guano çıkartılırken yarasaların ve yaşadıkları habitatın zarar görmemesinin sağlanmasıdır. Diğer doğal gübrelere oranla yarasa guanosunun daha az maliyetle elde edilmesi ve talebin çok fazla olması nedeniyle yarasaların bulunduğu birçok mağarada kontrolsüz bir şekilde madencilik yapılmaktadır. Guano madenciliği, bu değerli gübreyi sağlayan yarasaları ve habitatlarını tahrip edici olabilmektedir. Madenciler bazen guanoya erişebilmek için kazı yapmakta veya patlayıcı kullanmaktadır. Böylelikle mağaraların yapısı ya da hava akışı değişebilmektedir. Bunun sonucunda da yarasaların yaşam alanları bozulmaktadır. Mağaralarda yaşayan yarasaların bozulmaya karşı oldukça hassas oldukları ve bunun neticesinde popülasyonlarının azalmasına neden olabileceğine dair yeterince kanıt bulunmaktadır. Guano madenciliği esnasında yapılan tüm faaliyetler sonuçta yüksek ses, parlak ışıklar ve hava sıcaklığındaki değişikliklere de neden olmaktadır. Bu tür faaliyetler dişi yarasaların yavrularını düşürmelerine veya kış uykusunda bulunan yarasaların rahatsız olmalarına yol açmaktadır. Bunların neticesinde yarasalar mağarayı terk edebilmektedir. Mağara ekosisteminin oluşmasında yarasa guanosunun katkısı çok büyüktür. Bunların mağaralardan çıkartılması ile mağara ekosisteminin bozulması da kaçınılmazdır. Yarasa guanosunun bazı bileşenlerinin daha iyi olmasına rağmen çıkartılmasının hem kısa hem de uzun vadede mağara ekosisteminin bozulması ve bölge için mevcut yarasa türlerinin dağılmasıyla birlikte böcek popülasyonlarının artmasına neden olacaktır.

Ülkemizde mağaraların korunması ile ilgili 03.02.2016 tarihinde T.C. evre ve şehircilik Bakanlığı tarafından “Tabiat varlığı olarak belirlenecek olan doğal mağaralara ilişkin ilke kararı” alınmış olup; 25 Mart 2016 tarih ve 29664 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanmıştır. Bu karara göre mağaralar 3 kategoriye ayrılmış ve her bir kategorideki mağaralar ile ilgili koruma çerçevesi belirlenmiştir. Ayrıca T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından “İnsan tüketim amacıyla kullanılmayan hayvansal yan ürünler yönetmeliği” hazırlanmış, 24 Aralık 2011 ve 28152 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanmıştır. Bu yönetmeliğe istinaden 2017/44 sayılı uygulama tebliği yayımlanmıştır. Bu tebliğe yarasalardan elde edilen guanonun piyasaya hangi şartlarda arz edileceği belirtilmiştir. T.C.

Orman ve Su İşleri Bakanlığına bağlı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, mağaralardan guano çıkarmak isteyelerin uyması gereken kuralları belirlemiş ve taahhüt altına almıştır.

Kanun koyucular tarafından guanonun çıkarılması, çıkarılan guanonun piyasaya hangi şartlarda sürebileceği ve mağaralarla ilgili koruma planlarının yapılması için düzenlemeler yapılmış olması sorunların genel hatlarını belirlemiştir. Burada üzerimize düşen en önemli sorumluluk denetim mekanizmasının etkin olarak kullanılabilmesini sağlamaktır.

