GENIŞLETILMIŞ ÜRÜN VE TEKNIK ÇÖZÜM KATALOĞU

# Doğanın döngüsü. Mühendisliğin gücü.

Kompost makinaları, tesis mühendisliği ve sürdürülebilir Ar-Ge



TEKNOLOJİ / PROSES / UYGULAMA

Teknik içerikle genişletilmiş baskı • Ekim 2026

KULLANIM REHBERI

# Çözümü anlayın.
# Projeyi doğru planlayın.

Bu katalog bir ürün tanıtımının yanında, organik atığın kabulünden kompostun değerlendirilmesine kadar tüm sistemi ele alan bir karar ve uygulama rehberidir.


03 GreBotics çözüm yaklaşımı
04 Organik atığın değer zinciri
05 Kompostun mikrobiyolojisi
06 Proses parametreleri
07 Atık kabul matrisi
08 Karışım hazırlama ve reçete
09 Makinanın çalışma akışı
10 Hızlandırılmış süreç ve 72 saat
11 250 L model profili
12 500 L model profili
13 1000 L model profili
14 Teknik karşılaştırma
15 Kapasite hesabı
16 Günlük operasyon
17 Sorun teşhisi ve iyileştirme
18 Kompost kalite değerlendirmesi
19 Klasik tesis mühendisliği
20 Modüler tesis mimarisi
21 Tesis içi malzeme akışı
22 Otomasyon ve Yapay zeka
23 Saha ve altyapı planlaması
24 Sektörel uygulamalar
25 Enerji, maliyet ve çevresel etki
26 Ar-Ge geliştirme programı
27 Projelendirme ve devreye alma
28 İş birliği ve yatırım
29 Kaynaklar ve teknik dayanak
30 İletişim

01 / GREBOTICS

# Bütünleşik mühendislik, uçtan uca çözüm.

Organik atık yönetiminde başarı; ekipmanın, biyolojik sürecin ve işletmenin günlük düzeninin birlikte tasarlanmasına bağlıdır. GreBotics, bu üç alanı aynı proje yaklaşımında buluşturur.



## Kaynağından kullanımına kadar

Mutfak, üretim hattı veya yerel toplama noktasında başlayan akış; ayrıştırma, kabul kontrolü, parçalama, karışım hazırlama, aktif dönüşüm, olgunlaştırma ve çıktı değerlendirmesiyle tamamlanır. Her aşamanın sorumlusu, ölçülebilir çıktısı ve bir sonraki aşamaya geçiş ölçütü belirlenmelidir. Yalnızca cihazın hacmini büyütmek, eksik bir toplama veya çıktı planını çözmez.

## Üç çözüm yolu

İşletme içi hızlı kompost makinaları, sınırlı alanda düzenli organik atık akışı için değerlendirilebilir. Klasik tesisler; uygun arazi, yığma ve çevirme operasyonuyla daha geniş akışları yönetir. Modern modüler tesis yaklaşımı ise bitişik kapalı hazneler, hazne bazında iklimlendirme, otomasyon ve paketlemeyi aynı akışta birleştirir. Seçim; atık bileşimi, saha ve operasyon hedeflerine göre yapılır.

## Mühendislik ile biyolojiyi birlikte ele almak

Mekanik hazırlama materyalin yapısını değiştirir; mikroorganizmalar ise biyolojik dönüşümü yürütür. Sensörler ve otomasyon, bu dönüşümün koşullarını takip etmeye yardımcı olur. GreBotics'in geliştirme odağı; doğal yöntemi koruyarak bakterilerin yaşam koşullarını optimize etmek, operatör kararlarını veriye dayandırmak ve sahaya uygun bir iş akışı oluşturmaktır.

02 / DEĞER ZINCIRI

# Organik atık nasıl yeniden kaynağa dönüşür?

Kompostlama, ayrı toplanmış organik materyalin yönetilen oksijenli biyolojik dönüşümüdür. Yalnızca öğütülmüş ya da kurutulmuş materyal, biyolojik stabilitesi doğrulanmadan olgun kompost olarak değerlendirilmez. [2]

## Gıda yönetimi ile atık yönetimi

İlk hedef yenebilir gıdanın kaybını önlemektir. Kompostlama, oluşması önlenemeyen ve başka bir uygun kullanım yolu bulunmayan organik akışların değerlendirilmesinde rol alır. UNEP'in 2024 raporu, 2022 yılında perakende, gıda hizmeti ve hanelerde yenmeyen kısımlar dahil yaklaşık 1,05 milyar ton gıda atığı oluştuğunu; bunun tüketiciye sunulan gıdanın %19'una karşılık geldiğini bildirir. [1]

## Yerel malzeme döngüsü

Bir işletme için döngü; kaynağında ayrıştırılmış girdinin kabul edilmesi, kayıt altına alınması ve uygun biyolojik süreçten sonra nitelikli çıktı olarak değerlendirilmesidir. Çıktı kullanıcıları en başta belirlenirse depolama, eleme ve sevkiyat gereksinimleri tasarıma dahil edilebilir. Böylece tesis yalnızca atık kabul eden bir noktadan, düzenli malzeme akışı olan bir sisteme dönüşür.

## Toprağa dönüşün koşulları

Olgun kompost toprağa organik madde katkısı sağlar; nem tutma ve toprak yapısını destekleyebilir. Kullanım dozu, toprak analizi, ürün özellikleri ve bitki ihtiyacına göre belirlenir. [2] Projede; hangi çıktının, kim tarafından, nerede ve hangi kaliteyle kullanılacağı açık olmalıdır. Paketleme şekli ve satış kanalı, kalite değerlendirmesinin yerine geçmez.

## Projenin takip edeceği veriler

Giriş kütlesi ve hacmi, kabul edilmeyen maddeler, yardımcı materyal, elektrik tüketimi, süreç süresi, çıktı miktarı ve kullanım kaydı birlikte tutulmalıdır. Bu kayıtlar hem operasyonun iyileştirilmesi hem de projenin ekonomik ve çevresel etkisinin hesaplanması için başlangıç oluşturur.

03 / MIKROBIYOLOJI

# Dönüşümün arkasındaki canlı sistem.

Kompostlama tek bir bakteri türünün işi değildir. Materyalin yapısı, sıcaklık ve erişilebilir besinler değiştikçe mikrobiyal topluluk da değişir. Bakteri yaşam döngüsü optimizasyonu, bu değişimi destekleyen koşulların yönetilmesini ifade eder. [5]




| Aşama | Biyolojik olay | İşletme açısından anlamı |
|---|---|---|
| Başlangıç / mezofilik | Kolay ayrışabilen bileşiklerin tüketimiyle mikrobiyal aktivite ve ısı artar. | Beslemenin homojenliği ve başlangıç koşulları kayda alınır. |
| Termofilik dönem | Yüksek sıcaklığa uyumlu topluluklar öne çıkar; organik madde ayrışması sürer. | Isı artışı tek başına yeterli gösterge değildir; hava ve nemle birlikte izlenir. |
| Soğuma | Kolay tüketilen materyal azalırken farklı organizmalar yeniden etkinleşir. | Sıcaklığın düşme nedeni değerlendirilir: süreç ilerlemesi mi, kuruma veya yetersiz hava mı? |
| Olgunlaşma | Daha zor ayrışan bileşiklerin dönüşümü sürer; biyolojik aktivite azalır. | Çıktının stabilitesi ve kullanım uygunluğu değerlendirilir. |

