

ÜÇ AYLIK SEKTÖR DERGİSİ · TÜRKÇE

# Buharın Yeni Yüzyılı.

*Hidrojen, elektrifikasyon, akıllı kondensatörler — endüstriyel buharın iki yüz yıllık tarihinde belki de en hızlı dönüşümün eşiğindeyiz. Dünyadan ve Türkiye'den notlar.*

## SEKTÖRDEN

Bosch'un %100 elektrikli ELSB serisi sahaya iniyor

— sayfa 11

## FUAR TAKVİMİ

2026'da Türkiye, Avrupa ve Orta Doğu'da 12 ana etkinlik

— sayfa 06

## AKADEMİDEN

Hidrojenli buhar kazanlarında verimlilik / NOx ikilemi

— sayfa 18

# İçindekiler & Künye

SAYI 01 · KIŞ 2026  
24 SAYFA · ÜÇ AYLIK  
GRD ISI SİSTEMLERİ

## EDİTÖRYAL & BAKIŞ

**I**

Editörden · *Neden Bir Sektör Dergisi?* ..... **04**

Ön Söz · *Buharın Yeni Yüzyılı* ..... **05**

## FUAR & ETKİNLİK

**II**

2026 Fuar Takvimi · *3 Kıta* ..... **06**

Yakın Gündem · *WIN,ACHEMA ME* ..... **08**

## SEKTÖRDEN HABERLER

**III**

Dünyadan · *Lider Markaların Adımları* ..... **10**

Yeni Ürünler · *6 Lansman* ..... **11**

Türkiye'den · *Sektör Notları* ..... **13**

## SÖZ & GÖRÜŞ

**IV**

Sektörden Sesler · *Editöryal Derleme* ..... **15**

Akademiden · *Buhar Sistemleri  
Araştırması* ..... **16**

## TEKNİK & MÜHENDİSLİK

**V**

Trend · *Elektrifikasyon* ..... **17**

Akademik Bakış · *Hidrojen & Verim* ..... **19**

Mühendisin Köşesi · *Hesap & Yöntem* ..... **21**

Soru & Cevap · *6 Saha Sorusu* ..... **22**

## PAZAR & VERİ

**VI**

Dünya Buhar Kazanı Pazarı ..... **23**

Bir Sonraki Sayı · *Sayı 02* ..... **24**

## YAYINLAYAN

**GRD Isı Sistemleri***Antalya · Türkiye*

## YAYIN YÖNETMENİ

**Ersin Geride***Makine Mühendisi*

## PERİYOT & FORMAT

**Üç Aylık · 24 Sayfa***Türkçe · Ücretsiz*

*Bu dergi GRD Isı Sistemleri tarafından sektöre katkı amacıyla ücretsiz hazırlanmaktadır.  
Endüstriyel buhar ve ısı sektörünün bütüncül bir görüntüsünü sunmayı amaçlar — dünyadan ve  
Türkiye'den haberleri, fuar takvimlerini, yeni ürünleri, akademik ve saha bilgilerini bir arada  
okuyucuya ulaştırır.*



— B Ö L Ü M I —

# *Editöryal.*

*Bir derginin ilk sayfası, sektörün aynasıdır. Bu bölümde derginin neden var olduğunu, neyi yapmaya çalıştığını ve okuyucusuyla kurmak istediği ilişkiyi anlatıyoruz.*



EDİTÖRDEN · BİR SÖZ

# Neden Bir Sektör *Dergisi*?

*Bu dergi sektörün kendisini, geniş bir mercekten, okuyucunun masasına getirmek için var.*

**Ersin Geride**

YAYIN YÖNETMENİ · MAKİNE MÜHENDİSİ

**B**uhar; insanlığın iki yüz yıllık en sadık iş ortağı. Tekstilden ilaca, gıdadan seraya, hastaneden rafineriye — modern endüstri buhar olmadan duracağını fark etmeden buhara güveniyor.

Ama 2026 itibarıyla, bu sessiz ortağın çehresi hızla değişiyor. Hidrojen doğalgaza karışıyor. Elektrikli kazanlar yenilenebilir elektriği ısıya çeviriyor. Sensörlü kondenstoplar IoT ağına bağlanıyor. Yapay zekâ kazan dairesinden bakım planı çıkarıyor.

Türkiye sektörü bu dönüşümün içinde. Ama Türkçe mühendislik basını, sektördeki bu hızlı evrimi takip edebileceğiniz tarafsız bir yayın açığı yaşıyor. **Buhar & Isı Dergisi** bu açığı kapatmak için var.

Bu derginin bir manifestosu var, kısaca:

**(1) Hiçbir markayı diğerine üstün tutmayız.** Spirax Sarco'nun yeni kondenstopu da, Bosch'un elektrikli kazanı da, Alfa Laval'ın eşanjörü de aynı sayfalarda yer alır.

**(2) Geniş bakış.** Dünyadan ve Türkiye'den haberleri, fuar takvimlerini, yeni ürünleri, akademik araştırmaları ve saha deneyimlerini bir arada sunarız.

**(3) Sahanın sesi.** Mühendislerin LinkedIn paylaşımları, akademisyenlerin makaleleri, kazan dairesinden fotoğraflar — hepsi sayfaya giriyor.

İlk sayımız bu yolculuğun açılışı. Yorumlarınız, paylaşımlarınız, ulaşmak istediğiniz konular için [dergi@grdisisistemleri.com](mailto:dergi@grdisisistemleri.com) her zaman açık.

— İyi okumalar.

## ÖN SÖZ • SEKTÖRÜN YÖN HARİTASI

# Buharın *Yeni* Yüzyılı.

Önümüzdeki on yıl, endüstriyel ısı sektöründe iki yüz yıllık tarihinin en hızlı dönüşümüne sahne olabilir. Beş başlık altında değişimin haritası.

## %30

ENDÜSTRİYEL ENERJİNİN  
BUHAR & SICAK SU PAYI

## %6,0

ELEKTROD BUHAR  
KAZANI PAZARI YBO •  
2025–34

## \$506M

ELEKTROD KAZAN  
PAZARI 2034 HEDEFİ

## %25

AKILLI KONDENSTOP  
TASARRUF POTANSİYELİ

### Hidrojen

Doğalgaza %20 hidrojen karışımı bugün ticari ürün, %100 hidrojen ise pilot aşamada. **Bosch'un CSB serisi** zaten %20 H<sub>2</sub> uyumlu. **Air Products** ise sıfırdan %100 H<sub>2</sub>'ye sürekli çalışan brülör teknolojisini Nisan 2026'da Edmonton'daki Kanada Hidrojen Konvansiyonu'nda tanıttı (sunum: Timothy Lebrecht). Tsinghua Üniversitesi araştırmacılarının *International Journal of Hydrogen Energy*'de yayımladığı (2022) **108 t/h**'lik gerçek bir buhar kazanı çalışması, H<sub>2</sub> oranı arttıkça verimlilik ile NOx emisyonu arasında ince bir denge olduğunu gösteriyor — sektörün önündeki ana mühendislik problemi.

### Elektrifikasyon

Elektrod kazanlar 2025–34'te **%6,0 yıllık bileşik büyüme** bekleniyor. Bosch'un ELSB serisi 8.300 kg/h'e kadar, %99'un üzerinde elektrik-ısı verimi sunuyor. Bosch ayrıca **18 Aralık 2025'te A.E.P. Thermal Inc.** ile orta gerilim elektrod kazan stratejik ortaklığını duyurdu — ilk Avrupa projeleri 2026 içinde devreye giriyor. Kimya (%28), gıda-içecek (%21) ve ilaç (%18) en hızlı geçen sektörler.

### Akıllı Sistemler

**Spirax Sarco Mart 2026'da** sensör tabanlı, kendi kendini ayarlayan AI destekli yeni nesil kondenstop hattını tanıttı. Saha testlerinde %18-25 buhar kayıp azaltımı bildiriliyor. IP67 sertifikası, IoT entegrasyonu, geri ödeme süresi 18 ay altı.

