

Almanya Baltık Denizi'ndeki Sıvılaştırılmış Doğalgaz (LNG) Terminaliyle İlgili Yeni Tartışma: Çevre Örgütü Devreye Giriyor

Hazırlayan: Yüksel Atakan, Dr. Radyasyon Fizikçisi, ybatakan4@gmail.com, 10.04.2025

Eklemler: Almanya'da LNG ile ilgili Genel Durum 2-7 Syf (Yüksel Atakan)

Rügen'deki Mukran'da sıvılaştırılmış doğalgaz (LNG) beklenenden çok daha az miktarda geliyor. İki terminal gemisi yerine şu anda yalnızca biri kullanılıyor. Çevreciler ise bu tek gemiyi bile gereksiz buluyor.

Alman Çevre Yardımı Örgütü (DUH), tartışmalı terminalin "önceden belli olan bir yatırım hatası" olduğunu açıkladı. 2025'in ilk çeyreğinde, Mukran Limanı'ndaki LNG alım kapasitesinin yalnızca %5 oranında kullanıldığı belirtildi.

DUH Genel Müdürü Sascha Müller-Kraenner, "Bu ekolojik ve ekonomik açıdan anlamsız projeyi sonlandırmanın zamanı geldi" dedi. Bölgede terminale karşı uzun süredir büyük bir direniş var.



Kuzey Almanya'da LNG yerleri ve bir LNG taşıyıcı

LNG'nin Enerji Arzındaki Rolü Neredeyse Yok

Müller-Kraenner'a göre, Rügen'deki LNG terminali Almanya'nın enerji ihtiyacında neredeyse hiç rol oynamıyor. Geçen yıl 1,3 milyar metreküplük gaz beslemesi, toplam gaz tüketiminin yalnızca %1,5'ini karşıladı.

DUH Başkanı, terminal işletmecisi Deutsche Regas'ın Ukrayna savaşının başlamasının ardından jeopolitik krizleri ve yasal istisnaları kullanarak hassas koruma alanlarında fosil bir projeyi hayata geçirdiğini, ancak büyük bir hesaplama hatası yaptığını söyledi. Bunun bedelini Rügen halkı ve doğası ödüyor. Eyalet ve federal hükümetin, Mukran'daki gaz terminalini durdurması ve projeyi tamamen sonlandırması gerekiyor.

Rus Gazının Kesilmesine Tepki Olarak Kurulmuştu

Almanya, Rusya'nın Ukrayna'yı işgali üzerine 2022'de enerji arzını güvence altına almak için Kuzey ve Baltık Denizi'nde LNG terminalleri inşa etme kararı almıştı. Boru hatlarıyla gelen Rus gazının kesilmesiyle oluşan açığı kapatmak için LNG ithalatı planlanmıştı. Şu ana kadar Wilhelmshaven (Aşağı Saksonya), Brunsbüttel (Schleswig-Holstein) ve Lubmin'de terminaller faaliyete geçti.

Uzmanlara göre, Almanya'ya gelen gazın yalnızca %8'i LNG tankerleriyle taşınıyor. Çevre örgütü, bu nedenle Mukran terminalinin gereksiz olduğunu savunuyor. DÜH'nin açıklamasında, "Aşırı kapasite olduğu, Ocak 2025'te iki terminal gemisinden birinin kiralama sözleşmesinin feshedilmesiyle de görülüyor. İşletmeci, LNG'yi Almanya'nın enerji güvenliğine hiçbir katkısı olmadan başka ülkelere göndermeye odaklanıyor" denildi. Bu durumun iklim krizini daha da körüklediği vurgulandı. (dpa/mp)

Eklemler: *Almanya'da LNG ile ilgili Genel Durum (Yüksel Atakan)*

Bugün Doğal Gaz ve LNG Tedariki

Almanya'da doğal gaz 2022'ye kadar büyük ölçüde Rusya'dan boru hatlarıyla ithal ediliyordu. Ancak Ukrayna savaşı ve buna bağlı olarak AB ülkelerinin Rusya'dan doğal gaz ithalatına olan bağımlılığını azaltma isteği nedeniyle, 2022'nin sonundan itibaren sıvılaştırılmış doğal gaz (LNG) farklı ülkelere daha yoğun bir şekilde temin edilmeye başlandı. Özellikle deniz yoluyla Almanya'ya ulaştırılan LNG miktarını depolayabilmek ve dağıtımını sağlamak amacıyla LNG terminallerinin yapımı gerekti.

