



Çeşitli Ülkelerde Partörize Edilmiş Fermente Ürünlerin Kullanımı



Mart -2025

İçindekiler Tablosu

1. Giriş.....	3
2. Fermente Ürün Uygulaması.....	6
3. Sıçratma Plakalı Fermente Ürün Uygulaması.....	12
4. Fermente Ürün Kullanım Kısıtlamaları.....	15
5. Ülkeler.....	17
5.1. Fransa.....	17
5.2. Almanya.....	17
5.3. İrlanda.....	18
5.4. İsveç.....	19
5.5. İsviçre.....	20
5.6. Hollanda.....	21
5.7. Bileşik Krallık.....	22
6. Amonyum Kaynaklı Erken Ölümler.....	24
7. Kaynaklar.....	26
Şekil 1. Sıvı Fermente Ürün Hortum Tipi İle Dağıtılması Uygulaması.....	8
Şekil 2. Sıvı Fermente Ürünün Arka Pabuç Serpme Sistemi Dağıtılması.....	9
Şekil 3. Sıvı Fermente Ürünün Sığ Enjeksiyon Uygulaması.....	10
Şekil 4. Sıvı Fermente Ürünün Derin Enjeksiyon Uygulaması.....	11
Şekil 5. Sıçratma Metodu İle Sıvı Fermente Ürün Uygulaması.....	13
Şekil 6. 1990'dan 2015'e Amonyum Azalması.....	21
Şekil 7. Amonyumlu PM2.5 Kirliliğinin Sağlık Üzerine Etkisi.....	24
Şekil 8. İngiltere Suffolk'taki Bir Nehirde, Ağırıklı Olarak Tarım Arazilerinden Gelen Akıştan Kaynaklanan Ötrofikasyon.....	25
Tablo 1. Gübre Uygulaması Kapalı Dönemler.....	23
Tablo 2. Organik Gübre Kullanımına Kapalı Dönem.....	23

1. Giriş

Anaerobik çürütme işleminde fermente ürün, döngüsel ekonominin optimum bir örneği olan biyogaz zincirinin parçası olarak tanımlanır: süreç sırasında tüm ürünler kaynak olarak kabul edilir ve hiçbir atık değildir. Biyogaz tesislerinde sıfır atık oluşur.

Fermente ürün, karbon, nitrat, fosfor, potasyum ve magnezyum, kalsiyum ve kükürt dahil olmak üzere diğer besin maddelerinin yüksek içeriği nedeniyle çoğunlukla gübre olarak kullanılır, ancak çürüme ürünüdeki tam besin miktarı kullanılan besleme stoğuna bağlıdır.

Döngüsel tarım, sistemde dolaşan doğal kaynakları dışarıdan ithal etmek yerine geri kazanmak anlamına gelir. Döngüsel bir ekonomide, bir biyogaz tesisi yerel ölçekte çalışmalı, tarım alanındaki çiftliklerden organik ürünler toplamalı ve çiftçilerin aynı alanda organik toprak geliştirci olarak kullandığı fermente ürünü dağıtmalıdır.

Fermente ürünün optimum kullanımı, tarımsal üretimi iyileştirmek ve anaerobik sindirimin çevresel etkilerini azaltmak için çok önemlidir.

Ayrıca, ekonomik olarak fermente ürünü, hem maliyetleri düşürme hem de çiftçilerin endüstriyel gübrelere bağımlılığı azaltma açısından çiftçiler için bir fırsattır.

Fermente ürün, enerji erişimini iyileştirmede, tarımsal topluluklarda sosyal ve ekonomik kalkınma için fırsatlar sağlamada, yerel gıda güvenliğine katkıda bulunmada, kaynakların ve tarımsal atıkların yönetimini iyileştirmede ve çevresel faydalar sağlamada rol oynayabilir.

Fermente ürün, hem makro hem de mikro elementler içerdiği için etkili bir bitki besin kaynağıdır ve organik toprak maddesi döngüsüne de katkıda bulunabilir.

Sıvı fermente ürün yüksek oranda besin bileşimi azot içerir.

Fermente ürün yayılma hızı, mevzuat sınırlarını aşmayacak şekilde genellikle azot içeriği bazında düzenlenir. Karmaşıklığı nedeniyle fermente ürün toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini etkiler.

Genel olarak, fermente ürün toprak verimliliğini, bitki kalitesini ve verimini ve biyotik ve abiyotik strese karşı bitki direncini iyileştirir.

Hem katı hem de sıvı fermente ürün kullanımının çevresel faydaları arasında organik toprak maddesindeki artışlar, erozyonun azalması, artan su tutma oranı ve toprağın fiziksel yapısı (yani agrega stabilitesi, yoğunluk, gözenek boyutu) yer alır.

Fermente ürün olduğu gibi veya fraksiyonları belirli oranlarda ve en iyi bitki alımı için en uygun zamanda, atmosfere, toprağa ve suya verilen kayıpları en aza indirerek yayılmalıdır.

Fermente ürünün doğru zamandan doğru olarak uygulanması için en iyi yöntemin seçilmesi teknik ve ekonomik olarak karşılanabilirliği açısından da çok önemlidir.

Çeşitli Ülkelerde Partörize Edilmiş Fermente Ürünlerin Kullanımı

2017 yılı itibariyle Avrupa'daki biyogaz tesisi sayısı 17.700 üniteyi aşmış durumdadır ve yılda yaklaşık 180 milyon ton anaerobik fermente ürün üretildiği tahmin edilmektedir

Fermente ürünün mineral gübreleri ikame etme ve sürdürülebilir bir toprak yönetimine katkıda bulunma potansiyeline sahiptir.

Biyolojik olarak kararlı olan fermente ürün, karbon (C), azot (N), fosfor (P) ve potasyum (K) bakımından zengindir.

Narenciye bahçelerinde, şeftali bahçelerinde, zeytin bahçelerinde, üzüm bağları, elma bahçelerinde ve benzeri meyve bahçelerinde de fermente ürün kolay şekilde uygulanabilir.

Fermente ürün kullanılmadan önce katı ve sıvı fazı ayrılır. Katı ve sıvı faz ayrılması ile ilgili teknik bilgiler başka bir çalışmada verilmiştir.

Sıvı faz fermente ürün depolanması ile ilgili teknik bilgi başka bir çalışmada verilmiştir.

Katı ve sıvı faz fermente ürünlerin pastörizasyon işlemi yapıldıktan sonra tarım alanlarında kullanımına izin verilir.

Fermente ürün içindeki azotun gübre değeri "kullanım yüzdesi" olarak ifade edilebilir. Bu, fermente üründe sağlanan toplam azot miktarı ile aynı mahsul verimini elde etmek için gerekli olan mineral gübre azotunun nispi miktarı olarak tanımlanır. Besin kullanım yüzdesinin artmasıyla fermente ürünün gübre değeri artar.

