

İKLİM GEÇİŞ PLANI



ENERJİSA ÜRETİM

İÇİNDEKİLER

1	RAPOR HAKKINDA
2	ÖZET
3	CEO'NUN MESAJI
4	GİRİŞ
8	TEMEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK MİSYONUMUZ
9	İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ YÖNETİŞİM
12	KÜRESEL VE BÖLGESEL BAĞLAM
14	TÜRKİYE'DE POLİTİK GÖRÜNÜM VE SEKTÖREL EVRİM
16	STRATEJİK ÇERÇEVE VE GEÇİŞİN KURUMSAL KONUMU
18	NET-SIFIR YOL HARİTASININ ODAK NOKTALARI
29	EMİSYON YOĞUNLUĞU AZALTIM EĞRİSİ
33	İKLİMLE İLİŞKİLİ RİSK VE FIRSAT DEĞERLENDİRMESİ
36	ADİL GEÇİŞ
37	SONUÇ
38	REFERANSLAR
39	EKLER

Bilgilendirme: Bu doküman, Enerjisa Üretim'in sürdürülebilirlik stratejisinin ayrılmaz bir parçası olarak belirlenen dekarbonizasyon yol haritasını sunmaktadır. Bu yolculuk ve ilgili projeksiyonlar, güncel bilimsel bilgi, piyasa dinamikleri ve politika görünümüne dayalı senaryo bazlı ihtimaller çerçevesinde kurgulanmış, kanıta dayalı modellemeler ve raporun hazırlık tarihindeki makul varsayımlar doğrultusunda oluşturulmuştur. Dokümanda ifade edilen hedeflerin gerçekleşmesi, Enerjisa Üretim'in doğrudan kontrolü dışında kalan çok sayıda dışsal ve sistemik faktöre bağlıdır. Bunlar arasında, teknolojik çözümlerin erişilebilirliği ve ölçeklenebilirliği, düzenleyici ve politik çerçevelerdeki gelişmeler ve gelişmelerin uygulanabilirliği ile enerji değer zinciri boyunca sektörler arası eşgüdüm yer almaktadır. Ayrıca, düşük karbonlu bir enerji sistemine geçiş süreci, arz güvenliğinin sağlanması ve genel enerji altyapısının dayanıklılığı ile işlerliğinin korunmasıyla eş zamanlı olarak yürütülmelidir. Enerji alanındaki hızlı dönüşüm ve beklenmedik gelişmelerin yaşanma olasılığı göz önüne alındığında, bu dokümanda yer verilen hedefler ve stratejiler, yeni gelişen koşullarla uyumun sürdürülmesi ve sistem istikrarının korunması amacıyla yeniden değerlendirmeye tabi tutulabilir. Bu dokümandaki bilgiler yalnızca yön gösterici nitelikte olup, herhangi bir yasal taahhüt, beyan veya sözleşmeye dayalı yükümlülük olarak yorumlanmamalı ya da bu şekilde değerlendirilmemelidir. Enerjisa Üretim, dış koşullardaki veya iç stratejik önceliklerdeki maddi değişimlere yanıt olarak burada belirtilen hedefleri, varsayımları ya da bunların alt bileşenlerini güncelleme, erteleme veya kaldırma hakkını açık biçimde saklı tutar. Bu dokümanda yer alan ileriye dönük beyanların tamamı bu bilgilendirme kapsamındadır. Bu doküman Mayıs 2025 tarihinde hazırlanmış olup, 2040 yılına kadar uzanan uzun vadeli iklim geçiş çalışmalarına rehberlik etmesi amacıyla geliştirilmiştir. Burada tanımlanan stratejik yol haritası uzun vadede geçerliliğini korumakla birlikte; kurulu güç, üretim projeksiyonları ve emisyon tahminleri gibi teknik ve nicel öngörüler, hazırlık tarihinde erişilebilen en güncel verilere dayalı olarak oluşturulmuş ve bir yıllık süre için geçerli kılınmıştır. Düzenleyici, teknolojik veya piyasa koşullarında meydana gelebilecek maddi değişimlere uyum sağlamak üzere doküman her yıl gözden geçirilecektir.

RAPOR HAKKINDA

Bu İklim Geçiş Planı, Enerjisa Üretim'in operasyonlarını, varlık portföyünü ve yatırım rotasını, uzun vadeli iklim hedefleri ve Türkiye'nin ulusal enerji dönüşüm gündemi ile uyumlu hale getirmeye yönelik stratejik çerçevesini ortaya koymaktadır. Rapor; sektörel analizler, politika ve mevzuat gelişmeleri ile geçiş senaryolarını bütüncül bir şekilde sentezleyerek, düşük karbonlu ve dirençli bir enerji sisteminin sağlanmasına yönelik dönüşen kurumsal yaklaşımı yansıtmaktadır.

Plan, Enerjisa Üretim'in 2040 yılı net sıfır hedefini içeren hızlandırılmış dekarbonizasyon yolculuğunu, yenilenebilir enerji kapasitesinin artırılmasını, hibrit ve depolama teknolojilerinin entegrasyonunu ve termik varlıkların düşük emisyonlu, esnek altyapıya uyumlu olarak dönüştürülmesini detaylı biçimde açıklamaktadır. Bu dönüşen varlıklar, şebeke istikrarına, sistemin elverişliliğine ve değişken yenilenebilir enerji kaynaklarının entegrasyonuna katkı sağlayan geçiş merkezleri olarak yeniden konumlandırılmaktadır.

