

05 - 06 Kasım 2025  
Ankara

## Havai Hat Sistemlerinde Operasyonel Güvenilirlik, Riskler ve Çözüm Stratejileri

İbrahim İdiz, Omran Alabedalkhamis, Hüseyin Alptekin, Baran Karahan, Sercan Toptancı  
EFG Elektrik Enerji A.Ş. – Araştırma ve Geliştirme Merkezi  
Bildiri ID numarası 0136



### Özet

Havai hatlar, elektrik iletim ve dağıtım sistemlerinde düşük maliyet, kolay kurulum ve geniş alanlara uygulanabilirlik avantajları nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak meteorolojik ve çevresel etkiler bu sistemlerde arıza oranlarını artırmakta, operasyonel güvenilirlik açısından önemli riskler oluşturmaktadır. Bu çalışma, ulusal ve uluslararası kaynaklardan elde edilen verilerle havai hatların risk faktörlerini, etkilerini ve bu risklere yönelik geliştirilen teknolojik çözümleri incelemektedir.

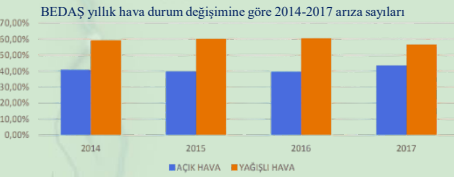
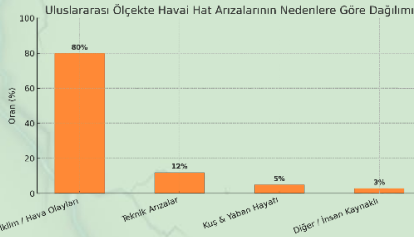
### Risk Verileri

Havai hatlar çevresel ve meteorolojik koşullar nedeniyle

- Fırtına, rüzgâr
- Aşırı sıcaklık
- Buzlanma
- Yıldırım

gibi faktörler, iletim hatlarının arıza olasılığını önemli ölçüde artırmaktadır.

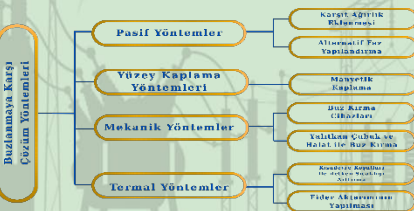
- Climate Central verilerine göre elektrik kesintilerinin %80'i hava olaylarından kaynaklanmaktadır.
- Türkiye'de havai hat arızalarının büyük kısmı fırtına, yıldırım ve buzlanma kaynaklıdır.



### Çözüm Önerileri

Yeni teknolojik uygulamalar, havai hatlarda operasyonel riskleri azaltmada etkili olmaktadır:

- Yalıtımlı iletkenler
- Akıllı şebekeler ve IoT tabanlı sensör sistemleri
- Yapay zeka destekli risk analizleri



### YENİLİKÇİ ÇÖZÜM TEKNOLOJİLERİ



YALITIMLI İLETKEN



AKILLI ŞEBEKELER VE  
IOT SENSÖR SİSTEMLERİ



YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ  
RİSK ANALİZLERİ



EŞİK DEĞER TABANLI  
BUZLANMA RİSKİ MODELİ

### Yapılan Çalışmalar

Farklı ülkelerdeki arıza oranları, iklim koşulları ve çözüm teknolojileri karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Bulgular, mühendislik önlemleri, yalıtım teknolojileri, akıllı sensör sistemleri ve yapay zeka tabanlı tahmin modelleri başlıkları altında sınıflandırılmıştır.

- Seçilen örnek projeler incelenerek, uygulama sonuçları ve performans iyileşme oranları tablo halinde sunulmuştur.

Hedeflenen Risk	Uygulama / Ülke	Çözüm Teknolojisi	Elek Edilen Sonuç / İyileşme Düzeyi
Aşırı sıcaklık, kısa devre, yangın	Kanada – ATCO, Japonya, Finlandiya	Polymer kaplı iletken (yalıtımlı iletken sistemleri)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Yangın riski %60-80 azalma</li> <li>▪ Arıza sıklığı %25 düşüşü</li> <li>▪ Bakım maliyeti %30 azalma</li> </ul>
Fırtına, buz yükü, yüksek rüzgâr, bakım gecikmesi	Arapça – RESISTO Projesi	Akıllı şebeke, sensör ve IoT tabanlı izleme sistemleri	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Arızalar 48 saat önceden öngörüldü</li> <li>▪ Bakım planlamasında %30 iyileşme</li> <li>▪ Durum süresi ~40 azalma</li> <li>▪ Arıza sıklığı %25 azalma</li> </ul>
Buzlanma ve iletken yük yönetimi	Çin – Yunan Elektrik Şebekesi	PSO algoritması ile çevrim dışı buz yükü tahmin modeli	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Yük tahmininde yüksek doğruluk</li> <li>▪ Operasyon planlamasında optimizasyon sağlandı</li> </ul>
Buzlanma riski, seslilik kontrolü	Türkiye – Dağın Hatları	Eşik değer tabanlı risk değerlendirme modeli	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Risk seviyesi açılışında gerçek zamanlı analizler yapıldı</li> <li>▪ Saha sonuçları başarılı</li> </ul>
Meteorolojik arızalar, hava koşullarına bağlı riskler	Birleşik Krallık	Yeni nesil istatistiksel öğrenme modeli	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Arızalar birkaç gün önceden öngörüldü</li> <li>▪ Müdahale süresinde belirgin azalma</li> </ul>

### Sonuç

Havai hatlar, düşük maliyet ve kolay bakım avantajlarına rağmen çevresel risklere karşı kırılgandır. Yalıtımlı iletken, akıllı şebeke ve sensör tabanlı izleme sistemleri, sistem dayanıklılığını belirgin şekilde artırmaktadır. Türkiye özelinde uzun dönemli meteorolojik ve arıza verilerinin entegrasyonu, gelecekteki altyapı planlamaları için kritik öneme sahiptir. Bu çalışma, iklim değişikliği şartlarında daha güvenilir enerji iletim sistemlerinin tasarlanmasına yönelik yol gösterici bir temel oluşturmaktadır.