Bakteriler hızlı ayrışmada; mantarlar ve aktinomisetler daha karmaşık organik yapıların dönüşümünde rol alabilir. Isıtıcının görevi biyolojik ısının yerine geçmek değil, gerekli koşulları desteklemektir. [5]

04 / PROSES PARAMETRELERI

# Parametreler birlikte çalışır.

Aşağıdaki aralıklar genel kompostlama literatürü için başlangıç bilgisidir; GreBotics makinalarının doğrulanmış set değerleri olarak okunmamalıdır. Havalandırma ve karışım özellikleri birlikte değerlendirilir. Reçete ve kontrol sınırları gerçek materyalle belirlenir. [4]

| Parametre | Teknik bilgi | Kontrolün amacı |
|---|---|---|
| Nem | Genel yaklaşımda kütlece %40-60 aralığı sık kullanılır. [6] | Çok kuru materyalde aktivite sınırlanabilir; fazla su hava boşluklarını doldurabilir. |
| Karbon / azot | Başlangıç karışımında yaklaşık 30:1 C/N genel bir referanstır. [7] | Azot kaybı riski ile ayrışma hızını dengeler; malzemenin erişilebilir karbonu önemlidir. |
| Oksijen ve gözeneklilik | Hava, materyalin yalnızca çevresine değil içine de ulaşmalıdır. [8] | Sıkışmış veya aşırı ince karışımlarda havasız bölgeler oluşmasını azaltmak. |
| Sıcaklık | İç sıcaklık ile ortam sıcaklığı farklı değişkenlerdir. [9] | Biyolojik ısının gelişimini ve materyal içindeki farklılıkları takip etmek. |
| Parçacık boyutu | Küçültme yüzey alanını artırır; aşırı inceltme hava geçişini sınırlayabilir. [8] | Kırma verimi ile geçirgenlik arasında uygun denge kurmak. |
| Karıştırma | Dağılımı, hava erişimini ve sıcaklık homojenliğini etkiler. | Gereksiz enerji tüketmeden homojen işletim sağlamak. |

## Tek bir değere bakarak karar vermeyin

Sıcaklık düşükse yalnızca ısıtmayı artırmak uygun olmayabilir: materyal kuru, oksijensiz veya yetersiz besinli olabilir. Kontrol yaklaşımı; birden fazla ölçümü birlikte değerlendirmeli, sensör konumu ve ölçüm güvenilirliğini de hesaba katmalıdır. Alarm sınırları ile normal reçete değerleri ayrı tanımlanır.

05 / KABUL MATRISI

# Her organik madde, aynı besleme değildir.

Atık kabulünde materyalin biyolojik uygunluğu kadar parçalanabilirliği, yabancı madde içeriği ve nemi de önemlidir. Kaynağında ayrıştırma, sonradan ayıklamadan daha düzenli bir akış sağlar.

| Girdi grubu | Ön değerlendirme | Besleme öncesi yapılacak işlem |
|---|---|---|
| Sebze-meyve artıkları | Yüksek nem ve dönemsel bileşim değişimi. | Ambalaj, etiket ve yabancı maddeyi ayırın; iri parçaları ekipmana uygun hazırlayın. |
| Yemek ve unlu mamul artıkları | Yağ, tuz ve sıvı oranı kaynağa göre değişir. | Dengeli karışım için kaynağı ve miktarı kaydedin; aşırı sıvıyı ayrı değerlendirin. |
| Kahve-çay posası | İnce doku, yüksek nem veya sıkışma görülebilir. | Filtre/ambalaj uygunluğunu kontrol edin; tek tip yoğun beslemeyi önleyin. |
| Et, süt ve hayvansal içerik | Hijyen, koku ve kabul koşulları özel değerlendirme gerektirir. | Kontrollü sistem ve proje kabul planıyla karar verin; genel bir sınırsız kabul varsaymayın. |
| Kuru yaprak / ince temiz yonga | Yapı ve karbon desteği sağlayabilir. | İşlenmemiş ve kirletici içermeyen materyal seçin; boyutu ve nemini değerlendirin. |
| Cam, metal, plastik; iri sert parçalar | Biyolojik dönüşüme katkı sağlamaz; ekipmana zarar verebilir. | Ayrı toplayın. Büyük kemik, sert kabuk ve iri ahşabı kabul planında ayrıca değerlendirin. |

## Kabul kaydı, prosesin başlangıç verisidir

Kaynak, tarih, hacim/kütle, gözlenen yabancı madde ve uygulanan ön işlem bilgisi, sonraki performans ölçümleriyle ilişkilendirilmelidir. Sorunlu bir partiye geri dönmek için girdinin izlenebilir olması gerekir. Kapalı makina, hatalı ayrıştırmayı otomatik olarak düzeltmez.

06 / KARIŞIM HAZIRLAMA

# Reçete, sabit bir talaş oranından fazlasıdır.

Karışım hazırlamanın amacı besin dengesini, nemi ve hava geçişine uygun yapıyı birlikte sağlamaktır. Aynı hacimdeki iki atık akışı farklı kütle, su ve karbon içeriğine sahip olabilir.

## Malzeme oranları ve karışım dengesi

Sulu gıda artıkları, kuru bitkisel materyal ve karbon sağlayan yardımcı girdiler aynı görevi üstlenmez. Çok ıslak ve yoğun bir karışım hava geçişini sınırlayabilir; fazla kuru materyal ise biyolojik aktiviteyi yavaşlatabilir. Amaç, bakterilerin beslenmesini ve hava erişimini destekleyen dengeli bir karışım oluşturmaktır. İşletme için belirlenen besleme oranları izlenir; atık içeriği değiştiğinde oranlar GreBotics'in önerdiği çalışma düzenine göre güncellenir.

## Nem hesabı: bir öğretici örnek

80 kg materyalin nemi %70, eklenecek 20 kg kuru materyalin nemi %10 olsun. Toplam su 56 + 2 = 58 kg; toplam karışım 100 kg olduğundan başlangıç nemi %58 olur. Bu hesap yalnızca kütlece su dengesini gösterir. Karışımın C/N oranını, hava geçirgenliğini veya ekipman uygunluğunu doğrulamaz; gerçek bir besleme reçetesi değildir. [6]

## Karbon-azot dengesinin kurulması

Kahverengi materyal yalnızca hacim artırıcı değildir; karbon ve yapı katkısı da sağlar. C/N hesabında, materyallerin kuru madde miktarı ile karbon ve azot analizleri birlikte kullanılmalıdır. Hacim oranlarını doğrudan C/N oranı saymak yanıltıcıdır. Temiz yonganın karbonunun biyolojik erişilebilirliği, ince gıda artıklarıyla aynı değildir. [7]

## Sensörlerle izlenen besleme düzeni

Dengeli malzeme oranları, makinanın Yapay zeka destekli proses yönetiminin başlangıç koşulunu oluşturur. Sistem gaz, kompost sıcaklığı, hazne sıcaklığı, nem ve enerji alışverişi verilerini birlikte değerlendirerek bakteriyel fazı belirler; ilgili faza uygun çalışma koşullarını kendisi ayarlar. Kullanıcı, uygun atığın ayrıştırılmasını ve önerilen besleme düzenini sağlar. Süreç verileri bulut tabanlı sistemde toplanır ve aylık raporlara yansır.

