

YAPAY ZEKÂ EYLEM PLANINI MÜHENDİS GÖZÜYLE OKUMAK

Tayfun İşbilen

EMO Bilgi ve İletişim Teknolojileri Komisyon Başkanı
tayfunisbilen@gmail.com

Türkiye Yapay Zekâ Eylem Planı (2026–2030), 2030’a kadar en az 1 GW yapay zekâ ve veri merkezi kurulu gücüne ulaşmayı hedefliyor. Bir mühendis olarak bu hedefi okuduğumda, işlemcilerin yanında onları besleyecek şebekeyi, soğutacak sistemi ve çalışır tutacak insanları da düşünüyorum. Çünkü hesaplama kapasitesi büyüdükçe elektrik, su, altyapı ve nitelikli emek ihtiyacı birlikte büyüyor. Bu ihtiyacın kimin tarafından, kimin kaynağıyla ve kimin yararına karşılanacağı ise teknik değil, siyasi bir tercihtir.

Önce rakamın karşılığını doğru koyalım. Şebekeden sürekli 1 GW güç çeken bir tesis grubu, bir yılda 8,76 TWh elektrik tüketir. Türkiye’nin 2025 elektrik üretimi 362,9 TWh olduğuna göre, bu tüketim o yılki üretimin yaklaşık yüzde 2,4’üne karşılık gelir. Bu bir ölçek karşılaştırmasıdır; 2030 için yapılmış tüketim tahmini değildir. Gerçek tüketim, kapasitenin ne kadar kullanıldığına ve kurulu gücün nasıl tanımlandığına bağlıdır. Hedef bilişim ekipmanlarının gücünü ifade ediyorsa, soğutma ve diğer yardımcı sistemlerin tüketimi ayrıca hesaba katılmalıdır. Üstelik plandaki 1 GW, bütünüyle yeni eklenecek bir yük olarak tanımlanmıyor.

Bu ayrımlar hesaplamayı biraz uzatıyor ama tartışmayı sağlam bir zemine oturtuyor. Veri merkezlerinin hangi şebeke noktalarına bağlanacağı, suyu nereden sağlayacağı ve yatırım maliyetlerinin nasıl paylaşılacağı ancak böyle değerlendirilebilir.

Planın ölçülebilir hedefler koymasını, veriyi ve hesaplama gücünü ortak altyapı olarak ele almasını değerli buluyorum. EMO olarak bu hedeflerin mühendislik karşılığına ve toplumsal sonuçlarına daha yakından bakmak gerekiyor. Çünkü planın omurgasını, “özel sektör ağırlıklı en az 10 milyar dolarlık yatırımın harekete geçirilmesi” hedefi ve uluslararası yatırımcıya açılan “tek pencere” oluşturuyor. Bu tercih, ortak altyapı olarak tanımlanan hesaplama gücünün mülkiyetinin ve denetiminin büyük ölçüde özel sermayede, giderek de birkaç uluslararası bulut tekelinde toplanması riskini ta-

şıyor. Elektrik, su, arazi ve teşvik biçiminde kamudan aktarılabilecek kaynağın karşılığında kamunun ne kazanacağı, bu planın temel sorularından biridir.

Yeni Hedeflerle Birlikte Geçmişin Hesabı Da Verilmeli

2021–2025 Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi de iddialı hedefler içeriyordu: yapay zekâ alanının gayrisafi yurt içi hasılaya katkısının yüzde 5’e ulaşması, alandaki istihdamın 50 bin kişiye, merkezî ve yerel kamu kurumlarındaki istihdamın bin kişiye, lisansüstü mezun sayısının 10 bine çıkması ve Türkiye’nin uluslararası yapay zekâ endekslerinde ilk 20 ülke arasına girmesi bunlar arasındaydı.

Yeni dönemi değerlendirirken bu hedeflerle gerçekleştirmeleri aynı tabloda görmek isterim. Hangi hedefe ulaşıldı, hangisinde geride kalındı, kullanılan göstergeler neyi ölçtü? Bu bilançoyu çıkarma sorumluluğu kamuya aittir; özel sektörün başarı hikâyeleriyle doldurulmuş bir sunum, hesap vermenin yerini tutmaz. Böyle bir bilanço, yeni planın başlangıç değerlerini de açıklığa kavuşturur. Ölçülemeyen hedefin hesabı sorulamaz; gerçekleşmesi açıklanmayan hedefin ne öğrettiği de anlaşılamaz.