Sıvı fermente ürünü eşit olarak dağıtmak ve zeminde eşit bir yayılma sağlamak için kullanılan bir yayıcı kullanılarak tarlaya uygulanır. Fermente ürün yayma, besin eksikliği olan toprağı tedavi etmek ve ileriye dönük ekinlerin etkili büyümesini sağlamak için kullanılabilir. Toprağı doğru miktarda besin girdiğinden emin olmak için fermente ürün miktarı bir testle belirlenir.

Fermente ürün yayma, anaerobik sindirim yoluyla oluşturulan, besin açısından zengin bir ürünün uygulanmasını içeren bir gübreleme yöntemidir.

Sıvı fermente ürünler aşağıda verilen sınır değerini sağlayacak şekilde üretilir:

- Kimyasal gübrelerin yerini almak için mükemmel bir CNPK (karbon/azot/fosfor/potasyum) ve S kaynağı sağlar.
- Bitkiler için daha iyi bir köklenme ortamı sağlayarak toprak yapısını, drenajı, su tutma ve havalandırmayı iyileştirir.
- Yavaş besin salım özelliklerine sahiptir. Malzeme toprak içinde bozulmaya devam ederek azot ve fosfat sızmasını azaltır.
- Toprakların, özellikle ağır kilin işlenebilirliğini iyileştirir.
- Hafif topraklarda su tutmayı iyileştirir.
- Toprak sıkışmasına ve erozyona karşı direncini artırır.
- Topraklarının yapısını iyileştirir.
- Yapay gübre ihtiyacını azaltır.

Bireysel bir tarla için bir sıvı fermente ürün uygulama planı aşağıdakileri dikkate almalıdır:



Çeşitli Ülkelerde Partörize Edilmiş Fermente Ürünlerin Kullanımı

- Yetiştirilecek ürün ve önceki ürün(ler).
- Toprak tipi ve topraktaki mevcut besin rezervleri (periyodik toprak örnekleme, zirai kimyasal analiz ve toprak haritalaması ile belirlenir).
- Beklenen mahsul verimi.
- Yetiştirilecek mahsulün önerilen besin gereksinimleri (azot, fosfor, potasyum ve kükürt).
- Uygulanacak çürüme ürününün besin içeriği.
- Fermente üründe beklenen azot kullanım yüzdesi.
- Fermente üründe uygulama zamanı ve yöntemi.
- Mineral gübreler için herhangi bir ek gereklilik (tipler, miktarlar ve uygulama süreleri dahil).



2. Fermente Ürün Uygulaması

Biyogaz tesislerinde oluşan fermente ürünler tekniğine uygun yönetilirse önemli bir besin maddesidir. Yönetilmezse yerüstü su kaynaklarını kirleten, çevresel riski yüksek ve ekosisteme zarar veren atıktır.

Toprakta organik karbon oranı artırıldıkça toprağın su tutma kapasitesi artar.

Fermente ürün doğal azot kaynağıdır ve toprak verimliliğini artırmak ve bitki büyümesini desteklemek için kullanılır. Bununla birlikte, özellikle sıcak veya rüzgarlı günlerde hava ile temas ettiklerinde fermente ürünlerden amonyak formundaki nitrojen kaybolur. Amonyak olarak ne kadar fazla nitrojen kaybolursa, gübre besin maddesi olarak o kadar az etkili olur.

Fermente ürün içeriği ile maksimum verimliliği elde etmek için, maksimum ürün büyüme dönemlerinde toprağa uygulanması özellikle tavsiye edilir.

Yayılma stratejisi (ürün, zaman);

1. Kışlık buğdayda, 2/3'ü büyüme döneminde (Mayıs-Haziran) ve 1/3'ü Ağustos'ta ekimden önce serpilir.
2. Kışlık buğdayda, 1/3'ü büyüme mevsiminde (Mayıs-Haziran) ve 2/3'ü Ağustos'ta ekimden önce serpilir.

Sonbaharda ekimden önce hektar başına 30 ton oranında mahsul yetiştirmede fermente ürünün ana kısmını (2/3) ön sezonda yaymak daha karlıdır. Büyüme mevsiminde hektar başına 20 ton gibi daha düşük bir oranla, fermente ürün uygulanır.

Sıvı fermente ürünü yayılımı normalde kış sonundan yaz sonuna kadar gerçekleştirilir. Uygulamadan genellikle sonbahar aylarında kaçınılır, çünkü yılın bu bölümünde azot, mahsuller tarafından daha az etkili bir şekilde emilir.

Fermente ürün hava ile minimum temas edecek şekilde toprağa uygulanmalıdır.

AB ülkelerinde uygulama oranları hektar başına 10 ila 40 m³ arasında değişmektedir.

Fermente üründe hazır bulunan azottan en iyi şekilde yararlanmak için, amonyak emisyonlarını (ve koku rahatsızlığını) en aza indirmek ve mevcut mahsulü en üst düzeye çıkarmak için hassas uygulama ekipmanının (bant yayıcı – arka hortum, arka pabuç veya sığ enjektör) kullanılması önerilir.

Sıvı fermente ürün için en iyi uygulama, arka hortumu veya pabucu olan bir bant yayıcı veya sığ bir enjektör kullanarak toprağa uygulamaktır. Sıvı fermente ürünün bu şekilde bitki köklerine yakın uygulanması, mahsulün kullanabileceği azot miktarını artıracak ve kirletici amonyak gazı olarak atmosfere kaybedilen miktarı azaltacaktır.

Sıvı fermente ürün enjeksiyon sistemleri, sıçrama plakalı bulamaç uygulamasına kıyasla amonyak emisyonlarında %70-90'lık bir azalma sağlayabilir. Sıvı fermente ürünün toprağa ne kadar derine yerleştirildiğine bağlı olarak sığ veya derin enjektör olarak sınıflandırılabilen çeşitli enjektör türleri vardır.



Çeşitli Ülkelerde Partörize Edilmiş Fermente Ürünlerin Kullanımı

Bant yayma ve siğ enjeksiyon uygulama teknikleri, gübreyi bom genişlikleri boyunca eşit bir şekilde yayar, serpmeye günlerinin sayısını artırır.

En iyi performans için, yani amonyak kaybını en aza indirmek ve fermente ürünün gübre değerini en üst düzeye çıkarmak için, ot kontaminasyonunu en aza indirmek için hortumlar mümkün olduğunca yere yakın tutulmalıdır. Bu sistem mevcut en hafif sistemdir ve ürüne daha az zarar verdiği için ekilebilir ürünler için uygundur.

