TEK-SA AMBALAJ VE MAKİNE · SORSA

Teklif Paketi

Kalyon PV — MES ve Otomasyon Entegrasyonu

Blueprint rev 0.2 ile uyumlu doküman seti

Doküman Künyesi

Hazırlayan	Berat BÜYÜKADA — TEK-SA Yazılım Ekibi
Kurum	TEK-SA Ambalaj ve Makine · SORSA
Hazırlanan Taraf	Kalyon PV
Canlı Kanıt Ortamı	**https://kalyon.teksaambalaj.com**
Tarih	23.09.2026

Bu Pakette Ne Var

01 **Sistem Tanıtımı (PDF)**
MES-PLC entegrasyonunun ne olduğu, nasıl çalıştığı ve kanıt ortamının anlatımı — teknik olmayan okuyucu için de erişilebilir.

02 **Proje Yol Haritası (PDF)**
7 aşamalı uygulama planı, sorumluluk matrisi, Kalyon'dan gerekli bilgiler ve güvenlik kontrol listesi.

03 **FAT Dry-Run Kanıt Raporu (PDF)**
15/15 otomatik doğrulama sonucu — kapalı çevrim veri bütünlüğünün kod seviyesinde kanıtı.

04 **SAT Kabul Test Planı (PDF)**
Sahada kurulum sonrası izlenecek 11 maddelik kabul test matrisi ve imza sayfası.

05 **Performans / Yük Testi Raporu (PDF)**
Canlı sisteme karşı ölçülen gerçek gecikme ve verim rakamları (p50/p95/p99).

06 **OpenAPI 3.1 Arayüz Spesifikasyonu (YAML)**
Blueprint §12'nin istediği dondurulmuş arayüz spesifikasyonu — makine-okunabilir.

07 **Sıra Diyagramları (Markdown/Mermaid)**
Normal çevrim, kesinti ve kurtarma senaryolarının adım adım sıra diyagramları.

Bu paketteki hiçbir doküman kurgusal referans, müşteri yorumu veya vaka çalışması içermez. Tüm iddialar ya çalışan koda (canlı kanıt ortamı) ya da TEK-SA/Kalyon PV arasındaki yazılı Blueprint dokümanına dayanır.

TEK-SA AMBALAJ VE MAKİNE · SORSA

Kapalı Çevrim MES–PLC Entegrasyonu — Sistem Tanıtımı

Kalyon PV için hazırlanan canlı kanıt ortamının tanıtım dokümanı

Doküman Künyesi

Hazırlayan	Berat BÜYÜKADA — TEK-SA Yazılım Ekibi
Kurum	TEK-SA Ambalaj ve Makine · SORSA
Hazırlanan Taraf	Kalyon PV
Referans Doküman	TEK-SA | Kalyon PV MES ve Otomasyon Entegrasyon Blueprint, rev 0.2
Tarih	22.09.2026
Canlı Sistem	https://kalyon.teksaambalaj.com

Canlı Sistem Durumu (belge hazırlandığı anda ölçülmüştür)

43	42	282	GEÇERLİ
İşlenen Emir	Kapanan	Denetim Olayı	Hash Zinciri

1. Sistem Nedir?

SORUN

Üretim emri MES'ten hatta iner, sonuç geri döner. Bu yolculuğun herhangi bir noktasında ağ kesilir ya da bir sunucu durursa iki ağır risk doğar: üretilen modülün kaydı kaybolur, ya da aynı modül sisteme iki kez işlenir. İkisi de stoğu, izlenebilirliği ve faturalamayı bozar.

ÇÖZÜM

Her üretim emri hiç değişmeyen bir işlem kimliği taşır. Sonuç, MES'e ulaştığı onaylanana kadar diskte kalıcı bir kuyrukta bekler (transactional outbox deseni). Alıcı taraf aynı kimliği ikinci kez gördüğünde yeni kayıt açmaz (idempotency). Böylece kesinti ne veri kaybına ne de mükerrer kayda dönüşür.

KANIT

kalyon.teksaambalaj.com'daki butonlar gerçekten çalışan üç ayrı programı tetikler — MES benzetimi, entegrasyon köprüsü ve PLC benzetimi. Ziyaretçi bağlantıyı gerçekten kesebilir, servisi gerçekten durdurabilir; sistemin kendini toparlamasını canlı izler. Arkada video ya da rastgele sayı üreteci yoktur.

2. Mimari

SAP → Kalyon MES → Entegrasyon Servisi → PLC. Aşağıdaki üç katman canlı sistemde birbirinden bağımsız süreçler olarak çalışır.

MES Simülatörü
Üretim emirlerini yayınlar, sonuçları alır; mükerrer teslimde idempotent davranır.

Entegrasyon Servisi
Doğrulama, kalıcı kuyruk, yeniden deneme, alındı onayı ve hash-zincirli denetim izi. Kalyon'un yönettiği sanal sunucuda barındırılır.

PLC Simülatörü
Üretim çevrimini yürütür; OK/NOK sonucu, çevrim süresi ve alarm koduyla bildirir.

3. Özellikler

- ✓ **Üretim Emri Gönder**
  Gerçek HTTP isteğiyle uçtan uca çevrimi tetikler; 3 örnek seri no ile tek tıkla doldur + kopyala + gönder.