Kurumsal devamlılık bu nedenle önemli. Dijital Dönüşüm Ofisi, 28 Mart 2025’te yayımlanan 183 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi ile kapatıldı; kamunun dijital dönüşümü ve yapay zekâ uygulamalarına ilişkin görevler Siber Güvenlik Başkanlığının görev alanına eklendi. Kurum değişebilir, sorumluluk ve birikim devam etmelidir. Önceki dönemin verileri, değerlendirmeleri ve projeleri yeni yapıya açık biçimde aktarılmalıdır. Sivil dijital dönüşümün ve yapay zekâ politikalarının bir güvenlik kurumunun görev alanına devredilmesi ayrıca tartışılmalıdır. Yurttaş odaklı bir dijitalleşme yerine güvenlikçi bir yaklaşımın öne çıkması riski dikkate alınmalıdır. Yapay zekâ yönetimi; sivil, denetime açık ve meslek odaları ile sendikaların da yer aldığı çok paydaşlı bir yapıda yürütülmelidir.

Hesaplama Gücüne Erişim ve Şeffaflık

Planın ortak hesaplama kapasitesi yaklaşımını destekliyorum. Üniversitelerin, kamu kurumlarının ve küçük işletmelerin her biri aynı altyapıyı ayrı ayrı kurmak zorunda kalırsa kaynaklar parçalanır, erişim eşitsizliği büyür. Ortak kapasite; açık tahsis kuralları, veri güvenliği ve kullanıcıların fikrî haklarıyla birlikte tasarlanmalıdır.

Burada göstergelerin tutarlılığı da önemli. Planın özetinde yıllık 10 milyon GPU-saat yer alırken, Eylem 6'da ilk faz için yıllık en az 2 milyon, 2028 sonuna kadar ise yıllık en az 20 milyon GPU-saat tahsis hedefleniyor. Bu rakamların hangi kapasiteyi ve kullanıcı grubunu ifade ettiği açıklanmalı. Farklı GPU'ların işlem gücü farklıdır. Bu nedenle GPU-saat hedeflerinin hangi performans ölçütüne göre hesaplanacağı açıklanmalıdır.

Planın Şeffaflık Portalı ve ilk 12 ayda bağımsız değerlendirme katkısıyla ilerleme raporu yayımlama taahhüdü bu açıdan önemli. İlan edilen bütçeyi, kullanılan kaynağı ve elde edilen sonucu birlikte izleyebilmeliyiz. Bir pilot uygulamanın başlatılmasıyla vatandaşın hizmete daha hızlı ulaşması arasındaki fark ancak sonuç göstergeleriyle görülebilir. Şeffaflık, teknik verilerin bağımsız değerlendirmeye açılmasıyla anlam kazanır. Şeffaflık yalnızca ilerleme raporu yayımlamakla da sınırlı kalmamalıdır. Teşvik alan her şirketin kullandığı kamu desteği, taahhüt ettiği istihdam ile enerji ve su tüketimi şirket bazında kamuya açıklanmalıdır. Ticari sır gerekçesiyle kapatılan bir teşvik, kamu denetiminden kaçırılmış bir kaynaktır.

Enerji Hedefinin Uygulama Koşulları

Plan; düşük karbonlu elektrik tedarikini, şebeke bağlantı kapasitesini ve atık ısı geri kazanımını ele alıyor. Mühendislik açısından ihtiyacımız, bunların hangi ölçütlerle, hangi takvimle ve kimin sorumluluğunda uygulanacağını netleşmesidir.

