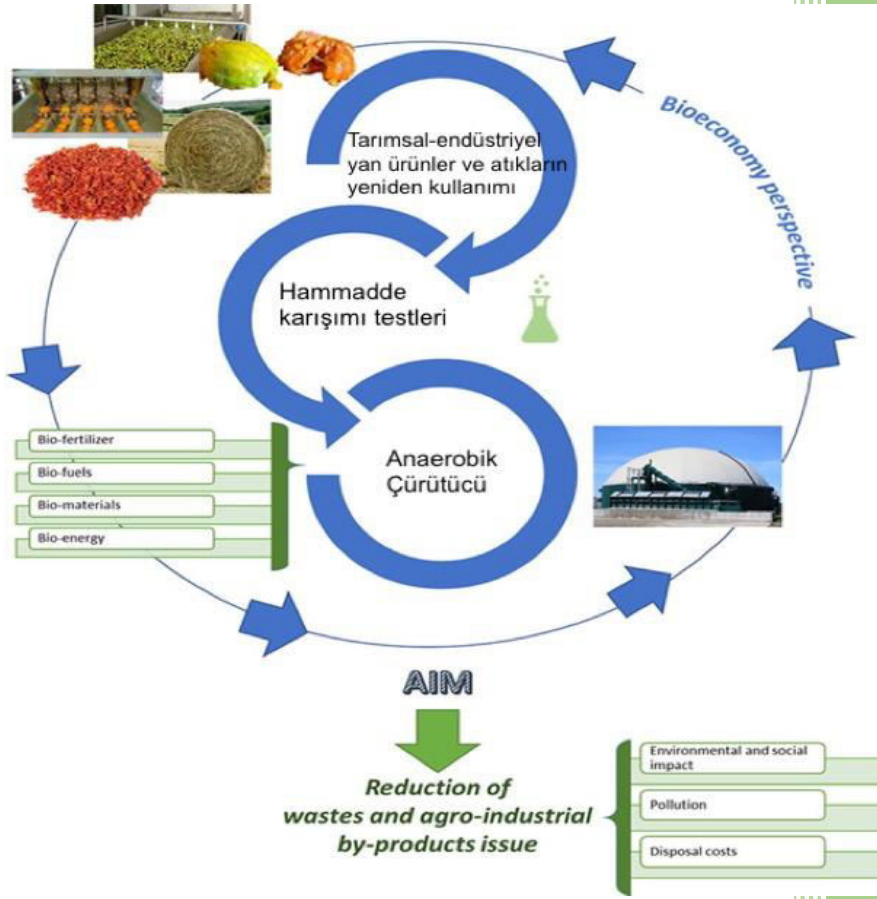




Tarım Alanlarında Katı Fermente Kullanımı



Mart-2025

İçindekiler

1. Giriş	3
2. Katı Fermente Ürünlerin Özelliği	6
3. Bazı AB Ülkelerinde Katı Fermente Ürün Kullanım Takvimi ve Kullanım Miktarı.....	11
4. Katı Fermente Ürün Kullanım Alanları	14
5. Katı Fermente Ürünün Tarım Arazilerinde Kullanım Şekli	18
6. Katı Fermente Ürün Kullanım Zamanı	23
7. Kaynaklar	25

Tablolar ve Şekiller

Tablo 2.1. Kuru Madde (KM), Azot (N), Fosfor (P), Potasyum (K) ve Hacim Azaltma (VR) için Bazı Yaygın Mekanik Gübre Ayırıcıların Ayırma Verimliliği ¹ (Aksi belirtilmedikçe polimer ilavesi olmadan).....	6
Tablo 2.2. Biyogaz Tesisinde Katı ve Sıvı Fermente Üründe DM ve Besi Maddesi İçeriği (Islak Bazda)	8
Tablo 2.3. Tarımda Kullanılan Organik, Mineral ve Mikrobiyal Kaynaklı Gübrelere Dair Yönetmelik” Ek-3: Organik Kaynaklı Ürünler.....	10
Tablo 3.1. Ülkeler Bazında Fermente Ürün Depolama, Kullanım Zamanı ve Miktarları.....	12
Tablo 6.1. Halihazırda Yüksek Azot İçeriğine Sahip (Sıvı Anaerobik Çürütücü Dahil) Organik Gübrenin Uygulanması İçin Mevcut Kapalı Dönem	24
Şekil 2-1. Katı-Sıvı Ayrımından Sonra Fermente Ürün Ana Bileşenlerin Dağılımı (Kendi Araştırmalarına Ve Çeşitli Referanslara Dayanan Veriler)	8
Şekil 4-1. Katı Fermente Ürün Kullanım Alanı.....	15
Şekil 4-2. Toprak Organik Maddesinin İşlevleri.....	16
Şekil 4-3. Global Ölçekte Toprak Organik Karbon Haritası	17
Şekil 4-4. Toprak Organik Maddesi (SOM) Yüksek Toprak ve Karbon Depolama.....	17
Şekil 5-1. Hasat Sonrası Katı Fermente Ürünün Serilmesi	20
Şekil 5-2. Bağda Kullanılan Yayıcılar: Solda Yayın Yayılmı ve Sağda Lokalize Yayılmı	20
Şekil 5-3. Narenciye Bahçesindeki Çürütücü Örnekleme Noktalarının Yerleşimi (Seyir Yönüne Göre L = sol, M = Orta, R = Sağ; Boyutlar (metre))......	21
Şekil 5-4. Narenciye Bahçeleri ve Bağlarda Katı Fermente Ürün Serpme İşlemi.....	21

1. Giriş

Toprak Organik Karbonu (TOK); arazi tahribatının dengelenmesi, ülke topraklarının sürdürülebilir kullanımı ve iklim değişikliğinin oluşturduğu olumsuz etkilerinin azaltılması ve/veya giderilmesi açısından son derece önemli ve etkin bir göstergedir.

Çevresel sürdürülebilirlik politikaları yaygın olup “temiz” enerji üretimi temel konulardan biridir. Şu anda, enerji temel olarak hem sınırlı hem de çevreye zararlı fosil yakıtlardan elde edilmektedir. Bu nedenle alternatif enerji kaynaklarına olan ilgi giderek artmaktadır. Anaerobik çürütme (AD) ile biyogaz üretiminin oldukça yaygın olduğu, ayrıca büyük miktarda biyolojik olarak parçalanabilen katı ve sıvı fermente ürünler tarımsal arazilerde kullanılabilir önemli bir besin maddesidir.

AB ülkelerinde hammadde olarak hayvan gübresi, tarımsal atık ve gıda atıkları kullanan biyogaz tesisleri genelde tarım alanlarda kurulmaktadır. Böylece biyogaz tesislerinde oluşan fermente ürün tarım alanlarında ekonomik olarak kullanılmakta ve taşıma maliyeti minimize edilmektedir.

Avrupa enerji ajanslarına göre, AB ülkelerinde yaklaşık 19.000 adet aktif biyogaz ve 725 biyo-metan tesisi faaliyettedir. Toplam biyogaz üretimi 16 milyar m³'e ulaşmıştır. Bu tesisler, yaklaşık 167 TWh biyogaz ve 26 TWh biyo-metan üretmektedirler.

AB'de yılda tahminen 180 milyon ton fermente ürün oluşmaktadır ve bunların çoğu organik gübre olarak kullanılmaktadır.

Biyogaz üretimindeki yüksek büyüme, her şeyden önce, 7.470 biyogaz tesisinin faaliyette olduğu Almanya'daki artıştan kaynaklanmaktadır. Biyokütle atığının kullanımı çevresel açıdan faydalıdır, çünkü anaerobik çürütme (AD) sonucu biyokütlede kalan besinler, özellikle C, N, P ve K toprağa yavaşça geri verilir ve böylece toprak kalitesi iyileştirilir.