- ✓ **MES Bağlantı Kesintisi**
  Entegrasyon Servisi'nin MES'e ulaşmasını gerçekten keser/açar; sonucun kaybolmadan kuyrukta beklediği canlı izlenir.

- ✓ **Ani Servis Arızası**
  Entegrasyon servisi süreci gerçekten durdurulur; denetim yöneticisi saniyeler içinde ayağa kaldırır.

- ✓ **Tam Senaryoyu Otomatik Oynat**
  Normal çevrim, kesinti, mükerrer tespiti ve arıza + kurtarmayı tek tuşla, gerçek isteklerle çalıştırır (~15 sn).

- ✓ **Canlı Mimari Diyagramı**
  MES / Entegrasyon / PLC kutuları ve akış okları, canlı duruma göre renk ve animasyon değiştirir.

- ✓ **Canlı Olay Şeridi**
  Sıra diyagramını gerçek zamanlı gösteren bir günlük — her etiket gerçek bir sistem olayıdır.

- ✓ **Kapasite Hesap Makinesi**
  Vardiya hızı, kayıt boyutu ve disk bütçesi girilir; azami çevrim dışı üretim süresi anında hesaplanır.

- ✓ **Denetim İzi**
  Silinemez, zaman damgalı olay kaydı; hash zinciri bütünlüğü canlı doğrulanır.

- ✓ **Kanıt İndirmeleri**
  FAT kanıt raporu (PDF), OpenAPI 3.1 spesifikasyonu ve sıra diyagramları tek tıkla indirilir.

4. Doğrulama Sonuçları

15 / 15
FAT senaryo doğrulaması

10 / 10
Bağımsız uygunluk testi (cosmic-conform)

- ✓ **Normal Çevrim (§5)**
  İşlem uçtan uca kapanıyor; MES tarafında tam 1 kayıt oluşuyor.
- ✓ **Bağlantı Kaybı (§6.1)**
  Sonuç kuyrukta tamponlanıyor; bağlantı dönünce otomatik eşitleniyor.
- ✓ **Servis Arızası (§6.3)**
  Kuyruk arızadan etkilenmiyor; kurtarma sonrası mükerrer kayıt yok.
- ✓ **Mükerrer Teslim (§6.2)**
  İkinci teslim reddedilmiyor; mevcut kaydın onayı tekrar dönüyor.

5. Güvenlik ve Uygunluk

Uygulandı — **Ağ İzolasyonu**
PLC ve makine ağı harici/kurumsal ağlardan izole (Blueprint §2).

Uygulandı — **Değişmez Denetim İzi**
SHA-256 hash-zincirli denetim izi, bu ortamda zaten çalışıyor.

Taahhüt — **IEC 62443-2-4 Uygunluğu**
IACS servis sağlayıcısı güvenlik programı profili.

Taahhüt — **AB Cyber Resilience Act**
SBOM ve zafiyet bildirim süreci.

Bilgi — **NZIA Madde 26**
AB yenilenebilir ihalelerinde siber güvenlik fiyat-dışı kriter — Kalyon'un kendi ihale başarısına katkı.

TEK-SA AMBALAJ VE MAKİNE · SORSA

MES–PLC Entegrasyon Projesi Yol Haritası

Kalyon PV ile ortak yürütme planı

Doküman Künyesi

Hazırlayan	Berat BÜYÜKADA — TEK-SA Yazılım Ekibi
Kurum	TEK-SA Ambalaj ve Makine · SORSA
Hazırlanan Taraf	Kalyon PV
Referans Doküman	TEK-SA | Kalyon PV MES ve Otomasyon Entegrasyon Blueprint, rev 0.2 (§8 / §11 / §12)
Tarih	22.09.2026
Canlı Kanıt Ortamı	**https://kalyon.teksaambalaj.com**

İçindekiler

1. Yol Haritası — 7 aşamalı uygulama planı (Blueprint §12)
2. Sorumluluk Matrisi — iş kalemi bazında taraf sorumlulukları (Blueprint §8)
3. Kalyon'dan Gerekli Bilgiler — teknik girdi kontrol listesi (Blueprint §11)
4. Güvenlik ve Uygunluk

1. Yol Haritası

Aşama 0 tamamlandı. Aşama 1–6, Blueprint §12'nin kendi metnine birebir dayanır.

0 — Hazırlık — Tamamlandı

FAT Dry-Run kapalı çevrim kanıt ortamının kurulması: gerçek Entegrasyon Servisi, MES ve PLC simülatörleri; kalıcı kuyruk, hash-zincirli denetim izi, otomatik kurtarma.

Sorumlu: TEK-SA · Çıktı: Canlı doğrulanmış kanıt ortamı, FAT raporu, OpenAPI spesifikasyonu

1 — Girdi Toplama — Beklemede

Kalyon, MES arayüzü ve IT altyapısı dokümanlarını sağlar.

Sorumlu: Kalyon IT ve MES sağlayıcısı · Çıktı: Eksiksiz teknik girdi paketi

2 — Ortak Çalıştay — Beklemede

Ortak çalıştayda mimari, protokol ve sorumluluk matrisi kesinleştirilir.

Sorumlu: Kalyon ve TEK-SA · Çıktı: Onaylanmış arayüz kararları

3 — Spesifikasyon — Beklemede

Veri sözlüğü ve sıra diyagramları tamamlanır.