Düşük karbonlu elektrik tedariki. Sözleşmeler için öngörülen en az yüzde 60 düşük karbonlu elektrik şartı olumlu. Buradaki düşük karbonlu elektrik, yenilenebilir kaynakların yanında nükleer enerjiyi de içeriyor. Odamızın nükleer santrallere ilişkin yıllardır dile getirdiği itirazlar ve Akkuyu'daki yap-işlet modelinin 15 yıllık, 12,35 sent/kWh düzeyindeki alım garantisi hatırlandığında, "düşük karbonlu" etiketinin pahalı ve dışa bağımlı bir tedarik modelini veri merkezleri üzerinden meşrulaştırmak için kullanılmaması gerekir. Ancak kaynak sertifikası ile yeni temiz üretim kapasitesi aynı anlama gelmez. Sertifika, elektriğin çevresel niteliğinin kime atfedildiğini gösterir; tek başına

yeni bir santralin kurulmasını güvence altına almaz. Karbon muhasebesi ile enerji sisteminde yaratılan ilave etkiyi ayrı değerlendirmek gerekir.

Kamu desteği sağlanan büyük yatırımlarda yeni üretim kapasitesine katkı, üretim ve tüketimin zaman uyumu ve şebekenin fiziksel koşulları birlikte aranmalıdır. Saatlik eşleştirme, bu ilişkiyi daha görünür kılacak bir politika tercihi olabilir. Planın yıllık en az 10 TWh düşük karbonlu elektrik alım anlaşması hedefinin hangi tesisleri kapsadığı da açıklanmalıdır. Bu hacimden doğrudan veri merkezlerinin tüketimi veya karbon azaltımı sonucu çıkarılamaz. Daha önemlisi, düşük karbonlu üretim kapasitesinin kendisinin kamu eliyle kurulmasıdır. Sözleşmelere alım anlaşması zorunluluğu koymak, yeni yenilenebilir santrallerin de özel yatırımcıya bırakılması anlamına gelir. Veri merkezleri gibi öngörülebilir ve büyük bir yükü, EÜAŞ eliyle kurulacak kamu yenilenebilir santralleriyle eşleştirmek; şebeke planlaması, fiyat istikrarı ve kamu mülkiyeti açısından daha sağlıklı bir yoldur.

Verimliliğin ölçülmesi. Güç Kullanım Etkinliği, yani PUE, veri merkezinin toplam enerjisinin bilişim ekipmanlarının enerjisine oranıdır. Örneğin PUE'si 1,30 olan bir tesiste, bilişim ekipmanlarının kullandığı her 1 kWh için toplam 1,30 kWh harcanır. İyi bir PUE, modelin veya yazılımın verimli çalıştığını tek başına göstermez; soğutma ve elektrik altyapısının ek tüketimini gösterir.

Uluslararası Enerji Ajansının 2025 tarihli Energy and AI raporundaki küresel hesaplama, 2024 için 1,41 PUE değeri kullanıyor; baz senaryoda 2030 için 1,29 öngörüyor. Bu ikinci rakam bir projeksiyondur. Farklı tesis türleri, iklimler ve ölçüm yöntemleri dikkate alınmadan bütün veri merkezlerine uygulanacak bir sınır gibi okunmamalıdır.

Kamu teşviklerinde tasarım hedefiyle işletmede ölçülen değeri ayrı görmek gerekir. Ölçüm sınırı, yük oranı ve raporlama dönemi belli olmalı; verimlilik koşulları tesis türüne ve iklime göre tanımlanmalıdır. Hesaplama sistemlerinin değerlendirilmesine, yapılan iş başına enerji tüketimi de eklenmelidir.

Şebeke bağlantısı ve güç kalitesi. Büyük bir veri merkezi, bağlandığı bölgede önemli bir tüketicidir. Bağlantı etütleri; trafo ve iletim kapasitesini, yedek beslemeyi, kısa devre koşullarını, harmonikleri ve reaktif güç davranışını kapsamalıdır. Yapay zekâ iş yüklerinin değişkenliği de gerçek ölçümler ve tesisin kontrol kabiliyeti üzerinden incelenmelidir. Her tesis için aynı büyüklükte ani yük değişimi varsaymak doğru değildir.