07 / MAKINA AKIŞI

# Hazırlama, biyoloji ve otomasyon aynı akışta.

S72 ürün ailesi; dahili kırıcı, tek proses haznesi ve Yapay zeka destekli otomatik yönetimi birleştirir. Gaz, sıcaklık, nem ve ısıl davranış verileriyle bakteriyel faz belirlenir; faza uygun proses koşulları makina tarafından ayarlanır.

| Adım | İşlev | Operatörün takip edeceği bilgi |
|---|---|---|
| 01 / Kabul ve yükleme | Uygun materyal, belirlenen besleme düzeniyle makineye alınır. | Giriş miktarı, kaynak, reçete ve yükleme zamanı. |
| 02 / Parçalama | Dahili çift şaftlı kırıcı, organik materyalin hazırlanmasını sağlar. | Yabancı madde kontrolü ve olağandışı ekipman yükü. |
| 03 / Karışım | Materyal ve yardımcı girdiler süreç için birlikte değerlendirilir. | Nem, yapı ve besleme homojenliği. |
| 04 / Aktif süreç | Karıştırma ve termal koşullar biyolojik dönüşümü destekler. | Sıcaklık eğrisi, zaman, ekipman durumu ve mevcut ölçümler. |
| 05 / Çıktı alma | Boşaltma, seçilen çevrim ve parti planına göre yapılır. | Çıktı miktarı, parti kodu ve sonraki işlem. |
| 06 / Olgunlaştırma | Gerekli biyolojik stabilizasyon ve kalite değerlendirmesi tamamlanır. | Olgunluk, hedef kullanım ve serbest bırakma kararı. |

## Yapay zeka destekli tek hazneli sistem

Sensörler gaz, kompost ve hazne sıcaklıkları, nem ve ısıl davranışı takip eder. Verilen ve alınan ısı arasındaki fark da biyolojik faz değerlendirmesine katılır. Sistem bakteriyel fazı belirleyip faza uygun proses koşullarını otomatik yönetir. Tek hazneli yapıdaki veriler buluta aktarılır; aylık raporlarla enerji kullanımı ve tahmini karbon kazanımı izlenebilir.

08 / SÜRE OPTIMIZASYONU

# 72 saat yaklaşımı neyi ifade ediyor?

Güncel GreBotics yaklaşımı: bakteri yaşam döngüsü optimizasyonuyla, uygun atık ve proses koşullarında 72 saate kadar inebilen aktif kompost süresi. Bu ifade, tüm girdilerin 72 saatte doğrudan kullanıma hazır ürün olacağı anlamına gelmez.

## Doğal dönüşümü desteklemek

Amaç biyolojik mekanizmayı değiştirmek değil; materyalin hazırlanmasını ve mikroorganizmaların çalışma koşullarını iyileştirmektir. Uygun parçalama, homojen karışım, nem dengesi ve kontrollü çalışma, aktif ayrışmanın işletilebilir bir akışa dönüşmesini destekler. “Daha sıcak” veya “daha çok karıştırma” her koşulda daha hızlı bir süreç sağlamaz.

## Bakteriyel faza göre otomatik yönetim

Makina, hazne içindeki gaz verileri, kompost sıcaklığı, hazne sıcaklığı, nem ve verilen-alınan ısı arasındaki fark dahil çok sayıda parametreyi sensörlerle izler. Yapay zeka destekli sistem önce bakterilerin bulunduğu biyolojik fazı belirler; ardından bu fazda bakteri yaşam döngüsünü ve biyolojik etkinliği en yüksek düzeyde destekleyecek şekilde proses parametrelerini kendisi ayarlar. Kullanıcıdan her faz için elle ayar yapması beklenmez.

## Klasik tesislerle karşılaştırma

Yığma kompost uygulamalarında yaklaşık 6 aya uzayabilen süreçleri doğal yöntemleri koruyarak günler mertebesinde yönetilen aktif akışlara indirmeyi hedefliyoruz. Ancak yöntemler; başlangıç girdisi, iklim, havalandırma, olgunlaştırma alanı ve hedef ürün bakımından farklıdır. Süre karşılaştırması aynı kalite ölçütü ve aynı süreç sınırı üzerinden yapılmalıdır.

## Aktif süreç ve kullanım planı

Yapay zeka yönetimi, bakteriyel fazın değişimini izleyerek çalışma koşullarını dinamik biçimde uyarlamayı sağlar. Aktif süreç süresi atık bileşimi ve besleme koşullarıyla ilişkilidir. Çıktının hedef kullanımına uygunluğu ve gerekli olgunlaştırma ayrı değerlendirilir. Bulut üzerinden toplanan süreç ve enerji verileri, aylık raporlarda işletmenin performans takibini destekler.

09 / MODEL PROFILI

# S72L250F

Daha düşük hacimli, düzenli ayrıştırılmış organik akışlar için değerlendirilir. Kompakt yerleşim arayan işletmelerde yükleme ve boşaltma erişimiyle birlikte ele alınır.




| Teknik özellik | Katalog değeri | Teknik özellik | Katalog değeri |
|---|---|---|---|
| Hazne hacmi | 250 L | Kurulu güç | 8 kW |
| Boyut (E/B/Y) | 1200/1500/1600 mm | Elektrik | 400 V / 3 faz / 50 Hz |
| Boş ağırlık | 750 kg | Dolu ağırlık | 1000 kg |
| Kırıcı | Dahili çift şaft | Isıtıcı / motor | Elektrikli / 4 motor |
| Ortam aralığı | 0 ile +45 °C | Boşaltma yüksekliği | 1250 mm |
| Dış kaplama | Korozyon korumalı | İşletim | Tam otomatik |

## Yerleşim ve çevrim açısından değerlendirme

250 litre, ürünün hazne kapasitesidir; günlük litre veya kilogram işleme taahhüdü değildir. Karışımın yapısı, yardımcı materyal hacmi, çalışma doluluğu ve aktif süredeki hacim değişimi kullanılabilir iş akışını etkiler. 8 kW ise kurulu güçtür; tüm bileşenlerin sürekli bu güçte çalıştığı veya saat başına sabit tüketim olduğu varsayılmaz.

09 / MODEL PROFILI

# S72L500F

Orta hacimli ve gün içinde değişen organik akışlar için değerlendirilir. Besleme sıklığı, yardımcı materyal ve boşaltma planı operasyonla birlikte oluşturulur.




| Teknik özellik | Katalog değeri | Teknik özellik | Katalog değeri |
|---|---|---|---|
| Hazne hacmi | 500 L | Kurulu güç | 15 kW |
| Boyut (E/B/Y) | 1400/1600/1600 mm | Elektrik | 400 V / 3 faz / 50 Hz |
| Boş ağırlık | 1500 kg | Dolu ağırlık | 2000 kg |
| Kırıcı | Dahili çift şaft | Isıtıcı / motor | Elektrikli / 4 motor |
| Ortam aralığı | 0 ile +45 °C | Boşaltma yüksekliği | 1250 mm |
| Dış kaplama | Korozyon korumalı | İşletim | Tam otomatik |

## Yerleşim ve çevrim açısından değerlendirme

500 litre, ürünün hazne kapasitesidir; günlük litre veya kilogram işleme taahhüdü değildir. Karışımın yapısı, yardımcı materyal hacmi, çalışma doluluğu ve aktif süredeki hacim değişimi kullanılabilir iş akışını etkiler. 15 kW ise kurulu güçtür; tüm bileşenlerin sürekli bu güçte çalıştığı veya saat başına sabit tüketim olduğu varsayılmaz.

