



12. Türkiye Rüzgar Enerjisi Kongresi

Rüzgar'da

Dijitalleşme

**Tamer Çalışır**

GAMA Enerji Genel Müdürü ve Yönetim Kurulu Üyesi

Kasım 2023





# Günümüzde Rüzgar'ın Dijitalleşmesi



# Günümüzde Rüzgar'ın Dijitalleşmesi



Son yirmi yıl boyunca **dijitalleşme**, enerji sektörünü dikkat çekici bir şekilde dönüştürdü.

# Günümüzde Rüzgar'ın Dijitalleşmesi



Son yirmi yıl boyunca **dijitalleşme**, enerji sektörünü dikkat çekici bir şekilde dönüştürdü.



Geliştirilen yeni çözümler çeşitli şebeke ve enerji üretimi uygulamalarının **maliyetlerini düşürmeye**, **performanslarını artırmaya** ve enerji tüketicileri için **çevresel faydaları çoğaltmaya** yardımcı oldu.

# Günümüzde Rüzgar'ın Dijitalleşmesi



Son yirmi yıl boyunca **dijitalleşme**, enerji sektörünü dikkat çekici bir şekilde dönüştürdü.



Geliştirilen yeni çözümler çeşitli şebeke ve enerji üretimi uygulamalarının **maliyetlerini düşürmeye**, **performanslarını artırmaya** ve enerji tüketicileri için **çevresel faydaları çoğaltmaya** yardımcı oldu.



Başlayan dönüşüm, rüzgar enerjisi **tedarik zincirini**, rüzgar türbini **imalatından** günlük rüzgar santrali **işletmesine** ve **devreye alma** işlemine kadar etkiledi.

# Günümüzde Rüzgar'ın Dijitalleşmesi



Son yirmi yıl boyunca **dijitalleşme**, enerji sektörünü dikkat çekici bir şekilde dönüştürdü.



Geliştirilen yeni çözümler çeşitli şebeke ve enerji üretimi uygulamalarının **maliyetlerini düşürmeye**, **performanslarını artırmaya** ve enerji tüketicileri için **çevresel faydaları çoğaltmaya** yardımcı oldu.



Başlayan dönüşüm, rüzgar enerjisi **tedarik zincirini**, rüzgar türbini **imalatından** günlük rüzgar santrali **işletmesine** ve **devreye alma** işlemine kadar etkiledi.



Gelecek yıllarda **rüzgar santrali inşası, işletimi ve bakımının daha da dijitalleştirilmesi**, performansın iyileştirilmesi ve maliyetlerin azaltılması ile finansal riskin azaltılmasını sağlamak için büyük bir itici güç olacaktır.

# Rüzgar'da Dijitalleşme Teknolojileri

Kullanılan Yöntemler  
Teknolojiler ve Araçlar



## Kullanılan Yöntemler

- Rüzgar, dönme hızı, sıcaklık, basınç ve diğer parametrelerin gerçek zamanlı veri serilerinin merkezi bir bilgisayar sisteminde toplanıp analizi,
- En yaygın teknoloji Gözetim Kontrolü ve Veri Toplama (SCADA).

## Teknolojiler ve Araçlar

- SCADA
- Aerolastik Simülasyonlar
- İklim Analiz Yazılımı
- Bulut Analizleri
- Etkin Kontrolörler
- Dijital Tedarik Zinciri

### Gerçek Zamanlı Analiz





## Kullanılan Yöntemler

- Nesnelerin İnterneti (IoT) ve Endüstriyel IoT (IIoT) sayesinde ve 5G ağının tanıtılmasıyla farklı sistemler arasında güvenilir bağlantı.

## Teknolojiler ve Araçlar

- Bulut Hizmetleri
- Uzaktan Algılama
- Uç Bilgi İşlem
- Artırılmış Gerçeklik
- Geniş Bant Ağları (LTE/5G)
- Hücreli IoT

IoT Ağ Geçitleri



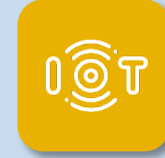
## Kullanılan Yöntemler

- Geçmiş olayları tespit için tanımlayıcı analiz,
- Geçmiş olayların sebeplerini anlamak için tanısal analiz,
- SCADA ile olay ve alarm tetikleyicileri geliştirme ve sistem arızalarını izleme.

