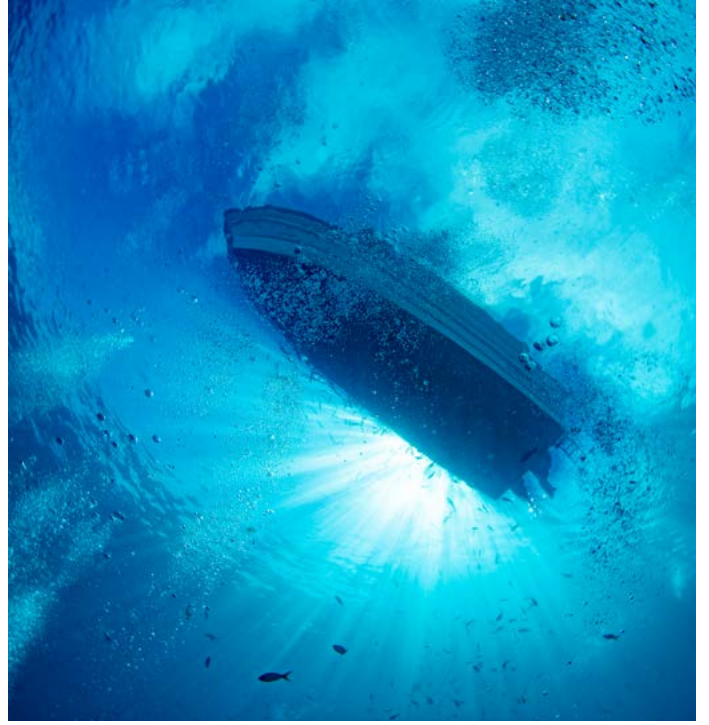


Nesnelerin İnterneti Sualtında ve Yer Altında Karanlıkları Aydınlatıyor



Nesnelerin interneti kavramı hayatımızın her alanına girmiş durumda. Kendisine akıllı kentlerden akıllı fabrikalara dek birçok kullanım alanı bulan nesnelerin interneti, “bilgi toplumunun altyapısı” olarak tanımlanıyor. Bağlantılı cihazlarla, sensörlerin buldukları ortama ilişkin derlediği veriler buluta aktarılıyor, bu veriler yapay zekâ ve ileri analitik sistemleri tarafından analiz edilerek yeni fikir ve inovasyonların önü açılıyor.

Ancak bu sistemlerin tam potansiyeline ulaşabilmesi için her yere erişen yaygın bir ağ kurulması gerekiyor. Bu nedenle, bugüne dek bu sistemleri karada ve havada kullanan uzmanlar, gözünü zor erişilebilen yerlere dikti: Denizlerin derinlikleri ve yer altı.

Sular Neden Önemli?

Yeryüzünün yaklaşık yüzde 71’i sularla kaplı. Deniz suyu sıcaklıkları iklimi ve rüzgâr kalıplarını belirleyerek yaşamı doğrudan etkiliyor. Tatlı suların kirlenmesi, ekosistemlere ciddi derecede zarar veriyor¹. Aşağıdaki rakamlar, denizlerin ve okyanusların dünya açısından önemini her bakımdan net bir şekilde ortaya koyuyor:

- Denizler yeryüzündeki canlı türlerinin yaklaşık yarısına ev sahipliği yapıyor.
- Hayvansal proteinlerin yüzde 20’si, toplam proteinlerin yüzde 5’i denizlerden elde ediliyor.
- Ulaşım, oksijen ve gıda üretimi, su ürünleri, hidrokarbon, biyo yakıt ve mineral üretimi bakımından denizlerin önemi giderek artıyor.
- Denizler ve okyanuslar sayesinde sunulan hizmetlerin toplam değeri 21 trilyon doları aşılıyor, deniz ulaşımı küresel ticaret hacminin yüzde 90’ını oluşturuyor².

2020 itibarıyla nesnelerin interneti cihazlarının sayısının 30 milyara ulaştığı tahmin ediliyor (akıllı telefonlar, tabletler ve bilgisayarlar hariç). Google’ın Loon Projesi ve Facebook’un Aquila drone’ları gibi iddialı projeler sayesinde dünyanın en ücra köşelerine dahi ulaşıyor³. Ancak tüm önemine rağmen, okyanus havzaları konusunda Ay, hatta Mars’tan bile daha az bilgi sahibiyiz.