Ekilebilir mahsullerin tam sürme izi genişlikleri boyunca mahsul hasarına ve kirlenmeye neden olmadan hassas bir şekilde üst pansumanını sağlayan bant yayma ekipmanı da mevcuttur.

Bant yayıcı – arka hortum yayıcı ile toprağı sıkışma risklerini azaltabilmek için ortalama 42-48 metre genişlikte fermente ürünü eşit olarak yaymak mümkündür.

Tarlalarda düşük amonyum emisyonu yayma metotları örnek uygulamaları aşağıda detaylı olarak verilmiştir.



Çeşitli Ülkelerde Partörize Edilmiş Fermente Ürünlerin Kullanımı



Şekil 1. Sıvı Fermente Ürün Hortum Tipi İle Dağıtılması Uygulaması

Sıvı fermente ürün yayma genişliği 40 ila 48 m arasında değişir. Ve tam düzenli ve homojen dağılım yapılıır.

Arka pabuç serpmeye sistemi, sıçrama plakası sistemine kıyasla amonyak emisyonlarında %60'lık bir azalma sağlayabilir. Otlak ve ekim öncesi ekilebilir araziler için uygundur. Metal 'pabuçlar' toprak yüzeyi boyunca ilerler, bitki örtüsünü ayırır ve fermente ürünün ve bulamacın toprak yüzeyine yerleştirilmesini sağlar.

Çeşitli Ülkelerde Partörize Edilmiş Fermente Ürünlerin Kullanımı



Şekil 2. Sıvı Fermente Ürünün Arka Pabuç Serpme Sistemi İle Dağıtılması

Sığ enjektörler (amonyak emisyonlarında %70 azalma) tarım alanlarına (ekim öncesi) veya otlaklar için uygundur. Sığ enjektörler, organik gübreyi tipik olarak 4-6 cm derinliğe ve 25-30 cm aralıklarla toprağa açılan dar yuvalara yerleştirir.

Derin enjektörler (amonyak emisyonlarında %90 azalma) sadece ekimden hemen önce ekilebilir araziler için uygundur (çim veya mahsullerde oluşabilecek hasar nedeniyle). Derin enjektörler, su kirliliğini önlemek için sadece toprak yeterince kuru olduğunda ve 70 cm derinlikten daha sığ bir drenaj sistemine sahip topraklarda kullanılmamalıdır. Derin enjektörler 10-30 cm derinliğinde yarıklar açarak ve yaklaşık 50 cm aralıklarla yerleştirilir.

Çeşitli Ülkelerde Partörize Edilmiş Fermente Ürünlerin Kullanımı



Şekil 3. Sıvı Fermente Ürünün Sığ Enjeksiyon Uygulaması

Ördek ayaklı derin enjektörler, fermente ürünün ve bulamacın çok iyi bir şekilde akmasını ve geniş bir dağılımı sağlar. Fermente ürün ve bulamaç genellikle 10 ila 12 cm çalışma derinliğine ve 15 ila 24 cm aralığında enjekte edilir. Çalışma genişliği ortalama 4 metredir.



Şekil 4. Sıvı Fermente Ürünün Derin Enjeksiyon Uygulaması

Enjeksiyon sistemi veya takip hortumu sistemi ile sıvı fermente ürünün havaya maruz kalmasını azaltacak, böylece $\text{NH}_4\text{-N}$ buharlaşma kaybı, mahsulün kirlenme riski, rüzgarla dağılma riski ve olası koku kirliliği rahatsızlıklarını önemli ölçüde azaltacaktır veya olmayacaktır. Uygulama maliyeti yüksektir. Mahsul üzerine zararı yoktur.

Düşük emisyonlu fermente ürün serpmeye sistemleri, mahsul için daha fazla azot sağlayarak, amonyak emisyonlarını azaltarak ve Kuzey İrlanda'da su kalitesini iyileştirerek besin kullanım verimliliğini artırmada önemli bir rol oynamaktadır.

Çin'de sıvı fermente ürüne düşük dereceli fosforit ile karıştırılarak yeni bir sıvı gübre türü elde edilmektedir. Fermente ürün fosforit ile 1:10 ila 1:20 oranında karıştırılmaktadır. Böylece toprağın fosfor ihtiyacı problemi de çözülmektedir. Bu metotla topraktaki fosfor miktarı %20 oranında artırılmaktadır.

3. Sıçratma Plakalı Fermente Ürün Uygulaması

Sıçrama plakası veya benzeri sistemle sıvı fermente ürün yayma yapılması, mahsul için sadece çok küçük bir oranı kullanılırken çok fazla miktarda azot israfına ve amonyum azotu kaybına neden olunur.

Sıçratma plakalı fermente ürün uygulaması yüksek amonyum emisyonuna sahiptir ve çevre ciddi PM_{2.5} kirliliği oluşturur.

Sıçratmalı plakalı sistem, basittir, en ucuz seçenektir, en düşük uygulama maliyetlidir. Ama atmosfere azot kaybı çok yüksektir.

Yayma esnasında çevrede çok ciddi koku kirliliği oluşur ve partikül madde (PM_{2.5}) kirliliği oluşur. Hayvan çiftliklerinin yoğun olduğu bölgelerde PM_{2.5} kirliliğinin %64'nin amonyumlu ilişkili olduğu tahmine edilmektedir.

Sıvı fermente ürün içindeki NH₄-N buharlaşma oranı, mahsulün kirlenme riski, rüzgarla dağılma riski ve koku problemi yüksek olabilir. Sıvı fermente ürün yayma alanı 6 ila 10 m arasında değişir. Ve çok düzensiz dağılım yapılıdır.

Çoğu ülke, sıçratma ile fermente ürün uygulamasını yasaklamıştır.



Çeşitli Ülkelerde Partörize Edilmiş Fermente Ürünlerin Kullanımı



Şekil 5. Sıçratma Metodu İle Sıvı Fermente Ürün Uygulaması

Çeşitli Ülkelerde Partörize Edilmiş Fermente Ürünlerin Kullanımı

Sıçratma plakalı metodu fermente ürünün toprak yüzeyine uygulamasından sonraki ilk 24 saat içinde beklenen NH₃ kaybı miktarı, soğuk ve ıslak koşullarda en az %10 ile sıcak ve kuru koşullarında ise en az %50 arasında değişebilir.

Sıvı fermente ürün uygulaması, çevreye istenmeyen olumsuz etkileri en aza indirecek ve ayrıca çiftçilerin karlarını en üst düzeye çıkaracak şekilde yapılmalıdır. Uygulama oranları (özellikle nitrojen için), saklama sürelerinin uzunluğu ve uygulama zamanlamaları da ulusal limitlere uygun olmalıdır.

Yüzeysel su kaynaklarını kirletme riski yüksektir. Hakim rüzgar yönü ile uyumlu serpme yapılması şarttır. Aksi çalışan serpme sonucu çıkan gazdan olumsuz etkilenir.