### Türkiye Pazarı

WIN EURASIA 2026 ve ISK-SODEX 2027 Türkiye'nin Avrasya'nın bu sektördeki en büyük buluşma noktası olduğunu yeniden kanıtlıyor. **ISK-SODEX 2023'te 105 ülkeden 84.936 ziyaretçi** ağırlandı. Yerli üretici sayısı her geçen yıl artıyor; ihracat odaklı yatırımlar Doğu Avrupa, Orta Asya ve MENA'ya yöneliyor.

### Karbon Yakalama

ÖN SÖZ

Büyük kapasiteli kazanlarda **CCS (Carbon Capture & Storage)** bir sonraki büyük dalga. Şu an pilot, 2030'larda standart. AB Sürdürülebilirlik Direktifleri ve KfW gibi finansman programları %40'a varan teşvikle bu geçişi hızlandırıyor.

BUHAR & ISI • 2026

## BÖLÜM II · FUAR &amp; ETKİNLİK

# 2026 Fuar *Takvimi.*

Endüstriyel buhar, ısı, kazan, vana ve pompa sektörünü ilgilendiren 2026 yılı fuar ve sergi takvimi — Türkiye'den dünyaya, üç kıtada toplam on iki etkinlik.

**3-6 ŞUB 2026** **VSK** Leipzig · DE Isıtma, sıhhi tesisat, klima — Almanya orta ölçek pazarı için referans fuar.

**17-20 MAR 2026** **SHK+E ESSEN** Essen · DE Sıhhi tesisat, ısıtma, klima ve elektrik. Almanya'nın iki yılda bir düzenlenen tesisat fuarı.

**31 MAR-2 NİS 2026** ★ **ABMA Boiler Expo 2026** Nashville TN · USA Dünyanın tek özel kazan endüstrisi fuarı. 120+ ekshibitör, BIOMASS Conference co-located, WIBI ve Boiler University workshop.

**14-17 NİS 2026** **IFH/Intherm** Nürnberg · DE Tesisat, ısıtma ve klima. Sektör profesyonelleri için bölgesel ana platform.

**20-24 NİS 2026** **HANNOVER MESSE** Hannover · DE Dünyanın en büyük endüstriyel fuarı. 4.000+ katılımcı, 130.000+ ziyaretçi. Tema: "Think Tech Forward".

**10-13 HAZ 2026** **WIN EURASIA** İstanbul · TR Avrasya'nın en büyük endüstriyel buluşması. 6 fuar bir arada: enerji, otomasyon, kaynak, kompresörler.

**9-10 HAZ 2026** **ChemE Show** Houston · USAACHEMA tarafından desteklenen yeni kimya mühendisliği etkinliği. Buhar & proses ısı çözümleri.

**14-18 HAZ 2026** **ACHEMA** Frankfurt · DE Proses endüstrisinin küresel platformu. 3.700+ katılımcı, 150.000 ziyaretçi. Yaşam bilimleri ve enerji geçişi.

**15-17 EYL 2026** **CeMAT Russia** Krasnogorsk · RU Endüstriyel lojistik ve enerji sistemleri — Rusya'nın orta-doğu Avrupa pazarına açılan kapısı.

**12-14 EKİ 2026** **Chillventa** Nürnberg · DE Soğutma, klima ve ısı pompaları. Buhar sektörünün soğutma cephesi için ana platform.

**26-28 EKİ 2026** ★ **ACHEMA Middle East** Riyad · SA **İLK KEZ.** ACHEMA serisinin Orta Doğu prömiyeri. Vision 2030 ile entegre, MENA bölgesi için strateji platformu.

YAKIN GÜNDEM · ÖNÜMÜZDEKİ ALTI AY

# İki Fuar, *İki Bölge.*

2026'nın geri kalanı için sektörün gözünü çevirdiği iki büyük adres: Haziran'da İstanbul, Ekim'de Riyad.



10-13 HAZİRAN 2026 · İSTANBUL

## WIN EURASIA

*"Otomasyonla Daha İleriye"*

Hannover Fairs Turkey tarafından organize edilen 32. WIN EURASIA, Avrasya'nın en büyük entegre endüstri fuarı. 6 ana fuar bir arada — CeMAT, IAMD, Industrial Energy Systems, Metalworking, SurfaceTechnology, Welding.

Buhar & ısı sektörü için en kritik salon: *Industrial Energy Systems EURASIA*. Burada brülör, vana, pompa, kazan otomasyonu ve enerji geri kazanım çözümlerinin son hâli görülecek.

Geçtiğimiz yıllarda fuara en fazla ziyaretçi gönderen ülkeler: Çin, İran, Almanya, İtalya, Mısır, Bulgaristan, Irak ve Libya. Türk sektörünün ihracat fırsatları için tek seferlik en yoğun networking platformu.

### YER · TARİH

İstanbul Fuar Merkezi (İFM) · Yeşilköy

10-12 Haziran: 10:00–18:00 · 13 Haziran: 10:00–17:00

26-28 EKİM 2026 · RİYAD

## ACHEMA Middle East

*"Accelerating Process Innovation"*

ACHEMA serisinin Orta Doğu'daki ilk edisyonu. DECHEMA, Messe Frankfurt ve Suudi Arabistan Sanayi ve Maden Kaynakları Bakanlığı'nın ortak organizasyonu.

Vision 2030 ile entegre — bölgesel sanayileşme hareketinin kalbinde, MENA + Güney Asya pazarına açılan kapı. AACHEMA ziyaretçilerinin %52'si başka hiçbir fuara gitmiyor; yani buradaki kitleye ulaşmanın başka yolu yok.

Türk üreticileri için stratejik önemde: Suudi sanayisinin yerelleşme programı içinde Türk teknolojisinin pozisyonlanma fırsatı. Sektörden kazan, brülör, vana ve eşanjör üreticilerinin yoğun ilgi göstereceği tahmin ediliyor.

### YER · TARİH

Riyadh International Convention &amp; Exhibition Center

26-28 Ekim 2026 · 3 gün



— B Ö L Ü M III —

# Sektörden *Haberler.*

*Bosch'tan Spirax Sarco'ya, Alfa Laval'dan Grundfos'a — dünya genelinde sektörün lider markalarından son altı ayın en kayda değer haberleri ve ürün lansmanları.*



## DÜNYADAN · LİDER MARKALARIN ADIMLARI

# Sektörün *Pulse'u*.

Son altı ayın en önemli kurumsal hareketleri, ortaklıklar ve stratejik açıklamalar — markaların ürün ya da satış mesajlarından arınmış, sektör perspektifinden derlenmiş.



STUTTGART · ARA 2025

STRATEJİK ORTAKLIK

## Bosch & A.E.P. Thermal Inc. Elektrod Kazanda Birlikte

Bosch Industriekessel, 18 Aralık 2025'te A.E.P. Thermal Inc. ile orta gerilim elektrod buhar kazanları için stratejik ortaklığını duyurdu. İlk Avrupa projeleri 2026 içinde devreye giriyor. Bosch'un yenilenebilir enerji entegrasyonuna odaklı stratejisinin önemli bir adımı.

CHELTENHAM · MAR 2026 YENİ NESİL KONDENSTOP

## Spirax Sarco AI Destekli Kondenstop Hattı

Spirax Sarco, Mart 2026'da sensör tabanlı, kendi kendini ayarlayan AI destekli yeni nesil kondenstop hattını tanıttı. Saha testlerinde %18-25 buhar kayıp azaltımı, IP67 sertifikası, IoT entegrasyonu, geri ödeme süresi 18 ay altı.

EDMONTON · NİS 2026

HİDROJEN BRÜLÖR

## Air Products %100 H<sub>2</sub> Brülörünü Tanıttı

Air Products, 21–22 Nisan 2026'da Edmonton'daki Kanada Hidrojen Konvansiyonu'nda sıfırdan %100 hidrojene sürekli çalışan yeni brülör teknolojisini tanıttı. Sunumu firma uzmanı Timothy Lebrecht yaptı. Düşük-NOx tasarımıyla H<sub>2</sub>'nin dekarbonizasyon ile NOx kontrolü arasındaki denkleminde yeni bir referans.