Sorumlu: Ortak teknik ekip · Çıktı: Dondurulmuş arayüz spesifikasyonu

4 — Demo Tanıklığı — Beklemede

Kapalı çevrim demo senaryolarına tanıklık edilir ve kayıt altına alınır.

Sorumlu: TEK-SA, Kalyon tanıklığında · Çıktı: Demo kabul kaydı

5 — Test Onayı — Beklemede

FAT ve SAT matrisleri, performans formülleri ve hariç tutmalar onaylanır.

Sorumlu: Ortak proje yönetimi · Çıktı: İmzalı doğrulama planı

6 — Canlıya Alma — Beklemede

Canlı entegrasyon uygulaması değişiklik kontrolü altında başlatılır.

Sorumlu: Atanmış uygulama ekipleri · Çıktı: Sahaya hazır yazılım sürümü

2. Sorumluluk Matrisi

Bu matris sözleşmesel teknik sınırı oluşturur. Değişiklikler kayıtlı bir değişiklik talebiyle ele alınmalıdır.

İş Kalemi	Kalyon ve MES IT	TEK-SA Otomasyon
SAP ve MES iş mantığı	Sorumlu ve onaylayan	Makine verisi ihtiyaçları için danışılan
MES API ve protokol spesifikasyonu	Sorumlu ve onaylayan	Onaylanan arayüzü uygular
Sanal sunucu ve işletim ortamı	Sağlar, güvenliğini temin eder	Onaylanmış entegrasyon servisini kurar
Ağ, VLAN, güvenlik duvarı, sertifikalar	Sorumlu ve onaylayan	Gerekli uç noktaları bildirir
PLC mantığı, HMI, kilitlemeler	Bilgilendirilen	Sorumlu ve doğrulayan
Makine verisi üretimi ve eşleştirme	İş anlamını onaylar	Makine tarafı uygulamasından sorumlu
Kalıcı kuyruk, yeniden deneme	Saklama kurallarını onaylar	Entegrasyon uygulaması içinde sorumlu
MES veri tabanı, raporlar	Sorumlu	Sorumluluk yok
FAT simülatörü ve mesaj testleri	İnceler ve tanıklık eder	Hazırlar ve yürütür
SAT canlı ortamı ve kullanıcı erişimi	Hazırlar ve yetkilendirir	Uçtan uca testleri yürütür
Siber güvenlik ve kurumsal mimari	Sorumlu ve nihai yetkili	Onaylanmış gereksinimlere uyar
Değişiklik kontrolü (dondurma sonrası)	Ortak onay	Ortak onay

3. Kalyon'dan Gerekli Bilgiler

Arayüz dondurulmadan önce Kalyon IT ve MES sağlayıcısından sağlanması istenen teknik girdi paketi.

- [ ] MES API veya arayüz spesifikasyonu, protokol kuralları ve desteklenen sürümler.
- [ ] Veri sözlüğü, mesaj tanımları, zorunlu alanlar, yanıt kodları ve mükerrer kayıt yönetim kuralları.
- [ ] Test ortamı, uç nokta, erişim yöntemi, sertifikalar ve teknik irtibat listesi.
- [ ] Azami MES yanıt süresi, yeniden deneme limitleri, zaman aşımı kuralları ve beklenen işlem hacmi.
- [ ] Sanal makine spesifikasyonu, işletim sistemi politikası, servis hesabı, yedekleme ve izleme gereksinimleri.
- [ ] Ağ topolojisi, VLAN, güvenlik duvarı, portlar, isim çözümleme, zaman senkronizasyonu ve uzaktan erişim politikası.
- [ ] Üretim emri, ürün, reçete, barkod, Efficiency BIN ve izlenebilirlik matrisleri.
- [ ] Onaylanmış çevrim dışı üretim kuralı, kuyruk saklama süresi ve mutabakat sorumluluğu.
- [ ] FAT ve SAT örnek verileri, ürün numuneleri, test süresi, başarı kriterleri ve kanıt formatı.
- [ ] Onaylanmış RACI, kullanılabilirlik ve OEE hesaplama kuralları, kesinti hariç tutmaları ve kabul protokolü.

4. Güvenlik ve Uygunluk

Uygulandı

Ağ İzolasyonu
PLC ve makine ağı harici/kurumsal ağlardan izole (Blueprint §2).

Uygulandı

Değişmez Denetim İzi
SHA-256 hash-zincirli denetim izi, bu ortamda zaten çalışıyor.

Taahhüt

IEC 62443-2-4 Uygunluğu
IACS servis sağlayıcısı güvenlik programı profili.

Taahhüt

AB Cyber Resilience Act
SBOM ve zafiyet bildirim süreci.

Bilgi

NZIA Madde 26
AB yenilenebilir ihalelerinde siber güvenlik fiyat-dışı kriter.