Sualtı nesnelerinin interneti (Internet of Underwater Things -IoUT) adı verilen sistemler sayesinde yaşamın kaynağı olan sular hakkında daha fazla bilgi sahibi olmaya başladık. Sualtı nesnelerinin interneti, suları

1 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1084804512001646>

2 <http://fp7-sunrise.eu/>

3 <https://www.prescouter.com/2017/06/internet-of-underwater-things/>

gözlemlemede kullanılan, sualtındaki birbiriyle bağlantılı küçük cihazlar ağı olarak tanımlanıyor. Sualtı nesnelere interneti sayesinde iklim değişikliğine yol açan etkenlerden petrol ve doğalgaz boru hatlarına dek pek çok verinin takibi mümkün hale geliyor. Bu sistemler savunmadan turizme dek birçok alanda kullanılma potansiyeli taşıyor⁴.

Sualtı nesnelere internetin temel bileşeni sensörler. Akustik modemlere sahip bu bağlantı noktaları hem sığ hem de derin sularda kullanılabilir. Her bir sensör, su kalitesi, basınç, ısı, metal, kimyasal ve biyolojik elementler gibi farklı bilgileri toplayabiliyor ve aktarıyor. Bu veriler su yüzeyindeki istasyonlarda toplanıyor. Hem akustik modemlerin hem de telsiz modemlerin verilerini bir araya getiren bu istasyonlar şamandıralar, insansız deniz araçları ve teknelerden oluşabiliyor. İstasyonlardaki veriler gözlem merkezlerine aktarılıyor. Genellikle kıyılarda kurulu bulunan bu gözlem merkezleri, farklı istasyonlardan gelen verileri bir araya getiriyor, analiz ediyor ve ilgili yerlere iletiyor⁵.

Sualtı Nesnelere İnternetin Kullanım Alanları

1. Çevresel Gözlem: Sualtı nesnelere internetin en yaygın kullanım alanlarından biri çevresel gözlem. Bu bağlamda su kalitesi, kimyasal ve biyolojik kirlilik, basınç ve ısı ile balık akınları takibi yapılabilir. Yine bu sistemler sayesinde petrol ve doğalgaz boru hatları da gözlemlenebilir.

Örneğin, ABD'deki "LobsterNet" adlı proje kapsamında, Massachusetts'teki 300 bini aşkın ıstakoz kapanına yerleştirilecek cihazlarla, okyanustaki asidite, derinlik, sıcaklık gibi bilgilerin düzenli olarak toplanması planlanıyor. Elde edilen veriler ıstakozların yerinin tespiti amacıyla da kullanılabilir ve bu sayede bölge ekonomisine de katkı sağlayacak⁶.

2. Sualtı Araştırmaları: Bu teknoloji batık araştırmaları amacıyla da kullanılabilir. Örneğin, Titanic'in 1985 yılında bulunmasında otonom sualtı araçlarından yararlanılmıştı. Doğal sualtı kaynaklarının (mineraller, metaller, mercanlar vb.) araştırılmasında da sualtı nesnelere interneti araçlarından yararlanılabilir.

3. Afetlerin Önlenmesi: Bu, insanların hayatını kurtarabilecek olması bakımından, sualtı nesnelere interneti sistemlerinin en kritik uygulamalarından biridir. Sularda meydana gelen doğal afetler yüksek tehlike potansiyeli barındırır: Örneğin, Japonya'da meydana gelen Fukushima nükleer santral kazasının nedeni Tohoku depremi sonrası ortaya çıkan tsunami dalgalarıydı. Sualtı nesnelere interneti sistemleri sayesinde sel, deprem ve tsunami gibi afetleri tespit ederek erken önlem almak mümkün hale gelecek.

4. Savunma: Bir ülkenin kendisini, sualtı saldırıları dahil her türlü saldırıdan koruması gerekir. Sualtı nesnelere interneti sistemleri düşman denizaltıları ve mayınları ve sualtı istihbarat sistemlerini tespit ederek ülke savunmasına katkıda bulunabilir. Bu uygulamalar, deniz kuvvetlerinin geleceği bakımından büyük bir potansiyel teşkil ediyor⁷.