## Teknolojiler ve Araçlar

- SCADA
- Dijital İkiz
- Kaynak Sebep Analizi
- Durum İzleme
- Bilgisayar Destekli Bakım Yönetim Sistemi (CMMS)
- Yapı Bilgi Modeli

### Tanımlayıcı ve Tanısal Analizler



## Kullanılan Yöntemler

- Makine öğrenimi ve yapay zeka ile rüzgar türbini performansı tahmini,
- Gerçek zamanlı veri izleme ve olay analiziyle proaktif bir yaklaşım.

## Teknolojiler ve Araçlar

- Projeksiyon
- Makine Öğrenmesi
- Yapay Zeka
- Tedarik Zinciri Platformları
- Ticaret Platformları
- Dijital İkiz
- Dijital Tedarik Zinciri

Tahmine Dayalı ve  
Kuralcı Analiz



## Kullanılan Yöntemler

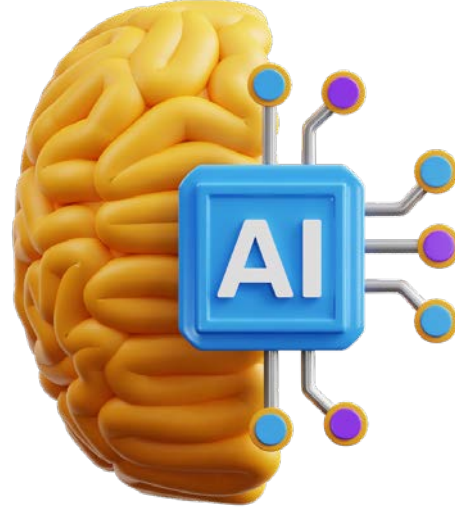
- Robotik iş süreçleri otomasyonu RPA ile;
- ✓ üretim hassasiyetinin artışı,
- ✓ insan hatalarının azaltımı,
- ✓ sürekli endüstriyel süreçlerin hızlandırılması.

## Teknolojiler ve Araçlar

- Otonom Araç ve Uygulamalar
- Yapay Zeka
- Dijital İkiz
- Dijital Tedarik Zinciri
- Robotik

Otomasyon





## Dijitalleşme Teknolojilerinin Kullanım Alanları

# Veri Analizi ve Yapay Zeka Kullanımı



Gerçek Zamanlı  
Analiz

Tahmine Dayalı  
ve Kuralcı Analiz

Tanımlayıcı ve  
Tanısal Analizler

IoT Ağ Geçitleri

## Planlama ve Tahmin Modelleri Oluşturma



- İklime dair veriler ile beslenen, yapay zeka ve istatistiksel dağılım modellerine dayalı enerji üretim tahminleri.

## Varlık Sağlığı ve Performans Yönetimi



- Sahadan elde edilen gözleme ve denetime dayalı verilerin bir araya getirilmesiyle yöneticiler, teknisyenler ve operatörler arasındaki iletişimin kurulması,
- Bakım görevlerinin kritiklik ve maliyet açısından sınıflandırılması ve prosedür standardizasyonu.

## Dijital Rüzgar Santrali



- Üretimi artırmaya yardımcı fiziksel donanımların dijital bir modelinin oluşturulması,
- Santral izleme, rüzgar kayması ve düzen optimizasyonuna dayalı kayıpların gelişmiş olasılık modelleri ve uzatılmış hava tahminleriyle ele alınması.

# SCADA



Gerçek Zamanlı  
Analiz

Tahmine Dayalı  
ve Kuralcı Analiz

Tanımlayıcı ve  
Tanısal Analizler

IoT Ağ Geçitleri

## Takip ve Kontrol Mekanizmaları



- Gelişmiş algılama cihazları ile santralin işleyiş ve durumuyla ilgili bilgi toplama,
- Bilgilerin bulut tabanlı rüzgar izleme platformlarına aktarılması, denetleyici kontrol ve veri toplama (SCADA) ağları.

## Türbin Performans Optimizasyonu



- SCADA sistemleri ve sensörler aracılığıyla performansın izlenmesi, kritik işlemler ve durum analizi,
- Veri tabanlı analizlerle arıza tahmini ve yapı ömrünü uzatma.

## Bakım Onarım Optimizasyonu



- Çoklu veri kaynakları entegrasyonu ile daha iyi bakım ve onarım yönetimi,
- Dijital görselleştirme sayesinde yorgunluk hasarı önleme, işlem dönemlerini kısaltma ve kritik bileşenlerin beklenen ömrünü uzatma.

