

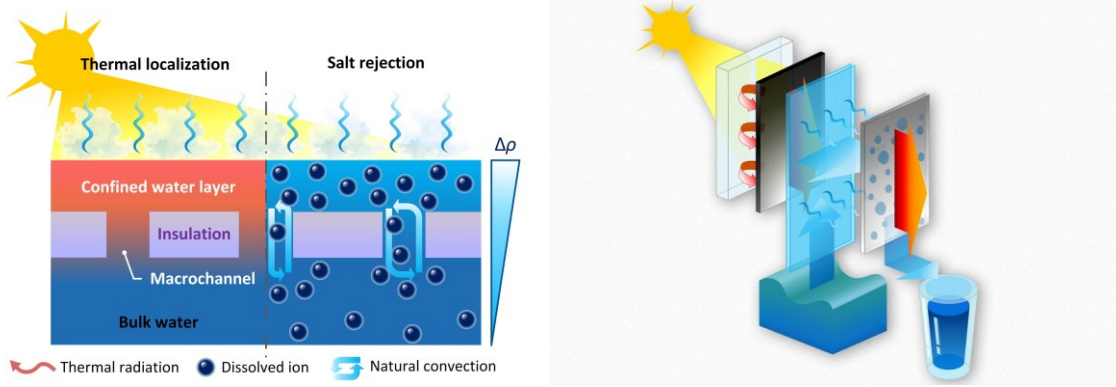
Şebeke Elektrikçi Kullanılmadan Doğrudan Güneş Işınlarıyla Deniz Suyundan İçme Suyu Üretim Tekniği Massachusetts Institute of Technology (MIT) ARGE Çalışması

Dünya'da bu ve benzer konulardaki gelişmeler neler?

Hazırlayan: Yüksel Atakan, Radyasyon Fizikçisi, Dr. ybatakan4@gmail.com 26.08.2025 /I/

1. Giriş

MIT Araştırmacıları, doğrudan güneş ışığıyla, şebeke elektriki kullanmadan, deniz suyunu içilebilir suya dönüştüren (elektriksiz ve pompasız çalışan) yeni nesil, pasif çok kademeli damıtma sistemleri geliştirdiler. Bu sistemler, deniz üzerinde yüzen veya kıyıya yerleştirilen basit yapılardan oluşuyor. Ana düşünce, buharlaşma ve yoğunlaşma aşamalarını üst üste dizilmiş kademeler şeklinde düzenlemek. Bir kademede yoğunlaşma sırasında açığa çıkan gizli ısı enerjisi, bir sonraki kademede tekrar buharlaşmaya harcanıyor. Bu ısı enerjisini geri kazanımıyla verimlilik, bilinen sistemlere göre kat kat artıyor. Şekiller, bu sistemin çalışmasını kabaca gösteriyor:



2. Temel Çalışma İlkeleri Neler?

- **Isıl Enerjinin Küçük bir Yüzeyde Toplanması:** Güneş ışığı siyah küçük bir yüzeyde toplanıyor, ısı enerjisi sadece yüzeydeki milimetre kalınlığındaki su tabakasını ısıtıyor. Böylece enerji kaybı azalıyor ve buharlaşma hızlanıyor.
- **Çok Kademeli Isıl Enerji Kullanımı:** Her kademe hem buharlaştırıcı hem yoğunlaştırıcı işlevi görüyor. Yoğuşmadaki ısı enerjisi aşağıya aktarılıyor ve tekrar değerlendiriliyor.
- **Tuz Atılımı:** Buharlaşma arttıkça yoğunlaşan tuzlu su doğal olarak aşağıya çöküyor, yerine daha taze su geliyor. Bu akışla tuz kristalleri yüzeyde birikmiyor.
- **Malzemeler:** Ucuz polimer filmler, fitiller (selüloz/polimer), ince kondensör levhaları ve siyah kaplamalar. Nanoteknolojiye dayalı pahalı malzemeler kullanılmıyor.
- **Çalışma Ortamı:** En iyi üretim, durgun ve güneşli havalarda ($\approx 800\text{--}1000 \text{ W/m}^2$) alınır. Rüzgâr kondensörü soğutabilir ama soğurucu yüzey fazla soğursa verim düşebilir.

3. Başarı (Performans) Verileri

- 2020 Çatı Denemesi (10 kademe): **Günlük $\sim 5,78 \text{ L/m}^2$ içilebilir su üretildi.**
- 2023–2024 Tasarımı:
 - Verimlilik: %322'den %121'e (0–%20 tuzluluk aralığında).
 - Kesintisiz Çalışma: 180 saat boyunca tuz tıkanması olmadan.
 - Prototip Ölçek: Bavul büyüklüğünde bir sistemle saatte birkaç litre.
- Beklenen Üretim: Ortalama $5\text{--}10 \text{ L/m}^2/\text{gün}$. Çok kademeli sistemlerle daha yüksek verim olası.