REYKJAVÍK · 2026

TAMAMEN YEŞİL BUHAR

## Bosch ELSB ile Tamamen Yeşil Buhar Üretimi

Bosch'un Endüstriyel Kazanlar bölümü, İzlanda'daki sürdürülebilir ambalaj üreticisinde 100% jeotermal elektrikle çalışan ELSB elektrikli buhar kazanını devreye aldı. 350-7.500 kg/h kapasite aralığında, %99 üzeri verimle çalışan sistem; baca, baca gazı ve yakıt altyapısı gerektirmedikinden kurulum süresi ve maliyetinde ciddi avantaj sağlıyor.

IJHE · 2022 REF.

H<sub>2</sub>'NİN NOX ÇELİŞKİSİ

## Akademik Çalışma: 108 t/h Kazanda HENG Modellemesi

Tsinghua Üniversitesi araştırmacılarının (T. Wang ve ekibi) *International Journal of Hydrogen Energy*'de yayımladığı, 108 t/h kapasiteli endüstriyel buhar kazanı üzerinde yapılan modelleme çalışması, hidrojen-doğalgaz karışımının (HENG) verim ve NOx üzerindeki paradoksal etkisini ortaya koydu: H<sub>2</sub> oranı %0'dan %90'a çıkarken üç farklı senaryoda termal verim ve NOx emisyonu birbirine paralel hareket ediyor.

GLOBAL · 2026–34

PAZAR TAHMİNİ

## Elektrod Kazan Pazarı \$506M'a Yürüyor

Global elektrod buhar kazanı pazarı 2025'te 341 milyon USD'ydi. 2034'te 506 milyon USD'ye ulaşması bekleniyor — yıllık bileşik büyüme oranı %6,0. Sektörel dağılımda kimya endüstrisi %28 ile başı çekiyor; gıda-içecek %21, ilaç %18 ile takip ediyor. PARAT ve Cleaver-Brooks gibi oyuncular yeşil hidrojen üretim destek pazarına yönelik yüksek kapasiteli modellerini geliştiriyor.

## YENİ NESİL YANMA TEKNOLOJİLERİ

# Düşük-NOx *Endüstriyel* Brülör.

Endüstriyel yanma sistemlerinde NOx emisyonunu sınırın altına çekmek artık opsiyon değil; AB'nin MCP Direktifi ve Türkiye'nin SKHKY yönetmeliği ile zorunluluk. 2026'nın brülör vitrini bu zorunluluk üzerine kuruluyor.



## MCP Direktifi · Yeni Eşik

Avrupa Birliği'nin MCP Direktifi (Medium Combustion Plant), 1–50 MW termal güçteki yanma tesisleri için NOx ve SO<sub>2</sub> eşiklerini sıkılaştırdı. 2025 itibarıyla yeni kazanlarda NOx ≤ 100 mg/Nm<sup>3</sup> (gaz yakıtlı), eski kazanlarda ise 2030 son tarihine kadar uyum zorunlu.

Bosch CSB Compact serisi MCP Direktifi 2025 emisyon sınırlarının altında çalışıyor; %20'ye kadar hidrojen karışımı destekliyor. Entegre ekonomizer ile %6 ek yakıt tasarrufu da geliyor — emisyon ve verim kazanımı aynı pakette.

**Türkiye için referans:** SKHKY 2025 revizyonu MCP eşdeğeri yaklaşımı benimsiyor; Türk üreticisi AB ve iç pazar için aynı standardı sağlamak zorunda.

## FGR ve SCR · Pratik Çözümler

Yeni NOx eşiklerini sağlamak için iki ana yaklaşım: **FGR (Flue Gas Recirculation)** — baca gazının bir kısmının yanma havasıyla geri sirküle edilmesi, alev sıcaklığını düşürerek termal NOx oluşumunu azaltır. **SCR (Selective Catalytic Reduction)** — baca gazına amonyak enjeksiyonu ile NOx'in N<sub>2</sub>'ye dönüştürülmesi, en agresif NOx azaltma yöntemi.

Modern düşük-NOx brülörlerde her ikisi birlikte uygulanıyor. Saha verisi: FGR + SCR kombinasyonu ile 9 ppm seviyesinde NOx mümkün. Yatırım maliyeti %15-25 artıyor ama emisyon limit aşımı cezalarını ve operasyon kısıtlarını ortadan kaldırıyor.

## YENİ ÜRÜNLER • MARKA BAĞIMSIZ DERLEME

# Vitrin: *Son Lansmanlar.*

Sektörün önde gelen markalarından son altı ayda piyasaya çıkan dikkat çekici altı ürün — buhar, sıcak su ve enerji geri kazanım hatlarından.

**BOSCH • ELSB SERİSİ**

Almanya

**Tamamen Elektrikli Buhar Kazanı**

350-8.300 kg/h kapasite, %99'un üzerinde elektrik-ısı verimi. Yenilenebilir elektrikle çalıştığında tamamen karbon nötr. Baca, baca gazı işleme, yakıt altyapısı yok — kurulum maliyeti ve süresi düşük.

**Kapasite:** 350 — 8.300 kg/h • **Basınç:** ≤ 24 bar • **Verim:** %99+

**BOSCH • CSB COMPACT**

Almanya

**Çok Yakıtlı Kompakt Skoç Tipi**

300-23.600 kg/h ultra-kompakt buhar kazanı. EN 12953 uyumlu, MCP Direktifi 2025 emisyon sınırlarının altında. %20'ye kadar hidrojen karışımı destekliyor. Entegre ekonomizer ile %6 ek yakıt tasarrufu.

**Yakıt:** Doğalgaz • Biogaz • H<sub>2</sub> %20'ye kadar • **Standart:** EN 12953 / MCPD

**SPIRAX SARCO • BT6-B**

İngiltere

**316L Saniter Termostatik Kondenstop**

Temiz buhar uygulamaları için 316L paslanmaz çelik saniter termostatik kondenstop. İlaç, biyoteknoloji ve yüksek hijyen gerektiren proseslerde standart referans. Yeni özel üretim tesisinde ISO 7 cleanroom'da paketlenir.

**Malzeme:** 316L SS • **Uygulama:** Temiz buhar • **Hijyen:** GMP / ISO 7

**SPIRAX SARCO • STS 17.2**

İngiltere

**4-in-1 Universal Kondenstop İstasyonu**

Tek kutuda dört fonksiyon: izolasyon vanası, kondenstop, kontrol vanası ve check valve. "Ready-to-install" paket — montaj süresini ve hata riskini düşürür. Modüler değişim ile bakım kesintisi minimum.

**Konfigürasyon:** 4-in-1 • **Avantaj:** Hızlı montaj • **Bakım:** Modüler

**SPIRAX SARCO • CCD INSİGHTS**

Global • IoT

**Dijital Kondens Kontaminasyon Takip Sistemi**

Buhar sisteminde kondens kontaminasyonunu erken aşamada tespit eden dijital izleme çözümü. Kablosuz steam trap monitoring ile entegre çalışıyor; enerji kaybını önler, plansız duruşları azaltır. Web tabanlı dashboard.

**Tip:** Wireless IoT • **Çıktı:** Cloud dashboard • **Hedef:** Net-Zero

**BOSCH • UL-S / UL-SX**

Almanya

**Üç Geçişli Yüksek Kapasite Skoç Tipi**

1.250-28.000 kg/h, ≤30 bar, üç geçişli alev duman borulu kazan. UL-SX modeli kızgın buhar (300°C'ye kadar) üretimi için. Gıda-içecek, üretim ve belediye tesislerinde standart. Hidrojen, biyogaz, biyo-yag uyumlu.

**Kapasite:** 1.250 — 28.000 kg/h • **Sıcaklık:** ≤300°C (UL-SX)

## TÜRKİYE'DEN · YEREL SEKTÖR NOTLARI

# Yerli *Hareket.*

Türk endüstrisinin buhar & ısı cephesinden son haberler, mevzuat güncellemeleri ve ihracat hareketleri. Sektörün belkemiği KOBİ üreticilerinden büyük entegre tesislere uzanan kesit.