TEK-SA AMBALAJ VE MAKİNE · SORSA

FAT Dry-Run Kanıt Raporu

Kalyon PV — MES ve Otomasyon Entegrasyon Blueprint

Kapalı çevrim veri bütünlüğü doğrulaması

Rapor Künyesi

Hazırlayan	TEK-SA Ambalaj ve Makine · SORSA
Hazırlanan kurum	Kalyon PV
Referans doküman	TEK-SA | Kalyon PV — MES ve Otomasyon Entegrasyon Blueprint rev 0.2, §5 / §6 / §9
Koşu zamanı	22.09.2026 17:23
Kanıt kaynağı	fat-run-1790087016825.json
Doğrulama yöntemi	Otomatik senaryo koşusu (gerçek süreçler, gerçek kalıcı kuyruk)

Doğrulama Özeti

15	15	0
Toplam Doğrulama	Başarılı	Başarısız

SONUÇ: BAŞARILI

Blueprint §9 kapsamındaki asgari FAT doğrulamalarının tamamı geçti. Kayıp üretim kaydı, mükerrer kayıt veya alındı onayı öncesi erken kapama tespit edilmedi.

Senaryo Sonuçları

Senaryo 01 — Normal Çevrim (Blueprint §5) 2/2

- ✓ İşlem uçtan uca tamamlanarak KAPANDI durumuna ulaştı
- ✓ MES tarafında tam olarak 1 üretim kaydı oluştu

Senaryo 02 — Sonuç Gönderilmeden Önce Bağlantı Kaybı (Blueprint §6.1) 4/4

- ✓ MES erişilemezken sonuç kalıcı kuyrukta tamponlandı
- ✓ Alındı onayı gelmeden işlem kapatılmadı (veri kaybı ve erken kapama yok)
- ✓ Bağlantı geri gelince kayıt otomatik olarak yeniden eşitlendi ve kapandı
- ✓ Yeniden eşitleme sonrası MES tarafında yalnızca 1 kayıt var (mükerrer yok)

Senaryo 03 — Entegrasyon Servisi Arızası ve Kurtarma (Blueprint §6.3) 5/5

- ✓ Arızadan önce sonuç kalıcı kuyruğa diske yazıldı
- ✓ Entegrasyon servisi süreci gerçekten sonlandırıldı
- ✓ Yeniden başlatma sonrası kayıt kuyrukta duruyor (süreç arızasından etkilenmedi)
- ✓ Bağlantı dönünce kuyruk teslim edildi ve işlem kapandı
- ✓ Arıza, yeniden başlatma ve tekrar denemeye rağmen MES tarafında yalnızca 1 kayıt var

Senaryo 04 — Mükerrer Teslimin Engellenmesi (Blueprint §6.2) 4/4

- ✓ İlk teslimde MES yeni kayıt açtı ve alındı onayı verdi
- ✓ Mükerrer teslim reddedilmedi; mevcut kaydın alındı onayı tekrar döndü
- ✓ Her iki alındı onayı aynı MES kayıt numarasını gösteriyor
- ✓ Mükerrer teslime rağmen MES tarafında tek üretim kaydı var

Yöntem ve Kapsam

- Doğrulamalar, birbirinden bağımsız üç süreç arasında gerçek ağ istekleriyle yürütülmüştür: MES benzetimi, entegrasyon servisi ve PLC benzetimi. Simülasyon katmanı yalnızca uç sistemleri temsil eder; işlem, kuyruk ve kurtarma mantığı nihai üründe kullanılacak kodun aynısıdır.
- Arıza senaryosunda entegrasyon servisi süreci işletim sistemi seviyesinde (SIGKILL) sonlandırılmış, aynı veritabanı dosyasıyla yeniden başlatılmış ve kuyruğun kalıcılığı bu koşullar altında ölçülmüştür.
- Tüm olaylar, her kaydın bir öncekinin SHA-256 özetini taşıdığı bir denetim zincirine yazılır; zincir bütünlüğü koşu sonunda doğrulanır. Bu rapordaki değerler elle düzenlenmemiş, kanıt dosyasından otomatik üretilmiştir.
- Bu rapor canlı MES uyumluluğunu, saha ağı hazırlığını veya fiziksel makine performansını kanıtlamaz. Bunlar, Kalyon tarafından nihai ortam ve onaylanmış arayüz dokümanları sağlandıktan sonra SAT aşamasında doğrulanacaktır.

TEK-SA AMBALAJ VE MAKİNE · SORSA

SAT Kabul Test Planı

Kalyon PV — MES–PLC Entegrasyonu, Saha Kabul Testi

Blueprint §9 / §12 Adım 5 — FAT sonrası, devreye alma öncesi son doğrulama

Doküman Künyesi

Hazırlayan	TEK-SA Ambalaj ve Makine · SORSA
Hazırlanan Taraf	Kalyon PV
Referans Doküman	TEK-SA | Kalyon PV MES ve Otomasyon Entegrasyon Blueprint, rev 0.2 (§9 / §12)
Önkoşul	FAT Dry-Run kanıt raporu — 15/15 doğrulama, kalyon.teksaambalaj.com üzerinde tamamlandı
Uygulama Aşaması	Blueprint §12 Adım 5 — FAT/SAT matrisleri onayı
Durum	ŞABLON — sahada yürütülmeyi bekliyor

Kapsam

FAT (Factory Acceptance Test), bu kanıt ortamında TEK-SA'nın kendi altyapısında tamamlandı ve 15/15 doğrulama geçti. SAT (Site Acceptance Test), aynı mimarinin Kalyon'un GERÇEK üretim sahasında, gerçek MES ve gerçek PLC ile, gerçek ağ koşullarında yeniden doğrulanmasıdır. FAT "yazılım doğru çalışıyor" sorusunu, SAT "bu saha koşullarında da doğru çalışıyor" sorusunu cevaplar — biri diğerinin yerine geçmez.

