

BÜLTEN

6 TEMMUZ 2026



Hayatın ve Teknolojinin Ana Kaynağı: **SU**

TRAngels Bülteni'nin son iki sayısında elektrifikasyonun yükselişini, yapay zekânın enerji talebine etkisini ve enerji depolama teknolojilerinin geleceğini ele aldık. Ancak tüm bu başlıklar bizi aynı noktaya getiriyor: Enerjiyi konuşurken suyu göz ardı etmek mümkün değil çünkü yapay zekâ çağında yalnızca daha fazla işlemciye ya da daha büyük veri merkezlerine değil; bu sistemleri besleyecek enerjiye, onları soğutacak suya ve tüm bu kaynakları akıllıca yönetecek altyapılara ihtiyaç duyuyoruz.

Bu sayımızda Yönetim Kurulu Üyemiz **Hüseyin Karayağız**, yapay zekânın görünmeyen altyapısını ve doğal kaynakların teknoloji ekosistemindeki stratejik rolünü ele alırken; İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Jeotermal Enerji Araştırma Merkezi Direktörü **Prof. Dr. Alper Baba**, dijitalleşmenin yeraltı su kaynakları üzerindeki etkilerini bilimsel bir bakış açısıyla değerlendiriyor. **Dr. Arif Karabuğa** enerji depolama ile su yönetiminin aynı denklemin iki ayrılmaz parçası olduğunu ortaya koyarken, sürdürülebilirlik uzmanı **Ahmet Acar**, dağıtık mimarinin geleceğin altyapısını nasıl şekillendireceğini anlatıyor.

Dijital ve Yapay Zeka Dönüşüm Lideri **Fulya Bıçak Muştı**, su, enerji ve dijital altyapı kesişiminde sürdürülebilir bir geleceği çerçevelerken, ortaklarımızdan **Şahin Ali Gökçelik**, operasyonel verimliliğin ve kayıpları azaltmanın sürdürülebilirliğin ilk adımı olduğunu hatırlatıyor. Sürekli yazarlarımızdan **Süha Soydan**, iklim değişikliği ve yatırım perspektifinden geleceğin girişim alanlarını değerlendirirken, **Hande Demirel** de suyu yalnızca çevresel değil; ekonomik, jeopolitik ve teknolojik rekabetin yeni stratejik kaynağı olarak ele alıyor. Sayımız, **Ahu Parlar**'ın suyu yalnızca bir kaynak değil, yaşamın birbirine bağlı döngüsünü anlatan güçlü anlatısıyla tamamlanıyor. Bu vizyonun somut örneklerinden biri olan girişimlerimizden **Salty Enerji**, geliştirdiği sulu elektrolit tabanlı sodyum-iyon batarya teknolojisiyle enerji depolamanın geleceğine yerli ve sürdürülebilir bir alternatif sunuyor.



Farklı disiplinlerden gelen tüm bu bakış açıları aynı gerçeği işaret ediyor: Önümüzdeki dönemde rekabetin diğer bir konusu daha fazla enerji üretmek ya da daha güçlü yapay zekâ modelleri geliştirmek değil; enerjiyi, suyu ve dijital altyapıyı birlikte tasarlayabilmekte saklı. Belki de geleceğin en değerli teknolojileri, görünürde en karmaşık olanlar değil; bize en temel gerçeği yeniden hatırlatanlar olacak. Çünkü suyu doğru yönetebilen toplumlar, geleceği de daha güçlü şekillendirecek.

TRAngels İletişim Komitesi

TRANGELS VİZYON



Yapay Zekâ Çağının Görünmeyen Altyapısı

Son 100 yıldır ülkelerin gücü; sahip oldukları petrol, doğal gaz ve maden rezervleriyle ölçüldü. Son yıllarda ise rekabetin merkezine veri yönetimi ve yapay zekâ yerleşti. Şimdi, yeni bir gerçekle karşı karşıyayız: Yapay zekâ çağının görünmeyen altyapısını hâlâ “karbon yakma” temelli doğal kaynaklardan elde edilen enerji oluşturuyor. Yapay zekâ modelleri yalnızca çiplerle çalışmıyor. Veri merkezleri yalnızca elektrik tüketmiyor. Dijital ekonomi yalnızca yazılımdan ibaret değil. Bu yeni dünyanın sürdürülebilirliği; enerjiye, soğutmaya, bataryaya, suya ve bu kaynakları akıllıca yönetebilen altyapılara bağlı olduğuna sürekli dikkat çekiyoruz.

Bugün dünyanın en büyük teknoloji yatırımlarında yalnızca işlem gücü değil; enerjiye yerinde erişim, depolama, soğutma, su kaynakları, iklim koşulları ve altyapı kapasitesi de yatırım kararlarını etkilemeye başladı. Çünkü geleceğin rekabeti, yalnızca daha gelişmiş yapay zekâ modelleri geliştirebilmekle değil, onları sürdürülebilir biçimde çalıştırabilmekle belirlenecek. Geliştirilmiş jeotermal enerji (AGS), gelişmiş depolama, soğutma sistemleri ve yeni nesil altyapı yatırımları bunun en somut örnekleri.

Bu yüzden, TRAngels olarak önümüzdeki dönemin en büyük fırsatını yalnızca yeni yazılımlar geliştirmekte değil, dijital dünyanın fiziksel altyapısının yeniden tasarlanması üzerine olacağını vurguluyoruz. Yapay zekâ, elektrifikasyon ve otonom sistemler büyüdükçe; yeni nesil enerji üretiminden depolamaya, veri merkezlerini soğutmadan su yönetimine kadar uzanan tüm ekosistem yeniden şekillenecek. Geleceğin en değerli teknolojileri, görünmeyen bu altyapıyı daha akıllı, daha verimli, daha yerli ve daha sürdürülebilir hâle getiren çözümler olacak.