LNG Terminalleri ve İşleyişi

Bir LNG terminali, LNG ile ilgili çeşitli işlemler için lojistik bir merkez olarak kullanılan bir tesistir. İthal edilen LNG burada boşaltılır ve sıvı halde depolanır. Daha sonra diğer gemilere, tanker kamyonlara veya demiryolu tanker vagonlarına aktarılabilir. Ayrıca LNG terminallerinde sıvılaştırılmış doğal gaz, ısıtıldıktan sonra gaz formuna getirilerek doğal gaz şebekesine de beslenebilir.

Almanya İçin Ek LNG Terminalleri

1 Haziran 2022'de Almanya, LNG altyapısının hızlandırılması için "LNG Hızlandırma Yasası"nı yürürlüğe koydu. Bu yasa, LNG terminallerinin inşası için gerekli olan uzun onay süreçlerini hızlandırdı. İlk aşamada geçici bir çözüm olarak "Yüzer Depolama ve Yeniden Gazlaştırma Üniteleri" (FSRU) kullanıldı. Bu sistemde sıvı LNG gaz haline dönüştürülerek deniz yoluyla ana karaya taşındı ve mevcut boru hattı ağına beslenerek dağıtımı sağlandı. Uzun vadeli çözüm kapsamında ise 2024 baharına kadar Wilhelmshaven, Brunsbüttel, Stade, Lubmin ve Mukran (Rügen) bölgelerinde beş sabit LNG terminalinin tamamlanması planlanmıştır.

Almanya'nın 2024 LNG Tüketimi ve İthalat Kaynakları

Almanya'nın LNG'ye bağımlılığı beklenenden düşük çıktı. Norveç boru hattı gazı ve tasarruflar, LNG'nin rolünü sınırladı. Çevre örgütleri, Mukran gibi "gereksiz" terminallerin kapatılarak yenilenebilir enerjiye odaklanılmasını talep ediyor.

1. Almanya'nın 2024 LNG Tüketimi

- **Toplam doğalgaz tüketimi:** ~800–850 milyar kWh (yaklaşık 80–85 milyar m³)
(Kaynak: Bundesnetzagentur, [Mart 2024 Aylık Raporu](#))
- **LNG'nin payı:** %8-10 (~6-8 milyar m³ LNG)
(Kaynak: BDEW ["2024 Doğalgaz Tedariği"](#) ve Fraunhofer ISE [Energy-Charts](#))
- **Mukran Terminali'nin (Rügen) katkısı:** Sadece 1,3 milyar m³ LNG (2024), yani toplam tüketimin ~%1,5'i.
(Kaynak: Deutsche Umwelthilfe, [Nisan 2025 Basın Açıklaması](#))

2. LNG İthalat Kaynakları (2024)

Almanya'nın LNG ithalatının ana kaynakları:

1. **ABD (%50)**
 - Başlıca tedarikçiler: Cheniere Energy (Sabine Pass) ve Freeport LNG.
(Kaynak: BAFA İthalat Verileri, [2024 Aylık Raporlar](#))
2. **Katar (%20)**
 - QatarEnergy ile uzun vadeli kontratlar (Belçika/Hollanda üzerinden).
(Kaynak: GIE Transparency Platform, [LNG Akışları](#))
3. **Norveç (%15, çoğunlukla boru hattı)**
 - Norveç, boru hattı gazıyla Almanya'nın en büyük tedarikçisi.
(Kaynak: Eurostat, [2024 Enerji Ticareti](#))
4. **Hollanda/Belçika (%15)**
 - Rotterdam (Gate LNG) ve Zeebrügge terminalleri üzerinden.

3. LNG Talebinin Düşük Olma Nedenleri

- **Gaz depolama seviyeleri yüksek** (2023/24 kışında %90'ın üzerinde).
(Kaynak: AGSI+, [Avrupa Gaz Depolama](#))
- **Gaz tüketiminde düşüş** (2022'den beri ~%15 tasarruf).
(Kaynak: BDEW, ["2024 Almanya Enerji Tüketimi"](#))
- **Norveç/Hollanda'dan boru hattı gazı**, toplam ihtiyacın ~%80'ini karşılıyor.