Test Matrisi

"Kritik" işaretli testlerden herhangi biri başarısız olursa devreye alma ertelenir (bkz. Kabul Kriterleri).

SAT-01 — **Kurulum Doğrulaması** — KRİTİK — Blueprint §12 Adım 6

Yöntem: Entegrasyon servisi Kalyon üretim sunucusuna kurulur, health-check uç noktası kontrol edilir.
Kabul: /health 200 döner; supervisor (systemd/pm2) servisi "enabled" durumda.

SAT-02 — **Uçtan Uca Bağlantı Doğrulaması** — KRİTİK — Blueprint §5

Yöntem: Gerçek MES ve gerçek PLC ile (simülatör değil) canlı haberleşme kurulur.
Kabul: Üretim emri MES'ten PLC'ye ulaşır, sonuç MES'e geri döner; simülatör kullanılmaz.

SAT-03 — **Gerçek Üretim Emri Testi** — KRİTİK — Blueprint §5

Yöntem: Gerçek bir hat üzerinde, gerçek bir seri numarasıyla en az 3 üretim emri işlenir.
Kabul: Her emir CLOSED durumuna ulaşır; MES kayıtları PLC çıktısıyla birebir eşleşir.

SAT-04 — **Bağlantı Kesintisi Testi (Sahada)** — KRİTİK — Blueprint §6.1

Yöntem: Kalyon ağında gerçek bir bağlantı kesintisi (kablo/VLAN/güvenlik duvarı kuralı) uygulanır.
Kabul: Sonuç kalıcı kuyrukta beklemeye devam eder; veri kaybı olmaz; bağlantı dönünce otomatik teslim olur.

SAT-05 — **Servis Kurtarma Testi (Sahada)** — KRİTİK — Blueprint §6.3

Yöntem: Üretim ortamında entegrasyon servisi kontrollü olarak durdurulur.
Kabul: Supervisor servisi saniyeler içinde yeniden başlatır; kuyruktaki kayıt kaybolmaz.

SAT-06 — **Mükerrer Teslim Testi (Sahada)** — KRİTİK — Blueprint §6.2

Yöntem: Aynı üretim emri veya sonucu kasıtlı olarak iki kez gönderilir.
Kabul: İkinci gönderim yeni kayıt açmaz; MES tarafında tek kayıt kalır.

SAT-07 — **Performans / Kapasite Doğrulaması** — Blueprint §10

Yöntem: Gerçek vardiya hızında (Blueprint §10'da onaylanan modül/saat) sistem izlenir.
Kabul: Ortalama işlem gecikmesi kabul edilen eşiğin altında kalır; kuyrukta birikme gözlenmez.

SAT-08 — **Ağ İzolasyonu ve Erişim Kontrolü** — KRİTİK — Blueprint §2

Yöntem: PLC/makine ağının harici ve kurumsal ağlardan izolasyonu sahada fiilen doğrulanır.
Kabul: Otomasyon PLC'si SAP'ye doğrudan erişemez; entegrasyon servisine erişim Kalyon'un tanımladığı rollerle sınırlıdır.

SAT-09 — **Denetim İzi Doğrulaması** — Blueprint §9

Yöntem: Üretim ortamındaki denetim izi hash zinciri bağımsız olarak doğrulanır.
Kabul: Zincir geçerli (valid:true); kayıt sayısı SAT süresince işlenen emir sayısıyla tutarlı.

SAT-10

Operatör Eğitimi ve Devir Teslim

Blueprint §12 Adım 6

Yöntem: Kalyon operasyon ekibine panel kullanımı ve müdahale prosedürleri anlatılır; dokümantasyon teslim edilir.

Kabul: Kalyon ekibi, olay müdahale ve temel izleme adımlarını bağımsız olarak yürütebilir.

SAT-11

Geri Alma (Rollback) Planı Testi

Blueprint §12

Yöntem: Önceki sürüme dönüş prosedürü kontrollü bir pencerede fiilen denenir.

Kabul: Geri alma, veri kaybı olmadan tanımlı süre içinde tamamlanır.

Kabul Kriterleri

- [ ] Tüm "Kritik" işaretli testler (SAT-01 – SAT-06, SAT-08) başarıyla tamamlanmalıdır; herhangi biri başarısız olursa devreye alma ertelenir ve kök neden giderilene kadar yeniden test edilir.
- [ ] Kritik olmayan testlerde (SAT-07, SAT-09, SAT-10, SAT-11) tespit edilen sapmalar, devreye almayı engellemez ancak Blueprint §12 Adım 6'daki değişiklik kontrolü kapsamında en geç 30 gün içinde kapatılmalıdır.
- [ ] Test sonuçları bu dokümanın bir kopyasına elle veya dijital olarak işlenir; her test satırına PASS/FAIL ve tarih düşülür.
- [ ] SAT tamamlandığında bu doküman her iki tarafça imzalanır ve Blueprint §12 Adım 6'nın "sahaya hazır yazılım sürümü" çıktısının resmi kanıtı olur.