09 / MODEL PROFILI

# S72KL1F

Yüksek hacimli organik akışları tek işletme düzeninde ele almak isteyen projeler için değerlendirilir. Geniş hazneye ek olarak ön kabul ve çıktı lojistiği planlanmalıdır.




| Teknik özellik | Katalog değeri | Teknik özellik | Katalog değeri |
|---|---|---|---|
| Hazne hacmi | 1000 L | Kurulu güç | 25 kW |
| Boyut (E/B/Y) | 1400/2500/1600 mm | Elektrik | 400 V / 3 faz / 50 Hz |
| Boş ağırlık | 2500 kg | Dolu ağırlık | 3500 kg |
| Kırıcı | Dahili çift şaft | Isıtıcı / motor | Elektrikli / 4 motor |
| Ortam aralığı | 0 ile +45 °C | Boşaltma yüksekliği | 1250 mm |
| Dış kaplama | Korozyon korumalı | İşletim | Tam otomatik |

## Yerleşim ve çevrim açısından değerlendirme

1000 litre, ürünün hazne kapasitesidir; günlük litre veya kilogram işleme taahhüdü değildir. Karışımın yapısı, yardımcı materyal hacmi, çalışma doluluğu ve aktif süredeki hacim değişimi kullanılabilir iş akışını etkiler. 25 kW ise kurulu güçtür; tüm bileşenlerin sürekli bu güçte çalıştığı veya saat başına sabit tüketim olduğu varsayılmaz.

09 / TEKNIK KARŞILAŞTIRMA

# Ölçüleri ve altyapıyı birlikte karşılaştırın.

| Özellik | S72L250F | S72L500F | S72KL1F |
|---|---|---|---|
| Hazne hacmi | 250 L | 500 L | 1000 L |
| Kurulu güç | 8 kW | 15 kW | 25 kW |
| En / boy / yükseklik | 1200 / 1500 / 1600 mm | 1400 / 1600 / 1600 mm | 1400 / 2500 / 1600 mm |
| Boş / dolu ağırlık | 750 / 1000 kg | 1500 / 2000 kg | 2500 / 3500 kg |
| Elektrik | 400 V / 3 faz / 50 Hz | 400 V / 3 faz / 50 Hz | 400 V / 3 faz / 50 Hz |
| Kırıcı / motor sayısı | Çift şaft / 4 | Çift şaft / 4 | Çift şaft / 4 |
| Isıtma / işletim | Elektrikli / otomatik | Elektrikli / otomatik | Elektrikli / otomatik |
| Ortam / boşaltma | 0 ile +45 °C / 1250 mm | 0 ile +45 °C / 1250 mm | 0 ile +45 °C / 1250 mm |

## Ortak teknik özellikler

Dış koruma IP65, operatör ekranı IP64 - 5 inç HMI, maksimum ses seviyesi 85 dB ve çıktı parçacık boyutu 5-10 mm'dir. Hacim azaltımı %70-80 aralığında değerlendirilir. S72 ailesi tek hazneli, Yapay zeka destekli proses yönetimi ve bulut tabanlı veri toplama yaklaşımını kullanır. Güncel konfigürasyon, ölçüm koşulları ve kabul ölçütleri teknik teklifte netleştirilir.

## Seçim sırasında sorulacak üç teknik soru

Günlük karışım hacmi ne kadar ve gün içinde nasıl değişiyor? Aktif sürede makina içinde ne kadar materyal tutulacak? Boşaltılan çıktı nereye, ne sıklıkla ve hangi olgunlaştırma planıyla aktarılacak? Bu sorular yanıtlanmadan yalnızca kapasite sütununa bakarak model seçilmemelidir.

10 / KAPASITE MÜHENDISLIĞI

# Litre, kilogram ve süre: üç farklı tasarım girdisi.

Kapasite hesabı, hazne hacmi ile günlük yükü birbirinden ayırmalıdır. Aşağıdaki hesap, ölçeklendirme mantığını açıklayan varsayımsal bir örnektir; belirli bir makina veya tesisin performans hesabı değildir.

| Hesap adımı | Örnek veri / sonuç | Nasıl yorumlanır? |
|---|---|---|
| Günlük girdi | Q = 100 L/gün | Kaynağında ölçülen organik atık hacmi. |
| Aktif kalış süresi | t = 3 gün | Örnekte 72 saatlik aktif süreç varsayımı. |
| İlk hacim yaklaşımı | Q × t = 300 L | Hacim azalması ve yardımcı materyal hesaba katılmadan tutulan girdi. |
| Çalışma doluluğu | f = 0,70 (varsayım) | Nominal hacmin tamamının kullanılamadığı kabul edilir; gerçek değer projeye özgüdür. |
| Ön nominal hacim | 300 / 0,70 = yaklaşık 429 L | Yalnızca başlangıç tahmini. Reçete, parti akışı ve emniyet payıyla geliştirilir. |

## Hesapta henüz neler yok?

Yardımcı kuru materyal hacmi, hacim azalmasının zamana bağlı eğrisi, bakım duruşu, mevsimsel pikler ve boşaltma düzeni bu başlangıç yaklaşımında yoktur. Yoğunluk bilinmeden litre kilogram olarak yazılamaz: kütle = hacim × yığın yoğunluğu. Kapasite seçiminde günlük karışım hacmi ve işletmenin besleme takvimi GreBotics teknik ekibiyle birlikte değerlendirilir.

## Tek haznede proses yönetimi

S72 makinaları tek proses haznesine sahiptir. Yükleme, biyolojik dönüşümün yönetimi ve boşaltma bu tek haznenin çalışma düzeniyle planlanır. Hazne hacmi günlük kabul miktarıyla aynı değildir; kullanılabilir doluluk, karışım yapısı ve aktif süre birlikte değerlendirilir. Çok modüllü kapasite tasarımı ayrı bir ürün alanı olan kompost tesisleri için ele alınır.

11 / GÜNLÜK OPERASYON

# Düzenli işletim, düzenli kayıt ister.

Operasyon planı; doğru besleme, güvenli ekipman kullanımı, ölçüm takibi ve çıktı izlenebilirliğini birlikte kapsar. Bu kontrol listesi eğitim ve işletme prosedürünün hazırlanmasına yardımcı olur.

| Zaman / aşama | Kontrol | Kaydedilecek bilgi |
|---|---|---|
| Vardiya başlangıcı | Genel durum, erişim alanı, görünür kaçaklar ve panel uyarıları. | Tarih, sorumlu operatör, duruş/uyarı durumu. |
| Yükleme öncesi | Atık uygunluğu, yabancı madde, reçete ve planlanan miktar. | Kaynak, hacim/kütle, yardımcı materyal ve parti kodu. |
| Çalışma sırasında | Panel değerleri, olağandışı ses/yük ve proses eğilimi. | Ölçüm zamanı, gözlem, alarm ve uygulanan işlem. |
| Çıktı alma | Boşaltma düzeni, miktar, beklenen sonraki işlem. | Çıktı kodu, kütle/hacim, olgunlaştırma alanı ve numune. |
| Vardiya kapanışı | Temizlik, kayıtların tamamlanması ve devir bilgisi. | Bekleyen işler, bakım ihtiyacı ve bir sonraki besleme. |
| Periyodik bakım | Sensör, aktarma, elektrik ve mekanik bakım planının uygulanması. | Bakım tarihi, işlem, parça ve tekrar devreye alma kontrolü. |

## Bulut tabanlı veri toplama ve aylık raporlar

Makinanın sensör ve işletim verileri bulut tabanlı veri toplama sistemine aktarılır. Aylık raporlar; harcanan enerji, sıcaklık ve nem eğilimleri, proses durumu ve kazanılan tahmini karbon gibi çok sayıda göstergeyi birlikte sunar. Tahmini karbon kazanımı, kullanılan hesap yöntemi ve varsayımlarla birlikte değerlendirilir. Makina alımıyla ilk yıl tüm veri hatları ve raporlar ücretsiz sağlanır.