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

Döngüsel ekonomide, bir biyogaz tesisi yerel ölçekte çalışmalı, tarım alanındaki çiftliklerden organik atıkları toplamalı ve çiftçilerin aynı alanda toprak geliştirici ve iyileştirici olarak kullandığı fermente ürününü dağıtmalıdır.

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

Ekonomik olarak katı ve sıvı fermente ürün, hem maliyetleri düşürme hem de çiftçilerin kimyasal gübrelere olan bağımlılığı azaltılması açısından oldukça faydalı bir fırsattır.

Katı ve sıvı 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 önemli rol oynayabilir.

Tarım Alanlarında Katı Fermente Ürün Kullanımı

Fermente ürünlerin tarım arazilerinde kullanımı, ülkelerin mevzuatlarındaki sınır değerlerini aşmayacak şekilde genellikle azot içeriği bazında düzenlenir.

Fermente ürün toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini olumlu etkiler.

Sıvı fermente ürün, yüksek oranda toprak tarafından kolayca kullanılabilir azot içerir. Katı fermente ürün kısım ise daha fazla düzeltme özelliğine ve yüksek fosfor içeriğine sahiptir. Besin maddeleri konsantrasyonu ve değiştirme özellikleri, biyogaz besleme stoğuna bağlı olarak büyük ölçüde değişir.

Sıvı ve katı fraksiyonlarına ayrılabilmesine rağmen çoğu fermente ürün "bütündür". Bileşik Krallık sıvı ve katı fermente ürünü içerdiği nem oranına göre sınıflandırmıştır. Sıvı fermente ürün tipik olarak $\leq 15\%$ 'den düşük oranda kuru madde içeriğine sahipken (pratikte sıvı fermente üründe kuru katı madde oranı $3-10\%$), kuru katı fraksiyonu en az $>15\%$ oranında kuru madde içeriğine sahiptir (susuzlaştırma yapılan AD tesislerde kuru katı madde oranı $20-40\%$), ancak bu oranlar kullanılan ayırma işlemine veya işlemlere bağlı olarak değişecektir. Bu nedenle, katı fraksiyonları, bir toprak düzenleyici olarak kullanılabilir.

Katı fermente ürünün toprakta kullanımının çevresel faydaları arasında toprakta organik madde oranında iyileştirme ve artışlar, artan verimlilik, erozyonun azalması, karbon depolama kapasitesini artırması, toprak organik karbonunu (SOC) artırması ve koruması, sera gazı CO₂ emisyonunu azaltması, sağlıklı bitki, meyve ve ağaç kökü gelişmesi, gelişmiş yapı, azaltılmış yığın yoğunluğu ve asitlik, artan su tutma kapasitesi, sulama ihtiyacının azalması, toprağı zenginleştirme ve iyileştirme, bakteri aktivitesini artırması, toprağın nem tutma potansiyelini artırması, toprağın nemlendirme işlemine olumlu etki yapması ve toprağın fiziksel yapısını iyileştirme (yani agrega stabilitesi, yoğunluk, gözenek boyutu) yer alır. Ayrıca yoğun katyon değişimi ve tamponlama kapasitesi, yaban otunu azaltma, zararlı ve hastalık bastırma, pestisit kullanımını azaltır veya ortadan kaldırır.

Bir tarım arazisinde izin verilen maksimum alan sınırı olan 250 kg toplam N/ha uygulanırsa hektar başına yaklaşık 1 ton CO_{2eq} sera gazı emisyonu azaltabilir. Bu rakam bilgi amaçlı verilmiştir; Mahsulün tüm azot ihtiyacını sadece fermente ürünlerden veya diğer organik gübrelerden karşılamak yeterli olmayabilir.

Fermente ürünün, mahsulün toplam N ihtiyacının $50-60\%$ 'ini sağlayacağı planlanmalı ve geri kalanı sağlamak için azotlu kimyasal gübre kullanılmalı. Ekin, azot gereksiniminin tamamını karşılamak için fermente ürüne güvenmek, ekin verimini ve kalitesini tehlikeye atabilir ve bu iyi bir uygulama değildir.

Katı fermente ürün kullanımından elde edilen diğer faydalar arasında bozulmuş, yanmış ve kurak alanların restorasyonu ve organik atıkların iyileştirilmesi yer almaktadır.

Katı fermente ürünün organik içeriği, topraktaki karbonu artırır, mikrobiyolojik aktiviteleri ve enzimatik performansı teşvik eder ve topraklarda uzun süredir devam eden besin mevcudiyetini yükseltir.

Tarım Alanlarında Katı Fermente Ürün Kullanımı

Mineral gübre sadece, K, N ve P içerirken fermente ürün, C, K, N ve P içermesi toprağın karbon bakımından da kaliteli hale getirilmesi bakımından oldukça önemlidir. Türkiye’de toprak karbon içeriği bakımından oldukça fakirdir. Katı fermente ürün toprakta karbon içeriğini artırır.

Anaerobik çürütme işleminden sonra, fermente ürünlerdeki karbonunun çoğu daha karardır çünkü kolayca parçalanabilen karbon biyogaza dönüşmüştür. Topraktaki daha kararlı karbon formları bu nedenle karbon tutulmasını olumlu etkileyebilir.

Araştırmalar, tarımda kullanılan verimsiz ve aşınmış toprakların sorunlarını çözmek için fermente ürünler ve toprak geliştiriciler gibi farklı fermente ürün bileşimlerinin kullanım potansiyelini belirlemiştir. Fermente ürünün farklı fazlarının özelliklerinin toplam katı, organik madde ve özellikle organik karbon içeriğine göre büyük farklılıklar göstermektedir.

Toplam katıların içeriğine bağlı olarak, ayrılan katı fermente ürünün değerleri, ayrılan sıvı fermente ürününün değerlerinden 2,7 kat daha yüksektir.

Biyogaz üretimindeki yüksek büyüme, oldukça önemlidir, çünkü AB ülkeleri topraklarının üçte birinden fazlası yeterli organik karbon ve toprak organik maddeye sahip değildir ve bu nedenle topraktaki seviyelerinin artırılması gerekmektedir.

Ve Türkiye’de tarımsal topraklar karbon bakımından oldukça fakirdir. Türkiye’de toprakta kompost ve sıvı/katı fermente ürün kullanılması halinde; organik karbon bakımından zenginleştirilmiş toprak, besinleri ve nemi tutar, iyi nemlendirir, bitkilere daha fazla oksijen sağlamak için toprağı gevşetir ve bitki köklerini stabilize eder.

2. Katı Fermente Ürünlerin Özelliği

Anaerobik çürütücüden çıkan ham fermente ürünün öncelikle pıhtılaştırma ve yumaklaştırma işleminden sonra katı ve sıvı olarak ayrılması gereklidir.

Katı ve sıvı olarak ayırma işlemi yapılmadan önce özellikle askıda katı maddelerin ve fosforun çökmesini hızlandırmak, fosforun katı faza geçmesini sağlamak için pıhtılaştırma ve yumaklaştırma işlemi yapılır ve sonra katı faz için susuzlaştırma işlemi gerçekleştirilir. Pıhtılaştırma ve yumaklaştırma işleminin detayı başka bir çalışmada verilmiştir.

Özellikle magnezyum bileşiği ile pıhtılaştırma ve yumaklaştırma işlemi yapılırsa hem fosfor ve amonyum önemli miktarda kat faz geçer hem de katı fazı susuzlaştırmak daha kolay ve ekonomik olur.