Bu dönüşüm bizi merkezi yapılardan dağıtık mimariye doğru da taşıyacak. Enerjinin üretildiği yerde depolandığı, verinin üretildiği yerde işlendiği, soğutmanın doğal olduğu, suyun ise gerçek zamanlı izlenip yönetildiği yeni bir dünya inşa ediliyor. Mikro şebekeler, enerji depolama sistemleri, kenar bilişim, yapay zekâ destekli altyapılar ve akıllı su teknolojileri birbirinden bağımsız gelişmeler değil; aynı dönüşümün birbirini tamamlayan parçaları. Bu nedenle geleceğin girişimlerini değerlendirirken artık yalnızca ürünlerine değil, çözdükleri altyapı problemlerine de bakmak gerekiyor. Enerjiyi daha verimli kullanmak hedef ama her ülkenin kendi atık ısı, jeotermal ve gizli ısısından enerji üretilmesi hem enerji bağımsızlığı hem de enerji güvenliği için çok elzem. Ayrıca, soğutma amaçlı kullanılan su kayıplarını azaltırken bir taraftan havadaki nemden su üretirken soğutan teknolojilerin rekabet etkisini tahmin etmek zor değil. Veri merkezlerinin kaynak tüketimini optimize eden veya dağıtık sistemleri yöneten teknolojiler; önümüzdeki yıllarda küresel ölçekte büyük değer yaratacak. Çünkü bu çağda rekabet konularının en önemlisi, yeni altyapıların ihtiyaç duyduğu kaynakların ne kadarını kendi doğal kaynaklarımızdan ve dışarıya bağlı kalmadan yapabilmek olacaktır. Veri merkezi için elektriği üretmek için gaz ve petrolü başka ülkeden, batarya ve soğutma alt yapılarını diğer ülkeden, bilgisayar, işlemci ve disk başka bir ülkeden ve yapay zeka yazılım kütüphanesini öbür ülkeden alarak kar etme veya fark yaratma şansımız yok.

Türkiye'nin sahip olduğu fırsatların da altını çiziyoruz. Eğer var olan doğal kaynaklarımızı ileri teknolojiyle buluşturabilirsek, yalnızca bu dönüşümü izleyen değil, yön veren ülkeler arasında yer alabiliriz. Yapay zekâ ile fiziksel dünyayı, dijital zekâ ile doğal kaynakları buluşturan teknolojilerde farkımızı ortaya koyabiliriz.

Hüseyin Karayağız

TRAngels Yönetim Kurulu Üyesi ve Kurucu Ortak



Dijitalleşmede Su Kaynaklarının Önemi

Türkiye, yarı kurak iklim kuşağında yer almakta olup iklim değişikliğinin etkilerine karşı hassas ülkeler arasında bulunmaktadır. Bu hassasiyet, özellikle tarımsal üretim, içme suyu temini, ekosistemlerin sürdürülebilirliği ve sanayi faaliyetleri açısından kritik öneme sahip olan yeraltı suyu kaynakları üzerinde belirgin baskılar oluşturmaktadır. İklim değişikliği, yeraltı sularını hem miktar hem de kalite açısından tehdit etmekte; yağış rejimlerinde gözlenen düzensizlikler, kuraklıkların sıklığındaki artış ve aşırı hava olayları bu baskıyı daha da derinleştirmektedir.

Mevcut araştırmalar, Türkiye genelinde yağış rejimlerinin giderek düzensizleştiğini; özellikle Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde toplam yağış miktarının azalma eğiliminde olduğunu, Karadeniz Bölgesi'nde ise ani ve şiddetli yağışların daha sık görüldüğünü ortaya koymaktadır. Bu değişimler, yeraltı suyunun doğal beslenme süreçlerini doğrudan etkilemektedir. Şiddetli yağışlar, suyun toprağa sızarak akiferleri beslemesi yerine yüzey akışına geçmesine neden olmakta; bu durum özellikle İç Anadolu, Güneydoğu Anadolu ve Ege bölgelerinde yeraltı suyu seviyelerinde ciddi düşüşlere yol açmaktadır.

Yeraltı suyu kaynakları üzerindeki baskılar yalnızca miktar azalmasıyla sınırlı değildir. Kıyı bölgelerde aşırı yeraltı suyu çekimi, deniz suyunun akiferlere ilerlemesine neden olmakta ve tatlı su rezervlerinde tuzlanma riskini artırmaktadır. Bunun yanı sıra, tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan gübre ve pestisit gibi kirleticiler de yeraltı suyu kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle, Türkiye'de yeraltı suyu yönetiminin yalnızca su miktarına değil, aynı zamanda su kalitesine, kullanım baskılarına ve bölgesel iklim risklerine bütüncül bir yaklaşımla ele alınması gerekmektedir.

Günümüzde dijitalleşme, veri merkezleri ve yapay zekâ teknolojilerindeki hızlı gelişmeler de su kaynakları üzerinde yeni ve artan bir baskı oluşturmaktadır. Yapay zekâ uygulamalarının çalıştığı büyük ölçekli veri merkezleri, hem doğrudan soğutma suyu ihtiyacı hem de elektrik üretiminden kaynaklanan dolaylı su kullanımı nedeniyle önemli bir su ayak izine sahiptir. Özellikle yüksek işlem gücü gerektiren yapay zekâ sistemlerinin yaygınlaşmasıyla birlikte, veri merkezlerinin enerji ve soğutma ihtiyacı da artmaktadır.

Bu çerçevede, büyük teknoloji firmaları su kullanımını azaltmak amacıyla kapalı devre sıvı soğutma sistemleri, hava soğutmalı sistemler, atık suyun yeniden kullanımı, su verimliliği yüksek tasarımlar, havadan su eldesi ve su stresi düşük bölgelerde veri merkezi kurulumu gibi çözümlere yönelmektedir. Ancak bu teknolojik dönüşümün sürdürülebilir olabilmesi için yalnızca enerji verimliliği değil, su kaynaklarının korunması da temel bir planlama kriteri olarak değerlendirilmelidir.

Sonuç olarak, iklim değişikliğinin yeraltı suyu kaynakları üzerindeki etkileri ile dijitalleşme ve yapay zekâ kaynaklı yeni su talepleri birlikte ele alındığında, Türkiye'de su yönetiminin çok daha stratejik, bütüncül ve geleceğe dönük bir yaklaşımla planlanması zorunlu hale gelmektedir. Gelecekte geliştirilecek teknolojilerde yalnızca enerji ve maliyet unsurları değil, bölgesel su stresi, yeraltı suyu rezervleri, soğutma ihtiyaçları ve suyun sürdürülebilir kullanımı da temel karar kriterleri arasında yer almalıdır.