## Güvenli erişim

Temizlik, sıkışma giderme veya bakım için çalışma alanına müdahale, ekipmanın güvenli durdurma ve enerji izolasyonu prosedürüne göre yapılır. Otomatik işletim, operatör eğitimi ve bakım erişimini gereksiz hale getirmez. Prosedürler kurulacak konfigürasyona göre hazırlanır.

12 / SORUN TEŞHISI

# Belirtiyi değil, olası nedeni inceleyin.

Aşağıdaki tablo genel biyolojik süreç değerlendirmesidir. Müdahaleden önce ölçüm doğruluğu, materyal değişimi ve ekipmanın durumu kontrol edilir. Kontrol setleri yetkili işletme prosedürüne göre değiştirilir.

| Gözlem | Olası nedenler | İncelenecek bilgi / yaklaşım |
|---|---|---|
| Isınma zayıf veya kısa sürüyor | Düşük nem, yetersiz besin, küçük aktif kütle veya fazla soğutma. | Sıcaklık eğrisi, besleme ve nem verisini birlikte değerlendirin. [9] |
| Nemli yapı ve istenmeyen koku | Aşırı su, sıkışma veya hava geçişinin yetersizliği. | Karışım yapısı ve hava yolunu inceleyin; tek başına ısıtmayı artırmayın. [6, 8] |
| Amonyak benzeri koku | Azot dengesi ve proses koşulları etkili olabilir. | Karışımın C/N yaklaşımını ve yeni girdi oranını inceleyin. [7] |
| Sıcaklık farklı noktalarda çok farklı | Homojen olmayan yükleme, hava dağılımı veya ölçüm konumu. | Sensör ve numune noktalarını karşılaştırın; karıştırma ve dağılımı inceleyin. |
| Materyal çok kuru / tozlu | Nem kaybı, hava miktarı veya kuru yardımcı materyal fazlalığı. | Girdi nemi ve süreçteki su kaybını değerlendirin. [6] |
| Çıktı yeniden belirgin ısınıyor | Biyolojik aktivite sürüyor olabilir. | Olgunlaştırmayı ve stabilite değerlendirmesini sürdürün; yalnız görünüşe göre serbest bırakmayın. [10] |

## Düzeltmenin etkisini ölçün

Aynı anda çok sayıda parametreyi değiştirmek, hangi müdahalenin etkili olduğunu anlamayı güçleştirir. Değişiklik, zaman ve gözlenen sonucu kaydedin. Tekrarlayan sorunlarda girdi kaynağı, reçete, ekipman durumu ve sensör güvenilirliğini aynı inceleme içinde ele alın. Normalleşme, yalnızca alarmın kapanmasıyla tanımlanmamalıdır.

13 / ÇIKTI KALITESI

# Görünümden kullanım uygunluğuna.

Olgunluk, hedef kullanım için uygunlukla; stabilite ise kalan biyolojik aktiviteyle ilişkilidir. Koyu renk ve küçük parçacıklar tek başına yeterli değerlendirme değildir. Özellikle kısa aktif süreçlerin ardından çıktı kontrolü önemlidir. [10]

| Kontrol başlığı | Neyi anlamaya yardımcı olur? | Projedeki karşılığı |
|---|---|---|
| Biyolojik stabilite | Kalan ayrışma aktivitesi ve yeniden ısınma eğilimi. | Uygun laboratuvar / proses testleriyle olgunlaştırma gereksinimi. |
| Bitki uyumu / olgunluk | Hedef uygulamada gelişimi olumsuz etkileyebilecek durumlar. | Gerekirse çimlenme veya bitki tepki değerlendirmesi. |
| pH ve elektriksel iletkenlik | Asitlik ve çözünür tuzların kullanım açısından etkisi. | Bitki ve toprak ihtiyacına göre doz / kullanım kararı. |
| Yabancı madde ve tane yapısı | Girdiden taşınan fiziksel kirleticiler ve eleme ihtiyacı. | Ayrıştırmanın iyileştirilmesi, eleme ve ürün sınıflandırması. |
| Hijyen / kirletici analizi | Girdiye ve kullanım alanına bağlı kalite riskleri. | Gerekli analiz kapsamı ve serbest bırakma ölçütleri. |

## Parti bazında ürün yönetimi

Giriş partisi, aktif süreç ve çıktı numunesi aynı izlenebilirlik zincirinde tutulur. Numune alma zamanı, yöntem, laboratuvar sonucu ve kullanım kararı kaydedilir. Sonradan paketleme, bu kayıtların yerine geçmez. Farklı atık kaynakları veya reçetelerle üretilen çıktıların aynı kaliteye sahip olduğu varsayılmamalıdır.

## Kullanım senaryosunu önceden belirleyin

Peyzaj, tarla uygulaması ve hassas yetiştirme ortamları aynı beklentileri taşımaz. Kalite planı; hedef uygulama ve ilgili gerekliliklere göre hazırlanır. Çıktı satış veya kullanım programı; olgunlaştırma, eleme, depolama ve sevkiyat alanlarıyla birlikte düşünülür. [10]

14 / KLASIK TESIS

# Açık saha kompostlaması: arazi ve işletim tasarımı.

Klasik tesiste süreç yalnızca yığın oluşturmaktan ibaret değildir. Kabul, hazırlama, sıra halinde yığma, çevirme veya havalandırma, olgunlaştırma ve eleme işlerinin aynı yerleşimde uyumlu çalışması gerekir. [3]



## Yığın geometrisi ve ekipman erişimi

Sıra boyutları ve aralıkları; seçilen çevirme ekipmanı, yükleyici hareketi ve materyalin yapısıyla birlikte belirlenir. Giriş ile olgun ürün akışının birbirini kesmemesi hedeflenir. Her sıranın parti başlangıcı, girdisi ve çevrilme kaydı tutulur. Aktif alan, olgunlaştırma ve çıktı deposu için ayrı işletim planı hazırlanır.

## Yağmur, drenaj ve sızıntı suyu

Temiz yağmur suyunun kirli akışlarla karışması mümkün olduğunca önlenir. İşleme yüzeyi, yüzey eğimleri, çevreden gelen su ve sızıntı suyu toplama yaklaşımı birlikte değerlendirilir. Bu ihtiyaçların sonradan eklenmesi işletme maliyetini ve alan kullanımını etkiler. Malzemenin nem yönetimi, yağışın kontrolsüz etkisine bırakılmamalıdır. [11]

## Günlük işletim ve proje kapsamı

Çevirme sıklığı için yalnızca sabit bir takvim yerine süreç gözlemleri kullanılır; sıcaklık ve nem kayıtları değerlendirilir. Proje kapsamında atık kabul kapasitesi, ekipman, iş gücü, yakın çevre, depolama ve çıktı sevkiyatı ele alınır. GreBotics, klasik tesis planlamasını sahaya uygun kurulum yaklaşımıyla birlikte değerlendirebilir.