Ham fermente ürünü sıvı ve katı faza ayırmada pıhtılaştırma ve yumaklaştırma işlemini takiben bir dizi fermente ürün ayırma yöntemi vardır. Yaygın olarak kullanılan bazı mekanik ayırıcılar ve bunların etkinlikleri **Tablo 2.1**'de gösterilmiştir. Kimyasallar, ayırıcı verimliliğini artırmak ve bitki besin maddelerinin (özellikle fosforun) ayrılmış lifli fraksiyona farklı şekilde bölünmesine yardımcı olmak için kullanılabilir.

Tablo 2.1. Kuru Madde (KM), Azot (N), Fosfor (P), Potasyum (K) ve Hacim Azaltma (VR) için Bazı Yaygın Mekanik Gübre Ayırıcıların Ayırma Verimliliği¹ (Aksi belirtilmedikçe polimer ilavesi olmadan).

Ayırma verimliliği (%)					
	KM	N	P	K	VR(%)
Belt filtre	56	32	29	27	29
Tambur elek	20-62	10-25	10-26	17	10-25
Vidalı pres	20-65	5-28	7-33	5-18	5-25
Elek santrifüj	13-52	6-30	6-24	6-36	7-26
Dekantör santrifüj	54-68	20-40	52-78	5-20	13-29
Fırçalı elek (sığır çamuru)	36	18	26	15	14
Dekantör santrifüj (sığır çamuru)					
• Polimersiz	51	25	64	13	13
• Polimerli	65	41	82	13	artmış
Fırçalı elek (domuz çamuru)	19	6	7	5	5
Dekantör santrifüj (domuz çamuru)					
• Polimersiz	53	21	79	8	8
• Polimerli	71	34	93	11	artmış

¹Katı fraksiyona bölünmüş toplam bulamaç girdisindeki bileşen yüzdesi

Hassas gübre uygulamasına yardımcı olabilecek başka bir strateji fermente üründeki sıvı/katı fraksiyonlara ayırmaktır. Kullanılan separatör tipine bağlı olarak, fermente üründe bulunan fosforun %90'a kadarı ayrılan lifli (katı) fraksiyonda uzaklaştırılabilir.

Tarım Alanlarında Katı Fermente Ürün Kullanımı

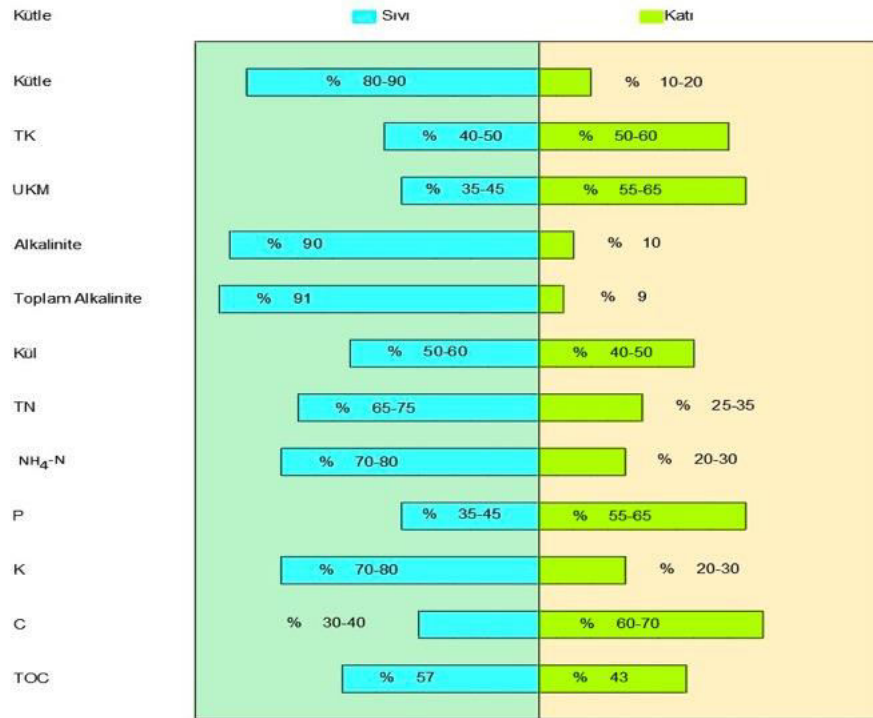
Fermente üründe katı ve sıvı fraksiyonların ayrılmasının avantajları:

- Daha pratik depolanabilir susuzlaştırılmış fraksiyon ve pompalanabilir sıvı fraksiyon elde edilir.
- Depolanması gerektiren sıvı kısmın hacmi azalır.
- Ayrılmış katı lif ve besinleri ihraç etme potansiyeli oluşur.
- Azot besin maddesi alımında verimliliği artırır.
- Sıvının uygulanması için daha büyük bir fırsat penceresi sağlar.
- Tarım arazisinde kullanılmadan önce sıvı fermente ürünün karıştırılması gereksinimi en aza indirilir.

Bununla birlikte, fermente ürünün kalitesi ve özellikleri, besin içeriği ve oranları, kirleticilerin varlığı ve tutarlılığı bakımından tarımsal gübrelerin gereksinimlerini önemli kısmını karşılamalı.

Pıhtılaştırma ve yumaklaştırma ile birlikte susuzlaştırma işlemi sonucu katı fermente ürün ve sıvı fermente ürün tipik özellikleri **Şekil 2-1**'de verilmiştir.

Ayrıştırılmış katı fermente ürün, azaltılmış su içeriği nedeniyle önemli ölçüde daha düşük nakliye maliyetleri avantajıyla doğrudan tarımsal amaçlar için uygulanabilir. Diğer bir avantaj ise katı fermente ürün çok daha basit koşullar altında saklanabilmesidir. Yüksek oranda besin elementi P içermesi önemli bir avantajdır. Doğrudan arazi uygulamasına alternatif olarak, daha fazla stabilizasyon ve pazarlanabilir bir ürüne dönüşüm sağlanabilir.



Şekil 2-1. Katı-Sıvı Ayrımından Sonra Fermente Ürün Ana Bileşenlerin Dağılımı (Kendi Araştırmalarına ve Çeşitli Referanslara Dayanan Veriler)

Tarım Alanlarında Katı Fermente Ürün Kullanımı

Tipik olarak elde edilen nihai katı fermente ürünler, bir biyogübre olarak kullanılır. Katı ve sıvı fermente ürünün özellikleri **Tablo 2.2**'de verilmiştir.

Tablo 2.2. Biyogaz Tesisinde Katı ve Sıvı Fermente Üründe DM ve Besi Maddesi İçeriği (Islak Bazda)

Parametreler	Katı Fermente Ürün	Sıvı Fermente ürün
Kuru madde, %	18-25	2,5
Kuru maddedeki kül, %	14-15	
Kuru maddede uçucu madde, %	85-86	
Toplam karbon kg/ton	389,6	
Toplam-N, kg/ton	10,9-16	4,8
NH ₄ -N, kg/ton	3,2	3,6
NO ₃ ⁻ -N	0,034	
Organik-N, kg/ton	7,7	1,2
P, kg/ton	1,24-2,4	0,4
K, kg/ton	2,25-3,8	4,2
C/N	24,3	
pH	8,77	
İletkenlik, dS/m	2,14	

Katı ve sıvı fermente ürünlerin ayrılmasında dekantör ve ilaveten pıhtılaştırıcı ve yumaklaştırıcı kullanıldığında önemli oranda askıda katı madde ve P, katı faza geçer. N ise küçük oranda katı fermente üründe kalır. Eğer pıhtılaştırma ve yumaklaştırma işleminde pıhtılaştırıcı olarak magnezyum bileşiği kullanılırsa katı faza daha fazla azot geçer. Potasyum (K) oranında fazla değişim olmaz.