Rapor ayrıca, adil geçiş ilkeleri, ekosistem ve biyoçeşitlilik yönetimi, dijital inovasyon ve değer zinciri katılımı gibi iklim stratejisinin yatay bileşenlerini de vurgulamaktadır. Bu entegre bakış açısı, Enerjisa Üretim'in iklim hedeflerini operasyonel dayanıklılık ve ulusal enerji öncelikleri ile dengelemeye yönelik taahhüdünü yansıtmaktadır. Ayrıca büyüme stratejisini ve sürdürülebilir iş modelini tanımlayarak, farklı iklim senaryoları ile

desteklenen kurumsal stratejik konumlanmanın dayanıklılığını, iklim değişikliği kaynaklı risk ve fırsatları ele almaktadır. TCFD'nin yapı taşları olan Yönetişim, Strateji, Risk Yönetimi, Metrikler ve Hedefler alanlarında kaydedilen ilerleme, Enerjisa Üretim'in iklim stratejisini kurumsal düzeyde geliştirme konusundaki kararlılığını göstermektedir.

Bu raporun farklılaşan önemli bir yönü, emisyon yoğunluğu azaltım yolculuğundaki belirsizliklerin olasılıksal yaklaşımla ele alınmasıdır. Belirli senaryolara veya sabit projeksiyonlara dayalı geleneksel yöntemlerin ötesine geçilerek, geçişe ilişkin değişkenlerin rastlantısal doğası dikkate alınmış; teknoloji yaygınlaşma hızı, düzenleyici çerçevedeki değişimler ve makroekonomik koşullardaki değişkenlik gibi faktörler belirsizlik analizine dâhil edilmiştir. Bu metodoloji, uzun yatırım döngüleri ve karşılıklı bağımlı altyapılarla karakterize edilen enerji sistemlerinde, değişken koşullar altında riskler dikkate alınarak elde edilen çıktıları daha gerçekçi biçimde anlamaya olanak sağlamaktadır.

Bu doküman, bilimsel gelişmeler, politika değişiklikleri ve teknolojik yenilikler doğrultusunda periyodik olarak güncellenecektir. Amaç; Enerjisa Üretim'in iklim stratejisi ve iklim değişikliği ile mücadeledeki katkılarını şeffaf, kanıta dayalı ve uyarlanabilir bir çerçevede paydaşlara sunmaktır.

ÖZET

Enerjisa Üretim İklim Geçiş Planı, Türkiye'nin ulusal hedefinden on yılı aşkın bir süre önce, 2040 yılına yönelik senaryo-temelli bir net sıfır yolculuğu ortaya koyan, bilimsel temelli ve kurumsal olarak içselleştirilmiş bir strateji sunmaktadır. Uluslararası standartlara, ulusal enerji politikalarına ve sektörel gerçekliğe dayanarak hazırlanan bu plan; yatırım planlaması, varlık yönetimi ve yönetim süreçlerine iklim eylemini entegre etmekte; sistem güvenilirliğini, piyasa bütünlüğünü ve toplumsal kapsayıcılığı gözeten olasılıksal ancak kanıta dayalı bir yaklaşımı benimsemektedir.

Plan, altı stratejik temele dayanmaktadır:

- 1 Net Sıfır Yolculuğunun Stratejik Ayırt Ediciliği
- 2 Karbon Fiyatlaması ve Regülasyonların Stratejik Tutarlılığı Güçlendirmesi
- 3 Enerji Sistemlerinde Bütünsel Dönüşüm Yaklaşımı
- 4 Enerjide Bağımsızlık için Yenilenebilir Odaklı Yaklaşım
- 5 Küresel Sürdürülebilirlik Mimarisine Entegrasyon ve Katılım
- 6 Adil Geçiş İlkeleriyle Uyumlu Enerji Dönüşümü

Bu stratejik temeller, dört odak alandan oluşan operasyonel çerçeveyi yönlendirmektedir:

- 1 Yenilenebilir Enerji Kapasitesinin Artırılması
- 2 Teknolojik İnovasyon ve Operasyonel Optimizasyon
- 3 Termik Tesislerin Dönüştürülmesi
- 4 Ekosistem Onarımı ve Doğa Temelli Çözümler

2040 yılı net sıfır hedefi sabit bir taahhüt olarak değil; piyasa, teknoloji ve politika koşullarındaki belirsizliklere göre şekillenen senaryolara dayalı bir öngörü olarak ele alınmaktadır. Bu belirsizlikleri modellemek amacıyla, yenilenebilir enerji kurulum hızı, batarya ve karbon yakalama teknolojilerinin ölçeklenebilirliği, termik üretimin rolü ve doğa temelli çözümlerin ölçülebilir etkisi gibi değişkenleri içeren Monte Carlo temelli bir analiz çerçevesi kullanılmaktadır. 2030-2035 yılları arasında yenilenebilir enerji yatırımları ve termik azaltımı ön plandayken, 2035-2045 yılları arasında varlık dönüşümü ve ileri teknolojiler belirleyici olacaktır.

Emisyon yoğunluğu, 2024'teki 463 gCO₂/kWh seviyesinden 2030'da 218 seviyesine ve 2040'a doğru sıfıra yakın bir düzeye indirilecek şekilde aşamalı olarak azaltılması öngörülmektedir. Bu seyir, IPCC'nin yüksek bir aşımın ardından, %50'nin üzerinde olasılıkla ısınmanın 1,5°C seviyesine geri döndürülmesini modelleyen C2 senaryosuyla uyumludur ve Türkiye'nin ulusal hedefleriyle birlikte küresel iklim istikrarı hedeflerine de uygunluk göstermektedir.