4. Fermente Ürün Kullanım Kısıtlamaları

Biyogübre olarak fermente ürünün kullanımı her zaman çiftlik için sağlam bir gübre yönetim planına dahil edilmelidir. Farklı ülkelerdeki uygulama kuralları, gübre yönetimi, besin maddesi yönetimi ve toprak yönetimi için tercih edilen prosedürleri detaylandırmaktadır.

Azot Emilimi dahil olmak üzere sıvı fermente ürün içeriğinin optimum etkinliğini sağlamak için uygulama, mahsulün maksimum büyüme dönemlerinde gerçekleştirilmelidir.

Toprak doygunken veya bir yağış olayından hemen önce fermente ürün uygulanırsa, fermente ürün tercihen künkülü drenaj ile yüzeysel su kaynağına akabilir.

Fermente ürün serpmeye uygulaması, sonbahar aylarında uygulamadan kaçınılmalı, kış sonundan yaz sonuna kadar yapılır. Sonbahar ayları boyunca, azot tipik olarak mahsuller tarafından etkili bir şekilde emilmez veya şu anda bir azot gereksinimi olmaz. Ayrıca aşağıdaki koşullarda fermente ürün yaymaktan kaçınılması tavsiye edilir:

- Su dolu toprakta veya arazide.
- Şiddetli yağış dönemlerinde veya bunun 48 saat içinde tahmin edilmesi durumunda.
- Donmuş toprak üzerinde veya karla kaplı topraklarda.
- Bir alanın boru veya köstebek boşaltıldığı yerlerde.
- Bir tarla, son 12 ay içinde kanalizasyonların üzerinden toprak altında kaldığında.

Sıvı fermente ürünün BOI_5 değeri yaklaşık 9.000 mg/L'dir; bu, hayvancılık bulamaçlarına (10.000-30.000 mg/l) ve kirli suya (1.000-5.000 mg/l) benzer. Bu yüzden, fermente ürünlerin toprağa uygulanmasının su kirliliği risklerini en aza indirmek için dikkatli bir şekilde yönetilmesi gerekir. Yani, çiftçiler, aşağıdaki senaryoların hiçbirinde sıvı fermente ürün kullanmamalı:

- Arazinin hendek, gölet, sulak alan, geçiş suyu veya yerüstü su kaynağına 10 metre mesafede olduğu,
- İnsan tüketimi için su sağlayan herhangi bir kaynağa veya su girişini önlemek için kapatılmamış herhangi bir kuyuya veya sondaj kuyusuna 50 m mesafede olduğu,
- Arazi, kaynaklar, sondaj kuyuları veya rezervuar dahil olmak üzere insan veya süt çiftlikleri tarafından kullanılan su kaynağının 50 metre yakınında bulunduğu,
- Tarlaların dik yamaçlarda olduğu,

yerlerde uygulanmaz.

Diğer yandan;

- 1 Ağustos-Şubat sonu arasında kumlu veya sığ topraklı toprak işlemeli araziye, 1 Ekim-Şubat sonu arasında başka topraklı toprak işlemeli araziye, 1 Eylül-Şubat sonu arası kumlu veya sığ topraklı yaymazsınız. 15 Ekim ve Şubat sonu arasındaki diğer topraklar.
- Yukarıdaki zaman periyotlarında gübreleme yaparsanız, uygulamalar arasında en az 21 gün bırakarak yüksek RAN (hazır azot; amonyum-azotu, nitrat-azotu ve ürik asit-azotu) organik gübreler için sadece 30m³/ha veya yüksek RAN (hazır azot) kanatlı gübreleri için 8t/ha

Çeşitli Ülkelerde Partörize Edilmiş Fermente Ürünlerin Kullanımı

oranında gübre uygulanır. Bir hektar, 10.000 m²'dir. RAN, uygulama yılında hızlı mahsul alımı için potansiyel olarak mevcut olan N demektir.

- Yukarıdaki zaman dilimlerinde yayıyorsa, sonbahar/sarı ticari ürünler için yeterli bir uygulama oranı kullanılır (bitkileri kapsamaz).



5. Ülkeler

5.1. Fransa

Fransa, yılda yaklaşık 2.5 Mt (milyon ton) kompost üretimi ile Avrupa'nın en büyük ikinci kompost üreticisi ülkedir.

Yıllarca süren bir çabadan sonra biyogaz tesislerinde elde edilen fermente ürünü Fransa gübre niteliğindeki bir ürün olarak tanımlanmaya başladı. 13 Haziran 2017'de yayınlanan bir yönetmelik ile ham fermente ürünün gübre olarak kullanılabilmesi için gerekli özellikler belirlenmiştir. İstenilen teknik özellikleri sağladığı takdirde, fermente ürün artık Fransa'da atık olarak nitelendirilip bertarafı istenmeyecek ve gübre olarak değerlendirilip satılabilecektir. Bu sayede, üretici üzerlerindeki idari yük azalacak olan biyogaz tesisi sahipleri önemli ekonomik faydalar sağlayacaktır.

Bununla birlikte, yönetmelikle belirlenen özellikler, fermente ürün uygulanan arazilerin kimyasal maddelerle kirlenmesini ve patojen riskini en aza indirmek için gerekli koşulları belirlemektedir:

- Fermente ürün, sadece tarla bitkileri ve otlak olarak kullanılan veya biçilen çayırlar için kullanılabilir. Sebze üretim bahçelerinde kullanılması yasaktır.
- Tarla bitkileri için kullanımına tüm yıl boyunca izin verilir (nitrate hassas bölgelerde özel şartlar uygulanır).
- Fermente ürün toprağa, sürülüp ekilmeden önce serpilecekse, işlemin hemen ardında toprağın üzeri örtülmelidir. Ekimden sonra uygulanacaksa, damlatmalı boru sistemi kullanılmalıdır.
- Fermente ürünün araziye tatbikinde, yönetmelikte müsaade edilen iz element miktarlarına da riayet edilmelidir.
- Fermente ürün biyogaz tesisinden çıkmadan önce yönetmelikte belirtilen kimyasal ve bakteriyolojik kriterleri sağlamalıdır.

Tarım arazilerine uygulanan sıvı fermente ürün miktarı yılda 170 kg/ha'yı geçmemelidir.

5.2. Almanya

Almanya'da 120 milyon ton fermente ürün oluşmaktadır. Avrupa'da en fazla fermente ürün üreten ülkesidir.

Almanya'da, mezofilik AD tesisleri için 70°C'de bir saat, termofilik tesisler için 0,5 saatlik bir ön pastörizasyon önerilmektedir. Böylece patojen mikroorganizmalar bertaraf edilmektedir.