İmza

TEK-SA Ambalaj ve Makine · SORSA

Ad Soyad / Unvan / Tarih

Kalyon PV

Ad Soyad / Unvan / Tarih

TEK-SA AMBALAJ VE MAKİNE · SORSA

Performans / Yük Testi Raporu

Kalyon PV — MES–PLC Entegrasyonu

Canlı sisteme karşı gerçek eşzamanlı istek ölçümü

Test Künyesi

Koşu zamanı	23.09.2026 04:22
Hedef	https://kalyon.teksaambalaj.com
Yöntem	Node.js tabanlı özel yük üretici — gerçek HTTP istekleri, canlı üretim/entegrasyon servisine
Kanıt kaynağı	load-test-2026-09-23T01-22-31-765Z.json
Kapsam	Kabul (accept) gecikmesi + uçtan uca (CLOSED) gecikmesi, iki ayrı ölçüm

1. Kabul (Accept) Gecikmesi

POST /api/job-orders isteğinin HTTP yanıt süresi. 300 istek, eşzamanlılık 20.

VERİM	p50 GECİKME	p95 GECİKME	p99 GECİKME
160.5	107	306	363
istek / saniye	milisaniye	milisaniye	milisaniye

Başarı oranı: 300/300 (%100) · Duvar-saati: 1.9 sn · Ortalama: 120 ms · En yüksek: 375 ms

2. Uçtan Uca (CLOSED) Gecikmesi

Bir üretim emrinin gönderilmesinden, PLC'ye iletilip sonucun MES'e ulaşıp işlemin CLOSED durumuna geçmesine kadar geçen süre. 25 örnek, sıralı (art arda) ölçüldü.

p50 GECİKME	p95 GECİKME	p99 GECİKME	BAŞARI
1.91	1.94	2.16	25/25
saniye	saniye	saniye	tamamlanan / örnek

Yorum

Uçtan uca gecikmenin kabul gecikmesinden belirgin şekilde yüksek olması beklenir ve bir kusur değildir: entegrasyon servisi, kalıcı kuyruktaki sonuçları MES'e periyodik bir "relay tick" ile teslim eder (varsayılan aralık 1000 ms — bkz. RETRY_INTERVAL_MS). Yani p50≈1.9 sn'nin büyük kısmı bu kasıtlı, yapılandırılabilir tik aralığından kaynaklanır; üretimde bu değer Kalyon'un onaylayacağı hıza göre ayarlanabilir (Blueprint §10).

Kabul tarafında %100 başarı oranı ve 160.5 istek/sn verim, Blueprint §10'da hedeflenen üretim hızlarının (örn. 180 modül/saat = 0,05 istek/sn) çok üzerinde bir kapasiteye işaret eder — mevcut donanımda darboğaz üretim hızı değil, MES'e teslim tik aralığıdır.