Sindirilmiş fermente ürün süspansiyonunun büyük bir kısmı suda çözünür olan azot, fosfor, potasyum ve yüksek organik içeriğe sahip %2-4 oranında KM içerir.

Ham fermente ürün katı ve sıvı faza ayrıldıktan sonra %20-25 oranında hümik asit ve fulvik asit içerecek şekilde katı fermente üründe kalır. Belirli koşullar altında, fermente ürün hala yeterli bozunabilir organik bileşikler içeriyorsa, anaerobik ön işlemin, sonraki çürüme işlemi sırasında hümik asit gelişimi üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir.

Organik madde miktarı, organik karbon, mineral azot, fosfor ve diğer parametreler, bu biyokütlenin bir gübre olarak değerini karakterize eder. Anaerobik çürütme (AD) biyogaz tesisindeki fermente ürünün toplam azot içeriğinin DM'de %3,1 ila %14,0 arasında değişebileceğini ancak bitkiler için gerekli diğer besin maddelerinin önemli ölçüde azaldığını göstermektedir: DM'de toplam potasyum (TK), %1,9-4,3 ve toplam fosfor (TP), %0,2-3,5 arasında değişmektedir.

Tarım Alanlarında Katı Fermente Ürün Kullanımı

Fizikokimyasal özellikler göz önüne alındıktan sonra, fermente ürün kullanımının temel yönü gübre olarak kullanılması olmalıdır.

Anaerobik çürütme (AD) işlemi sırasında üretilen biyogaz tesisinin yan ürünü konsantre değildir, ancak bitkinin temel besinlerini (N, P, K vb.) içerdiği için değerlidir. Bu nedenle katı fermente ürün organik gübre olarak kullanılabilir. Anaerobik fermentasyon sırasında gübre, bulamaç veya diğer organik atıklardan oluşan sindirilmiş hamur üç tip çürüme ürünü olarak kullanılabilir: ham fermente ürün, sıvı fermente ürün ve katı fermente ürün.

Avrupa biyogaz tesisleri her yıl önemli miktarlarda fermente ürün biriktiriyor – 2010 yılında anaerobik çürütme sürecinden sonra, 56 milyon ton atık biyokütle üretilmiş ve bunun %80-97'si tarım alanlarında kullanılmıştır.

AB ülkelerinin 2020 yılı projeksiyonlarına göre, Avrupa'nın biyokütle bazlı enerji üretimi 110 Mtoe'ye (Milyon Ton Petrol Eşdeğeri) yükseleceği tahmin edilmektedir. En yüksek potansiyel biyogaz üretimidir. Hammadde olarak tarımsal mahsul biyokütlesi kullanılacaktır.

Anaerobik çürütücüde amonyum üretimi nedeniyle, fermente ürünün ortalama pH'ı, başlangıç substratının ortalama pH'ından daha yüksektir. Sıvı fermente ürünü, alkali reaksiyona sahip olmasına ve gübreleme için kullanılmasına rağmen, kısa vadede toprak pH'ına önemli bir etkisi olmayabilir, ancak bu etki, sıvı çürütücünün uzun süre kullanılmasıyla ortaya çıkabilir. Bilimsel çalışmalarda, çürütmenin doğası, toprak özelliklerine, toprağın bireysel besin maddelerine olan ihtiyacına ve dolayısıyla gerçek karşılaştırmalı fermente ürünü ve toprak kimyası çalışmalarının eksikliğine bakılmaksızın, genellikle potansiyel kullanımından ayrı olarak incelenir.

23 Şubat 2018 Tarih ve Sayı: 30341 Resmî Gazete “Tarımda Kullanılan Organik, Mineral ve Mikrobiyal Kaynaklı Gübrelere Dair Yönetmelik” Ek-3: Organik Kaynaklı Ürünlerle ilgili sınır değerleri **Tablo 2.3'**de verilmiştir.

Tarım Alanlarında Katı Fermente Ürün Kullanımı

Tablo 2.3. Tarımda Kullanılan Organik, Mineral ve Mikrobiyal Kaynaklı Gübrelere Dair Yönetmelik” Ek-3: Organik Kaynaklı Ürünler

No	Ürünün Tip İsmi	Ürünün elde ediliş şekli ve ana bileşenlerine ait bilgiler	Ürünün hammadde muhtevası, miktarı ile bünyesinde bulunması gereken bitki besin maddesi içeriği ve diğer kriterler	Ürüne ait EC, pH ve diğer istenen bilgiler	Etiket üzerinde beyan edilmesi gereken zorunlu içerik
8	Fermentasyon Sonucu Elde Edilen Organik Gübre	Bitkisel atıklar ve/veya Organik Kaynaklı Evsel atıkların ve/veya Hayvan dışkılarının tekli veya karışımlarından biogaz üretimi sonucu elden edilen ürün.	Organik madde en az: %20 -Üründe kullanılan hammaddeler proses de belirtilecektir. -Maksimum nem: %35	pH * ** EC (dS/m)	-Organik madde -Toplam azot (%1'i geçerse) -Toplam humik asit + fulvik asit (%2'yi geçerse) -Serbest aminoasitler (%2'yi geçerse) -Suda çözünür potasyum oksit(K ₂ O)(%1'i geçerse) -Toplam fosfor pentaoksit(P ₂ O ₅)(%1'i geçerse) Beyan edilebilir. -Maksimum nem

*Bitki gelişim düzenleyicisi ve bitki koruma ifadeleri kullanılmayacaktır.

**Hayvansal menşeli hammadde kullanılması halinde 24/12/2011 tarih ve 28152 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “İnsani Tüketimi Amacıyla Kullanılmayan Hayvansal Yan Ürünler Yönetmeliği” ve bu Yönetmeliğe dayalı çıkarılan Tebliğ ve Talimatlarda belirtilen kriterler geçerlidir.

3. Bazı AB Ülkelerinde Katı Fermente Ürün Kullanım Takvimi ve Kullanım Miktarı

Fermente ürün ve diğer gübre uygulamaları, mahsul besin gereksinimleri ile eşleştirilmelidir (**Tablo 3.1**). Bu, çevreye istenmeyen olumsuz etkileri en aza indirecek ve ayrıca çiftçilerin karlarını en üst düzeye çıkaracaktır. Uygulama oranları (özellikle azot için), saklama sürelerinin uzunluğu ve uygulama zamanlamaları da ulusal limitlere uygun olmalıdır.

Toprağa doğru miktarda N girdisi verilirse, iyi üretkenlik ve mahsul verimi elde edilebilir.

Tablo 3.1. Ülkeler Bazında Fermente Ürün Depolama, Kullanım Zamanı ve Miktarları

	Maksimum besin yükü*	Gerekli depolama kapasitesi	Kullanmak (yaymak) için zorunlu ayların aralığı
Avusturya	170 kg N/ha/yıl	6 ay	28 Şubat- 5 Ekim
Danimarka	170 kg N/ha/yıl (sığır) 140 kg/ha/yıl (domuz)	9 ay	1 Şubat-Hasat
İtalya	170-500 kg N/ha/yıl	90-180 gün	1 Şubat-1 Aralık
İsveç	170 kg/ha/yıl (hektar başına hayvancılık birimlerinden hesaplanmış)	6-10 ay	1 Şubat-1 Aralık
Kuzey İrlanda	170 kg N/ha/yıl	4 ay	1 Şubat-14 Ekim
Almanya	170 kg N/ha/yıl	6 ay	1 Şubat-31 Ekim (ekilebilir arazi) 1 Şubat-14 Kasım (otlaklar)

¹Örneğin İsviçre, çürütücünün türüne bağlı olarak iyi tanımlanmış uygulama oranlarına sahip bir eylem planı oluşturmuştur.