Prof. Dr. Alper Baba

**İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Jeotermal Enerji Araştırma Merkezi
Direktörü**



Enerji Depolamada Yeni Nesil Yaklaşımlar

Elektrifikasyon çağında enerji sistemlerinin temel sorunu artık yalnızca daha fazla elektrik üretmek değil; asıl mesele, üretilen elektriğin doğru zamanda, doğru yerde ve doğru formda kullanılabilmesidir. Güneş, rüzgâr ve hidroelektrik santralleri gibi yenilenebilir enerji kaynakları düşük karbonlu enerji dönüşümünün merkezinde yer alsa da, üretimlerinin zamana ve iklim koşullarına bağlı olması enerji depolama teknolojilerini stratejik bir altyapı unsuru haline getirmektedir. Bu nedenle geleceğin enerji sistemleri tek bir depolama teknolojisine değil; batarya, termal depolama, hidrojen, alternatif enerji taşıyıcıları, şebeke ölçeğinde depolama, enerji sistemlerinde ve depolamalarında yapay zeka entegrasyonu ve dijital kontrol sistemlerinin birlikte çalıştığı hibrit yapılara ihtiyaç duymaktadır.

Elektrokimyasal enerji depolama yöntemleri arasında lityum-iyon bataryalar bugün kısa ve orta süreli elektrik depolamada en olgun çözümlerden biri olarak öne çıkmaktadır. Özellikle güneş enerjisi sistemleri, mikro şebekeler, elektrikli araçlar, veri merkezleri ve kesintisiz güç uygulamalarında hızlı tepki süreleri, yüksek çevrim verimleri ve modüler yapıları nedeniyle önemli avantajlar sunmaktadır. Ancak enerji depolamanın geleceğini yalnızca lityum-iyon bataryalar üzerinden okumak eksik bir yaklaşım olur. Çünkü bataryaların hammadde tedariki, geri dönüşümü, yangın güvenliği, çevrim ömrü, sıcaklık hassasiyeti ve uzun süreli depolama maliyeti gibi sınırlamaları bulunmaktadır. Bu nedenle kurşun-asit, Ni-Cd, akış bataryaları, kurşun-karbon batarya, metal-hava batarya, yakıt hücresi, süperkapasitörler sistemleri gibi yeni nesil elektrokimyasal depolama yaklaşımları, elektrik şebekelerinin esnekliğini artırmak için kritik araştırma alanları haline gelmiştir.

Enerji depolamada ikinci önemli alan termal enerji depolama sistemleridir. Elektrifikasyon çoğu zaman elektrik üretimi üzerinden tartışılrsa da sanayi, binalar, gıda zinciri, tarım ve dijital altyapılar için ısı ve soğutma ihtiyacı en az elektrik kadar stratejiktir. Termal enerji depolama; duyulur ısı depolama, gizli ısı depolama ve termokimyasal depolama olmak üzere farklı biçimlerde uygulanabilir. Faz değiştiren malzemeler, eriyik tuzlar, kaya-yatak depolama sistemleri, sıcak su depoları ve yüksek sıcaklık katı ortam depoları; güneş termal, jeotermal, atık ısı ve endüstriyel proseslerle birlikte kullanıldığında yenilenebilir enerjinin sürekliliğini artırabilir. Bu yaklaşım, özellikle Türkiye gibi güneş, jeotermal ve atık ısı potansiyeli yüksek ülkeler için yalnızca enerji depolama değil, aynı zamanda yerli malzeme, yerli ekipman ve yerli mühendislik geliştirme fırsatı anlamına gelmektedir.

AKADEMİK PERSPEKTİF



Hidrojen ise elektrifikasyon çağında bataryaların doğrudan rakibi değil, onları tamamlayan stratejik bir enerji taşıyıcısıdır. Bataryalar saatlik ve günlük enerji dengelemede güçlü çözümler sunarken, hidrojen haftalık, mevsimsel ve sektörler arası enerji depolama açısından öne çıkmaktadır. Yenilenebilir elektrik kullanılarak suyun elektroliziyle üretilen hidrojen, fazla yenilenebilir elektriğin kimyasal enerjiye dönüştürülmesini sağlar. Böylece elektrik yalnızca anlık tüketilen bir enerji biçimi olmaktan çıkar; depolanabilir, taşınabilir ve sanayi, ulaşım, kimya, gübre, rafineri, demir-çelik ve yüksek sıcaklık prosesleri gibi doğrudan elektrifikasyonu zor alanlarda kullanılabilir bir ara forma dönüşür.

Ancak burada kritik bir nokta vardır: Yeşil hidrojen tanımı yalnızca “yenilenebilir elektrikle üretilen hidrojen” ifadesiyle sınırlandırılmamalıdır. Çünkü elektroliz sürecinin ikinci temel girdisi sudur. Hidrojen üretiminde elektrik kadar su da bir kaynaktır. Stokiyometrik hesaplamayla 1 kg hidrojen üretmek için yaklaşık 9 kg saf su gerekir. Bu nedenle yeşil hidrojen kavramı daha derinlemesine ele alınmalıdır. Bir hidrojen üretim sistemi yalnızca yenilenebilir elektrik kullandığı için sürdürülebilir kabul edilmemelidir. Gerçek anlamda sürdürülebilir yeşil hidrojen; yenilenebilir elektrikle çalışan, su kaynaklarını tüketmeyen, yerel içme suyu ve tarımsal su kaynakları üzerinde baskı oluşturmeyen, yaşam döngüsü etkileri düşük ve bölgesel kaynak dengesiyle uyumlu hidrojen olarak tanımlanmalıdır. Bu nedenle gelecek dönemin hidrojen stratejileri enerji planlaması ile su yönetimini birlikte ele almalıdır.