Ek A — OpenAPI 3.1 Arayüz Spesifikasyonu

Blueprint §12 — dondurulmuş arayüz spesifikasyonu (makine-okunabilir kaynak: /spec/openapi.yaml)

```yaml
openapi: 3.1.0
info:
  title: TEK-SA / Kalyon PV — MES-Entegrasyon Servisi Arayüzü
  version: 0.2.0
  description: >
    Blueprint referansı: TEK-SA | Kalyon PV MES ve Otomasyon Entegrasyon
    Blueprint rev 0.2, §4/§5/§6. Bu spesifikasyon Entegrasyon Servisi'nin
    MES ve PLC tarafına sunduğu sözleşmeyi tanımlar. Sürüm 0.2.0 —
    dondurulmadan önce Kalyon MES sağlayıcısıyla mutabakat gerekir
    (Blueprint §12 adım 3).
  contact:
    name: TEK-SA Ambalaj ve Makine

servers:
  - url: http://localhost:4001
    description: Yerel FAT dry-run ortamı
  - url: http://161.97.168.139:8090
    description: Canlı FAT dry-run kanıt ortamı (demo)

tags:
  - name: job-orders
    description: MES'ten Entegrasyon Servisi'ne üretim emri akışı (Blueprint §4.1)
  - name: job-results
    description: PLC'den Entegrasyon Servisi üzerinden MES'e sonuç akışı (Blueprint §4.2)
  - name: gözlemlenebilirlik
    description: Durum, kuyruk ve denetim izi okuma uçları

paths:
  /api/job-orders:
    post:
      tags: [job-orders]
      summary: Üretim emri yayımla (Blueprint §5 adım 1-2)
      description: >
        MES bu uca benzersiz bir txn_id ile üretim emri gönderir. Aynı
        txn_id ikinci kez gelirse (retry/replay) yeni bir işlem AÇILMAZ;
        `duplicate: true` ile 200 döner — idempotent üreticidir.
      requestBody:
        required: true
        content:
          application/json:
            schema: { $ref: '#/components/schemas/JobOrder' }
      responses:
        '200':
          description: Emir kabul edildi (ilk kez ya da mükerrer olarak tanındı)
          content:
            application/json:
              schema: { $ref: '#/components/schemas/JobOrderAccepted' }
        '400':
          description: Şema doğrulaması başarısız — emir reddedildi, denetim izine yazıldı
          content:
            application/json:
              schema: { $ref: '#/components/schemas/ValidationError' }

  /api/job-results:
    post:
      tags: [job-results]
      summary: PLC üretim sonucu bildirir (Blueprint §5 adım 6-7)
      description: >
        PLC/hat kontrolü çevrim tamamlandığında sonucu bu uca gönderir.
        Entegrasyon Servisi sonucu MES'e göndermeden önce kalıcı kuyruğa
        (outbox) yazar — bu yazma ile durum güncellemesi TEK bir veritabanı
        işleminde gerçekleşir (Blueprint §6.1: "sonuç, gönderimden önce
        kalıcı yerel kuyruğa yazılır").
      requestBody:
        required: true
        content:
          application/json:
            schema: { $ref: '#/components/schemas/JobResult' }
      responses:
        '200':
```

```
          description: Sonuç kabul edildi ve kalıcı kuyruğa alındı
          content:
            application/json:
              schema: { $ref: '#/components/schemas/JobResultAccepted' }
        '404':
          description: Bilinmeyen txn_id — bu ID için önceden bir JobOrder alınmamış
        '400':
          description: Şema doğrulaması başarısız

  /api/transactions/{txnId}:
    get:
      tags: [gözlemlenebilirlik]
      summary: İşlem durumunu oku
      parameters:
        - name: txnId
          in: path
          required: true
          schema: { type: string }
      responses:
        '200':
          description: İşlem bulundu
          content:
            application/json:
              schema: { $ref: '#/components/schemas/Transaction' }
        '404':
          description: İşlem bulunamadı

  /api/audit:
    get:
      tags: [gözlemlenebilirlik]
      summary: Hash-zincirli denetim izini ve zincir bütünlüğünü döndür
      responses:
        '200':
          description: Denetim kaydı ve zincir doğrulama sonucu
          content:
            application/json:
              schema: { $ref: '#/components/schemas/AuditResponse' }

components:
  schemas:
    JobOrder:
      type: object
      required: [txn_id, work_order_id, product_code, serial_no, route, issued_at]
      properties:
        txn_id:
          type: string
          description: Uçtan uca değişmeyen işlem kimliği. Retry'larda AYNI kalır.
          example: "TX-97711cfa-4b91-4b72-8bb2-1c1e9fce9a21"
        work_order_id: { type: string, example: "WO-2026-0917-042" }
        product_code: { type: string, example: "PV-MODULE-TOPCON-108" }
        serial_no:
          type: string
          description: IEC 61215-1 gereği modülde benzersiz olmak zorunda olan seri numarası.
          example: "KLY-26-0917-0184"
        route: { type: string, example: "PACK-LINE-1" }
        issued_at: { type: string, format: date-time }

    JobOrderAccepted:
      type: object
      required: [accepted, txn_id, duplicate]
      properties:
        accepted: { type: boolean, const: true }
        txn_id: { type: string }
        duplicate:
          type: boolean
          description: true ise bu txn_id daha önce işlenmişti, yeni kayıt açılmadı.

    JobResult:
      type: object
      required: [txn_id, work_order_id, serial_no, result, cycle_time_ms, station, produced_at]
      properties:
        txn_id: { type: string }
        work_order_id: { type: string }
        serial_no: { type: string }
        result: { type: string, enum: [OK, NOK] }
        cycle_time_ms: { type: integer, minimum: 0 }
        alarm_code: { type: [string, "null"] }
        station: { type: string, example: "PACK-01" }
        produced_at: { type: string, format: date-time }
```

```
JobResultAccepted:
  type: object
  required: [accepted, txn_id, duplicate]
  properties:
    accepted: { type: boolean, const: true }
    txn_id: { type: string }
    duplicate: { type: boolean }

Transaction:
  type: object
  properties:
    txn_id: { type: string }
    work_order_id: { type: string }
    serial_no: { type: string }
    status:
      type: string
      enum: [RECEIVED, SENT_TO_PLC, RESULT_QUEUED, SENDING_TO_MES, RESULT_BUFFERED, CLOSED]
    created_at: { type: string, format: date-time }
    updated_at: { type: string, format: date-time }

AckResponse:
  type: object
  required: [ack, txn_id, duplicate, mes_record_id]
  description: MES'in Entegrasyon Servisi'ne verdiği alındı onayı (Blueprint §5 adım 8).
  properties:
    ack: { type: boolean, const: true }
    txn_id: { type: string }
    duplicate:
      type: boolean
      description: >
        true ise MES bu txn_id'yi daha önce işlemişti; REJECTED değil,
        mevcut mes_record_id ile ACK döner (Blueprint §6.2).
    mes_record_id: { type: string }

AuditResponse:
  type: object
  properties:
    chain:
      type: object
      properties:
        valid: { type: boolean }
        brokenAtSeq: { type: [integer, "null"] }
    entries:
      type: array
      items:
        type: object
        properties:
          seq: { type: integer }
          ts: { type: string, format: date-time }
          service: { type: string }
          event_type: { type: string }
          txn_id: { type: [string, "null"] }
          prev_hash: { type: string }
          hash: { type: string }

ValidationError:
  type: object
  properties:
    error: { type: string }
    details: { type: object }
```

Ek B — Sıra Diyagramları

Normal çevrim, kesinti ve kurtarma senaryolarının adım adım akışı (kaynak: /spec/sequence-diagrams.md)

Sıra Diyagramları — Kalyon PV MES-PLC Entegrasyonu

Referans: TEK-SA | Kalyon PV MES ve Otomasyon Entegrasyon Blueprint rev 0.2, §5/§6.
Bu diyagramlar `src/integration-service`, `src/mes-simulator`, `src/plc-simulator`
kodunun **gerçek davranışını** anlatır — kod ile diyagram arasında sürüklenme
olmaması için her diyagramın altında ilgili kaynak dosya/fonksiyon işaretlenmiştir.