Kompostlaştırılmış organik atıklar için geliştirilen geçerlilik prosedürleri yakın tarihli "Biyoatıklar Yönetmeliği"nde kabul edilmiştir. Bu prosedürler, özel olarak tasarlanmış test taşıyıcı sistemlerde test organizması olarak Salmonella senftenberg W775 (H₂S negatif) kullanımını içerir. Yüksek riskli hammaddeleri arıtan AD tesisleri için gereken standartlar; 50 g'da Salmonella sp. bulunmaması ve 1 L fermente üründe ikiden az çimlendirilmiş domates tohumu ile yeniden üretilebilir bitki parçasının bulunması gerekmektedir.



Çeşitli Ülkelerde Partörize Edilmiş Fermente Ürünlerin Kullanımı

Almanya'da şartlara bağlı olarak fermente ürün işleme için çok geniş bir teknoloji yelpazesi uygulanmaktadır. Şu ana kadar markete öncü olacak teknoloji mevcut değildir.

En yaygın yaklaşım fermente üründen katı ve sıvının ayrılmasıdır; fermente ürün kıvamına bağlı olarak en sık vidalı presler veya santrifüjler uygulanır. Katı-sıvı ayrımı, çökeltici ajanlar eklenerek geliştirilebilir. Susuzlaştırılmış fermente ürün olduğu gibi piyasaya sürülebilir veya daha iyi pazarlanabilirlik için peletlenebilir. Bu tür ürünler zaten biyo-gübre olarak bahçecilik veya bahçe pazarlarında mevcuttur. Fermente ürünü sıvı kısmını doğrudan deşarj edilebilecek şekilde arıtılabilecek tek teknoloji membran prosesleridir. Membran prosesleri; Almanya'daki daha kompleks fermente işleme tesislerinde en sık uygulanan yaklaşımlar arasındadır. Biyogaz kojenerasyon sistemlerinde atık ısı kullanımı için yapılan sübvansiyonlar nedeniyle, ısı kullanan fermente ürün işleme teknolojileri (örneğin; buharlaşma, kurutma) oldukça sık kullanılmaktadır. Fermente ürünün buharlaştırılması oldukça iyi bir teknolojidir, ancak, sıvı fraksiyonda önemli miktarda lifli malzeme varsa, ısı eşanjörlerinde tıkanmayı önlemek için lifli ürünün önceden uzaklaştırmak gerekir. Daha az uygulanan diğer teknolojiler arasında amonyak sıyırma, iyon değişimi, güneş enerjisi, kurutma vb. prosesleridir.

Fermente ürün, 1 Şubat ile 31 Ekim arasında tarım arazisine ve 1 Şubat ile 14 Kasım arasında mera alanlarına uygulanabilir. Toplamda uygulanacak miktar yılda 170 kgN/ha/yılı geçmemelidir.

Fermente ürün yerüstü su kaynağından 4 m uzağa uygulanır. Fermente ürün uygulama ekipmanı önemli.

Gübre yönetim planı, bu nedenle, bireysel bir alan için dikkate alın:

- Yetiştirilecek ürün ve önceki yetiştirilen ürün.
- Toprak tipi ve topraktaki mevcut besin rezervleri (periyodik toprak örnekleme, zirai kimyasal analiz ve toprakların haritalanması ile gerçekleştirilir)
- Beklenen mahsul verimi
- Yetiştirilecek mahsulün önerilen besin gereksinimleri (azot, fosfor, potasyum ve kükürt)
- Uygulanacak gübre/sindirilm maddesinin besin maddesi içeriği
- Gübrede/sindirilm halindeki azotun beklenen kullanım yüzdesi
- Digestate uygulama zamanı ve yöntemi
- Mineral gübreler için gereklilikler - türleri, miktarları ve uygulama süreleri

Daha az tarım arazisinin bulunduğu Batı **Norveç**'teki biyogaz tesisleri, fermente üründen pelet halde organomineral gübre elde edip bu gübreleri organik gübre ihtiyacı bulunan diğer bölgelere taşımayı/satmayı öngörmektedir.

5.3. İrlanda

Fermente ürün ve hayvan gübresinde artan amonyak emisyon konsantrasyonu, Kuzey İrlanda'daki hava kalitesini olumsuz yönde etkilemiştir. En son rakamlar, Kuzey İrlanda'daki amonyak emisyonlarının 2010'dan bu yana %22 arttığını ve amonyak emisyonlarının %96'sının



Çeşitli Ülkelerde Partörize Edilmiş Fermente Ürünlerin Kullanımı

tarımdan kaynaklandığını göstermektedir (2017 verileri). Hassas bölgelere zarar vermesini önlemek, insan sağlığını korumak, besin kullanımının verimliliğini artırmak için amonyak emisyonlarını azaltmaya artan bir ihtiyaç vardır. Kısaca fermente ürünün tarım alanlarına uygulanması doğru yapılmalı ve toprağın azot emilimi sağlanmalı.

Kuzey İrlanda'da ters çevrilmiş sıçrama plakası, fermente ürün ve bulamaç uygulamasının ana yöntemidir. Bir sıçrama plakası ile yayılan fermente ürün ve bulamaç, toplam amonyağın %80 -% 100'ünde çok yüksek kayıplara neden olabilir. Fermente ürün ve bulamaç, sondaki Pabuç Serpme Sistemi gibi düşük emisyonlu yayma ekipmanı ile yayılırsa, bu kayıplar %60'a kadar azaltılabilir.

Eğik plaka sistemleri ayrıca su yollarına yüzey akışı riskini de artırır. Sıçrama plakası sistemleri, sıvıyı yüksek basınçta eğimli bir plakaya zorlayarak çalışır ve sıvıyı havaya püskürtür. Gübre yüksek bir yüzey alanına sahip olduğunda ve çok fazla hava hareketi olduğunda amonyak kaybı önemli ölçüde artar.

İrlanda 2006 yılında, en az %80'i mera ve otlaklarla kaplı arazilere toplamda 250 kgN/ha değerini aşmayacak şekilde fermente ürün uygulanabilmesi için AB'den talepte bulunmuştur. Bunun üzerine AB komisyonu bir madde yayınlayarak (Madde 5 (1), 2007), özel durumlarda mera ve otlaklara, burada otlayan hayvanların dışkıları dahil olmak üzere 250 kgN/ha değerini aşmayacak şekilde fermente ürün uygulanabileceğine dair bir karar almıştır. Bu maddede belirtilen özel durumlar, her çiftliğin bir gübreleme planına sahip olması ona göre hareket etmesi, toprağın azot ve fosfor içeriğinin her 4 yılda bir analiz edilmesi ve sonbaharda ot ekiminden önce toprağa gübre uygulanmaması şeklindedir.