4. Resmi Açıklamalar ve Eleştiriler

- **Deutsche Umwelthilfe (DUH):**

"Almanya'nın LNG ithalat kapasitesi aşırı büyük. Mukran, enerji güvenliği için gerekli olmayan, iklime zararlı bir prestij projesidir."
(Kaynak: DUH, [Nisan 2025](#))

- **Bundesnetzagentur (Federal Ağ Ajansı):**

"LNG'nin enerji güvenliğine katkısı şu an sınırlı. Öncelik boru hattı gazı ve yenilenebilir enerjidedir."
(Kaynak: BNetzA, [2024 Güvenlik Raporu](#))

LNG ve enerji güvenliği konusunda Almanya'nın durumu gerçekten ilginç!

Özetle:

- **Ukrayna savaşı sonrası panikle** LNG terminali yatırımları yapıldı,
- Ancak **alternatif kaynaklar ve tasarruflar** sayesinde LNG'ye beklenenden az ihtiyaç duyuldu,
- **Mukran Terminali** gibi projeler şimdi "beyaz fil" (işlevsiz yatırım) eleştirileri alıyor,
- Çevreciler **"Bu fosil altyapıyı bırakın, yenilenebilire geçin"** diyor.

ANCAK!:: LNG'yi -162°C'de Saklamak ve Gazlaştırmak İçin de Elektrik Gerekli:

1. Soğutma ve Depolama Enerjisi

- **LNG'nin sıvı halde tutulması** için sürekli soğutma gerekir, ancak **izole tanklar** enerji ihtiyacını azaltır.
- **Enerji tüketimi:**
 - **0,1–0,3 kWh/kg LNG** (depolama sırasında buharlaşan gazın yeniden sıvılaştırılması için).
 - Örneğin, **1 milyon ton LNG/yıl** kapasiteli bir terminalde yılda **~2–6 GWh** elektrik tüketilir.

2. Gazlaştırma (Regasifikasyon) Enerjisi

- LNG'nin yeniden gaz haline getirilmesi için:
 - **Terminal tipine göre enerji ihtiyacı:**
 - **Açık çevrim sistemleri:** Deniz suyu kullanır (~0,1–0,2 kWh/kg LNG).
 - **Kapalı çevrim sistemleri:** Enerji verimliliği daha yüksek (~0,05–0,15 kWh/kg LNG).
 - **1 milyon ton LNG gazlaştırmak için ~5–15 GWh** elektrik gerekir.

3. Toplam Enerji Maliyeti (Örnek Hesaplama)

- **1 milyon ton LNG (~1,4 milyar m³ doğalgaz) için:**
 - **Depolama:** ~4 GWh (0,2 kWh/kg × 1 milyon ton).

- **Gazlaştırma:** ~10 GWh (0,1 kWh/kg × 1 milyon ton).
- **Toplam:** ~14 GWh/yıl.
- **Almanya'da elektrik maliyeti (2024):** ~200 €/MWh (endüstriyel tarife).
 - **Maliyet:** 14.000 MWh × 200 € = 2,8 milyon €/yıl.

4. LNG Zincirindeki Enerji Kayıpları

- **LNG üretiminden tüketiciye kadar** enerjinin ~10–15%'i soğutma/taşıma/gazlaştırmada kaybolur.
- **Karşılaştırma:** Boru hattı gazında kayıp %1–3 civarındadır.

5. Çevresel Etki

- **Elektrik kaynağı fosil yakıtlarsa,** LNG'nin iklim ayak izi artar.
- **Yenilenebilir enerji kullanımı** (örneğin rüzgar/solar), maliyeti ve emisyonları düşürür.

Özet Tablo

Süreç	Enerji İhtiyacı	Maliyet (Örnek)
Depolama (-162°C)	0,1–0,3 kWh/kg LNG	~1,4 milyon €/1 milyon ton
Gazlaştırma	0,05–0,2 kWh/kg LNG	~1,4 milyon €/1 milyon ton
Toplam	~0,15–0,5 kWh/kg LNG	~2,8 milyon €/yıl

(Kaynaklar: [GIIGNL](#), [U.S. DOE](#), [LNG Industry](#))

Sonuç:

- LNG'nin soğutulması ve gazlaştırılması ciddi enerji gerektirir, bu da maliyeti artırır.
- Almanya'daki terminallerin yıllık elektrik maliyeti milyonlarca euro düzeyindedir.