Türkiye açısından hidrojen dönüşümü önemli bir teknoloji geliştirme fırsatı sunmaktadır. Ülkenin güneş, rüzgâr, jeotermal ve atık ısı potansiyeli; batarya sistemleri, termal depolama, elektrolizörler, yakıt hücreleri, hidrojen depolama tankları, güç elektroniği, akıllı kontrol algoritmaları, dijital ikizler, su arıtma sistemleri ve geri dönüşüm teknolojileriyle birlikte değerlendirildiğinde güçlü bir yerli teknoloji ekosistemi oluşturulabilir. Bu noktada **girişimciler için fırsat yalnızca enerji üretiminde değil; enerji depolamanın malzemesinde, yazılımında, güvenliğinde, su yönetiminde, şebeke entegrasyonunda ve sistem optimizasyonunda ortaya çıkmaktadır.**

Dr. Arif Karabuğa

İstanbul Aydın Üniversitesi Makine Mühendisliği Öğretim Üyesi



Dağıtık Mimariye Geçiş: Geleceğin Altyapı Modeli

Dünya, enerji üretiminden veri işlemeye, su yönetiminden lojistik sistemlere kadar birçok alanda merkezi yapılardan dağıtık mimarilere doğru hızla evriliyor. Artan nüfus, dijitalleşme, yapay zekâ uygulamalarının yaygınlaşması ve iklim değişikliği kaynaklı riskler, mevcut altyapı modellerinin yeniden düşünülmesini zorunlu kılıyor. Geleceğin altyapı yaklaşımı; daha esnek, daha dayanıklı ve kaynakları daha verimli kullanan dağıtık sistemler üzerine inşa ediliyor.

Enerji alanında bu dönüşümün en somut örnekleri mikro şebekeler, yerinde üretim tesisleri ve yerel enerji depolama çözümleri olarak karşımıza çıkıyor. Büyük ve merkezi enerji santrallerine bağımlılığın azaltılması, iletim kayıplarını düşürürken aynı zamanda enerji maliyetlerinde de önemli avantajlar sağlıyor. Dağıtık enerji sistemleri, yenilenebilir enerji kaynaklarının entegrasyonunu kolaylaştırarak daha sürdürülebilir bir ekonomik model oluşturuyor. Böylece enerji üretimi yalnızca büyük ölçekli yatırımcıların değil, işletmelerin ve bireylerin de aktif rol aldığı bir ekosisteme dönüşüyor.

Benzer bir dönüşüm dijital altyapılarda yaşıyor. Özellikle yapay zekâ uygulamalarının yaygınlaşmasıyla veri merkezlerinin enerji ve soğutma ihtiyaçları hızla artıyor. Ancak verinin tamamının merkezi tesislerde işlenmesi hem maliyet hem de gecikme açısından sürdürülebilir görünmüyor. Bu nedenle kenar bilişim (edge computing) çözümleri öne çıkıyor. Verinin üretildiği noktaya yakın işlenmesi, daha düşük gecikme süreleri ve daha verimli kaynak kullanımı sağlarken veri merkezleri üzerindeki yükü de azaltıyor.

Dağıtık mimarilerin en önemli katkılarından biri de enerji güvenliği ve sistem dayanıklılığıdır. Merkezi sistemlerde meydana gelen tek bir arıza geniş bölgeleri etkileyebilirken, dağıtık yapılarda riskler farklı noktalara dağıtıldığı için sistemin tamamının etkilenme olasılığı azalıyor. Bu durum, doğal afetler, siber saldırılar ve jeopolitik risklerin arttığı günümüz koşullarında kritik bir avantaj sunuyor.

Türkiye ise sahip olduğu stratejik konum, güçlü enerji altyapısı, genç teknoloji ekosistemi ve yenilenebilir enerji potansiyeli sayesinde bu dönüşümde önemli bir rol üstlenebilir. Enerji koridoru olma özelliğini, veri merkezleri, yeşil enerji yatırımları ve bölgesel dijital altyapı projeleriyle destekleyen Türkiye, Avrupa, Orta Doğu ve Orta Asya arasında bir enerji ve veri merkezi haline gelebilir.

Enerji, su ve dijital altyapı ihtiyaçlarının hızla arttığı bir dünyada sürdürülebilir kalkınmanın anahtarı, kaynakları merkezi değil akıllı ve dağıtık sistemler üzerinden yönetmekten geçiyor. Geleceğin rekabet gücü, yalnızca daha fazla kaynak üretmekte değil; bu kaynakları daha verimli, daha güvenli ve daha dayanıklı şekilde kullanabilmekte yatıyor.

Ahmet Acar

Sürdürülebilirlik Uzmanı, PhD



Su, Depolama ve Dağıtık Mimari: Enerjinin Yeniden Tasarımı

Su, yüzyıllardır enerji üretiminin sessiz ortağı oldu. Barajlar dünyanın en büyük merkezi enerji depolama sistemleri olarak inşa edildi; ancak bu ilişki giderek kırılgan bir hal alıyor. Artan nüfus, kuraklık ve tarımsal ihtiyaçlar suyu stratejik bir kaynağa dönüştürürken, enerji sistemlerinin suya olan derin bağımlılığı da sorgulanmaya başlandı. Su-enerji ilişkisini yeniden tasarlamak ve her ikisini de daha verimli yönetmek artık bir tercih değil, bir zorunluluk.

Enerji sektöründe üretimden dağıtıma, perakendeden ev şarjına, güneş enerjisinden gaz dağıtımına uzanan geniş bir yelpazede dijital dönüşümü yönetme deneyimim boyunca edindiğim en önemli gözlemlerden biri şu: merkezi sistemler büyüdükçe, maliyet ve kırılganlık da onlarla birlikte büyüyor. Büyük şebekeler, uzun iletim hatları, yüzlerce kilometre kablo, trafo ve direkler... Bunların hepsi pahalı ve kırılgan. Ve her büyük iletim hattı, aynı zamanda önemli bir enerji kaybı riskini bünyesinde barındırır.

Dağıtık mimari tam burada devreye giriyor. Enerjiyi olabildiğince ürettiğimiz yerde depolayabilir ve tüketebilirsek iletim maliyetleri ciddi ölçüde düşer. Böylece barajlar yalnızca enerji depolama yükünü taşımak zorunda kalmaz; su kaynakları tarım ve içme suyu ihtiyaçları için daha verimli kullanılabilir. Jeotermal kaynaklar, çatı güneş sistemleri, yerinde batarya depolama ve küçük ölçekli rüzgâr; dağıtık mimarinin doğal bileşenleri. Şarj istasyonları da bu modelin somut yansıması: aracı şarj etmek gerektiğinde en uygun konumda şarj olur, büyük merkezi bir yapıya ihtiyaç duymaz.