Sıvı fermente ürün uygulama 1 Şubat 14 Ekim arasında uygulanabilir. Belirtilen takvim aralığında uygulanacak toplam sıvı fermente ürün miktarı, 170 kgN/ha/yılı geçemez.

5.4. İsveç

İsveç'te yılda yaklaşık 7,5 milyon ton fermente ürün üretilmektedir.

Biyogaz tesislerinde çürütme işlemi sonucu açığa çıkan ve biyo-gübre olarak da adlandırılan fermente ürün, değerli bir gübredir ve toprağa uygulandığında besi maddelerinin yerleşim bölgelerinden kırsal alanlara geri dönüşümünü sağlamaktadır. Uygulanan sertifikasyon sistemi, **İsveç**'teki biyogaz tesisi sahiplerine ürettikleri fermente ürünün kalitesini kontrol etme ve kalitesi onaylanan ürünü sertifikalandırma imkanı sağlamaktadır. İsteğe bağlı olan bu fermente ürün (biyo-gübre) sertifikası, 'Avfall Sverige' (İsveç Atık Yönetimi) ile birlikte İsveç SP Teknik Araştırma Enstitüsü tarafından derlenen yönetmeliklere göre verilmektedir

Fermente ürün veya **İsveç**'te kullanılan adıyla biyo-gübre, genellikle araziye ham sıvı hayvansal gübreler ile aynı yöntemlerle (traktöre bağlı sıvı gübre romörkü ve püskürtme makinesi ile) uygulanır. Helsingborg'da, fermente ürünün yer altına yerleştirilen borular ile tarım arazilerine pompalandığı başka bir yöntem uygulanmaktadır. Böylece fermente ürünün kamyonlarla taşınmasına gerek kalmaz ve önemli bir enerji tasarrufu sağlanır. Ayrıca, fermente ürünün pastörize edilmemiş substratlarla temasının önüne geçilir. Ham substratı tesise ve fermente



Çeşitli Ülkelerde Partörize Edilmiş Fermente Ürünlerin Kullanımı

ürünü tesis dışına nakletmek için aynı kamyonlar kullanılırsa, kontaminasyon riski ortaya çıkar. Fermente ürünün boru hattı ile taşınması, kullanılan ağır gübre püskürme/yayma ekipmanlarından zarar gören arazilerde yeni uygulama teknolojilerinin kullanımına olanak sağlar. Örneğin fermente ürün, bir depolama tankından hortum ile doğrudan traktöre bağlı püskürtme makinesine pompalanabilir.

Sıvı fermente ürün uygulama 1 Şubat 14 Ekim arasında uygulanabilir. Belirtilen takvim aralığında uygulanacak toplam sıvı fermente ürün miktarı, 170 kgN/ha/yılı geçemez.

5.5. İsviçre

İsviçre'de biyogaz tesislerinden açığa çıkan fermente ürünün büyük bir kısmı doğrudan araziye uygulanarak değerlendirilmektedir. Sadece %10'luk bir kısım kompostlaştırılır. 2001 yılında ASCP (İsviçre Kompost ve Metanizasyon Tesisleri Birliği) ve İsviçre Biyogaz Forumu tarafından kompost ve fermente ürün kalite standartlarına yönelik bir kılavuz yayınlanmıştır. Bu kılavuzun amacı üreticiye, tutarlı ve güvenilir kalite özelliklerine sahip fermente ürün ve kompost üretiminde destek olmak ve tüketicinin bu ürünlere olan güvenini artırmaktır. Kılavuzda, fermente ürün ve kompostun tarımda, bahçe ve peyzaj uygulamalarında kullanılması için sahip olması gereken özellikler tanımlanmıştır.

Seralar ve özel bahçelerde kullanılan fermente ürün ve kompostun en yüksek kalite ve kararlılık derecesine sahip olması gerekir. Ticari bahçeler için biraz daha düşük standartlar yeterlidir. Federal talimatlarda belirtilen asgari sınır değerler tarımsal ve diğer maksatlı kullanımlar için geçerlidir. Bu kılavuz, federal talimatları tamamlayıcı nitelikte olup hiçbir şekilde bunların yerine geçemez. Asgari kalite kriterleri geliştirilmiş ve "çürütülmüş biyokütle" ve "fermente ürün" terimleri yeniden tanımlanmıştır. Fermente ürün, aerobik kompostlaştırma işlemine tabi tutularak talimatlarda belirtilen tüm özellikleri sağlayan bir kompostta dönüştürülebilir. Bu kılavuzun diğer bir özelliği, federal araştırma merkezleri tarafından belirlenen standartları daha ileri seviyeye taşıyarak hem açık hem de kapalı alanlarda bahçe bitkisi yetiştiriciliği ve peyzaj işlerinde kullanılan kompost için belirlenen kalite kriterleridir.

Kimyasal ve fiziksel parametrelerin yanında, normalleştirilmiş biyolojik testler de önerilmektedir. Yüksek kalitede nihai bir ürün elde etmek için sadece son teknoloji prosesler yeterli değildir. Aynı zamanda hammaddenin de doğru seçilmesi gerekir. Sadece düşük kirlilik seviyesine sahip atıklar kullanılmalıdır. Önemli miktarda kirlenici içerdiğinden dolayı arıtma çamurları ve sokak temizliği atıkları uygun hammaddeler değildir. ASCP ve İsviçre Biyogaz Forumu, kullanılan ham madde ve katkı maddelerinin beyanını tavsiye etmektedir. ASCP'nin 2001 yılı kılavuzunda şu 3 kalite sınıfı tanımlanmıştır:

- Tarımsal kullanım amaçlı kompost/fermente ürün, yasal asgari kalite sınıfına uygun bir materyaldir. Bu sınıfa giren kompost/fermente ürün, kullanılan ham madde fiziksel olarak tanımlanabilir olma özelliğini kaybettiğinde (ağaç parçaları hariç) ve amonyum içeriği 300 mg/kg yaş ağırlığın altına düştüğünde kararlı ürün olarak tanımlanır.