Yazarların Katkısı

Atilla ARSLAN konunun belirlenmesi, ilgili kaynakların toplanması ve makalenin yazımına; Mesut BAŐ ise ilgili kaynakların toplanması ve makalenin yazımına katkı sağlamıştır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada, araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Kaynaklar

- [1] Albayrak İ. 2000. Yarasalar: Eli Kanatlı Memeli. Yeşil Atlas Coğrafya ve Keşif Dergisi, 3: 69-73.
- [2] IUCN. 2019. IUCN Red List of Threatened Species, <http://www.iucnredlist.org> (Erişim Tarihi: 06.12.2019).
- [3] Nowak R. 1994. Bats of the world. The Johns Hopkins University Press Baltimore, London.
- [4] Mehlhorn H. 2014. Introduction: The World of Bats. Bats (Chiroptera) as Vectors of Diseases and Parasites: Springer, 1-5.
- [5] Constantine D.G. 1967. Activity patterns of the Mexican free-tailed bat. University of New Mexico Press.
- [6] Gnaspi P. 2012. *Guano Communities*. Encyclopedia of Caves, 357-64.
- [7] Riechmann D. 2003. Guano, Das weiÙe Gold Perus. <https://www.scinexx.de/dossierartikel/guano/>. (Erişim Tarihi: 06.12.2019).
- [8] Dowd B. 2016. Wild life control: The importance of bat guano. <https://www.skedaddlewildlife.com/the-importance-of-bat-guano/>, (Erişim Tarihi: 04.12.2019).
- [9] Schuman S.H., Simpson J.W. 1997. A clinical historical overview of pesticide health issues. Occupational medicine (Philadelphia, Pa), 12 (2): 203-7.
- [10] Chernyak S.M., Rice C.P., McConnell L.L. 1996. Evidence of currently-used pesticides in air, ice, fog, seawater and surface microlayer in the Bering and Chukchi Seas. Marine Pollution Bulletin, 32 (5): 410-9.
- [11] Chen S.K., Edwards C.A., Subler S. 2001. Effects of the fungicides benomyl, captan and chlorothalonil on soil microbial activity and nitrogen dynamics in laboratory incubations. Soil Biology and Biochemistry, 33 (14): 1971-80.
- [12] Fushiwaki Y., Tase N., Saeki A., Urano K. 1990. Pollution by the fungicide pentachloronitrobenzene in an intensive farming area in Japan. Science of the Total Environment, 92: 55-67.
- [13] Őimřek Erşahin Y. 2007. Vermikompost ürünlerinin eldesi ve tarımsal üretimde kullanım alternatifleri. GaziosmanpaŐa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 24 (2): 99-107.
- [14] IUCN. 2014. IUCN SSC guidelines for minimizing the negative impact to bats and other cave organisms from guano harvesting. <https://www.batcon.org/pdfs/GuanoGuidelinesVersion1.pdf>, (Erişim Tarihi: 01.01.2020).
- [15] Furey N.M., Racey P.A. 2016. Conservation ecology of cave bats. Bats in the Anthropocene: Conservation of bats in a changing world: Springer, Cham, 463-500.
- [16] Gillieson D. 1996. Caves: Processes. Development, Management, 203-36.