Yeni hat, trafo merkezi ve şebeke güçlendirmesi gerektiğinde maliyet paylaşımı baştan açıklanmalıdır. Tesisin doğrudan bağlantı yatırımıyla genel

şebeke yatırımı aynı kalem değildir. Dağıtımın özelleştirildiği, iletimin ise TEİAŞ eliyle kamuda kaldığı bugünkü yapıda, veri merkezleri için yapılacak genel şebeke güçlendirmelerinin bedeli sistem kullanım tarifeleri yoluyla bütün abonelere yayılır. Bunun açık adı, özel sermaye yatırımının hane ve küçük işletme faturalarıyla sübvans edilmesidir. Büyük tüketicinin yol açtığı şebeke yatırımı o tüketici tarafından karşılanmalı; bağlantı anlaşmaları ve maliyet paylaşımı kamuya açık olmalıdır. Kamu kaynağı kullanılıyorsa gerekçesi ve beklenen toplumsal faydası görünür olmalıdır.

Esneklik de değerlendirmeye katılmalı. Zaman sınırı daha geniş olan bazı eğitim işleri, hizmet koşulları elverdiğinde başka saatlere kaydırılabilir. Ancak gecikmeye duyarlı hizmetlerle uzun süreli model eğitimi aynı işletme kuralıyla yönetilemez. İş yükünü kaydırmanın puantı veya emisyonu azaltıp azaltmadığı şebeke verileriyle ölçülmelidir.

Su ve Atık Isı: Yer Seçiminin Parçası

Su kullanımını yalnızca tesis içindeki verimlilik oranıyla değerlendirmek yetersiz kalır. Su Kullanım Etkinliği, yani WUE, tesisin yıllık su kullanımını bilişim ekipmanlarının enerji tüketimine oranlar; litre/kWh ile ifade edilir. Oranın yanında toplam su miktarını, kullanılan suyun kaynağını ve havzanın durumunu da bilmeliyiz. Aynı su kullanımı, su kaynakları rahat bir bölgeyle kuraklık yaşayan bir havzada aynı etkiyi yaratmaz.

Bu nedenle veri merkezi yer seçiminde su stresi açık bir ölçüt olmalı. İçme suyu dışındaki kaynaklar ve uygun kalitede geri kazanılmış su değerlendirilmeli; kurak dönem işletme planı yatırımın başında hazırlanmalıdır. Su bir kamu malıdır: havza ölçeğinde tahsis önceliği içme suyu ve tarımsal üretimde olmalı, veri merkezi tahsisleri bu önceliklerin ardından gelmelidir. Yer seçimi ve planda sözü edilen yapay zekâ büyüme bölgeleri, yatırımcının tercihi değil, havza yönetim planlarına dayalı kamusal bir planlamaya bırakılmalıdır. Tesise çekilen su ile buharlaşma gibi yollarla tüketilen su ayrı raporlanmalıdır.

Doğrudan sıvı soğutma gibi teknolojiler daha düşük PUE için gereklidir; ancak teknolojinin adı tek başına yeterli güvence değildir. Kapalı devre sıvı soğutma kullanılan bir tesiste, ısının dışarı atıldığı sistem yine buharlaşmalı olabilir. Su ve enerji dengesi, sunucuya kadar uzanan soğutma devresiyle dış ortama ısı

aktarımını birlikte kapsamalıdır. Suyu azaltırken elektriği artıran bir çözümün toplam etkisi de hesaba katılmalıdır.

Atık ısı için önerim, uygun büyüklükteki tesislerde yatırım öncesi fizibilite yapılması. Yakındaki bir ısı tüketicisine, uygun mesafeye ve sıcaklık düzeyine ihtiyaç var. Isı pompası ve iletim hattı yatırımları gerekebilir. Bu nedenle atık ısı geri kazanımını maliyetsiz bir araç gibi sunamayız. Uygun yerde tasarlandığında, teşviklerle desteklenebilecek bir kaynak verimliliği uygulamasıdır.

Donanımın yaşam döngüsü de yatırım planına eklenmeli. Hızlandırıcılar, sunucular, güç kaynakları ve aküler aynı sürede yenilenmez. Tek bir yenileme süresinden hareketle atık miktarı hesaplamak yanıltıcı olur. Bakım, onarım, yeniden kullanım, güvenli veri silme ve geri kazanım sorumlulukları baştan tanımlanmalıdır. Bu alan, yerli teknik kapasite ve nitelikli istihdam açısından da değerlidir. Buna karşılık hızlandırıcı ve sunucu tedarikinde birkaç küresel tekele olan bağımlılık, planın “teknolojik bağımsızlık” söyleminin en zayıf halkasıdır; yerli kapasite, bakım ve yeniden kullanım koşullarına bağlanmayan teşvikler bu bağımlılığı derinleştirebilir.