NATO'nun Bilim ve Teknoloji Organizasyonu (NATO STO), İtalya'da bulunan Deniz Araştırma ve Denepleri Merkezinde bu konuda çalışmalar yürütüyor. Şamandıralara monte edilen bağlantılı cihazlar, Akdeniz ve kutuplarda yüzey akıntıları konusunda veri topluyor⁶.

ABD ordusu da insansız sualtı araçları, gemiler, denizaltılar ve sensörler arasında iletişim sağlayacak askeri bir sualtı nesnelere interneti teknolojisi üzerinde çalışıyor. Bu sayede sualtı istihbarat ve silah sistemlerinin

4 https://www.researchgate.net/publication/257489384_An_overview_of_the_internet_of_underwater_things

5 <https://fardapaper.ir/mohavaha/uploads/2017/10/A-Study-of-Applications-Challenges-and-Channel-Models-on-the-Internet-of-Underwater-Things.pdf>

6 <https://iotbusinessnews.com/2020/05/15/08981-internet-of-things-goes-underwater-will-it-survive-or-drown/>

7 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5539468/>

daha etkin kullanımı hedefleniyor. Savunma İleri Araştırma Projeleri Ajansı da (DARPA) entegre bir sualtı sistemi geliştirilmesi konusunda çalışmalarına devam ediyor⁸.

- 5. Diğer:** Bu sistemlerin gelişmesiyle birlikte, spor, navigasyon ve yerelleştirme gibi çeşitli alanlarda cazip fırsatlar doğuyor. Yerelleştirme uygulamaları hem çok önemli hem de güçlüdür. Özellikle küresel konumlandırma sistemlerinin (GPS) sualtında çalışmaması nedeniyle sualtındaki konumların belirlenmesi oldukça zordur. Şimdi, sualtı sensörleriyle yüzücülere, dalgıçlara, gemilere ve sualtı araçlarına çok değerli lokasyon bilgileri sunulabilir⁷.

Aşılması Gereken Güçlükler

Elbette karada kullanılan nesnelerin interneti cihazlarının sualtında kullanılması mümkün değil. Yukarıda sayılan hedeflere ulaşılabilmesi için öncelikle birtakım teknik sıkıntıların aşılması gerekiyor. Bunların başlıcaları şunlar:

- Sualtında sinyal iletimi havaya oranla sınırlı ve havadaki kadar verimli değil. Örneğin, geleneksel Wi-Fi ağları tarafından kullanılan radyo dalgaları sualtında en fazla birkaç metre ilerleyebilir.
- Dalgalar, geçen deniz araçları ve deniz yaşamının arka plan gürültüsü sinyallerinin kesilmesine yol açabilir.
- Hızla değişen ortama, tuzluluk oranındaki ve deniz suyu ısısındaki değişimlere aynı hızla uyum gösterme zorunluluğu bulunuyor.
- Sensörlerin ve otonom sualtı araçlarının kurulmasının yüksek bir maliyeti bulunuyor.
- Bu cihazların kimyasal ve ultraviyole radyasyon direncinin evlerde kullanılan cihazlardan daha yüksek olması gerekiyor³.

Avrupa Birliği tarafından desteklenen Sunrise projesi kapsamında 40 kadar farklı uluslararası araştırma ekibi arasında koordinasyon sağlanıyor. 4 milyon avro bütçeli proje kapsamında sualtı robot prototipleri test ediliyor. Akdeniz’de test edilen bu prototip robotlar şimdiden Portekiz açıklarında batan kayıp bir kargo gemisinin yerinin tespit edilmesini sağlamış durumda. Deniz hayvanlarını taklit ederek iletişim kuran bu robotlar akustik sinyaller kullanıyor. Bu sinyallerin gücü ve frekansı, denizdeki canlıların sinyalleriyle karışmaması amacıyla düşürülüyor. Bu da bant genişliğinin sınırlı kalması ve iletim hızının yavaş olması anlamına geliyor³.

Umut Vadeden Gelişmeler

Bu sorunun çözümü amacıyla sualtı optik iletişim çalışmaları gerçekleştiriliyor. Bu sistem sayesinde su yüzeyindeki enerji kaynağından sualtındaki bağlantılı cihazlara enerji aktarılırken, ters yönde de veri aktarımı sağlanıyor. Yüzeydeki şamandıralar, otonom deniz araçları, hatta insansız hava araçları, uzak yerlerdeki sistemlere bile kolaylıkla enerji aktarılmasını sağlaması bakımından bu alanda devrim niteliği taşıyor⁹.