15 / MODERN MODÜLER TESIS

# Modüler biyoreaktörler. Bütünleşik proses hattı.

Modern tesis mimarisi; atık kabul ve mekanik hazırlama ünitesi, bağımsız kontrollü kapalı biyoreaktör modülleri ve son işlem-paketleme hattından oluşur. Modüler tasarım, kapasiteye göre proses hacminin projelendirilmesini sağlar.




## Atık kabul ve mekanik hazırlama ünitesi

Tesisin giriş ünitesi, yükleyiciyle beslemeye uygun kapak ve kontrollü kabul hacmiyle planlanır. İç transfer konveyörü materyali kırıcıya iletir. Kırıcı çıkışındaki ara toplama hacminden ilk biyoreaktör modülüne kapalı transfer yapılır. Besleme erişimi, mekanik hat kapasitesi ve kontrol kilitlemeleri aynı tasarım kapsamında ele alınır.

## Bağımsız kontrollü biyoreaktör modülleri

Kapalı proses hacimlerinden oluşan modüler reaktör dizisinde her üniteye bağımsız endüstriyel havalandırma ve iklimlendirme sistemi atanır. Ünite numarası, parti bilgisi ve otomasyon durumu ayrı izlenir. Bakım erişimi, elektrik ve kontrol panoları teknik yerleşimle planlanır. Modül sayısı ve toplam proses hacmi, kalış süresi ve günlük karışım akışına göre projelendirilir.

## Son işlem, paketleme ve sevkiyat ünitesi

Son işlem ünitesi, çıktı alma ve paketleme ekipmanlarını içerir. Paketli ürünler yan sevkiyat hattıyla paletleme alanına yönlendirilir. Bu ünitenin işlevi biyolojik proses modüllerinden farklıdır; yardımcı ekipmanlar paketleme gereksinimlerine göre seçilir. Modern tesisin modül boyutları, sensör kapsamı ve otomasyon fonksiyonları teknik projelendirme ve pilot doğrulamayla belirlenir.

15 / TESIS IÇI AKIŞ

# Kapalı aktarımı, parti yönetimiyle birleştirin.

Girişten paketlemeye kadar tüm aktarımlar aynı üretim akışının parçalarıdır. Aktarım kapasitesi ile biyolojik kalış süresi ayrı tasarım başlıklarıdır; hızlı bir konveyör tek başına hızlı biyolojik dönüşüm sağlamaz.

| Bölüm | Mekanik görev | Kontrol ve işletim ihtiyacı |
|---|---|---|
| Giriş | Kepçeyle yükleme ve iç konveyöre besleme. | Kapak / yükleme ilişkisi, yabancı madde kabulü, güvenli erişim. |
| Kırıcı | Materyalin hazırlanması ve alt toplama hacmine çıkış. | Yük, tıkanma ve sonraki ekipmanın uygunluğu. |
| Hazneye aktarım | Kırıcı altından ilk kompost haznesine konveyörle taşıma. | Doluluk, hedef hazne ve aktarım kaydı. |
| Hazneler arası akış | Seçilen parti / proses düzeniyle yan haznelere taşıma. | Parti yaşı, karışma durumu ve kalan kalış süresi. |
| Son işlem | Çıktının uygun kalite ve işlem planıyla boşaltılması. | Olgunlaştırma ihtiyacı, eleme ve paketleme uygunluğu. |
| Paketleme ve çıkış | Paketli ürünün arka yan çıkıştan alınması. | Parti etiketi, paket miktarı, palet ve sevkiyat kaydı. |

## Aktarım stratejisi neden önemlidir?

Bir hazneye sürekli yeni materyal girmesi ile belirli bir partinin kapalı çevrimde tutulması farklı işletme biçimleridir. Her aktarımda hangi materyalin nereye gittiği ve hangi partinin hangi aşamada bulunduğu bilinmelidir. Hazne sayısı artırılırken ara depolama, bakım erişimi ve akış kesildiğinde materyalin yönetimi de tasarlanır.

## Paketleme, kalite kapısından sonra gelir

Aktif hazneden çıkan materyalin doğrudan paketlenmesi ancak tanımlanmış çıktı koşullarıyla uyumluysa planlanır. Gerekli olgunlaştırma, kalite değerlendirmesi veya eleme işi varsa bunlar toplam tesis akışına dahil edilir; görünür paket çıkışı, tek başına kompost olgunluğu göstermez.

16 / OTOMASYON VE YAPAY ZEKA

# Ölçümden karara, kardan kontrollü uygulamaya.

S72 serisi, bakteriyel fazı çok sayıda sensör verisiyle belirler; bu faza uygun proses parametrelerini Yapay zeka desteğiyle otomatik yönetir. Bulut tabanlı veri toplama ve aylık raporlar, işletmenin süreç performansını görünür kılar.



## Çok parametreli sensör ağı

S72 makinaları, proses haznesindeki gaz verilerini, kompost sıcaklığını, hazne sıcaklığını, nemi ve enerji alışverişini sensörler aracılığıyla takip eder. Verilen ve alınan ısı arasındaki fark, diğer proses göstergeleriyle birlikte değerlendirilir. Böylece yönetim yalnızca tek bir sıcaklık değerine veya sabit bir zamanlayıcıya dayanmaz.

## Bakteriyel fazın belirlenmesi ve otomatik kontrol

Yapay zeka destekli yönetim, ölçümleri birlikte değerlendirerek bakterilerin bulunduğu faza karar verir. Sistem, bu fazın ihtiyaçlarına göre bakteri yaşam döngüsünü en yüksek düzeyde destekleyecek proses koşullarını kendisi ayarlar. Isıl yönetim, nem ve diğer çalışma parametreleri biyolojik fazın değişimine uyarlanır. Operatörün görevi uygun girdi ve besleme düzenini sağlamaktır; faz bazında elle ayar yapılması gerekmez.

## Bulut raporlaması ve işletme görünürlüğü

Sensör ve işletim verileri bulut tabanlı sistemde toplanır. Aylık raporlarda harcanan enerji, proses eğilimleri, tahmini karbon kazanımı ve çeşitli işletme göstergeleri bulunur. Makina alımıyla ilk yıl tüm veri hatları ve raporlar ücretsizdir. Modern kompost tesislerinde bu otomasyon yaklaşımının kapsamı, tesisin modül ve proses tasarımına göre ayrıca projelendirilir.