Planın uygulama kapasitesi, güçlü yönetim yapısıyla desteklenmektedir. Yönetim Kurulu gözetiminde, CEO'nun başkanlık ettiği Sürdürülebilirlik Yönetim Komitesi ve alt komiteler (İklim Değişikliği, Adil Geçiş) stratejik uyumu ve kurumsal hesap verebilirliği teminat altına almaktadır.

Enerjisa Üretim, bu plan doğrultusunda sorumlu enerji üreticisi rolünü pekiştirirken, Türkiye'nin enerji dönüşüm sürecine sistematik katkı sağlayan ve bu süreci küresel iklim hedefleriyle uyumlu şekilde yöneten bir uygulayıcı olarak konumunu güçlendirmektedir.



CEO'NUN MESAJI



Küresel enerji sektörü, iklim istikrarı ve enerji arz güvenliğinin eşzamanlı olarak sağlanmasını gerektiren kritik bir dönemden geçiyor. Enerjisa Üretim olarak, bu sorumluluğu yalnızca bir iş gerekliliği olarak değil; aynı zamanda öngörü, disiplin ve bilimsel titizlikle hareket edilmesini gerektiren toplumsal bir sorumluluk olarak benimsiyoruz.

İklim Geçiş Planımız, bu çok katmanlı zorluklar karşısında benimsediğimiz yaklaşımı ortaya koymakta; üretim portföyümüzün, yönetim sistemlerimizin ve değer zinciri faaliyetlerimizin dönüşümüne yönelik yön gösterici bir vizyon ve ölçülebilir bir çerçeve sunmaktadır. Almakta olduğumuz stratejik kararlar, altyapımızın iklim bilimi ile uyumlu biçimde evrilmesini sağlarken, aynı zamanda değişken politika, piyasa ve teknoloji koşullarına karşı dayanıklı kalmasını hedeflemektedir.

Net sıfır karbon olma hedefimizi 2040 olarak güncelleyerek; yenilenebilir enerjinin ölçeklenebilirliğine ve mevcut varlıklarımızın düşük emisyonlu, esnek sistemlere dönüştürülmesine duyduğumuz güveni açıkça ortaya koyduk. Bu varlıklar, hibrit yenilenebilir kapasite, batarya depolama sistemleri, hidrojen pilot tesisleri ve dijital optimizasyon araçlarına ev sahipliği yapan entegre geçiş platformları olarak yeniden yapılandırılacaktır. Bu dönüşüm, sembolik çıkışlardan ziyade sistem katkısını esas alan bir anlayışı temsil etmektedir.

2040 net sıfır hedefimiz, sabit bir tahminden ziyade stratejik bir yön belirleyicidir. Bu hedef, küresel karbonsuzlaşma yol haritalarıyla uyumlu hareket etme yönündeki kararlılığımızı yansıtmakta, aynı zamanda enerji teknolojilerinde, düzenleyici karar mekanizmalarında ve sistem yeterliliğinde yaşanabilecek değişimlere karşı esnekliğimizi ve dayanıklılığımızı korumamıza olanak tanımaktadır. Bu yaklaşımın, hesap verebilirlik ve stratejik kararlılık çerçevesinde güven inşa ettiğini; kısa vadeli rehavete değil, sürekli iyileşmeye zemin hazırladığını değerlendiriyoruz.

Yenilenebilir enerji portföyümüzü genişletmenin yanı sıra, doğa-pozitif ilkeleri ve döngüsel ekonomi yaklaşımlarını iş yapış şeklimize entegre ediyor; enerji depolama, hidrojen ve tarım-enerji entegrasyonu (agrivoltaik) gibi alanlarda inovasyonu destekliyoruz. Amacımız yalnızca kapasite artırımı değil; aynı zamanda düşük karbonlu ve geleceğe dayanıklı bir enerji sisteminin ön koşullarını şekillendirmektir.

Eşitlik ve sosyal dayanıklılık ilkelerini gözeterek hazırladığımız Adil Geçiş Planı ve yerel etkileşim stratejilerimiz, bu dönüşümün sosyoekonomik faydalarının kapsayıcı biçimde paylaşılmasını hedeflemektedir. Mesleki dönüşüm, kırsal kalkınma ve kurumsal diyalog, özellikle teknolojik dönüşümden etkilenen bölgelerdeki çabalarımızın merkezinde yer almaktadır.

Bu dönüşümün yalnızca içsel kabiliyetle mümkün olmadığına farkındayız. Başarı; politika yapıları, finansal ekosistemler ve teknolojik değer zincirleri arasında sağlanacak eşgüdüme bağlıdır. Bu nedenle, bu raporda yer alan tüm ileriye dönük beyanlar, temel geçiş kolaylaştırıcılarının hayata geçirilmesi ve güvenli, uygun maliyetli enerji arzının sürdürülebilirliği koşuluna bağlıdır. Bu belge durağan bir plan değil; yeni veriler, yeni teknolojiler ve yeni iş birlikleri doğrultusunda evrilecek yaşayan, uyarlanabilir bir çerçevedir.