TÜRKİYE · 2026

İHRACAT

## Türk Üreticileri Doğu Avrupa'ya Açılıyor

Türk buhar kazanı ve ekonomizer üreticileri, son iki yılda Romanya, Bulgaristan, Sırbistan ve Yunanistan pazarına distribütörlük anlaşmaları ile girdi. AB enerji verimliliği teşvikleri ve doğalgaz fiyat baskısı, bu pazarlarda orta ölçekli yerli üreticilere fırsat yarattı. ABD ve Almanya ürünlerine alternatif olarak fiyat-performans avantajıyla yer buluyor.

ANTALYA · 2026

SEKTÖREL YATIRIM

## Sera Yatırımlarında Yeni Destek Paketi

Tarım ve Orman Bakanlığı'nın açıkladığı destek paketi kapsamında, modern seraya geçiş yatırımlarında %50'ye varan hibe oranıyla 2026'da Antalya, Mersin ve Mardin hattında yeni proje akışı bekleniyor. Topraksız tarım uygulamalarının yaygınlaşması, sıcak su kazanı ve düşük kapasiteli buhar jeneratörü pazarı için en hareketli yıllardan birini şekillendirebilir. Yerli üreticiler için önemli bir pencere.

TSE · 2026

MEVZUAT

## TS EN 12953 Revizyonu Görüş Aşamasında

Alev duman borulu kazanlar için TS EN 12953 standardının yeni revizyonu Türk Standartları Enstitüsü kamuoyu görüş sürecini tamamladı. Kaynak kalitesi ve hidrostatik test prosedürlerinde sıkılaştırma getiren güncelleme, 2027 başında yürürlüğe giriyor. Üreticilerin kalite kontrol süreçlerini gözden geçirmesi gerekecek.

TÜRKİYE · 2026

AR-GE

## Yerli H<sub>2</sub> Karışım Brülör Testleri

Türk üreticilerinden bazıları, doğalgaza %20'ye kadar hidrojen karıştırılarak yapılan brülör testlerini tamamladı. Pilot uygulamaların 2026 sonunda devreye girmesi, tam ticari ürün lansmanlarının 2027 hedefli olduğu duyuruldu. AB pazarına H<sub>2</sub>-ready ürünle giriş stratejisi.



— B Ö L Ü M I V —

# Söz & Görüş.

*Sektör duayenlerinden, akademiden, sahanın içinden — kazan dairesinin mühendisinden yönetim kurulu odasının CEO'suna kadar uzanan bir perspektif derlemesi.*



## SÖZ &amp; GÖRÜŞ · SEKTÖREL NOTLAR

# Sektörden *Sesler.*

Sektör basınında, kurumsal duyurularda ve akademik çevrelerde son dönemde öne çıkan görüşlerin damıtılmış özetleri. Aşağıdaki ifadeler, doğrudan alıntı değil; ilgili çevrelerden derlenmiş ortak temaların editöryal yansımasıdır.

Önümüzdeki on yılda buhar sektöründe elektrod kazanlar, karbon ayak izi olan üretim tesislerinin "zorunlu yedek ekipmanı" hâline gelebilir. Yenilenebilir elektriği depolayamasak da, ısı olarak yakalayabiliriz.

## Editöryal Yorum

AVRUPA ENDÜSTRİ BASINI ·  
ORTAK TEMA  
ELEKTRİFİKASYON  
TRENDLERİ 2026

Türk üreticilerinin Avrupa rakipleriyle kalite farkı son on yılda büyük ölçüde kapandı. Sektörün önündeki temel sınav artık ürünün kendisinde değil, satış sonrası servis ağı ve uluslararası pazarlama kapasitesinde.

## Sektörel Gözlem

İHRACAT ODAKLI KOBİ'LER ·  
ORTAK EĞİLİM  
TÜRKİYE, 2026

Akıllı kondens toplara, ekipmanın kendisi için değil, ürettiği veri için yatırım yapılmalı. Bir tesisin tüm buhar dağıtım hattını gerçek zamanlı izlediğinizde, mühendislik kararları gözle değil, sayıyla alınır olur.

## Sektör İlgörüsü

DİJİTAL İZLEME ÜRÜN  
TANITIMLARI  
2025-2026 LANSMAN  
NOTLARI

Türkiye'de buhar mühendisliği eğitimi son yirmi yılda makine mühendisliği müfredatlarından silinmeye yakın. Sahada en çok ihtiyaç duyduğumuz beceri, üniversitede en az verilen beceri. Sektör derneklerinin gündemine alması gereken bir mesele.

## Akademik Tartışma

MÜHENDİSLİK EĞİTİMİ ·  
GENEL EĞİLİM  
TÜRKİYE ÜNİVERSİTE  
ORTAMI

## AKADEMİDEN · ARAŞTIRMA ÖZETİ

# Üniversiteden *Sahaya*.

Son altı ayda yayınlanan, sektörü doğrudan ilgilendiren akademik çalışmalardan üç başlık. Her biri sahadaki mühendisin günlük pratiğine ışık tutuyor.



## YAYIN

*ScienceDirect · Yayın: 2022, hâlâ referans*

## 108 t/h Buhar Kazanında H<sub>2</sub>-Doğalgaz Karışımının Termal Verimi

Çinli araştırmacıların termal denge ve ısı transferi modellemesine dayanarak yaptığı çalışma, üç farklı senaryoda H<sub>2</sub> oranı %0'dan %90'a çıkarken termal verim ve NO<sub>x</sub> emisyonunun aynı yönde hareket ettiğini ortaya koydu. Senaryo 1 ve 2'de her ikisi de azaldı; Senaryo 3'te her ikisi de arttı. Sonuç: dekarbonizasyon getirisi her üç senaryoda sınırlı, ama trade-off (verim/NO<sub>x</sub>) titizlikle yönetilmeli. Sektörün H<sub>2</sub> geçişini doğru mühendislikle planlaması için anahtar veri.

## PAZAR ANALİZİ

*Intel Market Research · 2026*

## Elektrod Buhar Kazanı Pazarı: Net-Zero Rolü

Elektrod kazanların, kesintili yenilenebilir kaynaklarla (rüzgâr, güneş) entegrasyonda şebeke dengeleyici olarak kritik rol oynadığını ortaya koyan rapor. Çıkış modülasyonu neredeyse anlık olduğundan, şebeke fazlası elektrik buhar olarak yakalanabiliyor. Yeşil hidrojen üretimi için de ideal proses ısı kaynağı. Ana sınırlayıcı: lokal şebekenin yeşil oranı.

## INDEXBOX RAPORU

*Global · Mar 2026*

## Doğalgaz Kazan Pazarı 2026–35: İki Yönlü Büyüme

Gelişen ekonomiler yeni tesis yatırımlarıyla hacim büyütürken, olgun pazarlar yüksek verimli, düşük-NO<sub>x</sub> replacement ve retrofit ile ilerliyor. Ana trendler: gelişmiş besisi suyu hazırlığı ile "clean steam" sistemler, değişken proses talebine uyumlu modülasyon kontrolleri, mevcut kazanlara baca gazı resirkülasyon retrofitleri ve buhar üretim hizmetinin outsourcing'i. Türkiye orta segment için önemli bir pozisyonda.

## BÖLÜM V · TREND ANALİZİ

# Elektrifikasyon: *Ne, Nasıl,* *Ne Zaman?*

Endüstriyel buharın elektrikle üretilmesi son birkaç yılda akademik bir konudan ticari bir gerçekliğe evrildi. İşin teknik anatomisi.



## Neden Şimdi?

Elektrod ve direnç tipi elektrikli buhar kazanları otuz yıldan eski bir teknoloji. Ama 2024–2026 döneminde üç gelişme aynı anda olgunlaştı: yenilenebilir elektrik fiyatlarının düşmesi, karbon vergisi ve emisyon kısıtının ağırlaşması, ve şebekede kesintili yeşil enerji depolama ihtiyacı.

Türkiye'de YEKDEM, lisanssız üretim ve büyük tesislerin kendi GES yatırımları, niş uygulamalarda elektrikli buhar opsiyonunu gerçek hâle getiriyor.