Yerel Yönetimler ve Verinin Niteliği

Planın yerel yönetimlere özgü bir uygulama hattını açıkça tanımlamaması önemli bir eksiklik. Aynı bir uygulama ve finansman bileşeni gerektiğini düşünüyorum. Su ve kanalizasyon idareleri, toplu ulaşım işletmeleri ve afet birimleri, yapay zekânın somut kamu hizmetlerine dönüşebileceği alanlar.

Bu kurumların veri, insan kaynağı ve altyapı ihtiyaçları merkezî programların içinde açıkça yer almalı. Belediyeler bu dönüşümde, verisi ve denetimi hizmet sağlayıcıya bağımlı kapalı “akıllı şehir” paketleri yerine; verinin, modelin ve hizmet denetiminin kamuda kaldığı, belediyeler arasında paylaşılabilen çözümleri esas almalıdır. Aksi hâlde yurttaşın verisi ve hizmetin denetimi, her ihalede yeniden satın alınması gereken bir bağımlılığa dönüşür.

Su yönetimi bunun iyi bir örneği. SCADA, yani uzaktan izleme ve kontrol sistemi, sahadan sürekli veri toplar. Fakat veri akışının varlığı, verinin model geliştirmeye hazır olduğu anlamına gelmez. Sensör kalibrasyonu, zaman damgası, eksik ölçümler, varlık kayıtları ve erişim yetkileri birlikte ele alınmalıdır. Yanlış veya eksik



veriden üretilen tahmin, sahada yanlış bir işletme kararına dönüşebilir.

Bu yüzden dönüşüme veriyle başlamak gerektiğini savunuyorum. Veri kalitesi ve yönetişimi kurulurken yapay zekâ kullanım alanları da tasarlanmalı. Başarıyı model sayısı ile ölçmek yerine su kaybı, enerji tüketimi, arıza müdahale süresi ve hizmet sürekliliği üzerinden izlemeliyiz. Kurumlar arasında ortak veri standartları ve yeniden kullanılabilir çözümler geliştirmek, her kurumun aynı sorunu baştan çözmesini önler.

Yurttaşın İtirazı, Çalışanın Söz Hakkı

Yapay zekâ; kredi değerlendirmesinde, işe alımda veya sosyal yardım başvurusunda kullanıldığında insanların hayatını doğrudan etkileyebilir. Böyle sistemlerde kararın gerekçesi, hata ihtimali ve insan incelemesine başvuru yolu anlaşılır olmalıdır. Sosyal yardım, sağlık, eğitim ve kolluk gibi alanlarda yurttaşın hak ve özgürlüklerini doğrudan etkileyen kararlar tam otomatik sistemlere bırakılmamalı; kamusal alanda biyometrik kitlesel gözetim ve duyu tanıma gibi uygulamalar açıkça yasaklanmalıdır.

Burada mevcut hukuku doğru ifade etmek gerekiyor. 6698 sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu'nun 11/1-g maddesi, kişisel verilerin yalnızca otomatik sistemlerle analiz edilmesi sonucunda kişi aleyhine ortaya çıkan sonuca itiraz hakkı tanıyor. Bu nedenle "otomatik karara itiraz hakkı yok" diyemeyiz. Tartışmamız gereken, bu hakkın uygulamada nasıl kullanılacağı ve yapay zekâyı özgü değerlendirme, açıklama ve denetim kurallarının nasıl tamamlanacağıdır.