Yapay zeka projelerini yönetirken maliyet-fayda analizlerine karbon ayak izini de dahil etmeye çalıştık. Ancak asıl soru şu: ayak izini oluşturduktan sonra optimize etmek mi, yoksa baştan oluşturmamak mı? Veri merkezleri, soğutma için hem enerji hem su tüketiyor. Bu döngüyü kırmak ancak yerinde üretim, yerinde depolama ve akıllı yönetimle mümkün. Jeotermal ve yenilenebilir kaynaklara dayalı, iletim kaybı minimize edilmiş bir sistem, tasarımı gereği düşük karbonlu çalışır. Ve barajdaki su, içme ve kullanım suyu olarak değerlendirilir.

Tüm bu sistemi işlevsel kılan şey teknoloji. Akıllı enerji yönetim sistemleri; üretimi, depolamayı ve tüketimi gerçek zamanlı optimize edebilirse dağıtık mimari hem teknik hem ekonomik olarak sürdürülebilir hale gelir. Dijital dönüşüm bu noktada fiziksel altyapının önüne geçiyor. Batron Enerji tam bu ihtiyaca yanıt veriyor: askeri güvenilirlik standardında, elektrifikasyon çağına uygun enerji yönetim sistemleriyle dağıtık mimarinin beyni oluyor. Depolama tarafında ise Salty Enerji, Türkiye'de bol bulunan tuzu batarya teknolojisine dönüştürüyor; lityum-iyon ithalatına gerek kalmıyor, yerli kaynak yerli çözüm.

TRAngels melek yatırım ağı beni tam bu yüzden heyecanlandırıyor. Doğru teknolojiye doğru zamanda yatırım yapmak ve maliyeti doğru yönetmek hem mesleki hem kişisel yaklaşımımın temeli. **Su, enerji ve dijital altyapı kesişiminde sürdürülebilir bir gelecek inşa eden girişimlerin yanında olmak bir tercih değil, bir sorumluluk.**

Fulya Bıçak Muştu

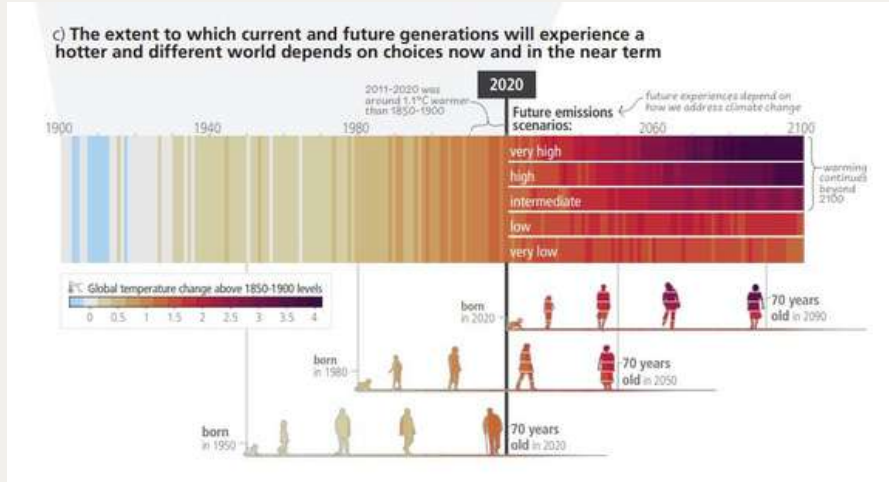
Dijital ve Yapay Zeka Dönüşüm Lideri



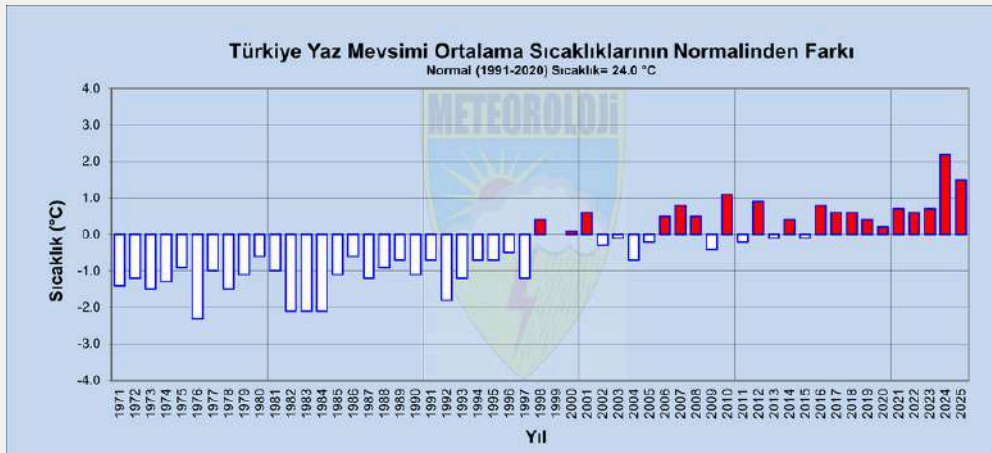
Start-up Yatırımları İçin “Su”dan Sebepler

Dünya yüzeyinin üçte ikisi sularla kaplıyken bu suyun yaklaşık %97'si okyanuslarda bulunuyor. Mevcut su varlığının ise sadece %0,50'lik kısmı kullanılabilir tatlı su durumunda. Bu oldukça sınırlı kapasiteye karşın UNDP raporlarına göre son 20 yıllık süreçte kişi başına düşen tatlı su kaynakları %20 oranında azaldı. 1880 yılından günümüze ise deniz seviyelerinde yaklaşık 23 santimetre yükselme gözlemlendi.

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) 6. Değerlendirme Raporu küresel iklim değişikliği ilintili tatlı suya erişim gibi onlarca olumsuz sonuca sebep olan faktörlerde ısrar edilirse bugünün gençlerinin hayatları boyunca aile büyüklerine kıyasla çok daha fazla sıcak hava dalgası yaşamak durumunda kalacaklarını işaret ediyor.