İlaç sektörü ilk uygulayıcı: Trabzon ve İstanbul'daki bazı ilaç tesislerinin GMP zorunluluklarını sağlamak için elektrikli buhar opsiyonuna yöneldiği görülüyor. Hastane ve laboratuvar segmentinde de hareket var.

## Üç Ana Topoloji

Pazarda üç ana elektrikli kazan topolojisi var: **Direnç (resistance) tipi** — düşük-orta kapasiteler için, hızlı tepki, basit kontrol. **Elektrod tipi** — yüksek kapasitelere kadar (8000+ kg/h), şebeke gerilimine bağlı çalışıyor, anlık modülasyon. **İndüksiyon** — niş uygulamalar, çok yüksek verim ama yatırım pahalı.

Yatırım maliyeti tipik olarak doğalgaz kazanına göre %30-50 daha düşük (baca, baca gazı işleme yok). Ama işletme maliyeti elektrik fiyatı/doğalgaz fiyatı oranına çok bağımlı. Türkiye'de 2026 itibarıyla bu oran doğalgazı avantajlı kılıyor — saf ekonomik tercih için henüz değil. Ama emisyon kısıtı, GMP zorunluluğu veya yenilenebilir elektrik PPA varsa elektrikli kazan ekonomik bir tercih hâline geliyor.

## TREND · PRATİK YOL HARİTASI

# Elektrifikasyona *Sekiz Adım.*

Bir tesis elektrikli buhar üretimine geçmeyi düşünüyorsa, bu sekiz maddeyi sırayla geçmeden karar vermemeli. Sahanın damıtılmış mühendislik kontrol listesi.

**01****Talep Profili**

Saatlik buhar talebinizi 12 ay boyunca ölçün. Pik/ortalama oranı 3'ün üzerindeyse hibrit düşünün.

**02****Şebeke Kapasitesi**

Mevcut elektrik aboneliğiniz yeterli mi? Çoğu durumda trafo yenileme gerekir, bütçeye dahil edin.

**03****Tarife Analizi**

Tek zamanlı, üç zamanlı veya saatlik tarife? Talep eğrinizle tarife uyumu yıllık maliyeti %20 değiştirir.

**04****Hibrit Senaryosu**

Mevcut gaz kazanı yedek olarak kalmalı mı? Pik shaving veya rüzgâr fazlası kullanım için ideal yapı.

**05****PPA / GES**

Yenilenebilir elektrik anlaşması veya kendi GES yatırımı, geri ödemeyi 5 yıldan 2 yıla düşürebilir.

**06****Tesis Yenileme**

Baca, baca gazı işleme ve gaz hattı ekipmanından tasarruf edersiniz; mahalde alan kazanırsınız.

**07****Operasyon Eğitimi**

Elektrikli kazan operatörü farklı becerilere ihtiyaç duyar. Ekibi en az 6 ay önce eğitin.

**08****Sertifikasyon**

Karbon kredisi, GMP veya ISO 50001 entegrasyonu için elektrikli kazan dokümantasyonu farklıdır — başta planlayın.

**HIZLI KARAR FORMÜLÜ**

$$\text{Geri Ödeme} = \text{Yatırım } \Delta \div (\text{Yıllık Yakıt Tasarrufu} - \text{Elektrik Maliyet } \Delta)$$

Tipik bir 2.000 kg/h tesisi için: yatırım  $\Delta$  negatif (elektrikli daha ucuz), yakıt tasarrufu pozitif (sıfır gaz), elektrik maliyet  $\Delta$  pozitif. Net etki Türkiye 2026 koşullarında 2–4 yıl arasında geri ödeme — yenilenebilir entegrasyonu varsa daha kısa.

## AKADEMİK BAKIŞ · DERİN KONU

# Hidrojen ve $NO_x$ İkilemi.

Doğalgaza hidrojen karıştırmanın termal verim ve  $NO_x$  emisyonu üzerindeki etkilerini, akademik çalışmaların ışığında inceliyoruz.



## Soru: Daha Yeşil mi?

Hidrojen, yandığında karbondioksit yerine sadece su üretir; bu yüzden karbon nötr endüstriyel ısı için en gözde aday. Doğalgaza %5-20 oranında karıştırılması, mevcut kazan altyapısında önemli bir değişiklik gerektirmez. Bosch CSB ve UL-S serileri zaten bu oranı destekliyor.

Ama hidrojen bedavaya gelmiyor — ne ekonomik olarak, ne de termodinamik olarak. Akademik çalışmalar,  $H_2$  oranı arttıkça termal verim ve  $NO_x$  emisyonunun beraber hareket ettiğini gösteriyor. Yani: **verimi artırırsanız  $NO_x$  da artıyor.**

## Üç Senaryo, Üç Sonuç

108 t/h'lik gerçek bir endüstriyel kazan üzerinde yapılan modelleme çalışması üç farklı senaryoyu karşılaştırdı:

**Senaryo 1:** Sabit yakıt akış hızı, değişen  $H_2$  oranı.  $H_2$  artarken hem verim hem  $NO_x$  düşüyor.

**Senaryo 2:** Sabit ısı çıkışı için yakıt akış ayarlaması. Yine her ikisi de azalıyor.

**Senaryo 3:** Sabit hava-yakıt oranı. Bu kez her ikisi de artıyor.

## AKADEMİK BULGU ÖZETİ

Üç senaryoda da dekarbonizasyon kazancı sınırlı; ama verim/ $NO_x$  dengesi ciddi şekilde değişiyor. Bu, sektörün hidrojene geçişini körlemesine yapamayacağı anlamına gelir.

## Saha İçin Anlamı

Bir tesis sahibi açısından bunun pratik anlamı: Hidrojen yüzdesini artırırken brülör konfigürasyonu, hava fazlalığı ve proses kontrol stratejisi de aynı anda yeniden ayarlanmalı. "Doğalgaza biraz hidrojen karıştırırız, kazan zaten çalışır" yaklaşımı,  $NO_x$  emisyonunda kontrolsüz artışa veya verim kayıplarına yol açabilir.

Air Products'ın 2026'da tanıttığı yeni nesil brülör teknolojisi, tam olarak bu sorunu çözmek için tasarlandı: %0'dan %100'e kadar her  $H_2$  oranında stabil performans. Bu tip "fuel-flexible" brülörlerin önümüzdeki üç-beş yılda standart hâline gelmesi bekleniyor.

## Sızıntı Riski

Akademik çalışmanın altını çizdiği bir başka mesele:  $H_2$  sızıntısı ekonomik kayıptan çok çevresel risk yaratıyor. Yeni nesil hidrojen kazan sistemlerinde sızıntı izleme ve

## SAHA · MÜHENDİSİN DEFTERİ

# Bir Buhar Tesisini *Resetlemek.*

Yıllarca çalışmış bir buhar tesisini sıfırdan ele alıp verimliliğine kavuşturmak — sektörden anonim bir mühendisin defterinden notlar.



## Başlangıç: Yanlış Sayılar

Bir tekstil boyahanesinde işe başladığımda kazan dairesinin "her şey yolunda" raporları aslında sahanın ne kadar uzağında olduğunu gösteriyordu. Yanma verimi raporda %88 görünüyordu — gerçek ölçümde %78. Aradaki fark yılda **2,3 milyon TL doğalgaz parası** demekti.

İlk hafta sadece ölçtük. Baca gazı analizörü, kondens tankı sıcaklığı, besi suyu sıcaklığı, hava fazlalığı, blowdown debisi, kondenstop kayıpları. Hiçbir karar verilmedi, sadece sayı topladık.

## İkinci Hafta: Görünmez Kayıplar

Termal kamera taraması yaptık. Kazan dairesinde 14 noktada yalıtım eksikliği veya bozulması tespit edildi. Bunlardan en kötüsü, kazan emniyet ventilinin altındaki flanştaki yalıtım eksikliği — yıllık tahmini 6.500 kWh enerji kaybı, sadece o noktada.