²Birleşik Krallıkta çiftçiler, yetiştiriciler ve arazi yöneticileri için bir İyi Tarım Uygulamaları Kodu bulunmaktadır (Defra, 2009). Bu belge aynı zamanda Defra Gübre Tavsiyelerinin bilgisayarlı, etkileşimli bir versiyonu olan PLANET Besin Yönetimi yazılımına da faydalı bir bağlantı sağlar.

Toprak ortamında aşırı uygulamadan kaynaklanan fazla N, daha sonra toksisiteye, sızıntıya, amonyak buharlaşmasına ve çevreye zararlı N₂'ye yol açabilir.

Tahıl üretimi için azot kullanım verimliliği, üç farklı yaklaşım açısından tanımlanabilir: Tarımsal verimlilik, çevresel verimlilik ve ekonomik verimlilik.

Bireysel bir tarla için aşağıdaki gübre uygulama planı dikkate alınmalıdır:

- Yetiştirilecek ürün ve önceki ürün(ler)

Tarım Alanlarında Katı Fermente Ürün Kullanımı

- Toprak tipi ve topraktaki mevcut besin rezervleri (periyodik toprak örnekleme, zirai kimyasal analiz ve toprak haritalaması ile belirlenir)
- Beklenen tahmini mahsul verimi
- Yetiştirilecek mahsulün önerilen besin gereksinimleri (azot, fosfor, potasyum ve kükürt)
- Uygulanacak fermente ürünün besin içeriği
- Fermente üründe azot kullanım yüzdesi
- Fermente ürün uygulama zamanı ve yöntemi
- Mineral gübreler için herhangi bir ek gereklilik (uygulama türleri, miktarları ve süreleri dahil)

Fermente ürünün biyo-gübre olarak kullanılması her zaman tarım alanları için sağlam bir gübre yönetim planına dahil edilmelidir. Farklı ülkelerdeki uygulama kuralları, gübre yönetimi, besin yönetimi ve toprak yönetimi için tercih edilen prosedürleri detaylandırmaktadır

Tarım arazisine fosfat aşırı yüklenmesi (verilmesi) kıyı ve iç sularda yaygın kirliliğe ve aşırı P konsantrasyonlarına (ötrofikasyon) yol açabilir. Bu, özellikle hassas alanlarda, göl, gölet ve nehir yakınları gibi çevreye duyarlı alanlarda geçerlidir. Bu alanlarda önerilen uygulama, mahsulün fosfor ihtiyacını karşılamak ve herhangi bir azot eksikliğini mineral gübre ile karşılamak için fermente ürünün uygulanmasıdır.

Toprağın azot ihtiyacı olduğunda, genellikle ilkbaharın başından yazıya kadar, fermente ürün uygulanabilir, çünkü bu, hali hazırda mevcut olan azotu en iyi şekilde kullanacaktır.



4. Katı Fermente Ürün Kullanım Alanları

Tarımsal ürün ekiminin yoğunluğu, mineralizasyon sürecini destekler ve topraktaki organik maddeyi azaltır, bu da genellikle toprağın kimyasal ve diğer özelliklerinin bozulmasına neden olur.

Organik karbonu toprağa geri döndürmek için, örneğin kompost veya katı fermente ürünü tarım alanlarında kullanarak karbon tutumu ve toprağın karbon oranı artırılır.

Killi toprağa katı fermente ürünün uygulanmasının, organik karbon ve azot havuzlarında uzun süreli bir artış sağlayabildiğini, yapı ve mikrobiyal karbon kullanım verimliliği üzerinde olumlu etkilerle bir zeytin bahçesi toprağının verimliliğini geri kazandığını göstermiştir.

Hem kompost hem de katı fermente ürünü kullanımının çevresel faydaları arasında;

- Toprakta organik karbon madde içeriğinin artması,
- Erozyonun azalması,
- Toprağın su tutma kapasitesinin artması,
- Toprağın fiziksel yapısı (yani, agrega stabilitesi, yoğunluk, gözenek boyutu) iyileşmesi,
- Yaban otu ile doğal olarak mücadele edilmesi,

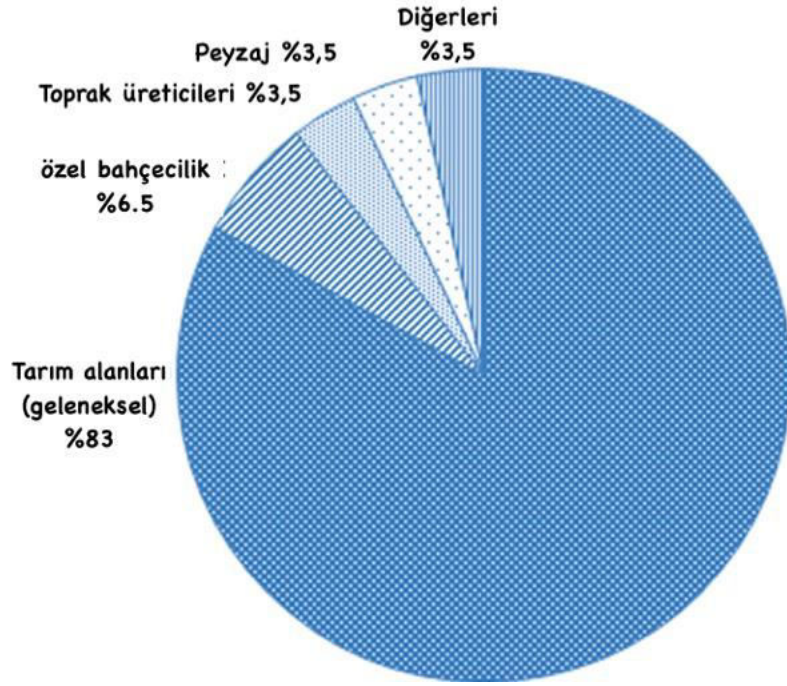
yer alır.

Fermente ürün kullanımının toprak verimliliği ve erozyon sorunlarını çözebilecek bir toprak geliştirici olduğu iyi bilinmektedir. Özellikle, katı fermente ürünün avantajları, toprak zenginleştirici ve organik karbon kaynağı olmasıdır. Aslında, daha genel olarak, biyo-gübreler nemlendirme işlemi üzerinde olumlu bir etki gösterir.

Katı fermente ürün (örneğin pelet ve kompost), sıvı fermente ürünün aksine tarım dışı alanlarda daha fazla nüfuz eder. **Şekil 4-1**, katı fermente ürünün %17'sinin özel bahçıvanlara, toprak üreticilerine ve diğerlerine pazarlandığını göstermektedir.

Almanya, turbalıkları tekrar canlandırma için torf olan turbalık toprakların tarım alanlarında, bahçecilikte, seracılıkta ve hobi bahçelerinde kullanılması 2026 yılından itibaren yasaklandı. Turbalıklar, önemli doğal iklim koruyucu, karbon depolama, su tutma, kuraklığı önleme ve yaban hayatı yaşam alanlarıdır. Hobi bahçeleri, belediye park bahçeleri, seralar ve tarım alanlarında biyogaz tesislerinde sıvı/katı fermente ürünün kullanılmasını teşvik edilmektedir.

Tarım Alanlarında Katı Fermente Ürün Kullanımı



Şekil 4-1. Katı Fermente Ürün Kullanım Alanı

Katı fermente ürünleri, çiftçiler, seralar, bahçıvanlar ve özel müşteriler için önemli pazarları temsil etmektedir.