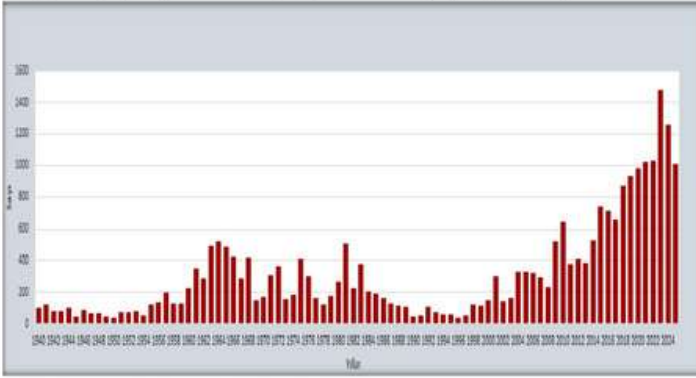
Ortalama sıcaklıklarda gözlemlenen artışlar (Görsel-2) hem üretim hem de tüketim tarafında çeşitli darboğazlara sebep oluyor. Her türlü iklimlendirmeye yönelik artan taleple sistemler üzerindeki stres yükselmeye devam ediyor. Tedarik zincirinde olası kırılmaların önüne geçme çabaları da etkileri toplumun tüm kesimlerinde farklı şekillerde hissedilen aşırılıklar ve anomaliler ile sonuçlanıyor.





Türkiye’de ortalama sıcaklıklardaki artışlar ekstrem hava olaylarının sayısında da (Görsel-3) gözlemleniyor. Bu artış her türlü üstyapı ve altyapı açısından izlenebilirliği, ölçeklenebilirliği, dayanıklılığı ve sürdürülebilirliği önceliklendiren bir yaklaşımı zorunluluk haline getiriyor.

2025 yılında gerçekleşen ekstrem olay sayısı 1.011’e ulaşmıştır. (Şekil 4.1)



Şekil 4. 1. Türkiye yıllık ekstrem olay sayıları(1940-2025)

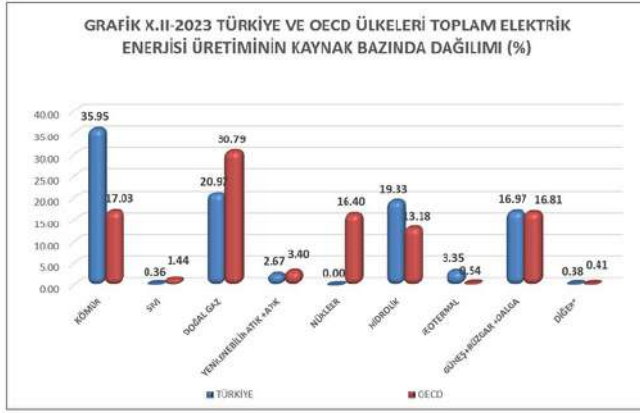
Artan su talebine karşın yağış rejimlerindeki dalgalanmalar (Görsel-4) her bir su damlasının önemini artırıyor. Yüzeze düşen her bir damla yağmurun kayıpsız hasadına olanak verecek, su ile temasın olduğu her bir üretim ve tüketim sürecinin ileri verimlilikle yönetilmesini mümkün kılacak, kullanılmış her bir damla atık suyun uygun süreçlerle yeniden sisteme kazandırılmasını sağlayacak uygulamalar sürdürülebilir bir yaşam mimarisinin merkezine alınması bir lüks değil bir zorunluluk.



Şekil 3.3. Türkiye geneli yıllık yağışların normallerine göre değişim oranları

Hem su hem de enerji tarafındaki darboğazların aşılması için mevcudun tamamen yok sayıldığı ve her şeyin sıfırdan inşa edildiği bir senaryo gerçekçi değil. Bir taraftan dönüşümü sağlarken diğer taraftan geleceği inşa etmemiz gerekiyor. UNDP raporlarına göre sanayi kuruluşlarının uygulayacakları düşük maliyetli enerji verimliliği çözümleri ile 2030 yılına kadar enerji bağlantılı sera gazı salınımını dünya genelinde %11 seviyesinde azaltmaları mümkün.

Globaldeki eğilimlere paralel olarak Türkiye’nin tarım ve sanayi kesimiyle birlikte enerji üretim kompozisyonunda çevresel etki, ithal girdilere bağımlılık ve arz güvenliği açısından daha sürdürülebilir kaynaklar ve yöntemlerin ağırlığını (Görsel-5) artırması ve yenilikçi teknolojilerle geleneksel üretimlerin dönüşümünü hızlandırması stratejik bir öncelik.



Güneş, rüzgâr ve jeotermal gibi ülkemizin stratejik avantaja sahip olduğu yer üstü ve yer altı kaynaklar başta olmak üzere alternatif enerji kaynakları, depolama çözümleri, su yönetim teknolojileri, kuraklığa dayanıklı tarım ve hayvancılık yöntemleri, biyoteknoloji ve ileri malzeme çözümleri üzerinde çalışan girişimlerin filizlenmesi ve büyümesine katkı verecek her yatırım büyük bir takdiri hak ediyor.

Süha Soydan

Özyeğin Üniversitesi Girişimcilik Destek Programları Müdürü

Kaynaklar:

UNDP Climate Counts Pocketbook https://climatepromise.undp.org/sites/default/files/research_report_document/Climate%20Counts%20pocketbook.pdf

Görsel-1:

IPCC – AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023 https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf

Görsel-2:

Meteoroloji Genel Müdürlüğü

2025 Yılı Yaz Mevsimi Sıcaklıklarının Değerlendirilmesi

<https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/sicaklik-analizi.aspx?s=yaz>

Görsel-3 & Görsel-4

Meteoroloji Genel Müdürlüğü – 2025 Yılı İklim Değerlendirmesi Raporu <https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/yillikiklim/2025-iklim-raporu.pdf>

Görsel-5

Türkiye Elektrik Üretim-İletim 2024 Yılı İstatistikleri

123-Gratik X.II - 2023 Türkiye ve OECD Ülkeleri Elektrik Enerjisi Üretim Kaynak Bazında Dağılımı (%)

<https://www.teias.gov.tr/turkiye-elektrik-uretim-iletim-istatistikleri>

Operasyonel verimlilik artık kaçınılmaz öncelik



Japon kültüründe yıllardır olan '0' (sıfır) kayıp ve sürekli iyileşim (kaizen) uygulamaları her sektörde, binalarda, tarımda, evlerimizde, günlük hayatımızın her noktasında çok önemli. Enerji, doğal kaynağın sağlanması dış faktörlere bağlı olabilse de bunları verimli, kayıpsız kullanabilmek bizlerin daha kontrolünde ve ana sorumluluklarımızdan olmalı. Sürdürülebilir yaşamın ilk adımı en yakınımızda, hayatımızda olan tüketimleri azaltmak ve kontrol etmek olmalı. Bunun için öğrenmeye, en iyi uygulamaları(best practice) araştırmaya açık olmalıyız ki şu an yapay zeka ile bu çok daha kolay ulaşılabilir durumda.