Bundan sonraki adımlarımızda da, geleceği yalnızca beyanlarla değil; ölçülebilir ilerleme, sektörler arası uyum ve bilim temelli stratejiyle inşa etmeye devam edeceğiz. Türkiye'nin enerji dönüşümünü güvenilirlik, dayanıklılık ve hesap verebilirlik ilkeleriyle destekleme kararlılığımızı sürdürüyoruz.

İHSAN ERBİL BAYÇÖL

CEO

Sürdürülebilirlik Yönlendirme Komitesi Başkanı

GİRİŞ

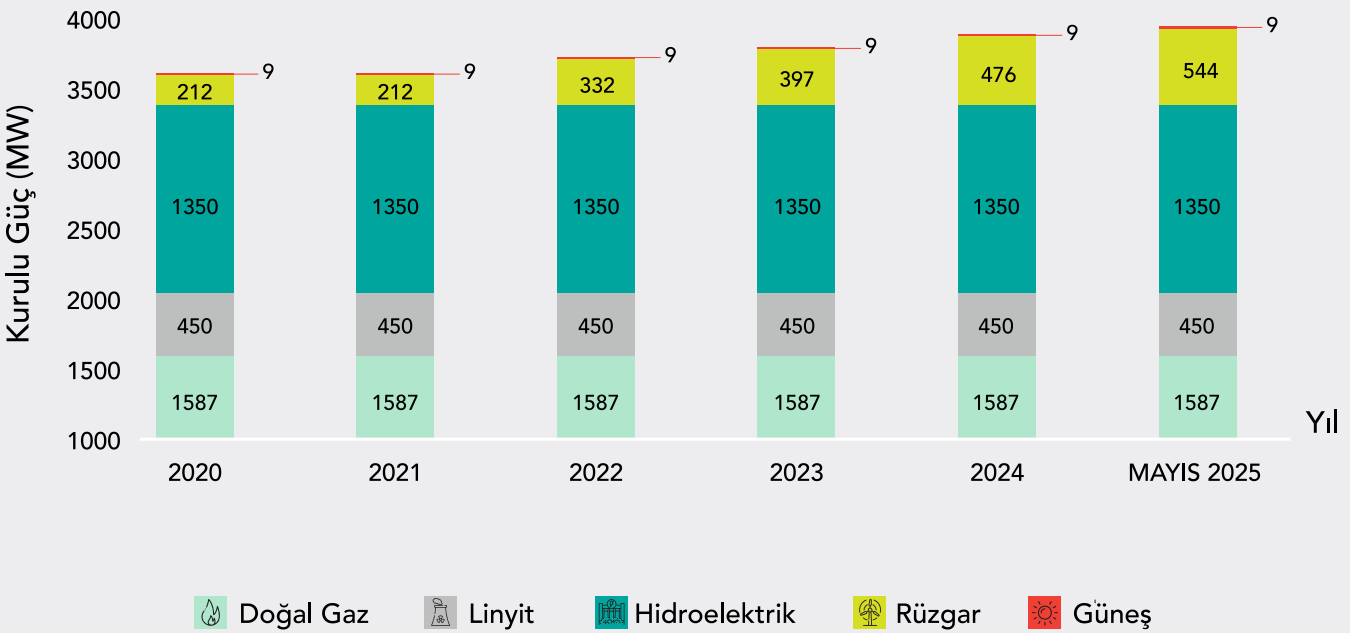
Enerjisa Üretim, Türkiye’de özel sektör elektrik üretiminde önemli bir rol üstlenmekte olup, 30 santralden oluşan ve toplamda 3.940 MW kurulu güce ulaşan elektrik üretim kapasitesiyle faaliyet göstermektedir (Şekil 1). Üretim portföyü; rüzgar, güneş, hidroelektrik, doğal gaz, linyit, hibrit sistemler ve enerji depolamaya hazır altyapıları içeren dengeli bir varlık yapısına sahiptir ve bu yapı, ulusal enerji karması ile yüksek düzeyde uyumluluk göstermektedir. Bu çeşitlilik, şebeke güvenirliliğini desteklerken, farklı sistem koşullarına karşı operasyonel esneklik sağlamaktadır. Portföyün sera gazı emisyon profiline ve diğer üreticilerle karşılaştırmalı analizine [Ekler](#) kısmında yer verilmiştir.

Geleceğe yönelik kapasite artış hedeflerimiz tamamen yenilenebilir enerji kaynaklarına odaklanmaktadır.

Türkiye’nin karbonsuzlaşma hedefleriyle uyumlu olarak, Enerjisa Üretim; rüzgar, güneş, hidro ve hibrit teknolojilere öncelik vermekte, mevcut termik varlıklarını ise kademeli olarak yeniden yapılandırarak istikrarlı ve kapsayıcı bir geçişe katkı sağlayacak biçimde dönüştürmektedir. Yenilenebilir enerji yarışmalarına katılım, hibrit uygulamaların geliştirilmesi ve sistem optimizasyonuna yönelik dijital araçların kullanımı, bu geçiş odaklı yaklaşımın temel dayanaklarını oluşturmaktadır.

Dönüşen portföy yapısı ve stratejik öncelikleri aracılığıyla, Enerjisa Üretim; sürdürülebilirliği, sistem dayanıklılığını ve düşük karbonlu büyümeyi entegre ve sorumlu bir şekilde destekleyerek Türkiye enerji sektörünün dönüşümüne katkı sunmaktadır.