Toprak bir peyzaj oluşturur, su, bitki besinleri, organik madde biriktirir, kirleticileri tutar ve iklim kontrol işlevlerini uygular. Düzensiz toprak kullanımı, farklı yetiştirme ve gübreleme, toprağın zirai kimyasal özellikleri ve ayrıca mahsul verimi üzerinde bir etkiye sahiptir. Bu nedenle, çeşitli toprak özellikleri, toprak verimliliği ve üretim kalitesi üzerinde belirleyici bir etkiye sahiptir.

Toprak Tematik Stratejisi, AB ülkelerinin toprak koşullarını izlemesini, analiz edilmesini, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini, kalitesini ve genel üretkenliğini bozmayacak şekilde kullanmasını gerektirmektedir.

Son zamanlarda, Avrupa Birliği de dahil olmak üzere dünyanın birçok ülkesinde odak noktası, tarımsal toprak alanlarının azaltılması ve toprak kalitesinin bozulmasıdır.

Toprak erozyonu derecesinin ürün verimliliği üzerinde önemli bir olumsuz etkisi vardır. Aşınmış toprağın mahsul verimi, toprak erozyonu olmayanlardan 1,5-2 kat daha düşüktür. Bu nedenle aşınmış (erozyona uğramış) toprakların azaltılmış üretkenliği işlevselliğini azaltır.

Organik toprak örtüsü oluşum hızı (yılda 0.058-0.086 mm) toprak erozyonundan çok daha düşüktür. Amerikalı bilim insanları daha önce, mahsul üretiminde kullanılan toprağın, erozyon nedeniyle yıllık ortalama 0,95 mm toprak örtüsü kaybettiğini tespit etmişlerdir.

Son yıllarda küresel ısınmanın etkisiyle daha sık ve şiddetli olarak oluşan sel felaketleri ve kuraklık nedeni ile kayıplar daha yüksek oranda artmaktadır. Bu nedenle toprak erozyon

Tarım Alanlarında Katı Fermente Ürün Kullanımı

hızının değerlendirilmesi ve erozyonun neden olduğu hasarı azaltmanın yollarını bulmak gerekmektedir.

Toprak organik karbonunun (SOC) niceliksel azalması ve niteliksel bozulması, erozyondan etkilenen toprakların özelliklerinden biridir. Özellikle düşük girdili tarımda tarımsal üretim ile SOC arasında güçlü bir ilişki vardır. Optimum SOC seviyesi;

- Toprak yapısı ve agregasyonu,
- Su tutma,
- Besin maddelerini tutma,
- Biyotik aktivite (mikrobiyal biyokütle, erozyon kontrolü)

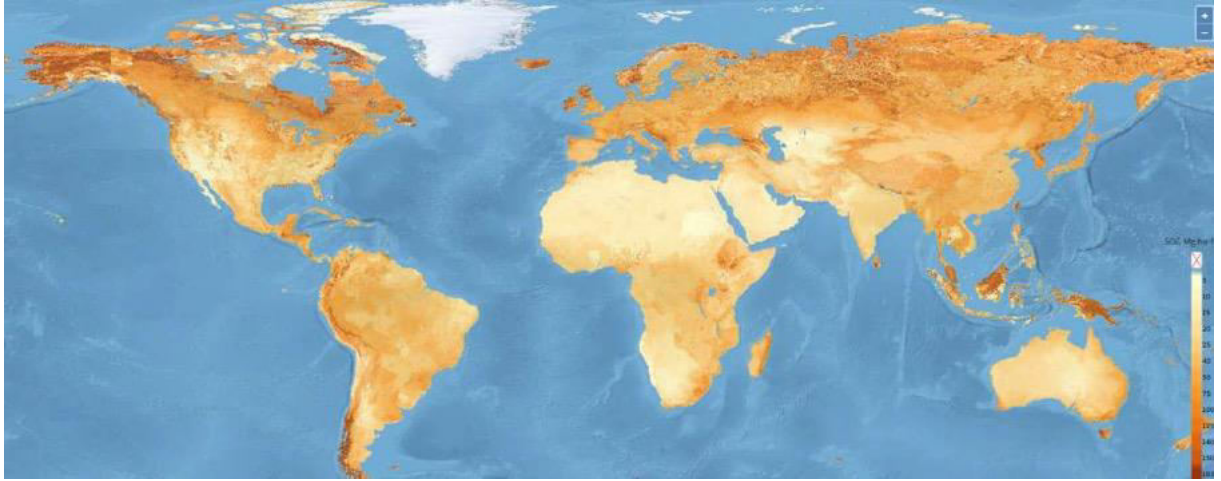
vb. dahil üzerinde birçok olumlu etkisi olduğu için toprak kalitesinin önemli bir belirleyicisidir.



Şekil 4-2.Toprak Organik Maddesinin İşlevleri

Katı fermente ürün tarım alanlarında kullanıldığında 0-10 cm toprak tabakasında SOC oranında önemli iyileşmeler olduğu tespit edilmiştir.

Toprak organik madde (SOM) içeriği, topraktaki hümkik maddelerin (HS) miktarı ve kalitesi toprak oluşumuna bağlı olmakla birlikte, tarım yöntemlerindeki değişikliklerin de SOM ve SOC üzerinde etkisi vardır.



Şekil 4-3. Global Ölçekte Toprak Organik Karbon Haritası



Şekil 4-4. Toprak Organik Maddesi (SOM) Yüksek Toprak ve Karbon Depolama

Toprak organik madde (SOM) oranı yüksek topraklar, atmosferden üç kat, ağaç ve ormanlardan iki kat daha fazla karbon depolar. Global olarak toprak, yaklaşık olarak 680 milyar ton karbon depolamaktadır.

5. Katı Fermente Ürünün Tarım Arazilerinde Kullanım Şekli

Her organik toprak geliştirici gibi, fermente ürün veya fraksiyonları belirli oranlarda ve en iyi tarımsal üretim için en uygun zamanda, atmosfere, toprağa ve suya verilen kayıpları en aza indirerek serpilmelidir. Özellikle azot ve fosfor bileşiklerinin emisyonları iklim ve toprak özelliklerinden ve serpme tekniklerinden etkilenir. Bu nedenle, fermente ürünün doğru ve tekniğine uygun uygulanması için en iyi yöntemin seçilmesi teknik ve ekonomik olarak karşılanabilirliği açısından da çok önemlidir. Genel olarak, katı fermente ürün serpicileri, fermente ürünün sıvı ve katı fraksiyonunu serpmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Daha sonra, sonuçları iyileştirmek için bazı üreticiler, başlangıçta yalnızca sıvı fraksiyona konsantre olmalarına rağmen, yeni yayıcılar tasarlamaya başladılar. Buna karşılık, katı fraksiyon için gübre serpme makineleri benimsenmiştir.

Genellikle fermente ürün, döngüsel ekonominin optimum bir örneği olan biyogaz zincirinin parçası olarak tanımlanır: işlem sırasında tüm ürünler kaynak olarak kabul edilir ve hiçbir atık değildir. 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 geliştirici olarak kullandığı fermente ürün dağıtmalıdır.

Fermente ürünün toprakta optimum oranda kullanımı, tarımsal üretimi iyileştirmek ve anaerobik çürümenin çevresel etkilerini azaltmak için çok önemlidir. Ayrıca, ekonomik olarak fermente ürün hem maliyetlerin düşürülmesi hem de çiftçilerin endüstriyel gübrelere bağımlılığı azaltmak için önemli 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 için etkili bir bitki besin kaynağıdır ve organik toprak maddesi döngüsüne de katkıda bulunabilir. Serpme oranı, mevzuat sınırlarını aşmayacak (**Tablo 3.1**) şekilde genellikle azot içeriği bazında düzenlenir. Karmaşıklığı nedeniyle fermente ürün toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini etkiler.