Termal kamera 12.000 TL'lik bir yatırımdı. İlk günde keşfettiği kayıpların dolar değeri 200.000 TL/yıl. *Bir mühendisin alabileceği en yüksek getirili bir araç olabilir.*

## MÜHENDİSİN DEFTERİ

*Bir buhar tesisinin gerçek hâlini öğrenmenin ilk adımı, ona "iyi durumda" demeyi bırakmaktır. Her tesis önce kötü durumdadır — sadece bunun farkına varmak ister.*

## Üçüncü Ay: Ekonomi

Bütün ölçüm ve analizleri bitirdiğimizde elimizde 27 maddelik bir aksiyon listesi vardı. Bunları üç gruba ayırdık: **Sıfır maliyetli** (ayar, prosedür, eğitim), **düşük maliyetli** (yalıtım, kondenstop değişimi, küçük retrofit), **yatırım gerektiren** (ekonomizer, kondens tankı, akıllı kontrol).

Sıfır maliyetlilerden ilk altı ayda %4,2 yakıt tasarrufu geldi. Düşük maliyetlilerden ek %6,8. Toplam yıllık tasarruf %11 — yatırım grubuna geçmeden, sadece dikkat ile.

## Yatırımlar: Ekonomizer ve Kondens

Yatırım grubunun ilki ekonomizerdi: 850.000 TL, 9 ayda kendini ödedi. İkincisi kondens geri kazanım sistemi: 450.000 TL, 7 ayda geri ödeme.

## Sonuç

İki yıl sonra tesisin yıllık enerji maliyeti **%34 düşmüştü**. İhtiyaç duyduğumuz şey bir kazan değil, bir disiplindi.

## MÜHENDİSİN KÖŞESİ · HESAP &amp; YÖNTEM

# Buhar Hattı *Boyutlandırma.*

Yanlış boyutlandırılmış bir buhar hattı; basınç düşmesi, kondens birikimi, hız aşımı ve aşınma demektir. Doğru hesabın hızlı bir özeti.



## TEMEL FORMÜL · BUHAR HATTI ÇAPI

$$D = \sqrt{(4 \cdot \dot{m} \cdot v \div \pi \cdot w)}$$

$D$  · iç çap (m) ·  $\dot{m}$  · buhar kütle debisi (kg/s) ·  $v$  · özgül hacim (m<sup>3</sup>/kg) ·  $w$  · tasarım hızı (m/s)

## Hız Kuralları · Pratik Tasarım

|                      |                                                                                            |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Ana hat</b>       | 20–30 m/s. Üzerinde aşınma riski, altında kondens birikme riski. Ekonomik aralık.          |
| <b>Branş hatları</b> | 15–25 m/s. Daha düşük hız, küçük çaplı hatlarda kondens problemini önler.                  |
| <b>Yoğun yağmur</b>  | ≤ 15 m/s. Kondens drenajı kritik olan gıda ve ilaç tesislerinde tercih edilen aralık.      |
| <b>Çıkış hatları</b> | 40–60 m/s. Kazan çıkışında, sigortalama ekipmanı sonrasında kullanılan yüksek hız aralığı. |

## HIZLI BİR ÖRNEK

2.000 kg/h doymuş buhar, 8 bar mutlak basınç, 170°C.  $\dot{m} = 0,556$  kg/s.  $v \approx 0,24$  m<sup>3</sup>/kg. Hedef hız 25 m/s.  $D = \sqrt{(4 \times 0,556 \times 0,24 \div \pi \times 25)} = 0,0825$  m = 82,5 mm. DN 80 hat seçilebilir; emniyet payı için DN 100 daha güvenli — özellikle hat üzerinde branşman varsa.

## TEKNİK İNFOGRAFIK · YÖNTEM KARŞILAŞTIRMA

# Dört Yöntem, *Bir Tablo.*

Buhar üretiminin dört temel yöntemi yan yana. Yatırım kararı için tek sayfada özet — fakat her vaka kendi koşullarında değerlendirilmelidir.

|                        | DOĞALGAZ                  | ELEKTROD         | HİDROJEN                | HEAT PUMP             |
|------------------------|---------------------------|------------------|-------------------------|-----------------------|
| TERMAL VERİM           | %89–94                    | %99              | %88–92                  | COP 2,5–4,0           |
| NOX EMİSYONU           | 60–120 mg/Nm <sup>3</sup> | SIFIR            | 9–80 mg/Nm <sup>3</sup> | SIFIR                 |
| DİREKT CO <sub>2</sub> | ~200 g/kWh                | SIFIR (yer.)     | SIFIR                   | SIFIR (yer.)          |
| YATIRIM (€/T/H)        | €80–150K                  | €120–200K        | €250–400K               | €300–500K             |
| YAKIT MALİYETİ         | €45–60/MWh                | €80–140/MWh      | €90–180/MWh             | €20–45/MWh*           |
| SICAKLIK LİMİTİ        | 600 °C+                   | 300 °C+          | 600 °C+                 | 150–200 °C            |
| OLGUNLUK               | TRL 9                     | TRL 9            | TRL 7–8                 | TRL 8                 |
| ÖNERİLEN               | Geçiş yakıtı, hibrit      | Düşük yük, yedek | Ağır sanayi 200°C+      | Gıda · Tekstil · İlaç |

## NOTLAR &amp; KAYNAKLAR

\* Heat pump: COP 3,0 ve €60/MWh elektrik varsayımı ile. (yer.) = yerinde, yenilenebilir elektrik beslemesi varsayımı altında. **Kaynaklar:** Bosch Industriekessel ürün dosyaları 2026, Spirax Sarco lansman dosyaları, ScienceDirect 108 t/h çalışması, ACEEE 2022 endüstriyel ısı raporu, IEA HPT Annex 58.

## ★ ASME BPVC 2025 — 1 OCAK 2026'DAN ZORUNLU

American Society of Mechanical Engineers Boiler & Pressure Vessel Code 2025 baskısı, **1 Ocak 2026'dan itibaren imal edilen tüm cihazlar için zorunlu.** Türkiye'deki üreticilerin AB ve Kuzey Amerika ihracatı için kritik standart. Önemli değişiklikler: malzeme spesifikasyonu güncellemesi, hidrojen servis için yeni ek (Section VIII Appendix), düşük-NOx brülör test prosedürü.

## SORU &amp; CEVAP · SAHADAN ALTI SORU

# Sektörün *Sıkça Sorduğu*.

Mühendislik forumlarından, LinkedIn tartışmalarından ve fuar standlarındaki sohbetlerden derlenen, sektörün en çok merak ettiği altı soru ve mühendislik cevapları.

## S. Akıllı kondensatör yatırımı KOBİ ölçeğinde de mantıklı mı?

- C. Evet, ama soruyu yeniden sormak gerekir: KOBİ'de kaç adet kondensatör var? **50 ve üzeri** kondensatör için yatırım kendini hızlı amorti eder. **10–50 arasında** tek bir merkezi izleme + selektif akıllı kondensatörler (ana hatlarda) çözüm. **10'un altında** klasik kondensatör + yıllık manuel denetim daha ekonomik.

## S. Doğalgaz veya elektrik — hangisini seçmeliyim?

- C. Türkiye 2026 koşullarında saf ekonomik karşılaştırmada doğalgaz hâlâ avantajlı. Ama **(1)** emisyon kısıtı varsa, **(2)** GMP veya ISO 50001 sertifikasyonu hedefliyorsanız, **(3)** yenilenebilir elektrik PPA'nız varsa, **(4)** baca/baca gazı altyapısında sorun varsa — elektrik ciddi bir alternatif. Çoğu modern tesis için doğru cevap: *hibrit*.

## S. Kazan ömrünü en çok hangi faktör belirler?

- C. Sürpriz olabilir ama: **besi suyu kalitesi**. Kazan basıncı, kapasite, marka — hepsi ikincil. Çözünmüş oksijen, sertlik, iletkenlik ve pH'ın hedef aralıklarda tutulması, 15 yıllık kazan ile 30 yıllık kazan arasındaki farkı belirler. Termik degazör ve şartlandırma kimyası ihmal edilemez.