4. Gideri (Maliyet) ve Ölçeklenmesi

- **Üretim Gideri** : Seri üretimle m² başına birkaç dolar. 1.000 litre su maliyeti ~2–5 dolar düzeyine düşebilir.

- **Ekonomi**: MIT, bu maliyetlerin ABD şebeke suyu ile rekabet edebileceğini öngörüyor.

- **Ölçek**:

- 1 m² → ~5 L/gün
- 10 m² → ~50 L/gün (küçük aile)
- 1.000 m² → ~5.000 L/gün (köy ölçeği)

Ancak bu miktarlar megakentleri beslemek için yetersizdir.

5. Neden Orta Doğu'da Yaygın Değil?

1. **Hacim Yetersizliği**: Bugün kullanılan ters ozmoz (RO) tesisleri günde yüzbinlerce m³ üretir. MIT sistemleri küçük ölçeklidir.

2. **Alan Gereksinimi**: Kıyı alanı pahalı; büyük yüzeyler gerekir.

3. **Bugünkü Altyapı**: Orta Doğu, devlet enerji desteğiyle (sübvansiyonlarıyla) RO'ya büyük yatırım yapıyor.

4. **Dayanıklılık Sorunları**: Uzun vadede biyolojik kirlenme, kireçlenme ve malzeme dayanımı kanıtlanmış değil ya da bilinmiyor.

5. **Farklı Kullanım Alanı**: Bu teknoloji daha çok afet yardımı, adalar, kırsal bölgeler ve şebekeden bağımsız küçük topluluklar için uygundur.

6. Pratik Sonuçlar

- MIT'nin sistemi, bugün kullanılan güneş damıtıcılara göre 5–10 kat daha verimli.

- Elektriksiz, düşük maliyetli ve bakım dostu olmasıyla acil durumlar, kırsal yerleşimler, adalar için büyük potansiyel taşıyor.

- Ancak megakent ölçeğinde su ihtiyacını karşılaması olası değil.

7. Sonuç

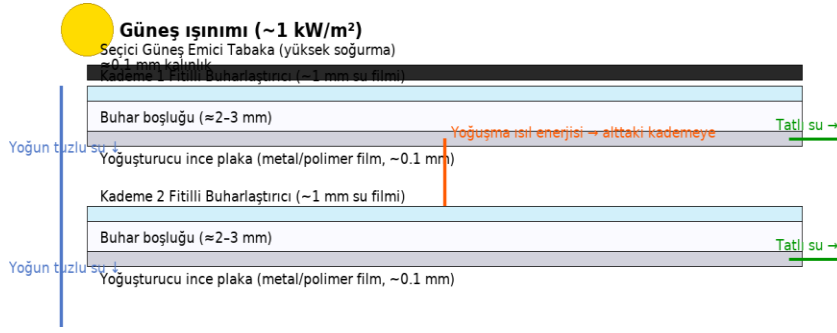
MIT'nin pasif güneş damıtıcıları, yenilikçi ısı enerji geri kazanımı ve tuzdan arındırma tasarımlarıyla , düşük maliyetli ve elektriksiz içme suyu üretiminde devrim niteliğinde bir çözüm sunuyor. Henüz erken prototip aşamasında olsa da, afet bölgeleri ve kırsal topluluklar için güvenilir, sürdürülebilir ve çevre dostu bir seçenek olarak dikkat çekiyor.

İlgilenenler için daha ayrıntılı teknik açıklama:

Akışın özeti

1. **Evaporatör (ince film tabaka)** güneşten ısınır → **buhar** oluşur.
2. Buhar, **yoğusturucu plakaya** ulaşır → **yoğuşur**.
3. Yoğuşma ısı enerjisi plaka üzerinden **alttaki kademe** evaporatörüne iletilir → yeniden buharlaşma olur (ısı geri kazanımı).
4. **Yoğuşan içme suyu**, plaka üzerindeki eğimli/kanallı yüzeyden **toplama kanalına** akar.
5. **Tuzlu yoğun sıvı**, geometri sayesinde **aşağıya** süpürülür ve denize döner (tuz birikimi önlenir).

Aşağıdaki şekil ve notlara bkz.



Notlar:

- Emici tabaka güneşi alır, yalnızca üstteki milimetrik su filmi ısınır.
- Buhar boşluğunu geçen buhar yoğuşturucu plakada yoğunlaşır.
- Plaka güneş almayan, yansıtıcı yüzeydir → nispeten serin kalır.
- Yoğuşma ısı alttaki ince film suya aktarılır (ısı geri kazanımı).
- Tatlı su kanallardan toplanır, tuzlu su yoğunlaşarak aşağı atılır.

Dünya’da bu ve benzer konulardaki gelişmeler neler ?

