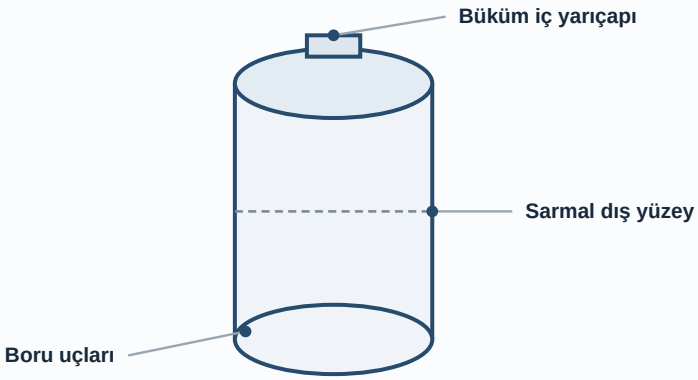
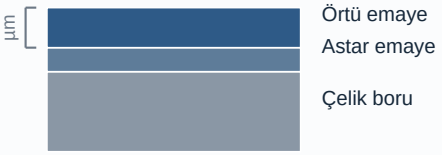
YÜZEYİ ANLAMADAN KAPLAMAYI TASARLAMAYIZ.

Serpantin / Isı Eşanjörü (Emaye Boru) — Bir tarafta tank sıcak suyu, diğer tarafta basınçlı ısı transfer akışkanı; sürekli termal döngü ve ısı iletimi ihtiyacı. Doğru kaplamayı tasarlamadan önce malzemenin kimyasını, geometrisini ve servis şartını birlikte değerlendiririz.

PARÇA ŞEMASI — SERPANTIN / ISI EŞANJÖRÜ (EMAYE BORU)



KAPLAMA KESİTİ



Bir kaplama sistemini beş soru belirler

1. **MALZEME**
   Emaye kalitesi çelik serpantin borusu; sarmal bükümlü, ince cidarlı ve dar boru çaplı geometri. Kombi/güneş kolektörü akışkanıyla tank suyu arasında ısı transferi görevini görür.

2. **YÜZEY**
   Boru dış yüzeyindeki yağ, çekme kalıntısı ve oksit giderilmeli; sarmal boyunca homojen ve aktif bir yüzey sağlanmalıdır.

3. **GEOMETRİ**
   Sıkı sarmal büküm ve dar boru çapı; daldırma emayede büküm iç yarıçapında akma/toplanma ve komşu sarım aralıklarında birbirine değme/köprüleme riski.

4. **SERVİS ŞARTI**
   Bir tarafta tank sıcak suyu, diğer tarafta basınçlı ısı transfer akışkanı; sürekli termal döngü ve ısı iletimi ihtiyacı

5. **ÜRETİM HEDEFİ**
   Orta-yüksek hacim; ince ve ısıl iletimi bozmayan, sarmal boyunca tekdüze bir emaye kat hedeflenir.

SONUÇ: Serpantin / Isı Eşanjörü için amaç yalnızca düzgün görünüm değil; ısı iletimini koruyan, sarmal boyunca tekdüze, ekşiye ve termal döngüye dayanıklı gözeneksiz bir emaye yüzeydir.

YÜZEYDEN PROSESE MÜHENDİSLİK AKIŞI

Serpantin / Isı Eşanjörü her parça gibi aynı şekilde kaplanmaz. Sağlıklı bir proses; ölçüm, ön işlem, doğru kaplama seçimi, uygulama ve doğrulamanın birlikte yürütülmesini gerektirir.

01 **ANALİZ** Altlık + yüzey
02 **ÖN İŞLEM** Temizleme + yüzey
03 **EMAYE** Slip + yoğunluk
04 **UYGULAMA** Daldırma / püskürtme
05 **PİŞİRME** Kurutma + fırın
06 **DOĞRULAMA** Test + kayıt

A. Yüzey Karakterizasyonu

Altlığın yüzey durumu (temizlik, pürüzlülük, oksit/tufal ve varsa kaynak bölgeleri) belirlenir. Doğru proses, doğru yüzey tanımıyla başlar.