Şekil 1: Enerjisa Üretim’in Yıl Bazlı Kurulu Güç Dağılımı



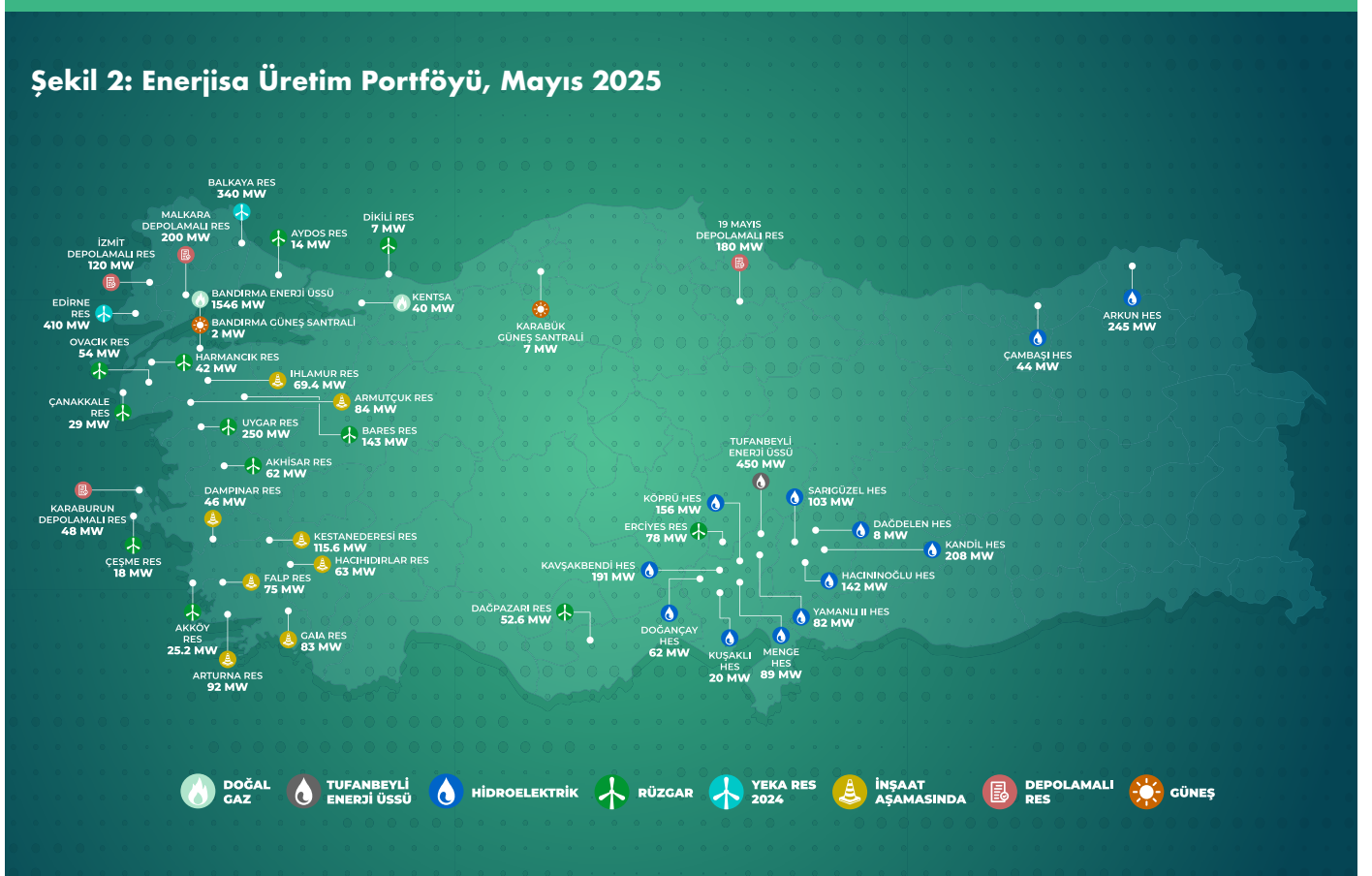


Balıkesir Rüzgar Enerji Santrali, Bakım Çalışmaları

Enerji sektörü, küresel karbonsuzlaşma çabalarının ön saflarında yer almakta olup, bugün alınan kararlar; enerji sistemlerinin yapısal bütünlüğünü, güvenilirliğini ve çevresel performansını onlarca yıl boyunca belirleyecektir. Bu bağlamda Enerjisa Üretim, üretim portföyünü, sermaye tahsisini ve operasyonel uygulamalarını

Türkiye'nin iklim hedefleri ve IEA (International Energy Agency)'nın 2050'ye Kadar Net Sıfır Emisyon Senaryosu (Net Zero Emissions by 2050 Scenario) gibi uluslararası kıstaslarla uyumlu hale getirmek amacıyla stratejik bir araç olarak İklim Geçiş Planı'nı geliştirmiştir.

Şekil 2: Enerjisa Üretim Portföyü, Mayıs 2025



Plan, 2040 yılına kadar Kapsam 1 ve Kapsam 2 sera gazı emisyonlarında net sıfır hedefimize ulaşma stratejimizi ortaya koymaktadır ve bu strateji, Türkiye'nin ulusal net-sıfır taahhüdünden on yıldan fazla süre önce tamamlanmayı öngörmektedir. Plan, bağımsız niyet beyanları sunmak yerine; nicel modelleme, çok disiplinli iştişare süreçleri ve uluslararası politika uyumuna dayalı, dinamik ve sistem odaklı bir yol haritası niteliğindedir.