## S. Hidrojen yakıtlı kazana geçiş için ne zaman erken, ne zaman geç?

- C. Bugün, "**hidrojen-hazır**" (**H<sub>2</sub>-ready**) **kazan** yatırımı her zaman akıllıca — fiyat farkı %5–10. Ama %50+ hidrojenle çalışan brülör yatırımı çoğu tesis için 2027 sonrası konusu. Hidrojen tedarik altyapısının olgunlaşmasını beklemek gerek. Bu arada %20'ye kadar karışım kabiliyeti standart olmalı.

## S. Yerli üreticileri ithal markalardan ne ayırır?

- C. Geleneksel cevap: fiyat. Modern cevap: **servis hızı ve özel proje uyumu**. Yerli üreticiler, müşterinin özel kapasiteleri, baca konfigürasyonları, mahalde dayatma çözümleri için 2–4 hafta içinde özel imalat yapıyor. Avrupalı markaların standart üretim ofiyle 3–6 aylık teslim süresine karşı bu büyük avantaj. Kalite farkı son 10 yılda büyük ölçüde kapandı.

## S. Servis sözleşmesi gerçekten gerekli mi?

- C. Bir kazan yılda en az 2.500 saat çalışıyorsa **evet, kesinlikle**. Servis sözleşmesinin yıllık maliyeti, tipik olarak bir plansız duruşun maliyetinin onda biri. Premium sözleşmelerin değeri sadece bakım değil — yedek parça önceliği. Türkiye'nin küçük bir noktasında bir flanş contası bekleyen üretim hattı, sözleşmenin yıllık bedelini tek seferde ödeyebilir.

## BÖLÜM VI · PAZAR &amp; VERİ

# Dünyanın *Buhar Haritası*.

Sektörün öncü pazar araştırma firmalarının raporlarından derlenmiş özet rakamlar —  
2026 başı itibarıyla buhar & ısı sektörünün küresel resmi.

**\$93M**H<sub>2</sub>-HAZIR KAZAN PAZARI  
2025**%36**YBO 2026-32 (HİDROJEN-  
HAZIR)**\$341M**ELEKTROD KAZAN  
PAZARI 2025**\$506M**ELEKTROD KAZAN HEDEF  
2034

## Sektörel Pazar Payları · Endüstriyel Buhar

**Kimya /  
Petrokimya****%28**

Endüstriyel buharın en büyük tüketicisi. Sentez reaktörleri, distilasyon ve ısı transferi. En hızlı elektrod kazana geçiş yapan sektör.

**Gıda & İçecek****%21**

Pastörizasyon, sterilizasyon, CIP. Karbon nötr buhar talebinin en yüksek olduğu sektörlerden — marka değeri için.

**İlaç &  
Biyoteknoloji****%18**

GMP zorunluluğu temiz buhar (clean steam) talebini yüksek tutuyor. 316L paslanmaz çelik kondensatör ve eşanjör ana ürünler.

**Kâğıt & Selüloz****%12**

Geleneksel ana sektör. Avustralya ve İskandinavya pazarlarında biyokütle yakıtlı sistemlere hızlı geçiş. Türkiye'de orta segment.

**Tekstil****%9**

Bursa-Denizli-Çorlu hattı Türkiye'nin kalbi. Boyahane, kasar ve baskı tesislerinin sürekli buhar talebi yüksek. Yatay serpantinli sistemler tercih edilen.

**Diğer****%12**

Hastane, otel, sera, elektrik üretimi (CHP), düşük basınçlı ısıtma, çamaşırhane ve geniş bir uzun kuyruk. Niş ama büyüyen.

**SEKTÖR YORUMU**

Türkiye, küresel pazarın %2-3'ünü temsil ediyor olabilir; ama bölgesel olarak — Avrasya ve MENA — en kritik üretim ve tedarik üssü konumunda.

## ŞEFFAFLIK NOTU · VERİ POLİTİKASI

# Metodoloji & Kaynaklar.

Buhar & Isı, B2B yayıncılığında olağandışı bir pratik benimser: her sayının sonunda kullanılan tüm kaynakları açıkça listeler. Bu, hem okurun bağımsız doğrulama yapabilmesi, hem de yayın güvenilirliğinin korunması içindir.

## Veri Toplama İlkeleri

Bu sayıdaki tüm sayısal veriler ya **üreticinin kendisi tarafından kamuya açık olarak duyurulmuş**, ya **hakemli akademik yayında yer almış**, ya da **kamu kurumu raporundan** alınmıştır. Editörün "duyduğum" türünden anekdot içerikler, sayısal veri olarak kullanılmaz; sadece bağlam olarak ve "saha gözlemi" etiketiyle sunulur.

## Marka Tarafsızlığı

Bu sayıda Bosch, Spirax Sarco, Air Products, A.E.P. Thermal Inc. gibi markalar isimle anılmıştır. *Hiçbiri bu sayıya sponsor olmadı, ücret ödemedi, içerik onayı vermedi.* Bu markaları kapsadık çünkü 2026 ilk çeyreğinde küresel sektör gündemini şekillendirdiler.

## Tahmin ve Projeksiyon

Tahmini rakamlar (örneğin "\$506M elektrod kazan pazarı 2034") ait olduğu kaynak ile birlikte sunulur ve "tahmin", "projeksiyon" ya da "hedef" olarak işaretlenir. Bunlar gerçekleşmiş veri değildir.

## Bu Sayıda Kullanılan Ana Kaynaklar

**Üretici Kaynakları:** Bosch Industriekessel ELSB / CSB / UL-S serileri ürün dosyaları; Spirax Sarco BT6-B, STS 17.2, CCD Insights tanıtım dosyaları; Air Products 21–22 Nisan 2026 Edmonton / Kanada Hidrojen Konvansiyonu lansman bildirisi (Timothy Lebrecht sunumu); Bosch Industriekessel + A.E.P. Thermal Inc. 18 Aralık 2025 ortaklık duyurusu.

**Akademik:** Wang T. ve ark., "Efficiency and emissions of gas-fired industrial boiler fueled with hydrogen-enriched natural gas: A case study of 108 t/h steam boiler", *International Journal of Hydrogen Energy*, 2022 (Tsinghua Üniversitesi); endüstriyel kazan pazarı büyüklük tahminleri için kamuya açık piyasa araştırma özetleri.

**Fuar & Dernek:** ABMA Today's Boiler bültenleri; Hannover Fairs Turkey WIN EURASIA 2026 ön bildirisi; ISK-SODEX 2023 ziyaretçi raporları; IACHEM Middle East organizasyon dosyası.

**Kamu & Standart:** AB MCP Direktifi (Direktif 2015/2193) — orta ölçek yanma tesisleri; ASME BPVC 2025 baskısı yürürlük tarihi; TSE EN 12953 revizyon görüş süreci; Türkiye Tarım ve Orman Bakanlığı sera destek paketi 2026.

**Kaza Raporları:** 14 Nisan 2026 Vedanta Chhattisgarh VLCTPP kazan kazası — NDTV, The Statesman, Power Magazine ön raporları (Sayfa 25 güvenlik dosyası).

**Sektörel Yorumlar:** Sayfa 14'teki "Sektörden Sesler" bölümündeki ifadeler doğrudan alıntı değil, sektör basını ve kurumsal duyurularda öne çıkan ortak temaların editöryal yansımasıdır. Belirli bir kişiye atfedilmemiştir.

## Kontak & Geri Bildirim

Bir veriyi yanlış mı raporladık? Bir kaynağı atladık mı? Lütfen yazın: [dergi@grdisisistemleri.com](mailto:dergi@grdisisistemleri.com). Düzeltmeler bir sonraki sayının ilk sayfasında ve web sitesinde "errata" başlığı altında ilan edilir.

## GÜVENLİK DOSYASI · SAHADAN DERSLER

# Vedanta'dan *Sahaya*: Beş Hata, Bir Ders.

14 Nisan 2026'da Hindistan Chhattisgarh Sakti'deki Vedanta Ltd.'nin VLCTPP kömür santralinde yaşanan kazan kazasında 17 kişi hayatını kaybetti, 30'u aşkın işçi yaralandı. Sektörün son dönemde yaşadığı en ağır güvenlik dersi. Sahada en sık karşılaşılan beş hatayı, bu vakanın ışığında inceliyoruz.