Çeşitli Ülkelerde Partörize Edilmiş Fermente Ürünlerin Kullanımı

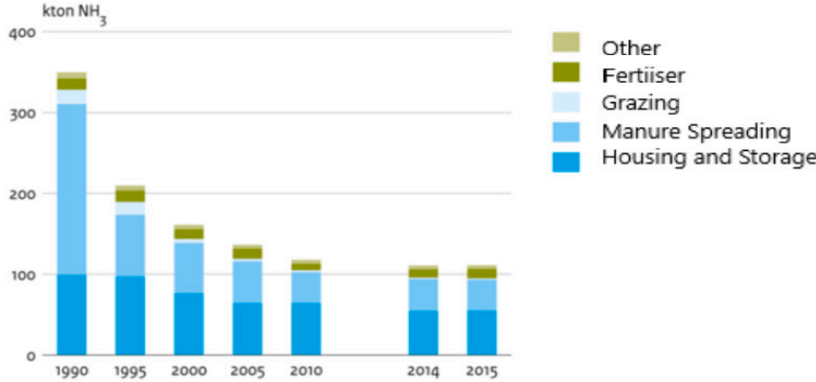
- Bahçe bitkisi yetiştiriciliği ve peyzaj işlerinde kullanılacak kompost/fermente ürün biyolojik (bitki uyumluluk testleri), kimyasal ve fiziksel parametreler açısından ilave gereksinimleri (asgari kalite sınıfının üzerinde) karşılamalıdır.
- Seralarda ve özel bahçelerde kullanılacak kompost/fermente ürün biyolojik (bitki uyumluluk testleri), kimyasal ve fiziksel parametreler açısından daha ileri seviyedeki kalite kriterlerini sağlamalıdır.

5.6. Hollanda

Hollanda, Çiftlik tipi biyogaz tesisleri tarımsal nitelikli biyogaz tesisleri olarak tanımlanır. Bu tür biyogaz tesisleri, biyogaz üretiminde kendi ürettikleri sekiz hammaddeyi kullanabilir ve açığa çıkan fermente ürünü kendi arazilere uygular. Ayrıca bu tesisler, dış tedarikçiler ve fermente ürün kullanıcıları tarafından sağlanan substratları da kullanabilir. Ticari biyogaz tesisleri bir çiftlik ile bağlantısı olmayan tesislerdir. Bu tesisler genellikle büyük ölçekli merkezi biyogaz tesisleridir ve sadece dış tedarikçilerden temin edilen hayvansal gübre ve diğer organik atıkları kullanırlar. Üretilen fermente ürün tesis dışındaki arazilerde değerlendirilir.

Hollanda'da sıvı fermente ürün uygulama sistemlerinin benimsenmesi, Düşük Emisyonlu Bulamaç Yayma Ekipmanı (LESSE) tekniklerinin amonyak emisyonlarını nasıl çok önemli ölçüde azalttığını göstermiştir.

Ammonia Reduction in the Netherlands 1990-2015



Şekil 6. 1990'dan 2015'e Amonyum Azalması

Şekil 6, 1990'da Hollanda'da yayılan çok yüksek amonyak emisyonu seviyesini göstermektedir. O zamandaki amonyak emisyonlarının çoğu gübrenin yayılmasından (%50'nin oldukça üzerinde) geliyordu. 1990'da Hollanda'da fermente ürünün sıçrama plakası sistemi uygulamasına son verdi ve hayvan gübresinin kapalı ortamda depolanmasına başladı. Amonyak emisyonlarını azaltmak için mevzuat getirildi ve bu, sıçrama plakalarının kullanımından sığ enjeksiyona geçişi ve kapalı ortamda depolanması anlamına geliyordu. Sonuç olarak, 1990 ve 2015 yılları arasında amonyak emisyonlarındaki en büyük azalma, fermente ürün yayma yönteminin değiştirilmesinden elde edilmiştir.

Çeşitli Ülkelerde Partörize Edilmiş Fermente Ürünlerin Kullanımı

CAFRE çiftliklerinde fermente ürün, amonyak kaybını azaltmak, çevreyi korumaya yardımcı olmak ve mahsul için mevcut fermente üründen azot miktarını artırmak için LESSE tarafından yayılır. İlbaharda silaj alanlarına ve ekilebilir arazilere dönüm başına yaklaşık 34m³/ha oranında fermente ürün uygulanmasına vurgu yapılmaktadır. Bu aylarda akıntı riskini azaltmak için Şubat ve Ekim aylarında 30m³/ha yeni bir maksimum uygulama oranıdır. Fermente ürün ayrıca 1. ve 2. kesim silajından sonra LESSE kullanılarak dönüm başına yaklaşık 22.5m³/ha olarak uygulanmaktadır.

5.7. Bileşik Krallık

Bileşik krallıkta yılda 19 milyon ton fermente ürün üretilmektedir.

Bileşik krallıkta NVZ'lerde (nitrata hassas bölgeler), fermente ürün ve kompost da dahil olmak üzere 'organik gübrelerde' bir tarlaya uygulanan N miktarı, herhangi bir 12 aylık dönemde 250 kg N/ha'yı geçmemelidir. Bu alan N limitidir ve uygulanan kompost ve çürütücünün toplam N içeriğine dayanır.

Birleşik Krallıkta biyogaz tesisinden açığa çıkan bir fermente ürün eğer BSI'nın PAS110 kriterlerini sağlıyorsa bir ürün olarak değerlendirilir. Üreticiler, bu kalite protokolünün gerekliliklerine ve onaylanan standartlara uyumluluk göstermelidirler. Uygunluk belgesi, Çevre Ajansı tarafından kabul edilen şartlara göre faaliyet gösteren, onaylı bir belgelendirme kuruluşundan temin edilebilir. Onaylı belgelendirme kuruluşu Birleşik Krallık Akreditasyon Kurumunda (UKAS) BS EN 45011:1998 için her yıl akreditasyon almalıdır.

Anaerobik çürütme işlemi sonucu açığa çıkan fermente ürün; ham, sıvı ve lifli (katı) fermente ürünün olmak üzere üç farklı kategoride değerlendirilir. Belirtilen kriterler sağlandığı takdirde, elde edilen fermente ürün atık olarak değerlendirilmeyecek ve atık yönetimi kontrollerine tabi olmayacaktır. Bu durumda fermente ürün;

- Sadece uygun atıklar listesinde bulunan ve kaynağında ayrı toplanmış atıklardan üretilmiş
- Onaylanmış standart kalite kriterlerini (BSI PAS 110) sağlamış ve
- Belirlenen alanların birinde kullanıma uygun olarak tanımlanır.

Fermente ürünün herhangi bir ön işlemde geçirilmesi zorunlu değildir. Kaliteli kriterlerini sağlayan fermente ürün aşağıdaki alanlarda kullanıma uygundur:

- Tarım, ormancılık ve bahçecilik faaliyetleri
- Arazi iyileştirme çalışmaları (sadece katı/sıvı ayırma işlemi sonrası elde edilen lifli (katı) fermente ürün kullanılabilir).

Çevre Ajansı, uygulama prosedürlerinin doğru takip edilmesi ve her bir uygulama alanı için belirlenen miktar ve sıklığın aşılmaması durumunda, kalite kriterlerini sağlayan fermente ürünlerin insan sağlığı veya çevre açısından için bir risk oluşturmayacağını rapor etmiştir. İyi bir arazi uygulamasında, kalite kriterlerine haiz fermente ürün kullanan herkesin, birim alana uygulanan miktar, toprağın özelliğindeki değişimler, potansiyel su kirliliği vb. çevresel konuları göz önünde bulundurmalıdır.