0-40 cm toprak tabakasında mevcut fosfor (P_2O_5) ve potasyum (K_2O) miktarının bir fonksiyonu olarak, fermente ürün gübrelemesinin toprak verimliliği üzerindeki etkisi çok önemli olduğu tespit edilmiştir. Toprak verimliliği kategorisi, katı ve sıvı fermente ürünü sadece 170 kg/ha azot kullanılarak P_2O_5 'e göre “yüksek” (200–300 mg/kg) yerine “çok yüksek” (>300 mg/kg) olarak değiştirilebilir. 170 kg/ha N oranında katı fermente ürün ile gübreleme, üst toprak tabakasındaki (0–10 cm) toprak P_2O_5 'i önemli ölçüde artırılır. Ham fermente üründe, katı ve sıvı fermente ürünleri oranlarında gübreleme, farklı toprak katmanlarındaki K_2O miktarını artırma eğilimindedir. 170 kg/ha N oranını kullanan katı fermente ürün gübrelemesi, 0-40 cm toprak tabakasında gübrenmemiş işleme kıyasla önemli bir mineral azot artışı, 5 kat, olduğu

Tarım Alanlarında Katı Fermente Ürün Kullanımı

görülmüştür; 170 kg/ha N oranı kullanılarak sıvı çürüme ürünü gübrelemesi 4 kat artış göstermiştir.

Katı fermente ürünün toprak iyileştirici olarak avantajı, sadece bitki besin maddeleri için değil, aynı zamanda karbon tutma ve humifikasyonun değerlendirilmesi, toprak verimliliği, kalitesi ve sürdürülebilirliğini artırır.

Önemli bir humifikasyon parametresi olan mobil hümik asit içeriğinin, 85 ve 170 kg ha⁻¹ N katı fermente ürün gübreleme oranları kullanılarak 0'dan 40 cm'ye kadar olan toprak tabakalarında, gübresiz işleme göre 1,5 kattan 1,6 kata kadar arttığı tespit edilmiştir.

Katı fermente ürün gübreleme işlemlerinde artan hümik-fulvik toprak asitleri oranı, humifikasyon süreci üzerinde olumlu bir etki gösterir ve bu nedenle, toprak organik maddesinin içeriğini ve kalitesini artırarak aşınmış toprak sorunlarını çözer.

Katı fermente ürünler, ekimden önce sonbaharın başlarında yayılabilir ve serpidikten sonra 4 saat içinde toprağa dahil edilir.

Belirlenen koşullar altında, çiftçi için sıvı fermente ürün yerine katı fermente ürün serpmek daha karlı. Bu, katı fermente ürünün yüksek oranda azot ve fosfor içeriğine, düşük toprak sıkışması ile sonbaharda serpilmesine ve katı fermente ürünü serpme için sıvı yayıcıya göre daha düşük yatırım maliyetine bağlıdır.

Katı fermente ürünün toprak üstüne homojen şekilde dağılmasını sağlayan bir serpme ekipmanı kullanılarak tarlaya uygulanır, böylece besin eksikliği olan toprağın işlenmesine yardımcı olur ve ileriye doğru ekinlerin etkili bir şekilde büyümesini neredeyse garanti eder.

Hasat sonrası **Tablo 3.1**'de verilen takvim aralığında, tarlaya katı fermente ürün serilir. Türkiye'nin iklim şartları İtalya'nın iklim koşullarına benzemektedir. Tarlaya çeşitli serpme ekipmanları **Şekil 5-1**'de verilmiştir. Serpme makinası ile tarla üzerine katı fermente ürünün dağıtımının homojen şekilde yapılmasına dikkat edilmelidir.

Çiftçiler her zaman katı fermente ürünündeki besin maddelerini büyüme mevsimi boyunca serperek en iyi şekilde kullanmaya çalışmalıdır.



Tarım Alanlarında Katı Fermente Ürün Kullanımı



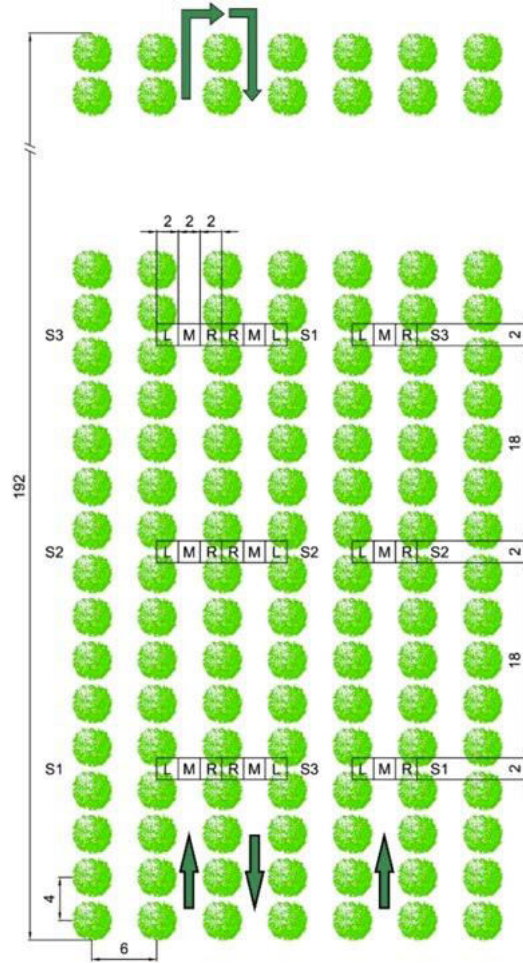
Şekil 5-1. Hasat Sonrası Katı Fermente Ürünün Serilmesi

Üç serpmek makinesi kullanılmış: narenciye bahçesinde bir gübre serpmek makinesi ve bağda iki silindirik şekilli serpmek makinesi; birincisi yayın konfigürasyonunda, ikincisi yerleştirilmiş konfigürasyonda çalışmaktadır.

Bağ, bahçe (portakal, limon, şeftali, elma, zeytin gibi yerlerde) katı fermente ürün serpmek işlemi iki veya tek kanatlı serpmek makinesi ile katı fermente ürün serpmek işlemi yapılır.



Şekil 5-2. Bağda Kullanılan Yayıncılar: Solda Yayın Yayılmı ve Sağda Lokalize Yayılmı



Şekil 5-3. Narenciye Bahçesindeki Çürütücü Örneklemeye Noktalarının Yerleşimi (Seyir Yönüne Göre L = sol, M = Orta, R = Sağ; Boyutlar (metre)).



Şekil 5-4. Narenciye Bahçeleri ve Bağlarda Katı Fermente Ürün Serpme İşlemi

Narenciye bahçesi ve bağ gibi yerlerde katı fermente ürünü serpme işlemi özel gübre serpme makinesi ile yapılır; makineler parsellerin özelliklerine, özellikle sıra arası mesafeye uygun olarak seçilir ve yerel bir tarım imkanları ile bunlar sağlanır. Sonuçlar:

Tarım Alanlarında Katı Fermente Ürün Kullanımı

- Bölgedeki serpme makinesinin olağan ayarları kullanılarak, narenciye bahçesinde yaklaşık 6,7 t/ha kuru katı madde ve bağda yaklaşık 7,0 t/ha kuru madde yayılmıştır. Bu miktarlar, burada dikkate alınmayan, fermente ürünü katı fraksiyonunun kimyasal bileşimine ve mahsul ihtiyaçlarına göre yeniden değerlendirilmelidir.
- Serpme, rotor veya dağıtım diskinin dönmesi nedeniyle hem narenciye bahçesinde hem de bağda yayılması için oldukça asimetrik. Narenciye bahçesinde, fermente ürünü esas olarak sıralar arasının ortasına (%66) yayılır, bu oranın %18 solda ve %16 sağdadır. Bağda katı fermente ürünün %36'sı sıra arasının soluna, %64'ü sağına serpilir. Bu değerler **Tablo 3.1'**de verilen şartları sağlayacak şekilde yapılır.
- Sıralar arasındaki değişkenlik, temel olarak haznenin boşaltılmasıyla birlikte katı fermente ürün akış hızındaki değişiklik nedeniyle, her zaman sıralar arasındakinden daha düşük olabilir.
- Taşıma ve serpme maliyeti dikkate alınmalıdır.