- [17] Allocati N., Petrucci A., Di Giovanni P., Masulli M., Di Ilio C., De Laurenzi V. 2016. Bat–man disease transmission: zoonotic pathogens from wildlife reservoirs to human populations. *Cell death discovery*, 2: 16048.
- [18] Boyles J.G., Cryan P.M., McCracken G.F., Kunz T.H. 2011. Economic importance of bats in agriculture. *Science*, 332 (6025): 41-2.
- [19] Keleher S. 1996. Guano: bats' gift to gardeners. *Bats*, 14: 15-7.
- [20] Sikazwe O., De Waele B. 2004. Assessment of the quality and reserves of bat guano at chipongwe and kapongo caves near lusaka as fertiliser material. *Unza J Sci Technol*, 1 (3): 32-42.
- [21] Roy R.N., Finck A., Blair G., Tandon H. 2006. Plant nutrition for food security. A guide for integrated nutrient management FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin, 16: 368.
- [22] Sridhar K., Ashwini K., Seena S., Sreepada K. 2006. Manure qualities of guano of insectivorous cave bat *Hipposideros speoris*. *Tropical and subtropical agroecosystems*, 6 (2): 103-10.
- [23] Sothearen T., Furey N.M., Jurgens J.A. 2014. Effect of bat guano on the growth of five economically important plant species. *Journal of Tropical Agriculture*, 52 (2): 169-73.
- [24] Bhat H., Sreenivasan M. 1990. Records of bats in Kyasanur Forest disease area and environs in Karnataka state, India, with ecological notes. *Mammalia*, 54 (1): 69-106.
- [25] Korine C., Izhaki I., Arad Z. 1999. Is the Egyptian fruit-bat *Rousettus aegyptiacus* a pest in Israel? An analysis of the bat's diet and implications for its conservation. *Biological Conservation*, 88 (3): 301-6.
- [26] Altıntaş A., Kontaş T., Yıldız G., Erkal N. 2005. Mineral levels of bat guano. *Veterinary Journal of Ankara University*, 52: 1-5.
- [27] Karagöz K. 2014. Yarasa gübresinin tarımda kullanılma olanakları. *Alnteri Zirai Bilimler Dergisi*, 27 (2) : 35-42.
- [28] Studier E.H., Viele D.P., Sevick S.H. 1991. Nutritional implications for nitrogen and mineral budgets from analysis of guano of the big brown bat *Eptesicus fuscus* (Chiroptera: Vespertilionidae), *Comp. Biochem. Physiol.*, 100A (4): 1035-1039.
- [29] Gray A.E., Mulligan T.J., Hannah R.W. 1997. Food habits, occurrence, and population structure of the bat ray, *Myliobatis californica*, in Humboldt Bay, California. *Environmental Biology of Fishes*, 49 (2): 227-38.
- [30] Penhallegon R. 2003. Nitrogen-phosphorus-potassium values of organic fertilizers. Oregon State University Extension Service, <https://extension.oregonstate.edu/sites/default/files/documents/1/lc437organicfertilizersvaluesrev.pdf>, (Erişim Tarihi: 01.12.2019).
- [31] Mathur S., Patni N., Levesque M. 1990. Static pile, passive aeration composting of manure slurries using peat as a bulking agent. *Biological wastes*, 34 (4): 323-33.
- [32] Emerson J.K., Roark A.M. 2007. Composition of guano produced by frugivorous, sanguivorous, and insectivorous bats. *Acta chiropterologica*, 9 (1): 261-7.
- [33] Shahack-Gross R., Berna F., Karkanis P., Weiner S. 2004. Bat guano and preservation of archaeological remains in cave sites. *Journal of Archaeological Science*, 31 (9): 1259-72.
- [34] Bird M.I., Boobyer E.M., Bryant C., Lewis H.A., Paz V., Stephens W.E. 2007. A long record of environmental change from bat guano deposits in Makangit Cave, Palawan, Philippines. *Earth and Environmental Science Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, 98 (1): 59-69.
- [35] Wurster C.M., McFarlane D.A., Bird M.I. 2007. Spatial and temporal expression of vegetation and atmospheric variability from stable carbon and nitrogen isotope analysis of bat guano in the southern United States. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 71 (13): 3302-10.
- [36] Giurgiu A., Tămař T. 2013. Mineralogical data on bat guano deposits from three Romanian caves. *Studia UBB Geologia*, 58 (2): 13-8.
- [37] Demirtaş I., Arı N., Arpacıoğlu A., Kaya H., Özkan C. 2005. Değişik organik kökenli gübrelerin kimyasal özellikleri, *Derim*, 22 (2), 47-52.
- [38] Jenkins WK. 2009. Evaluation of four organic fertilizers for vegetable and herb transplant production, PhD Thesis, University of Georgia, 26-27.
- [39] Shetty S., Sreepada K., Bhat R. 2013. Effect of bat guano on the growth of *Vigna radiata L.* *International Journal of Scientific and Research Publications*, 3 (3): 1-8.
- [40] şener S., Ulukapı K. 2018. Farklı Organik Gübrelerin Tarla ve Örtüaltı Koşullarında Yetiştirilen Karnabaharın Bitki Gelişimi ve Verim Parametreleri Üzerine Etkisi. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 32 (3): 510-5.