Elektrik kullanmadan deniz suyu arıtımı üzerine çalışan şirketler:

Dalga enerjisi ile (dalgalardan gelen mekanik güç; elektrik yok)

□ **Oneka Technologies** — Yüzen şamandıralar, dalgaların yukarı–aşağı hareketini kullanarak deniz suyunu basınçlandırıyor ve doğrudan ters ozmozdan geçiriyor. Şirket özellikle “elektrik, yakıt veya güneş paneli gerekmez” diye vurguluyor.

□ **Atmocean** — Kıyıya yakın “Wave Rider” düzenekleriyle deniz suyunu karaya pompalıyor, burada ZER/O (Zero-Electricity Ters Ozmoz RO) süreciyle içme suyu üretiliyor; Peru’da elektrik kullanmadan yalnızca su elde etmeye odaklı pilot projeler yaptı.

□ **Resolute Marine Energy (Wave2O)** — Dalga enerjisi dönüştürücülerini kullanarak karada çalışan arıtma tesisine basınç sağlıyor; elektrik yerine dalga gücüyle içme suyu üretmeyi hedefliyor. (Ticarileşme süreci hâlâ gelişim aşamasında.)

İnsan gücü ile (elle pompalama; elektrik yok)

□ **QuenchSea (Hydro Wind Energy)** — El pompasıyla çalışan taşınabilir ters ozmoz cihazı; deniz suyunu içilebilir suya dönüştürüyor. Pazarlanan kapasitesi saatte birkaç litre, tamamen manuel.

Güneş ısı enerjisiyle (elektrik yerine)

□ **Solar Water Plc (Solar Dome)** — NEOM ile ortaklaşa, yoğunlaştırılmış güneş ısı enerjisini kullanan (şebeke elektriği olmadan çalışan) büyük ölçekli bir solar-termal arıtma tesisi geliştirdi.

Bu teknolojilerden bugün neden yararlanılmıyor?. Giderlei (Maliyetleri) ve verimleri nedir?

Elektriksiz ya da düşük enerjiyle çalışan deniz suyu arıtma (desalinasyon) teknolojilerinin günümüzde neden yaygın olarak kullanılmadığını, bunların verimlilikleri düşük, maliyetleri ise yüksektir şeklinde açıklayabiliriz:

Örneğin dalga enerjisiyle çalışan sistemlerin başlangıç gideri, geleneksel tesislerden %20–50 daha yüksek olabilir. Örneğin, kurulum kapasitesine göre 1 günlük su üreten tesis için 1 m³/gün kapasiteye 3.000–8.000 USD harcanması gerekebilir.

Kaynaklar /I/:

1. **MIT News (Resmî özet): “Simple, solar-powered water desalination” (2020)** — Çatı üstü 10 kademeli pasif gösterimde **5.78 L/m²-gün** içme suyu; şehir standartlarını karşılıyor. [MIT Nachrichten](#)
2. **Energy & Environmental Science (RSC): “Ultrahigh-efficiency desalination via a thermally-localized multistage solar still” (2020)** — Isıl lokalizasyon + çok kademeli mimariyle **%385 eşdeğer güneşten-buhara verim** ve yüksek akı; MIT ve SJTU ortaklığı. (Makalenin açık sürümü de var.) [RSC PublishingDSpace](#)
3. **Joule (Cell Press): “Extreme salt-resisting multistage solar distillation with thermohaline convection” (2023)** — Termohalin konveksiyon ile tuz birikimine direnç, çok kademeli ısı geri kazanımı; uzun süreli çalışmada tıkanma olmadan yüksek performans. [Cell+1](#)
4. **MIT News (2023): “Desalination system could produce freshwater cheaper than tap water”** — Yukarıdaki Joule çalışmasının kurumsal özeti; maliyet ve pratik ölçeklenme vurguları. [MIT Nachrichten](#)
5. **MIT Device Research Lab (resmî proje sayfası, 2020 ve 2023 güncellemeleri)** — DeneySEL metrikler, görseller ve tanıtım notları; **%385 verim** ve **tuz birikimsiz çok kademeli mimari** özetleniyor. [drl.mit.edu+2drl.mit.edu+2](#)
6. **Applied Energy (2018): “Performance study on a passive solar seawater desalination system”** — Elektriksiz pasif düzeneikle **deneySEL performans analizi** ve tasarım parametreleri. [ScienceDirect](#)
7. **Applied Energy (2020): “Modeling and performance analysis of high-efficiency solar stills with thermal localization and heat recovery”** — Isıl lokalizasyon ve yoğunlaşma ısı geri kazanımı için sayısal/analitik model ve tasarım içgörüler. [ScienceDirect](#)

/x/ Kısa sosyal medya videosu: <https://www.facebook.com/share/r/1AiXuq213T/>