17 / SAHA PLANLAMASI

# Yerleşim çiziminden önce altyapıyı tanımlayın.

Makina veya modüler tesis için yalnızca ekipmanın oturduğu alanı ayırmak yeterli değildir. Malzeme akışı, araç ve bakım erişimi, altyapı ve çıktı alanları aynı yerleşimde değerlendirilir.

| Planlama başlığı | Sahadan istenecek bilgi | Tasarımda kullanılacağı yer |
|---|---|---|
| Alan ve geometri | Ölçülü kroki, kapılar, kolonlar, geçişler ve mevcut ekipman. | Ekipman yerleşimi, manevra ve bakım boşlukları. |
| Zemin ve taşıma | Zemin yapısı, ekipman ağırlığı, dolu kullanım ve araç yükleri. | Mühendislik değerlendirmesi, temel / platform ve ankraj yaklaşımı. |
| Elektrik | Gerilim, faz, mevcut güç, hat mesafesi ve pano konumu. | Bağlantı, koruma ve devreye alma planı. |
| Su ve drenaj | Su kaynağı, temiz-kirli akışlar ve toplama noktaları. | Temizlik, proses ihtiyacı ve sıvı yönetimi. |
| Hava ve çevre | Kapalı/açık saha, yakın kullanım alanları, mevcut havalandırma. | Hava yönetimi, iklim etkisi ve çevreyle uyum. |
| Operasyon alanı | Giriş bekletme, yardımcı materyal, olgunlaştırma ve çıktı deposu. | Darboğaz oluşturmayan günlük akış. |

## Teknik teklifin sınırlarını açık tutun

Ekipman tedariki, zemin işleri, elektrik hattı, hava yönetimi, olgunlaştırma alanı, eleme ve paketleme aynı sözleşme kapsamında olmayabilir. Dahil olan işler, müşteri tarafından sağlanacak altyapı ve devreye alma ön koşulları bir sorumluluk matrisiyle yazılır. Bu açıklık, sahada beklenmeyen iş ve gecikmeleri azaltır.

## Ölçüm ve saha analizi

İlk görüşmede fotoğraf ve kroki yeterli bir başlangıç sağlayabilir. Kesin yerleşim için saha ölçümü ve teknik inceleme gerekir. Kapasite ile birlikte alan ve erişim ihtiyacının da büyüdüğü, genişleme planında dikkate alınır.

18 / SEKTÖREL ÇÖZÜMLER

# Sektör adı değil, gerçek atık akışı belirleyicidir.

Her sektörün toplama düzeni, atık bileşimi ve iş takvimi farklıdır. Aynı sektör içindeki iki işletme bile farklı besleme ve çıktı planına ihtiyaç duyabilir.



| Sektör | Öne çıkan işletme konusu | Planlama odağı |
|---|---|---|
| Restoran / otel | Servis pikleri, mutfak hazırlığı ve tabak artıkları. | Vardiya bazlı toplama; yağ/sıvı değişimi; kaynakta ayrıştırma. |
| Fabrika / yemekhane | Toplu yemek saatleri ve çalışan sayısının değişimi. | Pik hacim, vardiya dışı işletim ve operatör sorumluluğu. |
| Gıda üretimi | Tek tip artık, ürün veya sezon değişimi. | Reçete denemesi, ambalaj ve yabancı madde kontrolü. |
| Belediye | Çok kaynaklı organik girdi ve bahçe atığı. | Kabul kriteri, lojistik, arazi ve çıktı kullanım ağı. |
| Kampüs / eğitim | Yemekhane akışı ve dönemsel kullanım. | Tatil / dönem farkı, eğitim ve bakım sürekliliği. |
| AVM / ticari alan | Birden fazla işletmeden ortak toplama. | Kaynak izlenebilirliği, ortak kabul ve toplama saati. |

Saha çalışması; günlük ortalama kadar pik yükü, yardımcı materyali ve atık içindeki kontaminasyonu da ölçmelidir. Kişi başına tek bir litre veya kilogram varsayımıyla model seçilmez. Proje hedefi; gerçek akışa uygun işletim ve değerlendirilebilir çıktıdır.

19 / PERFORMANS VE MALIYET

# Faydayı, aynı ölçüm sınırıyla değerlendirin.

Ekonomik ve çevresel değerlendirme; yalnızca ürünün kapasitesi veya kurulu gücüyle yapılmaz. Mevcut atık yönetimi düzeniyle önerilen sistem, aynı dönem ve kapsam üzerinden karşılaştırılmalıdır.

| Gösterge | Hesap yaklaşımı | Gerekli veri |
|---|---|---|
| Özgül elektrik tüketimi | Ölçülen kWh / işlenen ton girdi. | Sayaç, dönem giriş kütlesi, ısıtma ve yardımcı ekipman sınırı. |
| İşletme gideri | Enerji + iş gücü + yardımcı materyal + bakım + analiz / sevkiyat. | Gerçek birim fiyatlar ve çalışma takvimi. |
| Atık yönetimi değişimi | Mevcut taşıma/bertaraf düzeni ile yeni toplam giderlerin farkı. | Mevcut sözleşme, yükleme ve lojistik maliyetleri. |
| Çıktı değerlendirmesi | Kullanım veya satış değeri; hazırlama ve sevkiyat sonrası. | Kalite, pazar, miktar ve değerlendirme giderleri. |
| Geri dönüş hesabı | Yatırım / yıllık net ekonomik fayda (pozitifse). | Yatırım kapsamı, yıllık işletim ve doğrulanmış tasarruf. |
| Çevresel etki | Seçilmiş baz senaryo ile proje senaryosu arasındaki fark. | Taşıma, elektrik, süreç emisyonları ve çıktı kullanım varsayımları. |

## Bir enerji örneği

Bir dönemde 1 ton girdi için 120 kWh ölçüldüğünü varsayalım: özgül tüketim 120 kWh/ton olur. Elektrik maliyeti bu değer ile gerçek tarife çarpılarak hesaplanır. Bu yalnızca öğretici bir örnektir; herhangi bir GreBotics modeli için tüketim verisi değildir. Kurulu 8, 15 veya 25 kW güçten aynı sonuç çıkarılamaz.

## Aylık raporda tahmini karbon kazanımı

Bulut tabanlı sistemin aylık raporları, ölçülen enerji verilerini ve hesaplanan tahmini karbon kazanımını işletme performansıyla birlikte sunar. Karbon göstergesinin hangi karşılaştırma senaryosu ve varsayımlarla hesaplandığı rapor değerlendirmesinde dikkate alınır. Tahmini karbon kazanımı, doğrudan ölçülmüş süreç emisyonu veya karbon kredisi olarak yorumlanmaz. Makina alımıyla ilk yıl tüm veri hatları ve raporlar ücretsizdir.

20 / AR-GE PROGRAMI

# Araştırmayı, doğrulanabilir çıktıya taşıyalım.

Sürdürülebilirlik alanındaki bir fikri; ölçülebilir problem, teknik hipotez, çalışan prototip ve pilot değerlendirmeye dönüştürelim. Ar-Ge yalnızca kompostla sınırlı değildir; kaynak verimliliği, otomasyon ve döngüsel sistemler de değerlendirilir.

## 01 / Problem ve ihtiyaç analizi

Mevcut işleyiş, hedef kullanıcı, teknik kısıtlar ve başarı ölçütü tanımlanır. “Daha hızlı” gibi genel bir beklenti; hangi girdide, hangi kaliteye ulaşarak ve hangi toplam maliyetle sorularına ayrılır. Çıktı; kapsam, veri ihtiyacı ve araştırma sorularının yazılı tanımıdır.

## 02 / Araştırma ve deney tasarımı

Teknoloji seçenekleri karşılaştırılır; sınanacak değişkenler, ölçüm yöntemleri ve kontrol denemeleri belirlenir. Biyolojik süreçlerde materyal ve reçete değişiminin etkisi ayrı değerlendirilir. Çıktı; deney planı, teknik fizibilite ve gerekçeli geliştirme kararıdır.