- [41] Mounirou M.M., Harouna K.A., Tidjani A.D. 2018. Nijer'in Balla İlçesi Tarım Havzasında Marul Üretimi Üzerine Yarasa Gübresi Uygulamalarının Etkileri. 2nd International Students Science Congress, 1-4.
- [42]. Grantina-Ievina L., Ievinsh G. 2015. Microbiological characteristics and effect on plants of the organic fertilizer from vermicompost and bat guano. *Res Rural Develop*, 1: 95-101.
- [43] Musa A., Agaie H., Kumar N., Ogbiko C. 2017. Comparison of the effects of *Criseonycteris thonglongyai* (bumblebee bat) droppings and synthetic fertilizer on some phytotoxins in the leaf of *Amaranthus cruentus*. *Journal of Scientific Agriculture*, 182-7.
- [44] Bokhtiar S., Sakurai K. 2005. Effects of organic manure and chemical fertilizer on soil fertility and productivity of plant and ratoon crops of sugarcane. *Archives of Agronomy and Soil science*, 51 (3): 325-334.
- [45] Chen J.H. 2006. The combined use of chemical and organic fertilizers and/or biofertilizer for crop growth and soil fertility. International workshop on sustained management of the soil-rhizosphere system for efficient crop production and fertilizer use, 16-20 October, Land Development Department, Bangkok, Thailand.
- [46] Barber S., Walker J., Vasey E.H. 1963. Mechanisms for movement of plant nutrients from soil and fertilizer to plant root. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 11 (3): 204-7.
- [47] Sun R.L., Zhu L.S., Zhao B.Q., Zhou Q., Xu J, Zhang F. 2004. Effects of long-term fertilization on soil microorganism and its role in adjusting and controlling soil fertility. *Ying yong sheng tai xue bao= The journal of applied ecology*, 15 (10): 1907-10.
- [48] Lal R. 1989. Soil degradation in relation to climate. International Rice Research Institute Climate and food security Los Baños, 257-76.
- [49] Hänsch R., Mendel R.R. 2009. Physiological functions of mineral micronutrients (cu, Zn, Mn, Fe, Ni, Mo, B, cl). *Current opinion in plant biology*, 12 (3): 259-66.
- [50] Buliga C. 2010. Guano exploitation in Madagascar. https://digitalcollections.sit.edu/isp_collection/904/, (Erişim Tarihi: 04.10.2019).
- [51] Förstner U., Wittmann G.T. 2012. Metal pollution in the aquatic environment. Springer Science & Business Media.
- [52] Hatibu A.A. 2018. Assessment of bat guano as source of nutrients for rice production: Sokoine University of Agriculture, Master, Morogoro, Tanzania. 2018.
- [53] Deharveng L., Bedos A. 2012. Diversity patterns in the tropics. *Encyclopedia of caves: Elsevier*, 238-50.
- [54] Gibert J., Deharveng L. 2002. Subterranean Ecosystems: A Truncated Functional Biodiversity: This article emphasizes the truncated nature of subterranean biodiversity at both the bottom (no primary producers) and the top (very few strict predators) of food webs and discusses the implications of this truncation both from functional and evolutionary perspectives. *BioScience*, 52 (6): 473-81.
- [55] Myers N., Mittermeier R.A., Mittermeier C.G., Da Fonseca G.A., Kent J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403 (6772): 853.
- [56] Whitten T. 2009. Applying ecology for cave management in China and neighbouring countries. *Journal of Applied Ecology*, 46 (3): 520-3.
- [57] Racey P.A., Entwistle A.C. 2000. Life-history and reproductive strategies of bats. *Reproductive biology of bats. Elsevier*, 363-414.
- [58] McCracken G.F. 2011. Cave conservation: special problems of bats. *Course Booklet*, 68.
- [59] T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar genel Müdürlüğü, Şartname, <https://www.yarasagubresi.com.tr/FileUpload/bs209856/File/guanosartname.pdf>, (Erişim Tarihi: 28.01.2020).