# Rüzgar Santrali Gelir Optimizasyonu



Gerçek Zamanlı  
Analiz

Tahmine Dayalı  
ve Kuralcı Analiz

Tanımlayıcı ve  
Tanısal Analizler

IoT Ağ Geçitleri



Bir rüzgar santralinin güç üretimini doğru bir şekilde **tahmin ve optimize etmek çok faktörlü** bir görevdir. Modellemelerde hem bir rüzgar santralinin üreteceği enerjiyi hem de enerji piyasası üzerine tahminleri eş zamanlı olarak gerçekleştirmek sürecin karmaşıklığını ve belirsizliğini artıran bir durumdur.



Kazanılan yeni **dijital yöntemler ile** bu süreçler oldukça kolaylaştırılmıştır. Bununla birlikte, rüzgar santralinin piyasada nasıl yer aldığını anlamak, güvenilir bulut tabanlı performans verilerinin uygun bir şekilde kullanılması, **gelirin önemli ölçüde artmasına** neden olabilir.



Tahmin edilen hava durumu, türbin ayarları ve şebeke durumunu değerlendiren **hibrit yazılım** platformları, **enerji kayıplarını azaltmaya** yardımcı olabilir ve ideal bir **piyasa teklifi stratejisini** sağlamayı amaçlar. Güç veriminden ziyade gelire dayalı optimizasyon algoritmaları, ömrü uzatma parametrelerini de önemli ölçüde etkilemektedir.



# İşgücü Yönetimi ve Çalışan Güvenliği



Gerçek Zamanlı  
Analiz

Tahmine Dayalı  
ve Kuralcı Analiz

Tanımlayıcı ve  
Tanısal Analizler

IoT Ağ Geçitleri

## İşgücü Yönetimi



- Çalışma izinleri, kişisel yeterlilikler ve ilişkili iş süreçlerini planlama ve yönetme,
- Sağlık ve güvenliği sağlama, uzaktan çalışma, faaliyetlerin gerçek zamanlı izlenmesi, iş gücü sertifikasyon yönetimi için dijital platformlarla optimizasyon.

## Çalışan Güvenliği



- Kaza riskini alarm tetikleyicileri aracılığıyla azaltma ve oluşabilecek acil durumları dijital araçlarla tespit,
- Dronelar ve termal görüntüleme kameraları gibi entegre sistemlerle uzaktan kanat denetimi.

# GAMA Enerji ve Rüzgar'da Dijitalleşme



BEKLENTİLER



AMAÇ



# GAMA Enerji ve Rüzgar'da Dijitalleşme

Rüzgâr enerjisi teknolojileri alanında GAMA Enerji'nin faaliyetleri:



**Vortex generator:** Hava akışındaki türbülansları engelleyen **aerodinamik iyileştirme** ile yıllık üretimde %1-2 artış,



**TPO:** Türbinin "pitch" ayarlarının (kanatların rüzgarın kanada vuruş açısına göre dönme yetkinliği) optimizasyonu ile yıllık üretim artışı.

Diğer kullanımlar:



Rüzgar enerji santrallerindeki **dengesizlik maliyetlerini azaltmak amacıyla gün öncesi üretim tahminlerinin iyileştirilmesi,**



Piyasadaki **varlık performans yönetimi yazılımlarının uygulanabilirliği ve önleyici bakım stratejisi** ile duruş sürelerinde kısalma.



## AMAÇ

GAMA Enerji olarak bu gibi teknolojileri rüzgar santrallerimize uygulayarak **%2'ye varan üretim artışları** elde etmeyi amaçlamaktayız.

# AMAÇ

BEKLENTİLER



# GAMA Enerji ve Rüzgar'da Dijitalleşme

## BEKLENTİLER



- Daha yüksek verimlilik ve daha düşük maliyetle çalışan yeni nesil rüzgar türbinleri ile daha ekonomik projeler
- RESlerle entegre GES ve/veya “Enerji Depolama Sistemleri” geliştirilmesi
- Deniz üstü RES ve artan dijitalleşme sayesinde daha “akıllı” RES sistemleri

# BEKLENTİLER



AMAÇ



# GAMA ENERJİ

**Tamer Çalışır**

GAMA Enerji Genel Müdürü ve Yönetim Kurulu Üyesi

**Headquarters**

GAMA Binası, Nergiz Sokak No:9,  
06520 Söğütözü, Ankara, Türkiye

+90 (312) 248 46 00

<https://enerji.gama.com.tr/>

**İstanbul Office**

APA-GİZ Plaza, Büyükdere Caddesi Kat:13,  
34330 Levent, İstanbul, Türkiye

+90 (212) 939 67 08

<https://gatesenerji.com.tr/>