Planın hazırlanma süreci çok katmanlı bir metodolojiyle yürütülmüştür:



Senaryo Tabanlı Risk ve Fırsat Analizi: Enerjisa Üretim, IPCC SSP-RCP eşleşmeleri, IEA'nın NZE ve STEPS ile NGFS politika senaryoları gibi referans çerçeveler kullanılarak hem $<2^{\circ}\text{C}$ hem de $>3,5-4^{\circ}\text{C}$ ısınma projeksiyonları altında kapsamlı değerlendirmeler gerçekleştirmiştir.



Varlık Seviyesinde Analiz: Mevcut tüm varlıklar; karbon yoğunluğu, modernizasyon potansiyeli, hibrit entegrasyon kapasitesi ve yenilenebilir kaynakların şebekeye entegrasyonuna ve esnekliğe katkı sağlayan sistemik rolleri bakımından analiz edilmiştir.



Paydaş Katılımlı Yönetişim: Senaryo önceliklendirmeleri; kurum içi çalışma grupları, birimler arası görev güçleri ve Sürdürülebilirlik Yönlendirme Komitesi tarafından şekillendirilirken; dış danışmanlar, sektör uzmanları ve yatırımcılarla yürütülen diyaloglar bağlamsal çerçevenin ve öncelikli konuların belirlenmesinde etkili olmuştur.



Politika Araçlarıyla Uyum: Stratejik değerlendirmeler; Türkiye Ulusal Enerji Planı, gelişmekte olan Emisyon Ticareti Sistemi (ETS) düzenlemeleri, AB Sınırda Karbon Düzenleme Mekanizması (CBAM) etkileri ve COP28 çıktıları gibi politika gelişmeleriyle uyumu ve uyulanabilirliği gözeterek yürütülmüştür.

Çalışmanın arka planını; Enerjisa Üretim'in emisyon envanteri, enerji piyasası projeksiyonları, düzenleyici analizler ve saha verileri oluşturmaktadır. Bu girdiler bilimsel temelli bir yaklaşımla harmanlanarak, geçişi destekleyen kaldıraçlar, kritik eşikler ve hedeflere ulaşmayı sağlayacak temel koşullar belirlenmiştir.

Geçiş stratejimiz dört temel odak alan üzerine inşa edilmiştir:

- 1 — **Yenilenebilir Enerji Kapasitesinin Artırılması** (Odak I: Yenilenebilir Enerji)
- 2 — **Teknolojik İnovasyon ve Operasyonel Optimizasyon** (Odak II: Teknoloji)
- 3 — **Termik Tesislerin Dönüştürülmesi** (Odak III: Dönüşüm)
- 4 — **Ekosistem Onarımı ve Doğa Temelli Çözümler** (Odak IV: Rejenerasyon)



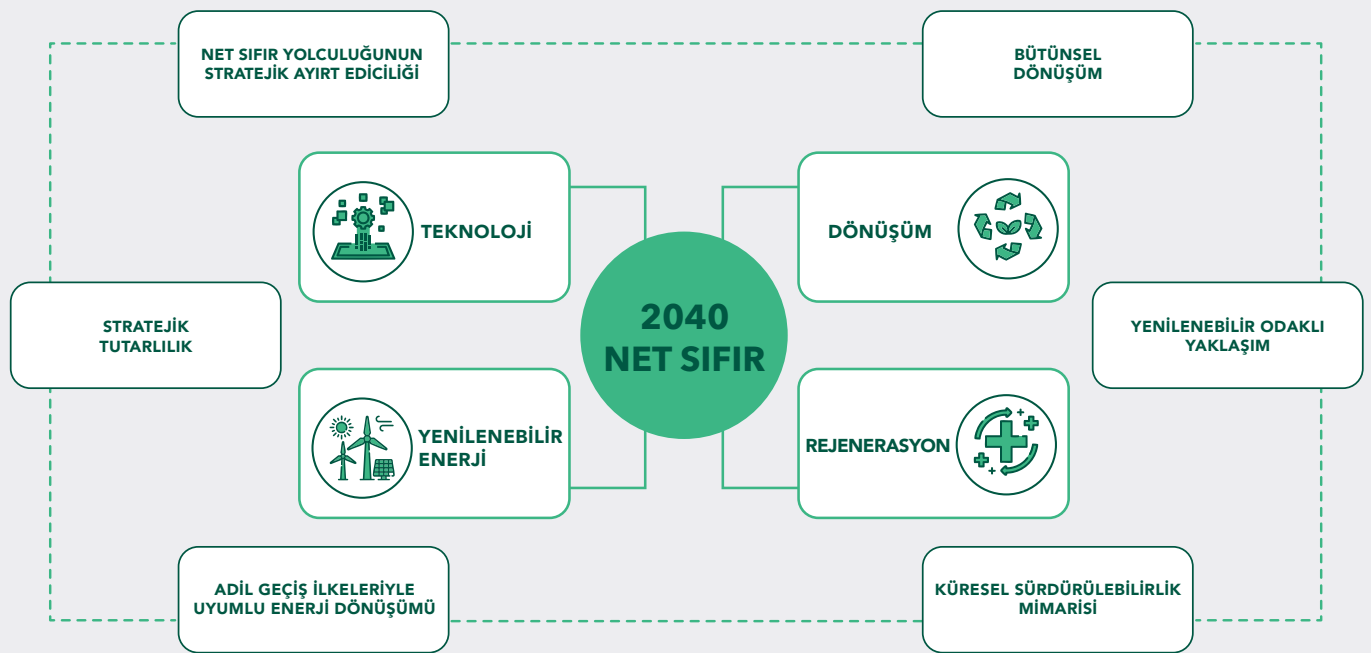
Enerjisa Üretim'in iklim geçişine yönelik dört temel odak alan, altı stratejik temel boyunca geliştirdiğimiz bütüncül stratejik kurgunun ve bilinçli konumlanmanın üzerine inşa edilmiştir. Bu temalar, uzun vadeli vizyonumuzun kavramsal temelini oluşturarak her bir yapı taşının tasarım ve uygulama çerçevesine yön vermektedir (Şekil 3). Bu yapı, atılan adımların yalnızca teknik açıdan sağlam ve ekonomik olarak uygulanabilir olmasını değil, aynı zamanda Türkiye'nin dönüşen enerji yapısıyla ve küresel iklim hedefleriyle stratejik uyum içinde ilerlemesini mümkün kılmaktadır.