## 03 / Prototip ve entegrasyon

Mekanik tasarım, elektronik, otomasyon ve veri kaydı birlikte geliştirilir. Prototip; parçaların ayrı ayrı çalışmasını değil sistem içindeki uyumunu sınar. Bakım erişimi, operatör kullanımı ve ölçüm güvenilirliği değerlendirilir. Çıktı; çalışan prototip ve test için hazır konfigürasyondur.

## 04 / Pilot test ve geliştirme

Gerçek materyalle performans ölçülür; beklenen fayda ile ölçülen sonuç karşılaştırılır. Tasarım revizyonu, açık teknik konular ve sonraki doğrulama adımı kayıt altına alınır. Proje planı; iş paketleri, bütçe, kilometre taşları ve kapsam değişikliği yönetimiyle hazırlanır.

21 / UYGULAMA YOL HARITASI

# Tekliften devreye almaya, tanımlı teslim noktaları.

Kurulumun tamamlanması ile hedef işletim koşullarının doğrulanması farklı teslim başlıklarıdır. Kabul planı, teknik teklif aşamasında birlikte oluşturulur.

| Aşama | Çalışma | Somut çıktı |
|---|---|---|
| Ön değerlendirme | Atık verisi, saha, operasyon ve hedef kullanımın incelenmesi. | İhtiyaç özeti ve eksik veri listesi. |
| Fizibilite / seçim | Makina veya tesis yaklaşımı, kapasite ve toplam akış analizi. | Seçim gerekçesi ve ilk işletim senaryosu. |
| Teknik projelendirme | Yerleşim, altyapı, ekipman ve otomasyon kapsamı. | Çizimler, teknik liste ve sorumluluk matrisi. |
| Kurulum | Teslim, montaj, altyapı bağlantıları ve ön kontroller. | Kurulum kontrol kayıtları. |
| Devreye alma | Ekipman fonksiyonları, alarm/kilitleme ve ölçüm kontrolü. | Fonksiyon testleri ve eğitim kaydı. |
| Pilot işletim | Tanımlı girdi ve reçeteyle süreç ve çıktı değerlendirmesi. | Parti verisi, test sonuçları ve iyileştirme listesi. |
| Teslim ve takip | Kabul ölçütleri, işletme prosedürü ve bakım planı. | Kabul kaydı, operatör rehberi ve takip kapsamı. |

## Kabul kriterlerini ölçülebilir yazın

Testte hangi materyalin kullanılacağı, besleme düzeni, ölçüm cihazları ve süreç sınırı tanımlanır. Süre, kapasite, enerji ve çıktı kalitesi aynı deney koşullarıyla ilişkilendirilir. Karşılanmayan kriter için tekrar test ve iyileştirme adımı belirlenir. Böylece “çalıştı” ifadesi yerine, hangi fonksiyonun hangi koşulda doğrulandığı görülebilir.

22 / İŞ BIRLIĞI

# Satıştan teknolojiye, birlikte değer üretelim.

İş birliğini tek bir yatırım modeliyle sınırlamıyoruz. Satış, bayilik, teknoloji geliştirme, saha uygulaması ve yatırım başlıklarını; tarafların yetkinliği ve proje hedefiyle birlikte değerlendiriyoruz.

## Satış ve bayilik

Bölge, hedef müşteri, ürün bilgisi ve teklif süreci birlikte tanımlanır. Müşteriden alınacak atık ve saha verisi standartlaştırılır; teknik seçim ile ticari sunum aynı bilgiye dayanır. Yerel servis, kurulum veya eğitim sorumluluğu varsa kapsam açıkça yazılır. Kanalın güçlü olduğu sektörler ve mevcut müşteri ağı ilk görüşmenin parçasıdır.

## Teknoloji ve proje partnerliği

Mekanik, sensör, otomasyon, yazılım, biyoloji veya tesis entegrasyonu alanında uzmanlık bir araya getirilebilir. Ortak projede iş paketleri, teknik arayüzler, teslimler ve doğrulama planı tanımlanır. Önceden geliştirilmiş teknoloji ile proje içinde ortaya çıkacak bilgi ve fikrî hakların kapsamı sözleşme görüşmesinde belirlenir.

## Pilot saha ve uygulama ortaklığı

Gerçek organik atık akışı ve ölçüm altyapısı bulunan bir işletme, pilot çalışmanın önemli parçasıdır. Pilotun amacı, beklenen sonucu ve işletmenin sağlayacağı alan, materyal, personel ve veri erişimi baştan belirlenir. Başarı kriterleri ve sonuçların hangi kullanım için paylaşılabileceği birlikte kararlaştırılır.

## Yatırım görüşmeleri

Ürün ve teknoloji yol haritası, doğrulama düzeyi, hedef pazar ve geliştirme ihtiyacı üzerinden görüşme yapılır. Teknik gelişim ile satış planı ayrı kilometre taşları olarak ele alınır. İlk mesajınızda ilgi alanınızı, katkı sağlayabileceğiniz kaynakları ve beklediğiniz iş birliği biçimini paylaşmanız görüşmenin somutlaşmasına yardımcı olur.

KAYNAKLAR VE TEKNIK DAYANAK

# Araştırma temeli ve katalog kapsamı.

[1] UNEP - Food Waste Index Report 2024

[2] US EPA - Composting

[3] US EPA - Approaches to Composting

[4] FAO - On-Farm Composting Methods / Composting Process

[5] Cornell - Compost Microorganisms

[6] Cornell - Monitoring Compost Moisture

[7] Cornell - Compost Chemistry

[8] Cornell - Compost Physics

[9] Cornell - Monitoring Compost Temperature

[10] US EPA - Environmental Value of Applying Compost (2025)

[11] Cornell - Water Quality Protection

## Bu kataloğun kapsamı

Genişletilmiş baskı: 06 Ekim 2026. Katalog; GreBotics S72 tek hazneli kompost makinalarını, Yapay zeka destekli faz yönetimini, bulut raporlamasını ve tesis çözümlerini kapsar. Literatür parametreleri genel teknik bilgi sağlar. Öğretici hesaplar gerçek ürün testi değildir. Modern tesisin modüler proses ve otomasyon kapsamı proje özelinde projelendirilir. Kesin özellikler ve kabul ölçütleri teknik teklif ile belirlenir.

Görseller tanıtım ve çözüm anlatımı için kullanılmıştır; ölçülü uygulama çizimi veya sahada doğrulanmış konfigürasyon yerine geçmez. Kaynak başlıkları PDF içinde tıklanabilir. Katalog sayfa numarasından içindekilere dönebilirsiniz.

BIRLIKTE BAŞLAYALIM

# İhtiyacınızı paylaşın. Doğru sistemi birlikte planlayalım.



İLK GÖRÜŞME İÇİN

Atık akışınız veya proje fikriniz • Günlük ölçüm verisi
Saha fotoğrafları ve kroki • Hedeflediğiniz sonuç

**grebotics@demircioglurobotik.com.tr**

+90 531 995 10 80

Sakarya Üniversitesi Teknoloji Geliştirme Bölgesi E Blok
Demircioğlu Ar-Ge Binası Serdivan/SAKARYA