ÖLÇÜLEBILIR GIRDILER
Yüzey temizliği • pürüzlülük • kaynak izleri

B. Ön İşlem Tasarımı

Yağ alma, oksit giderme ve durulama; sarmal geometrinin tüm yüzeyine ulaşan daldırma tabanlı ön işlem uygulanır.

TEMEL HEDEF
Temiz, aktif, homojen, tekrarlanabilir yüzey

C. Emaye Sisteminin Seçimi

Isı transferini fazla düşürmeyecek ince kat veren, ekşiye ve termal döngüye dayanıklı yaş (slip) emaye seçilir; TEC uyumu ile çatlak/soyulmaya karşı direnç hedeflenir.

KARAR KRITERLERI
Dayanım • görünüm • servis ömrü • maliyet

D. Uygulama Mühendisliği

Yaş (slip) emaye daldırma/püskürtme ile uygulanır; büküm iç yarıçaplarında akma ve komşu sarımlar arasında köprülenmeyi önlemek için daldırma-süzme geometrisi, döndürme ve süzülme süresi ayarlanır.

GEOMETRI ETKISI
Sarmal dış yüzey • Büküm iç yarıçapı • Boru uçları

Prosesi “gözle” değil, veriyle yönetmek

µm
KAT KALINLIĞI
Emaye katının homojenliği

g/cm³
SLIP YOĞUNLUĞU
Kat ağırlığı ve örtüm

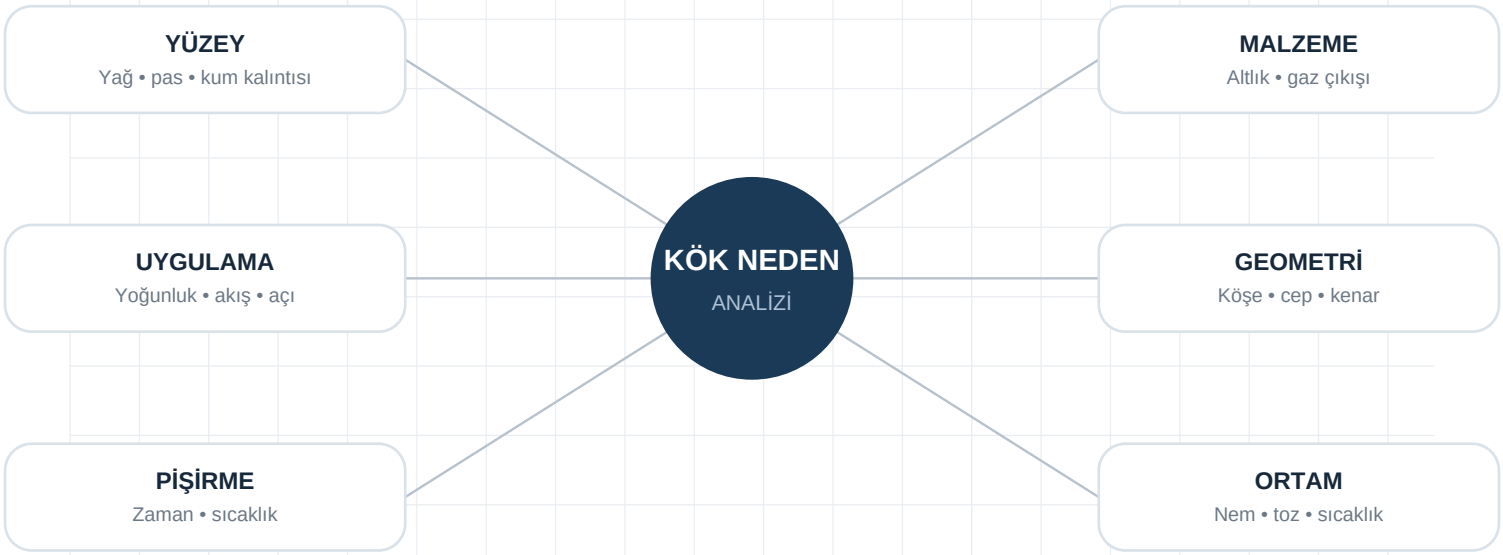
°C
PİŞİRME SICAKLIĞI
Gerçek pişirme şartı