Yer Altından Gelen Sinyaller

Nesnelerin internetinin gözünü diktiği bir diğer alan ise yer altı. Dünya nüfusunun 2050 yılında yüzde 31 artması bekleniyor. Bu da daha fazla gıda ve doğal kaynağa ihtiyaç olacağı anlamına geliyor. Nüfusun beklendiği hızla artması durumunda kaynak ihtiyacının yüzde 71 artacağı öngörülüyor. Bu durum da daha fazla yer altı kaynağına ulaşmamızı ve tarım üretimini artıracak yeni teknolojileri zorunlu kılıyor.

Yer altı ve tarım alanları mineraller, fosil yakıtlar, metaller, yer altı suları ve gıda gibi değerli kaynaklar sunuyor. Bunları çok daha verimli kullanabilmek adına artık elimizde yeni bir silah bulunuyor. Yer altı nesnelerinin interneti. Yer altı nesnelerinin interneti sayesinde akıllı petrol ve gaz sahaları, akıllı tarım alanları, akıllı sismik kalite kontrol merkezleri mümkün hale geliyor¹⁰.

8 <https://idstch.com/military/navy/deep-sea-internet-or-internet-of-underwater-things-iout-to-connect-the-underwater-world/>

9 <https://www.networkworld.com/article/3538393/how-underwater-internet-of-things-will-work.html>

10 <https://arxiv.org/pdf/1902.03844.pdf>

Yer altı nesnelere internetin iki temel kullanım alanı söz konusu: Tespit ve iletişim. Yer altı nesnelere interneti yerin altındaki nesnelere kullanarak toprağın nemi, tuzluluk oranı, PH derecesi, azot düzeyi gibi konularda veri toplar. İletişim bakımından ise, yer altı ve yeryüzündeki ağ altyapısını kullanarak toplanan verilere anında erişilmesini sağlar. Bu sayede insanların potansiyel kayıplara yol açabilecek durumlarda karşılarında gerçek zamanlı kararlar verebilmesine olanak tanır.


Yer Altı Nesnelere İnternetin Kullanım Alanları

Bu becerileri sayesinde yer altı nesnelere interneti tarımdan sınır güvenliğine, doğal afetlerin tespitinden boru hatlarının takibine, yerleştirme sistemlerinden enerji tasarruflu kablosuz konumlandırma sistemlerine dek çeşitli alanlarda kullanılır.

Yer altındaki sensör ağları öncelikle petrol ve doğalgaz operatörlerine yerin altını benzeri görülmemiş şekilde inceleme olanağı getirecek. Yer altı nesnelere interneti sayesinde fosil yakıt rezervleri gerçek zamanlı olarak takip edilebilecek¹¹.

Yer altı nesnelere internetin kullanım alanlarından biri tarım olacak. Yer altı sensörlerinin, makinelerin ve sulama sistemlerinin entegrasyonu tarımda büyük bir verimlilik devrimine yol açacak. Bu sistemler sayesinde toprağın nemi, ısı, tuzluluk oranı gibi verilere gerçek zamanlı olarak ulaşılacak. Bu verilerin analizi, ekilecek üründen sulama takvimine ve gübrelemeye dek tüm süreçleri optimize edecek¹².

Yer altı nesnelere interneti kentlerde de kullanılacak. Sensörler ve kablosuz yer altı iletişim sistemlerinin kombinasyonu ile yağmur suyu ve kanalizasyon sistemlerinin takibi sağlanacak.

Ancak nesnelere internetin yer altına taşınması o kadar da kolay değil. Bunun için düşük enerji gerektiren, küçük yer altı sensörleri, uzun menzilli iletişim teknolojileri, verimli ağ çözümleri ve uygun yerleştirme teknikleri gerekiyor¹⁰. 

¹¹ <https://discovery.kaust.edu.sa/en/article/913/internet-of-underground-things-to-reveal-buried-vistas>

¹² <https://cpn.unl.edu/system/files/IOUT%20Paper.pdf>