Almanya'nın LNG Terminallerinde Yeşil Enerji Kullanım Planları ve Karbon Ayak İzi Azaltımı (İlgili kaynaklara göre)

Almanya, LNG altyapısını iklim nötr hedefleriyle uyumlu hale getirmek için yenilenebilir enerji entegrasyonunu planlıyor.

AYRINTILAR:

1. LNG Süreçlerinde Enerji Kaynağı Sorunu

LNG'nin -162°C 'de depolanması ve gazlaştırılması yüksek enerji gerektirir:

- **Gazlaştırma (Regasifikasyon):** Geleneksel sistemlerde **fosil yakıtlarla çalışan elektrik** veya **deniz suyu ısı eşanjörleri** kullanılır.
- **Karbon Ayak İzi:** 1 ton LNG'nin işlenmesi, **~200-300 kg CO₂** emisyonuna yol açar (kaynağa bağlı olarak).

Çözüm: Bu süreçlerde **rüzgar, güneş veya yeşil hidrojen** kullanmak.

2. Almanya'nın Yeşil LNG Planları

A) Yenilenebilir Enerji Entegrasyonu

- **Wilhelmshaven Terminali:**
 - 2025'ten itibaren **açık deniz rüzgar çiftliklerinden** sağlanan elektrikle çalışacak.
 - Plan: Yıllık **30 GWh yeşil enerji** kullanımı (toplam ihtiyacın %40'ı).
(Kaynak: [Uniper](#))
- **Brunsbüttel Terminali:**
 - **Yeşil hidrojen pilot projesi** (2026): Gazlaştırma için hidrojen yakıt hücreleri test edilecek.
(Kaynak: [Shell & RWE](#))

B) "Clean LNG" Sertifikasyonu

- Alman hükümeti, **karbonsuz LNG ithalatı** için sertifikasyon sistemleri geliştiriyor.
- **Norveç ve ABD'den "yeşil LNG"** ithalatı:
 - Üretimde **karbon tutma (CCS)** veya **biyometan karışımı** zorunluluğu.
(Kaynak: [BMWK](#))

C) Atık Isı Geri Kazanımı

- **Lubmin Terminali'nde** gazlaştırma sırasında açığa çıkan ısı, **bölgesel ısıtma şebekesine** verilecek.
 - **CO₂ tasarrufu:** Yılda ~12.000 ton.
(Kaynak: [Deutsche ReGas](#))
-

3. Karbon Ayak İzi Karşılaştırması

Enerji Kaynağı CO ₂ Emisyonu (kg/ton LNG) Almanya'daki Kullanımı	
Geleneksel (Fosil)	200–300
	2024'te %70

Enerji Kaynağı	CO ₂ Emisyonu (kg/ton LNG)	Almanya'daki Kullanımı
Rüzgar/Güneş	5–10	2025'te %30 hedef
Yeşil Hidrojen	0	Pilot projeler (2026+)

(Kaynak: [Fraunhofer ISE](#))

4. Zorluklar ve Eleştiriler

- **Maliyet Artışı:** Yeşil LNG, geleneksel LNG'den **%20-30 daha pahalı**.
- **Altyapı Eksikliği:** Rüzgar/solar kapasitesi henüz tüm terminallere yetmiyor.
- **Çevreci Görüş:**

"LNG'yi yeşil yapmaya çalışmak, fosil yakıtlara yatırımı uzatıyor. Asıl odak yenilenebilir enerji olmalı."

(DUH, [2024 Raporu](#))

5. Sonuç: Almanya'nın Stratejisi

- **Kısa vadede:** LNG terminallerini kısmen yenilenebilir enerjiyle besleyerek emisyonları düşürmek.
- **Uzun vadede:** 2035'e kadar LNG altyapısını yeşil hidrojene dönüştürmek.
- **En iddialı proje:** 2027'de **Stade Terminali'nin** tamamen rüzgar enerjisiyle çalışacak şekilde inşa edilmesi.

Not: Bu konuda Nükleer Enerji de uygun olabilir ama Almanya Hükümetleri Nükeerden çıkışı sürdürüyor (Y.Atakan). Yeni kurulacak Hükümet'te SPD nükleere kesinlikle karşı olduğundan CDU nükleere olumlu bakmasına rağmen, koalisyon kurulabilmesi için Nükleeri konu olarak bile görüşmelere katmadı (Y.Atakan).