Yine Japon kültürü (JIPM) olan neden-neden (why,why) analizi ile kayıplarımızın ana sebebini bulana kadar neden sorusunu sormaya devam ederek kaynağında problemleri çözmemiz gerekir. Benzer durum tarladan sofraya giden (ilk üreticiden tüketiciye giden tüm ürünler) için de geçerlidir. Uçtan uca tedarik zincirinin her halkasında kayıplar neden-neden analizi ile incelenip kaynağında çözümlenmelidir. Zincir en zayıf halkası kadar güçlüdür. Nereden koparsa kopsun sonuca ulaşamazsınız. Her bir zincir halkasını bir tedarikçi olarak düşünür isek operasyonel verimliliğini arttıran her halka bir önceki ve sonraki halkaya değer katar.

Şahin Ali Gökçelik

GT Sürdürülebilir Yaşam ve Enerji - Kurucu Ortak ve CEO



Su: Yeni Yüzyılın En Kritik Kaynağı

Dünya uzun yıllar boyunca enerji güvenliğini konuştu. Petrol rezervleri, doğal gaz hatları ve elektrik üretim kapasitesi ekonomik büyümenin temel göstergeleri arasında yer aldı. Ancak bugün küresel gündem yeni bir gerçeği ortaya koyuyor: Enerji kadar su da stratejik bir kaynak haline geliyor.

Bugün yapay zekâ yatırımları için trilyonlarca dolar konuşulurken, asıl soru yalnızca işlemci kapasitesini nasıl artıracamız değil; bu sistemleri besleyecek enerjiyi ve suyu nereden bulacağımızdır.

Ortadoğu'da devam eden jeopolitik gerilimler enerji arz güvenliği konusundaki endişeleri yeniden gündeme taşıırken, Avrupa bu yaz son yılların en sıcak dönemlerinden birini yaşıyor. Rekor sıcaklıklar, kuraklık riski ve azalan su rezervleri yalnızca çevresel bir sorun değil; tarımdan sanayiye, enerji üretiminden şehir yaşamına kadar ekonomik faaliyetlerin tamamını etkileyen stratejik bir risk unsuru olarak öne çıkıyor.

Birleşmiş Milletler verilerine göre dünya nüfusunun önemli bir bölümü yılın en az bir döneminde su stresi yaşıyor. Artan nüfus, kentleşme, sanayileşme ve iklim değişikliği nedeniyle su talebinin önümüzdeki yıllarda daha da yükselmesi bekleniyor. Özellikle Akdeniz Havzası'nda yer alan ülkeler, küresel ortalamanın üzerinde bir sıcaklık artışı ve kuraklık riskiyle karşı karşıya bulunuyor.

Su güvenliği artık yalnızca tarımın veya hane halklarının meselesi değil. Enerji üretiminden veri merkezlerine kadar modern ekonominin temel bileşenleri yoğun su kullanımına ihtiyaç duyuyor. Termik santraller soğutma sistemlerinde büyük miktarda su kullanırken, hidroelektrik santraller doğrudan su kaynaklarına bağımlı çalışıyor. Yeşil hidrojen teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte su, temiz enerji dönüşümünün de temel girdilerinden biri haline geliyor.

Yapay zekâ uygulamalarının hızla yaygınlaşması bu ilişkiyi daha da görünür kılıyor. **Dünyanın dört bir yanında inşa edilen yeni veri merkezleri yalnızca yüksek miktarda elektrik tüketmiyor; aynı zamanda soğutma sistemleri için önemli miktarda suya ihtiyaç duyuyor.** Dijitalleşme, elektrifikasyon ve yapay zekâ yatırımları büyüdükçe enerji ve su arasındaki ilişki daha da kritik hale geliyor.

EKOSİSTEMDEN



Öyle ki teknoloji dünyasında veri merkezlerinin geleceği artık yalnızca işlem gücü üzerinden değil, enerji ve su kaynaklarına erişim üzerinden de tartışılıyor. Elon Musk'ın da zaman zaman dile getirdiği, gelecekte veri işleme kapasitesinin bir bölümünün uzaya taşınabileceği senaryoları bugün bilim kurgu gibi görünse de bu tartışmaların temelinde çok somut bir problem yatıyor: Yapay zekâ çağının büyüyen enerji ve su ihtiyacı. Henüz erken aşamada olan bu fikirler bile, suyun geleceğin teknoloji yarışında ne kadar kritik bir kaynak haline geldiğini göstermesi açısından dikkat çekici.

Bu nedenle **geleceğin rekabeti** yalnızca enerji kaynaklarına erişim üzerinden şekillenmeyecek. **Su kaynaklarını verimli yöneten, kayıpları azaltan, geri dönüşüm teknolojilerine yatırım yapan ve akıllı altyapı sistemleri kurabilen ülkeler önemli avantaj elde edecek.** Sensör teknolojileri, yapay zekâ destekli şebeke yönetimi, akıllı sayaçlar ve ileri arıtma sistemleri su yönetiminde yeni bir dönemin kapısını açıyor.

Türkiye açısından da tablo dikkat çekici. Bir yanda iklim değişikliğinin artırdığı kuraklık riski, diğer yanda enerji dönüşümü ve dijitalleşmenin doğurduğu yeni altyapı ihtiyaçları, su yönetimini stratejik bir öncelik haline getiriyor. Bu durum yalnızca çevresel sürdürülebilirlik açısından değil; gıda güvenliği, enerji arzı, sanayinin rekabet gücü ve uzun vadeli ekonomik büyüme açısından da kritik önem taşıyor.