%RH
ORTAM NEMİ
Kuruma ve yüzey kalitesi

MÜHENDISLIK PRENSIBI Serpantin / Isı Eşanjörü prosesinde parametre değil, proses penceresi tanımlanır. Hedef; farklı vardiya ve parça koşullarında aynı yüzey kalitesini tekrar üretebilmektir.

YÜZEY HATASI
BİR BELİRTİDİR, KÖK NEDEN DEĞİL.

Emaye hataları çoğu zaman tek bir ayardan kaynaklanmaz. Aynı belirti; yüzey hazırlığı, altlık, slip yoğunluğu, kat kalınlığı veya pişirme kaynaklı olabilir.



Sık görülen hatalar ve teşhis yaklaşımı

ZAYIF YAPIŞMA
Emaye altlıktan ayrılıyor veya darbede kopuyor.

KONTROL: yüzey / astar / pişirme

BALIK PULU
Pişirmeden sonra pul şeklinde emaye atması görülüyor.

KONTROL: altlık / hidrojen / pişirme

İĞNE DELİĞİ / KABARCIK
Yüzeyde iğne deliği veya kabarcık oluşuyor.

KONTROL: gaz / kalınlık / pişirme

AKMA & BİRİKME
Kenar ve alt bölgelerde kalın birikme oluşuyor.

KONTROL: yoğunluk / süzülme / açı

ÇATLAMA
Kalın katta veya ani soğumada kılcal çatlak.

KONTROL: kalınlık / pişirme / soğuma

ÖRTÜLMEYEN BÖLGE
Köşe ve ceplerde ince ya da boş kalan alan.

KONTROL: geometri / daldırma açısı

TEŞHİS PROTOKOLÜ

1 Belirtiyi tanımla → **2** Veriyi ölç → **3** Kök nedeni ayır → **4** Tek değişkenle doğrula → **5** Prosesi standardize et

İYI BIR YÜZEY PROSESI ölçülebilir • tekrarlanabilir • izlenebilir • optimize edilebilir olmalıdır. Bu yaklaşım, Serpantin / Isı Eşanjörü gibi parçalar için parça bazlı uygulama rehberlerinin temelini oluşturur.

DOĞRU EKİPMAN, DOĞRU ÖLÇEK.

Serpantin / Isı Eşanjörü için ekipman seçimini üretim hacmi belirler. Düşük ve orta hacimde manuel sistemler esneklik sağlar; seri üretimde konveyörlü hat aynı prosesi her parçada tekrarlar.

DÜŞÜK / ORTA HACIM

Manuel uygulama



Döner Tablalı Manuel Kabin

Kuru tip filtreli kabinde manuel tabancayla yaş emaye.



Kutu Tipi Emaye Fırını

Parti üretimde pişirme.

SERI ÜRETIM

Otomatik hat



Konveyörlü Hat Tipi Kabin

Askılı konveyörde otomatik yaş emaye uygulaması.



U Tipi Fırın

Sürekli hatta pişirme.



STRONG3000 yaş emaye hattı

PROJE DESTEĞI Hattınızı, parçanızı ve üretim hedefinizi paylaşın; ekipman seçimini ve kabin, fırın ve konveyör yerleşimini birlikte netleştirelim. strong3000.com · info@strong3000.com · WhatsApp +90 537 353 54 19