- ① — Net Sıfır Yolculuğunun Stratejik Ayırt Ediciliği
- ② — Karbon Fiyatlaması ve Regülasyonların Stratejik Tutarlılığı Güçlendirmesi
- ③ — Enerji Sistemlerinde Bütünsel Dönüşüm Yaklaşımı
- ④ — Enerjide Bağımsızlık için Yenilenebilir Odaklı Yaklaşım
- ⑤ — Küresel Sürdürülebilirlik Mimarisine Entegrasyon ve Katılım
- ⑥ — Adil Geçiş İlkeleriyle Uyumlu Enerji Dönüşümü

Plan, uyarlanabilirliğini koruyacak şekilde tasarlanmıştır ve IFRS S2 standartları (ISSB 2023) doğrultusunda her yıl gözden geçirilerek beş yılda bir kapsamlı olarak güncellenecektir. 2040 net sıfır hedefi dâhil olmak üzere tüm ileriye dönük beyanlar; sistem kısıtlarındaki değişiklikler, jeopolitik gelişmeler, teknolojik uygulanabilirlik ve enerji arz güvenliğine ilişkin hususlar dikkate alınarak periyodik olarak yeniden değerlendirilecektir.

Bu doğrultuda İklim Geçiş Planı; uygulamaya yön veren, paydaş katılımını kolaylaştıran ve iklim dirençliliğini kurumsal düzeyde kalıcı hale getirmeyi amaçlayan şeffaf, kanıta dayalı ve dinamik şekilde yönetilen bir çerçeve işlevi görmektedir.

Şekil 3: Net Sıfır Hedefi Doğrultusunda Stratejik Temeller ve Odak Alanlar



TEMEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK MİSYONUMUZ

Enerjisa Üretim'in sürdürülebilirliğe ilişkin temel taahhüdü; temiz, güvenilir ve değer odaklı enerji üretiminin sağlanmasıdır. Bu hedef, çevresel sorumluluk, sistem

güvenilirliği ve sosyoekonomik değer yaratımını eşzamanlı olarak ileri taşıyan çok boyutlu bir operasyonel ve yatırım stratejisini gerektirmektedir.

Şekil 4: Enerjisa Üretim'in Sürdürülebilirlik Odak Alanları



Çevresel performansa yönelik taahhüdümüz, yaşam döngüsü emisyonlarını ve ekolojik etkileri asgari düzeyde tutan teknolojilere öncelik vererek yenilenebilir enerji varlıklarının sürekli genişletilmesine dayanmaktadır. Yatırımlarımız, hem ulusal karbonsuzlaşma hedefleri hem de uluslararası iklim uyum çerçeveleri doğrultusunda şekillendirilmektedir. Bu yaklaşım kadar önemli bir diğer unsur da operasyonel felsefemizdir: Tüm varlıklarımızda çevresel uyumun azami şekilde sağlanmasını ve düzeltici ve önleyici protokollerin kesintisiz uygulanmasını esas alıyor; izleme, azaltım ve uyarlanabilir yönetim alanlarında en yüksek standartları hedefliyoruz.

Güvenilirlik ise temel önceliklerimizden biridir ve fiziksel, operasyonel ve iklim kaynaklı kesintilere karşı güçlü bir sistem dayanıklılığı gerektirir. Bu kapsamda yüksek erişilebilirliğe sahip varlık yapılandırmaları, kestirimci bakım uygulamaları ve uyarlanabilir kapasite planlamasına odaklanarak, artan talep ve arz tarafındaki dalgalanmalara rağmen kesintisiz enerji arzını güvence altına alıyoruz.

Üçüncü taahhüdümüz olan değer odaklı enerji yaklaşımı, ekonomik olarak erişilebilir arzın sağlanmasını, toplumun tüm kesimlerine kapsayıcı erişim sunulmasını ve yaygın

toplumsal fayda yaratılmasına odaklanmaktadır. Enerji altyapısının genişletilmesi ve işletilmesi yoluyla istihdam olanaklarını artırıyor, yerel ekonomileri canlandırıyor ve bölgesel kalkınmaya katkı sağlıyoruz. Gerçekleştirilen dönüşüm adımları, aynı zamanda ulusal enerji bağımsızlığına katkıda bulunmakta ve ithal enerji kaynaklarına bağımlılığı azaltarak yapısal cari açığın hafifletilmesine destek olmaktadır. Böylece hem toplumsal hem de makroekonomik düzeyde uzun vadeli değer yaratılmaktadır.

