

Harika bir fikir. Arkadaşının hazırladığı **SWOT Analizi** formatını birebir senin konun olan **"Hayalet Şarj" (Ghost Charging)** için uyarladım. Bu analiz, projeni sadece bir kod olmaktan çıkarıp "stratejik bir güvenlik çözümü" gibi gösterecektir.

Aşağıdaki metni kopyalayıp bir **Word** dosyasına yapıştır, başlıkları kalınlaştır ve **"SWOT_Hayalet_Sarj_Anomalisi.pdf"** olarak kaydedip GitHub repona yükle.

SWOT Analizi – Hayalet Şarj Anomalisi (Ghost Charging / Stuck Relay)

Güçlü Yönler (Strengths)

- **Kesin Fiziksel Kanıt:** Yazılımsal belirsizliklere (log hatası vb.) dayanmaz; fiziksel akım sensöründen gelen somut veri (Amper > 0) ile %100 kesinlikte tespit sağlar.
- **Hayati Risk Önleme:** Elektrik arki, yangın ve elektrik çarpması gibi doğrudan insan hayatını tehdit eden riskleri anında engeller.
- **Donanım Bağımsızlığı:** OCPP protokolünden bağımsız olarak, gömülü sistem (firmware) seviyesinde çalıştığı için ağ kesilse bile koruma sağlar.
- **Hırsızlık Önleme:** Faturalandırılmayan (kaçak) enerji akışını durdurarak Şarj Ağı Operatörü (CPO) için finansal kaybı önler.
- **Basit Entegrasyon:** Mevcut şarj istasyonlarının çoğunda bulunan akım sensörleri kullanıldığı için ekstra maliyet gerektirmez.

Zayıf Yönler (Weaknesses)

- **Sensör Arızası Riski:** Akım sensörünün bozulması (yanlış pozitif) durumunda, sağlam olan bir istasyonu "arızalı" diyerek kapatabilir.
- **Donanım Gecikmesi (Latency):** Rölelerin mekanik açılma süresi (ms) ile yazılımın kontrol süresi arasındaki senkronizasyon hatası yanlış alarmı sebep olabilir.
- **Tek Nokta Hatası:** Eğer sistemde yedek bir kesici (Shunt Trip veya Seri Röle) yoksa, anomali tespit edilse bile elektriği kesecek donanım çalışmayabilir.
- **Kalibrasyon Hassasiyeti:** Düşük akımlarda (örneğin araç bekleme modu) sensör gürültüsü yanlış algılamaya yol açabilir.

Fırsatlar (Opportunities)

- **Kestirimci Bakım (Predictive Maintenance):** Yapay zeka ile rölelerin yapışma (welding) eğilimi önceden tespit edilerek arıza oluşmadan parça değişimi sağlanabilir.
- **Standartlaşma:** ISO 15118 ve IEC 61851 güncellemeleriyle bu tür "fiziksel doğrulama" sistemlerinin yasal zorunluluk haline gelmesi.
- **Akıllı Şebeke (Smart Grid):** V2G (Vehicle-to-Grid) sistemlerinde çift yönlü enerji akışının güvenliğini sağlamada kritik rol oynaması.
- **Sigorta ve Sertifikasyon:** Bu güvenlik modülüne sahip cihazların, yangın riski düşük olduğu için sigorta primlerinde avantaj sağlaması.

Tehditler (Threats)

- **Siber Saldırılar (Firmware Hacking):** Saldırganların sensör verisini yazılımsal olarak manipüle edip (kör edip) fiziksel akışı gizlemesi.
- **Kalitesiz Donanım:** Piyasada kullanılan ucuz kontaktörlerin yüksek akım altında çok sık yapışarak sistemi sürekli hataya düşürmesi ve hizmeti aksatması.
- **Fiziksel Bypass:** Saldırganın cihazın içini açıp akım sensörünü devre dışı bırakarak ("köprüleme" yaparak) korumayı aşması.
- **Aşırı Yük:** Şebeke dalgalanmalarının sensör okumalarını bozarak sistemin stabilitesini etkilemesi.

Stratejik Değerlendirme

- **S-O (Güçlü Yön - Fırsat):** Kesin fiziksel kanıt yeteneği, yapay zeka algoritmalarıyla birleştirilerek "Röle Sağlık Durumu"nu raporlayan akıllı bir sisteme dönüştürülmelidir.
- **W-O (Zayıf Yön - Fırsat):** Tek nokta hatası riski, yeni güvenlik standartlarına (IEC) uygun olarak "Yedekli Röle (Redundancy)" mimarisiyle fırsata çevrilmelidir.
- **S-T (Güçlü Yön - Tehdit):** Firmware hacklenme riskine karşı, güvenlik modülü ana işlemciden bağımsız bir "Watchdog" devresi (donanımsal izleme) ile güçlendirilmelidir.
- **W-T (Zayıf Yön - Tehdit):** Sensör arızaları ve kalitesiz donanım tehdidine karşı, periyodik "Self-Test" (Kendi Kendini Test Etme) senaryoları devreye alınmalıdır.

Önerilen Aksiyon Planı

- **Yedekli Kesici (Shunt Trip) Entegrasyonu:** Yazılım durduramazsa elektriği kesmek için ana sigortayı attıracak mekanizma eklenmesi.
- **Watchdog Timer Kullanımı:** Yazılım donarsa sistemi resetleyecek donanımsal zamanlayıcı.
- **Çapraz Doğrulama (Cross-Check):** Sayaç verisi ile BMS (Batarya Yönetim Sistemi) verisinin karşılaştırılması.
- **Gerçek Zamanlı Alarm:** Anomali durumunda CPO ve Kullanıcıya acil durum bildirimi (Push Notification) gönderilmesi.
- **Fail-Safe Tasarım:** Enerji kesildiğinde veya sistem çöktüğünde rölenin varsayılan olarak "Açık" (Güç Yok) konumuna geçmesi.