Daha ileri çalışmalar, muhtemelen gerçek zamanlı serpme tekdüzeliğini kontrol etmek için hassas tarım ekipmanlarının desteğiyle diğer serpme ekipmanlarının uygunluğu araştırabilir.

Alan başına (m²) ne kadar katı fermente ürün içeriğindeki azot miktarı ve **Tablo 3.1'**de verilen limitler esas alınarak önceden hesaplanır ve ona göre katı fermente ürün serpme işlemi gerçekleştirilir. Serpme makinasının hızı ortalama 5,4 km/saat olabilir.

Serpme için tek tekerlek dingili, iki dikey çırpıcı ve 12 m çalışma genişliğine sahip katı fermente ürün serpme makinesi kullanılır (**Şekil 5-4**).

İki serpme makinesi ile toplam 6.500 ton katı fermente ürünü (serpme makinesi ve yıl başına 3 750 ton) uygulanmaktadır. Ortalama olarak, katı fermente ürünün çoğu durumda uygulanacağı tarlaların üzerine veya yakınına yerleştirildiği için yığın ile tarla arasındaki taşıma mesafesi 200 m (tek yön) olarak ayarlanmalıdır.

6. Katı Fermente Ürün Kullanım Zamanı

Katı fermente ürün araziye serpilmeden önce yağmur riski mutlaka dikkate alınmalı. Katı fermente ürünün yağmur suyu ile taşınmasına izin verilmemeli.

Katı "fermente ürün" tarlada kullanımı, su kirliliği risklerini en aza indirmek için dikkatli bir şekilde yönetilmelidir. Tarlada kullanılan katı fermente ürünün tarihi, kullanılan miktar tarla haritası üzerinde kaydedilmeli.

İyi bir besin yönetim planı, katı fermente ürünün nereye yayılabileceğini ve uygulama oranını belirlenmesine yardımcı olur.

Fermente ürün, çok ıslak zemine veya yağışlı hava koşulları sırasında veya hemen öncesinde yayılırsa, araziden sızabilir, kaçabilir; bu da değerli besinlerin (P ve K gibi) ve amonyağın yüzeysel ve yeraltı su kaynaklarına girmesine neden olur. Bu, kamu su temini için önemli bir risk oluşturan İçme Suyu Arıtma İşleri'nin kapanmasına yol açabilir. Yüksek kaliteli içme suyunu sağlamak için besin maddelerini içme suyu kaynaklarından uzaklaştırmak da zor ve pahalıdır.

Sürekli kötü hava koşulları, artan akış riski yakındaki su kaynaklarına ve yaban hayatına neden olabileceği kirlilik nedeniyle fermente ürünün uygulanmasını zorlaştırabilir. Aşağıdaki senaryolar sırasında fermente ürünün yayılmasının önlenmesi önerilir:

- Su dolu, su basmış, su taşma ve su birikintisi olan arazilerde,
- Karla kaplı topraklarda
- Sert bir şekilde donmuş topraklarda,
- 48 saat içinde şiddetli yağmur beklenen topraklarda,
- Yoğun kar dönemlerinde,
- Tarla drenajlarına kadar çatlamış topraklarda,
- Bir tarla boru veya köstebek olduğu topraklarda,
- Son on iki ay içinde bir tarlanın kanalizasyon suyu altında kaldığı yerlerde,

katı fermente ürün serpilmesi tavsiye edilmez.

Arazi eğimli ise, herhangi bir nehir, dere, hendek, sulak alan, gölet, geçiş suyu veya kıyı sularına girmesini önlemek için herhangi bir gübre akışının durdurulması (yeterli bir tampon bölge veya başka bir şekilde) sağlanmalıdır.

Sıvı fermente ürünler (yani ham ve sıvı fermente ürünler) tipik olarak yaklaşık 9.000 mg/l'lik biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ₅) konsantrasyonuna sahiptir; bu, besicilik bulamaçlarına (10.000-30.000 mg/l) ve kirli suya (1.000-5.000 mg/l) benzer. Bu, atıkların toprağa uygulanmasının, su kirliliği risklerini en aza indirmek için dikkatli bir şekilde yönetilmesi gerektiği anlamına gelir.

- Sele yatkın arazilerde,
- Arazinin bir nehir, dere, hendek, sulak alan, gölet, geçiş suyu veya su yüzeyine 10-30 metre yakınında,

Tarım Alanlarında Katı Fermente Ürün Kullanımı

- Arazinin, insan veya süt çiftlikleri veya mandıra tarafından kullanılan bir su kaynağının (kaynaklar, sondaj kuyuları veya rezervuarlar dahil) 50 metre yakınında,
- İnsan tüketimi için su sağlaya herhangi bir kuyu veya sondaj kuyusunun 50 m yakınında,
- Akıntının yüksek risk oluşturduğu dik (otlaklarda ortalama %15 veya daha fazla veya diğer tüm arazilerde %12 veya daha fazla eğimli) yamaçlarda,
- Ortalama toprak derinliği 40 m'den az olan ve uygulamanın ormancılık faaliyetleri için olduğu durumlar hariç, çakıl veya çatlaklı kaya üzerinde,

fermente ürün kullanılmaz.

Arazi eğimli ise, yağmur suyu ile fermente ürünün herhangi bir nehir, dere, hendek, sulak alan, gölet, geçiş suyu veya kıyı sularına girmesini önlemek ve akışı durdurmak için (yeterli bir tampon bölge veya başka bir şekilde) sağlanmalıdır.

İngiltere’de toprak tipine bağlı olarak katı fermente ürün kullanım takvimi **Tablo 6.1**’de verilmiştir.

Tablo 6.1. Halihazırda Yüksek Azot İçeriğine Sahip (Sıvı Anaerobik Çürütücü Dahil) Organik Gübrenin Uygulanması İçin Mevcut Kapalı Dönem

Başlangıç Tarihi	Bitiş Tarihi	Arazi Kullanımı	Toprak Tipi
1 Ağustos	31 Aralık	Toprak işleme	Sığ veya kumlu topraklar
1 Eylül	31 Aralık	Otlak	Sığ veya kumlu topraklar
16 Eylül	31 Aralık	15 Eylül’de veya öncesinde ekilen mahsullerin bulunduğu toprak işleme	Sığ veya kumlu topraklar
1 Ekim	31 Ocak	Toprak işleme	Diğer tüm topraklar
15 Ekim	31 Ocak	Otlak	Diğer tüm topraklar

7. Kaynaklar

1. <https://www.awsmfarming.co.uk/when-is-the-best-time-to-conduct-digestate-spreading/>
2. <https://www.daera-ni.gov.uk/news/prepare-closed-period-maximise-your-slurry-storage-capacity>
3. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652619333244>
4. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7322122/>
5. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X22003130>
6. https://www.nachhaltigwirtschaften.at/resources/iea_pdf/reports/iea_bioenergy_tas37_utilisation_of_digestate_from_biogas_plants_as_biofertiliser.pdf
7. <https://www.iea-biogas.net/files/daten-redaktion/download/publi-task37/Potential%20of%20Codigestion%20short%20Brosch221203.pdf>
8. https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2018/09/IEA-Bioer-T37CRS-2017_Final.pdf
9. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214714421002087>