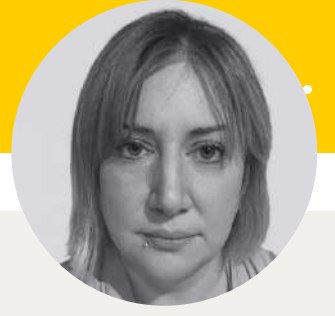
Türkiye'nin önündeki mesele yalnızca daha fazla enerji üretmek değil; suyu, enerjiyi ve dijital altyapıyı birlikte planlayabilen yeni bir kalkınma modeli oluşturabilmek. Çünkü yapay zekâ çağında rekabet avantajı yalnızca teknoloji geliştirenlerin değil, bu teknolojileri besleyecek kaynakları sürdürülebilir biçimde yönetebilenlerin olacak.

Bunun için de güçlü bir kamu vizyonu ile özel sektörün yatırım, teknoloji ve inovasyon kapasitesinin aynı hedef doğrultusunda buluşması gerekiyor. Akıllı su yönetiminden ileri arıtma teknolojilerine, dijital altyapılardan enerji depolama sistemlerine kadar birçok alanda kamu-özel sektör iş birlikleri geleceğin dayanıklı ve sürdürülebilir ekonomilerinin temelini oluşturacak.

Önümüzdeki dönemde enerji, su ve dijital altyapı birbirinden ayrı başlıklar olarak değerlendirilemeyecek. Yapay zekâ, enerji ve altyapı yatırımlarının şekillendirdiği yeni dünyada suyu doğru yöneten ülkeler, geleceğin ekonomik ve teknolojik rekabetinde bir adım öne çıkacak.

Hande Demirel
Gear Up Yatırım Komitesi Üyesi

EKOSİSTEMDEN



Su Gibi

Bruce Lee'nin meşhur sözünü bilirsiniz: "Be like water, my friend."

Bu güzel sözü esneklik, uyum sağlama ya da dayanıklılık üzerine bir öğüt olarak biliriz. Oysa suyun bize anlattığı hikâye bundan çok daha büyüktür.

İnsanlık tarihine baktığınızda medeniyetlerin aslında suyun etrafında kurulduğunu görürsünüz. Nil, Dicle, Fırat... İlk şehirler, ilk ticaret yolları, ilk devletler ve hatta ilk mitolojiler suyun çevresinde şekillenmiştir. Su yalnızca bir kaynak değil, hayatın örgütlenme biçimi olagelmıştır.

Bugün ise garip bir eşikteyiz. Yapay zekâ modelleri milyarlarca sorguyu yanıtlıyor, veri merkezleri her gün büyüyor, elektrifikasyon yeni bir ekonomik düzen yaratıyor. Fakat tüm bu teknolojik sıçramanın görünmeyen bir ortağı var: su.

Bir veri merkezini soğutmak için su gerekiyor. Enerji üretmek için su gerekiyor. Tarımı sürdürmek için su gerekiyor. Kısacası geleceğin dijital ekonomisinin arkasında hâlâ çok eski bir kahraman duruyor.

Ursula K. Le Guin bir metninde insanın doğadan ayrı olmadığını, onun içinde yaşayan bir hikâye olduğunu söyler. Belki de suya ilişkin en büyük yanılgımız, onu bir "girdi" olarak görmemiz. Oysa su bir stok değil; bir döngü. Bir mülk değil; bir ilişki.

Bu nedenle önümüzdeki yıllarda asıl mesele yalnızca daha fazla su bulmak olmayacak. Suyu daha akıllı yönetmek, yeniden kullanmak, kayıpları azaltmak ve enerjiyle olan ilişkisini yeniden tasarlamak gerekecek. Derin teknoloji girişimleri, akıllı şebekeler, sensörler ve yapay zekâ destekli yönetim sistemleri bu dönüşümün önemli araçları olacak.

Ancak mesele teknolojiyle bitmiyor. Çünkü suyun geleceği aynı zamanda birlikte yaşama kapasitemizin de bir testi. Şehirlerle kırsalın, enerjiyle tarımın, bugünkü ihtiyaçlarla gelecek nesillerin çıkarlarını aynı denklemde buluşturabilmek zorundayız.

Belki de Bruce Lee'nin sözüne bugün yeni bir anlam yüklemek gerekiyor: Su gibi olmak yalnızca uyum sağlamak değildir. Su gibi olmak; hayatın birbirine bağlı olduğunu hatırlamaktır. Çünkü yeni yüzyılda enerjiyi, gıdayı, ekonomiyi ve teknolojiyi konuşurken aslında hep aynı şeyi konuşuyor olacağız: Suyu.

Ahu Parlar
İletişim Danışmanı

GİRİŞİMLERİMİZDEN

Salty Enerji, sulu elektrolit tabanlı sodyum-iyon batarya teknolojisiyle enerji depolama sektörüne yerli ve güvenli bir alternatif sunuyor. Kurşun-asit ve yanıcı elektrolit kullanan geleneksel sistemlerin yarattığı güvenlik riskleri, çevresel etkiler ve dışa bağımlılığa karşı geliştirilen patentli teknoloji; güvenlik, sürdürülebilirlik ve performansı tek platformda birleştiriyor.



Türkiye'nin önde gelen elektrik dağıtım şirketlerinden biriyle yürütülen saha uygulamasında 1,5 kWh ve 5 kWh kapasiteli sistemler gerçek koşullarda kullanıma girdi. Elde edilen sonuçlar, kurşun-asit bataryalara kıyasla performans, kullanım ömrü ve operasyonel verimlilik açısından belirgin avantajları doğruluyor.

Önümüzdeki Dönem



Salty Enerji, şimdi bir sonraki büyük adıma hazırlanıyor: Yıllık 50 MWh üretim kapasiteli fabrika yatırımı için stratejik yatırımcılarla görüşmeler sürüyor. Enerji depolamanın yerli ve sürdürülebilir çözümünü küresel ölçeğe taşımak öncelikli hedef.



**Yatırımın ötesinde geleceği
anlamlandırmak için...**



www.trangels.com



trangels

TRANGELS'