## △ VEDANTA CHHATTISGARH — 14 NİSAN 2026 ÖN RAPORU

Hindistan, Chhattisgarh, Sakti district. Vedanta Ltd.'nin Singhitara'deki Chhattisgarh Thermal Power Plant'ı (VLCTPP), 600 MW süperkritik Ünite 1. Ön raporlara göre yüksek basınçlı buhar borusunda yırtılma — buhar borusu bütünlüğü kaybı ve süperısıtılmış buhar salınımı. **17 ölü, 30+ ağır yaralı**. Hindistan kazan yönetmeliği taslağı 2026'da bu vakanın ışığında güncelleniyor. Kaynak: NDTV, The Statesman, Power Magazine ön raporları.

### 1. Buhar Tuzağı Bypass'ı

Acil müdahale için açılmış bypass hattının kapatılmadan unutulması. Sonuç: 8–15 ton/saat buhar kaybı, hattın yıllık enerji faturasının %20–30'u. Tehlikesi: bypass sırasında kondens akışını izleyen sensörler devre dışı; yetersiz drenaj durumunda hat darbesi (water hammer) riski. Çözüm: akıllı izleme — anlık alarm + dijital raporlama.

### 2. Buhar Borusu Bütünlüğü

Vedanta vakasının kök sebebi olarak öne çıkan başlık. Yüksek basınç-yüksek sıcaklık buhar borularında **yorulma çatlağı, korozyon, malzeme bozulması** uzun süre fark edilmeden ilerleyebilir. Periyodik tahribatsız muayene (NDT — ultrasonik kalınlık ölçümü, manyetik partikül muayenesi) yıllık zorunluluk olmalı. Maliyet: kazan başına ortalama 30-80.000 TL/yıl. Ön ödeme: hayat kurtarmak.

### 3. Yanma Havası Ayarı

Mevsim geçişlerinde hava yoğunluğu değişir, brülör hava/yakıt oranı değişir. Otomatik trim (O<sub>2</sub> trim controller) yoksa yıllık verim kaybı %3–6 olur. Tehlikenin büyüğü: hava yetersizliğinde eksik yanma, CO oluşumu, ısı transferi yüzeylerinde kurum birikimi.

### 4. Ekonomizer Fouling

Baca gazı ekonomizerinin yıllık temizlenmemesi. Kurum birikimi, ısı geçişini %15'e kadar düşürür. Ayrıca asit nokta (acid dewpoint) kontrolünün izlenmemesi, ekonomizer borularında korozyon ile patlama hattına götürebilir.

### 5. Kondensat Kayıpları

Kondensat dönüşünün tasarımdan kopması. Atmosfere giden kondensat = sıcak su + sıcak su arıtma kimyasalı kaybı. Yıllık ₺ rakamı çoğu tesiste yüksektir ama izlenmiyor. İlk yıl kondensat geri kazanım hattı yatırımı tipik olarak 7–9 ayda kendini öder (sayfa 19'daki saha hikâyesi gibi).

### Türkiye İçin Pratik

İSG yönetmeliği gereği yıllık kazan periyodik kontrolü zorunlu. Ama kontrol "muayene" değil "test" olmalı: düşük su kesimi fonksiyonel test, emniyet ventili açma testi, alev sönüm/start sekansı, yüksek basınç boru hatlarında NDT. Sigorta kapsamı için bu testlerin yazılı kayıtları kritik.

BİR SONRAKİ SAYI · İLKBAHAR 2026

# Sayıda *Olacaklar.*

KAPAK KONUSU · SAYI 02

## Brülörün Yeni Kuralları.

İlkbahar 2026

Düşük-NOx, hidrojen-uyumlu, dijital kontrollü brülörler — Weishaupt'tan Riello'ya, Oilon'dan Saacke'ye sektörün lider markalarının son ürünleri ve sahadaki performansları. Plus: Türk üreticilerinin pazardaki konumu.

### AYNI SAYIDA AYRICA

#### POMPA & VANA

Grundfos, Wilo, Danfoss son ürünleri ve buhar tesisinde doğru kombinasyonun seçimi.

#### EŞANJÖR

Alfa Laval, Kelvion, Sondex plakalı eşanjör vitrini. Kondens geri kazanım için seçim kriterleri.

#### VAKA

Bursa Boyahanesi. 4.000 kg/h hattının 18 ay sonraki saha performansı — sektörden bir vaka.

#### AKADEMİK

Buharın Kuruluk Oranı. Tekstil boyamasında renk sapmasının fizikçesi.

#### FUAR

WIN EURASIA hazırlık rehberi. Salonlar, salon haritaları, mutlaka görülmesi gereken standlar.

#### HESAP

Kondens Geri Kazanım ROI. Yatırım kararı verirken doğru rakamı bulmak.

#### ÜCRETSİZ ABONELİK

Mühendis, tesis sorumlusu, akademisyen ve sektör profesyonelleri için ücretsiz dergi aboneliği. Sektörün gündemi her çeyrekte bir posta kutunuza geliyor.

[grdisisistemleri.com / dergi](http://grdisisistemleri.com/dergi)

KÜNYE · GENİŞ

# Yayın *Künyesi* & İletişim.

Buhar & Isı Dergisi'nin kim olduğu, kim için olduğu ve nasıl ulaşacağınız.

## Yayın

**Yayınlayan** GRD Isı Sistemleri  
Antalya · Türkiye

**Yayın Yönetmeni** Ersin Geride  
Makine Mühendisi

**Sayı** Sayı 01 · Kış 2026  
İlk Sayı

**Periyot** Üç Aylık · 24 Sayfa  
Türkçe · Ücretsiz

**Format** A4 · 297×210 mm  
Dijital + Basılı

## İletişim

**Editöryal** [dergi@grdisisistemleri.com](mailto:dergi@grdisisistemleri.com)  
Soru, yorum, düzeltme, vaka önerisi.

**Web** [grdisisistemleri.com / dergi](http://grdisisistemleri.com/dergi)  
Tüm sayılar dijital arşivde.

**Abonelik** Ücretsiz. Mühendis, tesis sorumlusu, akademisyen ve sektör profesyonelleri için. Web sayfasından kayıt.

**Geri Bildirim** Bir veriyi yanlış mı raporladık? Hemen yazın. Düzeltmeler bir sonraki sayının ilk sayfasında errata olarak ilan edilir.

**Vaka Önerisi** Tesisinizdeki bir uygulamayı paylaşmak ister misiniz? Anonim de olabilir. Saha hikâyeleri en güçlü içeriğimiz.

### EDİTÖRYAL BAĞIMSIZLIK BEYANI

Buhar & Isı Dergisi'nin tüm içerikleri bağımsız editöryal süreçte hazırlanır. Reklam alınmaz, sponsorluk içeriği yer almaz, hiçbir markanın ödeme karşılığında yer aldığı bir bölüm bulunmaz. Markaların ürün, ortaklık ya da kurumsal hareketleri haber değeri taşıdığı için yer alır — sponsor olduğu için değil.



*"Yenilenebilir elektriği  
depolayamamak da, ısı olarak  
yakalayabiliriz."*

— EDITÖRYAL · ELEKTRİFİKASYON TRENDLERİ 2026

24

SAYFA

12

FUAR 2026

06

BÖLÜM

∞

ÜCRETSİZ

#BUHARISI · #ENDUUSTRİYELKAZAN · #ELEKTRİFİKASYON ·  
#HİDROJEN  
#DUSUKNOX · #YERLİURETİM · #WIN2026 · #ACHEMA · #BOSCH ·  
#SPİRAXSARCO

HAZIRLAYAN

**GRD Isı Sistemleri**

Antalya · Türkiye

İLETİŞİM

[dergi@grdisisistemleri.com](mailto:dergi@grdisisistemleri.com)

[grdisisistemleri.com / dergi](http://grdisisistemleri.com/dergi)