Çeşitli Ülkelerde Partörize Edilmiş Fermente Ürünlerin Kullanımı

Kimyasal gübrelerin, fermente ürünlerin ve hayvan gübresinin tarım arazilerinde uygulanmayacağı dönemler Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Gübre Uygulaması Kapalı Dönemler

Alan	Kimyasal gübre	Organik gübre	Hayvan gübresi
Carlow, Cork, Dublin, Kildare, Kilkenny, Tipperary, Waterford, Wexford, Laois ve Wicklow	15 Ekim –12 Ocak	15 Ekim-12 Ocak	1 Kasım-12 Ocak
Clare, Galway, Kerry, Limerick, Longford, Louth , Mayo, Meath, Roscommon, Sligo ve Westmeath ilçelerinde	15 Ekim – 15 Ocak	15 Ekim-15 Ocak	1 Kasım-15 Ocak
Cavan, Donegal, Leitrim ve Monaghan ilçelerinde	15 Ekim – 31 Ocak	15 Ekim-31 Ocak	1 Kasım-31 Ocak

Tablo 2. Organik Gübre Kullanımına Kapalı Dönem

Otlaklar	Tarımsal topraklar		
Kumlu veya sığ topraklar	Tüm diğer topraklar	Kumlu veya sığ topraklar	Tüm diğer topraklar
1 Eylül-31 Aralık	15 Ekim-15Ocak	1 Ağustos- 31 Aralık*	1 Ekim -15 Ocak

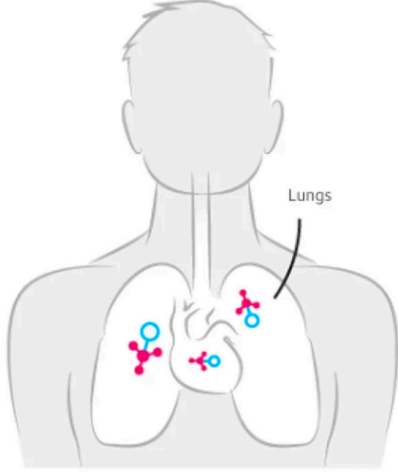
* *Kumlu veya sığ topraklı toprak işlemeli arazilerde, mahsulün 15 Eylül'de veya daha önce ekilmesi şartıyla 1 Ağustos ile 15 Eylül arasında uygulamaya izin verilir.*

Kayıtlı organik gübre üreticileri, belirli koşullara bağlı olarak kapalı dönemlerde organik gübre uygulayabilirler. Kapanan dönemin bitiminden Şubat ayının son gününe kadar, arazi için başvurabileceği maksimum miktar herhangi bir seferde 50m³/ha fermente üründür. Her bireysel başvuru arasında en az üç hafta olmalıdır.

Özellikle (EC) No 1774/2002 no’lu yönetmelik yerine (EC) No 1069/2009 getirilmiş olup, bu tür ürünlerin hijyen koşullarının sağlanması durumunda kullanılacağı da belirtilmiştir. Belirtilen takvim aralığında yukarıda bahsedildiği gibi bakteriyolojik analiz yapılarak insan sağlığını olumsuz etkilememesi ve birim alana uygulanacak sıvı fermente ürün miktarı azot miktarının (250 kgN/ha.yıl veya nitrata hassas bölgelerde 170 kgN/ha.yıl) aşılması kadiyla tarım arazilerinde kullanılabilir.

6. Amonyum Kaynaklı Erken Ölümler

Küresel ölçekte PM_{2.5}'in %39'u amonyaktan elde ediliyor ve 420 milyar dolar (320 milyar sterlin) sağlık hasarına yol açıyor. Amonyum havaya karıştığında diğer bileşiklerle bileşir ve 2.5 mikrometre boyutunda PM oluşur. Bu küçük parçacıklar akciğerlere ve kan dolaşımına yerleşerek hastalığa ve erken ölüme neden olabilir.



Şekil 7. Amonyumlu PM_{2.5} Kirliliğinin Sağlık Üzerine Etkisi

Birleşik Krallık'taki amonyak emisyonlarının büyük çoğunluğu hayvan gübresinden kaynaklanmaktadır.

Sıvı gübre depolarının yakınında bulunanlar gibi yüksek konsantrasyonlarda, amonyak gözlerde ve boğazda batma hissine ve aşırı keskin bir kokuya neden olabilir; çok uzun süre solunursa göz hasarına ve hatta ölüme neden olabilir. Daha düşük konsantrasyonlarda tahrişe neden olur.

Almanya, Mainz'deki Max Planck Kimya Enstitüsü'nden baş araştırmacı Andrea Pozzer, AB çapında hava kirliliği ve ölüm oranı verilerini analiz ettiğinde, hayvan çiftliklerinden kaynaklanan amonyum emisyonları yarıya indirerek her yıl 50.000 hayatın kurtarılabileceğini tespit etmişlerdir.

Yapılan bir çalışmada, Birleşik Krallık çiftliklerinde oluşan amonyak emisyonlarının yarı yarıya azaltılması halinde yılda 3.000 erken ölümü önlenebileceği hesaplanmıştır. Ancak gerçek rakamlar muhtemelen çok daha yüksektir.

2017 yılının verilerine göre İngiltere'de amonyum emisyonlarının %87'nin kaynağı hayvan çiftlikleri ve fermente ürün sıçratma plakalı sistemle uygulanmasıdır.

Amonyak, ince partikül (PM_{2.5}) oluşumunda başrol oynuyor.

Çoğu çiftlik için amonyağın azaltılması yüksek teknoloji çözümleri gerektirmez. Gübre ve fermente ürün olarak kullanılmadan veya atılmadan önce gübrenin ve fermente ürünün

Çeşitli Ülkelerde Partörize Edilmiş Fermente Ürünlerin Kullanımı

depolandığı çukurlarının üzerlerinin kapatılması ve fermente ürünün ve bulamacın toprağa enjekte edilmesi amonyum azotu azaltılır.

Amonyanın havaya hiçbir faydası yok – ekinlerin buna ihtiyaçları var.

Çiftçiler çevresel performansları iyileştirilmezse yüzeysel su kaynaklarında ciddi alg patlamasına neden olur.



Şekil 8. İngiltere Suffolk'taki Bir Nehirde, Ağırlıklı Olarak Tarım Arazilerinden Gelen Akıştan Kaynaklanan Ötrofikasyon

7. Kaynaklar

<https://www.thebureauinvestigates.com/stories/2019-06-13/deadly-gas-ammonia-cutting-farm-emissions-could-save-3000-lives-a-year>

<https://thebristolcable.org/2019/07/farmings-devastating-impact-on-urban-air-pollution/>