Eylem planı da kendi başına bir çerçeve kanun değildir. Mevcut veri koruma, tüketici ve sektör düzenlemeleriyle birlikte düşünülmelidir. Etki değerlendirmesi ve model kartı gibi araçların kim tarafından kontrol edileceği, ihlal durumunda hangi kurumun işlem yapacağı tanımlanmalıdır. Kamudaki sistemlerin amacı, sorumlu birimi, riskleri ve başvuru yolunu gösteren bir sicil de yurttaşın bilgiye erişimini kolaylaştırır. Kamu adına karar veren sistemlerin kaynak kodu, eğitim verisi ve değerlendirme sonuçları en azından denetim organlarına ve meslek odalarına açık olmalıdır. Kamu kararının "ticari sır" arkasına saklanması kabul edilemez.

Çalışanlar açısından eğitim gerekli, fakat yeterli değil. Plan, bir milyon çalışanın mesleki dönüşüm değerlendirmesinden geçirilmesini hedefliyor. Bu, bir milyon kişiye yeni iş sağlanacağı anlamına gelmiyor. Dönüşümün bedelinin yine çalışana ödetilmemesi için istihdam güvencesi, teknolojik gerekçeli işten çıkarmalara karşı koruma ve verim-

lilik artışının çalışma süresinin kısaltılması yoluyla paylaşımı planın parçası olmalıdır. Değerlendirme ve eğitim programları; ücret, iş güvencesi, iş yoğunluğu ve çalışan verilerinin korunmasıyla birlikte yürütülmelidir.

Performans puanlayan, görev dağıtan veya mola sürelerini belirleyen sistemlerde çalışanların ve sendikaların söz hakkı olmalıdır. Bu hak toplu iş sözleşmelerine yazılmalı, kamu kurumlarında ise çalışan katılımı zorunlu kılınmalıdır. Verimlilik artışının kazanımları çalışanlara da yansımalıdır. Bugün mühendislerin büyük çoğunluğu ücretli çalışandır; algoritmik yönetimin hedefi yalnızca üretim bandındaki işçi değil, kod yazan ve proje çizen mühendisin kendisidir. Mühendisler bu sistemleri tasarlarırken çalışma koşullarına etkisini değerlendirmeli; dönüşümün yükünün yalnızca çalışanın üzerine bırakılmasına karşı mesleki sorumluluk taşınmalıdır.

EMO'nun Katkısı

Bu başlıkların tümü, meslek odamızın teknik birikimiyle kamu yararı sorumluluğunu buluşturuyor. EMO; veri merkezlerinin enerji ve su performansını, şebeke etkisini ve kamu yatırımlarının sonuçlarını değerlendirebilir. Bu çalışma hukukçuların, akademisyenlerin, sendikaların ve diğer meslek kuruluşlarının katkısıyla güçlenir. Meslek odalarının kamu kurumu niteliği, bu izlemeyi gönüllü bir katkı olarak değil, planın karar süreçlerine katılım hakkı olarak tanımlamayı gerektirir. Plan; kamu, özel sektör, üniversite ve sivil toplum katkısıyla hazırlandığını söylüyor. Meslek odalarının bu süreçte hangi aşamada ve nasıl çağrıldığı da açıklanmalıdır.

Oda bünyesinde mevcut komisyonlarla ilişkili bir yapay zekâ ve enerji izleme çalışması başlatılabilir. Kamuya açık göstergeler üzerinden yıllık bağımsız değerlendirme hazırlanabilir; veri merkezleri için enerji, su ve güç kalitesi raporlamasını bir arada ele alan teknik bir kılavuz geliştirilebilir. Etik ve teknik değerlendirme süreçlerinde meslek odalarının düzenli katılımı da talep edilmelidir.

Benim için bu planın değeri, hedeflerinin sahada nasıl karşılık bulacağıyla ölçülecek. Daha fazla hesaplama kapasitesi kurarken enerjiyi ve suyu doğru yönetebiliyor muyuz? Kamu hizmetleri iyileşiyor mu? Çalışanlar dönüşümde söz sahibi mi? Kullanılan kamu kaynağının hesabını verebiliyor muyuz? Kurulan kapasite kime ait, üretilen değer kimde kalıyor?

Bir gigavatlık hedef, bu sorularla birlikte bir mühendislik programına dönüşür. Bizim sorumluluğumuz da bu programın uygulanmasına katkı vermek ve sonuçlarını kamu yararı açısından izlemektir.