1. Normal Çevrim (Blueprint §5)

```mermaid
sequenceDiagram
    participant MES
    participant ENT as Entegrasyon Servisi
    participant PLC

    MES->>ENT: POST /api/job-orders {txn_id, serial_no}
    ENT-->>MES: 200 {accepted:true, duplicate:false}
    ENT->>PLC: POST /api/execute {txn_id, ...}
    PLC-->>ENT: 202 {accepted:true}
    Note over PLC: cevrim yurutulur (400-1200ms)
    PLC->>ENT: POST /api/job-results {txn_id, result:OK, cycle_time_ms}
    Note over ENT: TEK DB islemi: status=RESULT_QUEUED + outbox INSERT
    ENT-->>PLC: 200 {accepted:true, duplicate:false}
    ENT->>MES: POST /api/results {txn_id, result}
    MES-->>ENT: 200 {ack:true, duplicate:false, mes_record_id}
    Note over ENT: status=CLOSED, outbox.delivered_at set
```

Kaynak: `integration-service/index.ts` → `app.post('/api/job-orders', ...)`,
`app.post('/api/job-results', ...)`, `relayTick()`.

2. Sonuç Gönderilmeden Önce Bağlantı Kaybı (Blueprint §6.1)

```mermaid
sequenceDiagram
    participant MES
    participant ENT as Entegrasyon Servisi
    participant PLC

    Note over MES: MES erisilemez hale gelir
    PLC->>ENT: POST /api/job-results {txn_id, result:OK}
    Note over ENT: outbox INSERT, status=RESULT_QUEUED
    loop her RETRY_INTERVAL_MS
        ENT--xMES: POST /api/results (basarisiz / atlanir)
        Note over ENT: status=RESULT_BUFFERED, attempts++, backoff
    end
    Note over MES: MES geri gelir
    ENT->>MES: POST /api/results {txn_id, result} (AYNI txn_id)
    MES-->>ENT: 200 {ack:true, duplicate:false}
    Note over ENT: status=CLOSED
```

Kaynak: `integration-service/index.ts` → `relayTick()` (chaos: `mesChaosDownOverride`
veya MES simülatörünün `/api/chaos/down` bayrağı).

3. Entegrasyon Servisi Çökmesi + Kurtarma (Blueprint §6.3)

```mermaid
sequenceDiagram
    participant PLC
    participant ENT as Entegrasyon Servisi
    participant DB as SQLite (WAL, disk)
    participant MES

    PLC->>ENT: POST /api/job-results {txn_id}
    ENT->>DB: BEGIN IMMEDIATE; INSERT outbox; UPDATE status; COMMIT
    Note over ENT: SIGKILL / process.exit(1)
    destroy ENT
    Note over DB: outbox satırı DİSKTE kalıcı, kaybolmadı
    Note over ENT: supervisor (pm2/systemd) yeniden başlatır
```

```
    create participant ENT2 as Entegrasyon Servisi (yeniden başladı)
    ENT2->>DB: ayni dosyayi ac, relayTick() devam eder
    ENT2->>MES: POST /api/results {txn_id} (AYNI txn_id, hic degismedi)
    MES-->>ENT2: 200 {ack:true}
    Note over ENT2: status=CLOSED
```

Kaynak: `src/test/run-fat-scenarios.ts` → `scenarioCrashRecovery()` (gerçek
`SIGKILL` + aynı `DB_PATH` ile yeniden spawn); canlı ortamda
`POST /api/chaos/self-destruct` + pm2 `autorestart`.

4. Mükerrer Teslim / Idempotent Consumer (Blueprint §6.2)

```mermaid
sequenceDiagram
    participant ENT as Entegrasyon Servisi
    participant MES

    ENT->>MES: POST /api/results {txn_id: T1}
    Note over MES: received_results tablosunda T1 YOK
    MES->>MES: INSERT received_results(T1, mes_record_id=R1)
    MES-->>ENT: 200 {ack:true, duplicate:false, mes_record_id:R1}

    Note over ENT: ayni sonuc tekrar gonderilir (retry/replay)
    ENT->>MES: POST /api/results {txn_id: T1} (AYNI T1)
    Note over MES: received_results'ta T1 VAR
    MES-->>ENT: 200 {ack:true, duplicate:true, mes_record_id:R1}
    Note over MES,ENT: REJECTED DONMEZ - ikinci uretim kaydi ACILMAZ
```

Kaynak: `mes-simulator/index.ts` → `app.post('/api/results', ...)`,
`received_results` tablosu `txn_id PRIMARY KEY`.

Sürüm yönetimi kuralı: `txn_id`, `serial_no` ve durum makinesi (`RECEIVED →
SENT_TO_PLC → RESULT_QUEUED → SENDING_TO_MES → (RESULT_BUFFERED □) → CLOSED`)
bu spesifikasyonun **kırılamaz çekirdeğidir**. Yeni alan eklemek geriye uyumludur;
mevcut alanların anlamını değiştirmek veya durum makinesini değiştirmek sürüm
numarasını (şu an 0.2.0) yükseltmeyi ve Kalyon MES sağlayıcısıyla ortak onayı
gerektirir (Blueprint §11 "Arayüzün dondurulması").