Temiz, güvenilir ve değer odaklı enerji hedeflerine aynı anda ilerlemenin zaman zaman bu hedefler arasında denge gerektirebileceğinin farkındayız. Bu durumu, üstlendiğimiz sorumluluğun temel bir bileşeni olarak görüyoruz ve bu zorluğun, yenilikçiliğin zorunlu hale geldiği alanı tanımladığını biliyoruz. Karmaşık kesişim alanlarında sağlanan ilerlemeler, çoğu zaman en yüksek etkiyi yaratır. Yeni teknolojiler, esnek operasyonel yapılar ve entegre planlama çerçeveleri ise bu ilerlemeleri mümkün kılar. Bu, kaçınılmazı gereken bir ikilem değil; aksine aktif olarak yer alınması gereken bir alan olup, bütüncül performansa olan bağlılığımızın hem sınıandığı hem de güçlendiği zemindir.

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ YÖNETİŞİMİ

Enerjisa Üretim, sürdürülebilirlik ve iklim temelli yaklaşımları stratejik, operasyonel ve yatırım kararlarına entegre etmek üzere yapılandırılmış ve bütünleşik bir yönetim sistemine sahiptir. Bu yönetim sistemi; bilim temelli iklim eylemini, kurumsal hesap verebilirliği ve uyarlanabilir risk yönetimini kurum genelinde güvence altına alacak şekilde tasarlanmıştır. Yapı, karar alma mekanizmalarının en üst seviyesine kadar taşınarak, iklim ve sürdürülebilirlik önceliklerinin kurumsal denetim süreçlerine sistematik biçimde entegre edilmesini sağlamaktadır.

Yönetim Kurulu'nun sorumlulukları; stratejik yönlendirme, düzenleyici uyum, finansal denetim ve inovasyon liderliğini kapsamaktadır. Bu görevler arasında; iklimle ilgili teşviklerin onaylanması, senaryo analizlerinin gözetimi, değer zinciri boyunca iklim risk ve fırsatlarının değerlendirilmesi ile raporlama ve politika uyumunun sağlanması yer almaktadır. İklim değişikliği, Yönetim Kurulu toplantılarının daimi gündem maddesidir; böylece tüm stratejik ve operasyonel karar alma süreçlerine iklim bakış açısı entegre edilmektedir.

Geçiş planına ilişkin ilerleme, CEO güncellemeleri ve Sürdürülebilirlik Yönlendirme Komitesi tarafından **Yönetim Kurulu**'na düzenli olarak iletilmekte; birimler arası çalışma gruplarından gelen girdiler ise Yönetim Kurulu'na sunulmadan önce Sürdürülebilirlik Yönlendirme Komitesi tarafından değerlendirmeye tabi tutulmaktadır.

CEO başkanlığında üçer aylık periyotlarla toplanan **Sürdürülebilirlik Yönlendirme Komitesi**, kurumun iklim ve

sürdürülebilirlik gündeminde stratejik yön belirlemektedir. Departmanlar arası üst düzey uyumu sağlamakta, kurumsal öncelikleri belirlemekte ve yönetim düzeyinde performans izleme süreçlerini yürütmektedir.

İklim değişikliğiyle bağlantılı temel performans göstergeleri, üst yönetim teşvik yapısına entegre edilmiştir; CEO'nun yıllık performans göstergelerinin %20'si iklim ve sürdürülebilirlik alanındaki performansa dayanmaktadır.

Operasyonel düzeyde, **Sürdürülebilirlik Yönetim Komitesi**; aynı zamanda CEO'ya doğrudan raporlayan Sürdürülebilirlikten Sorumlu İcra Görevlisi (Chief Sustainability Officer –CSO) görevini de yürüten Varlık Yönetimi ve Sürdürülebilirlik Direktörü liderliğinde faaliyet göstermektedir. Bu komite, Yönlendirme Komitesi'nin stratejik yönlendirmelerini uygulanabilir aksiyonlara dönüştürmekten, teknik süreçlerin gözetiminden ve sürdürülebilirlik girişimlerinin günlük yürütülmesinden sorumludur.

Sürdürülebilirlik Yönetim Komitesi altında, sürdürülebilirlik stratejisinin kritik bileşenlerine odaklanan iki uzman alt komite faaliyet göstermektedir: *İklim Değişikliği Alt Komitesi* ve *Adil Geçiş Alt Komitesi*. Bu yapılar, stratejik hedeflerin uygulama çerçevelerine dönüştürülmesini sağlayan operasyonel temeli oluşturarak, veriye dayalı ve bilinçli karar alma süreçlerine zemin hazırlamaktadır.



İklim Değişikliği Alt Komitesi, iklim geçiş yol haritasının hayata geçirilmesinden sorumludur. Bu görev kapsamında; emisyon azaltım ve yenilenebilir enerji büyüme hedeflerine yönelik ilerlemenin izlenmesi, iklim risklerinin değerlendirilmesi, senaryo analizlerinin yönlendirilmesi ve düzenleyici standartlar ile bilim temelli taahhütlere uyumun sağlanması yer almaktadır. Komite ayrıca karbon yoğunluğuna ilişkin performans göstergelerini izlemekte, düşük karbon teknolojilerinin entegrasyonuna destek olmakta ve yatırımlar ile operasyonel karar alma süreçlerine iklim önceliklerinin entegre edilmesini güvence altına almaktadır.

Adil Geçiş Alt Komitesi ise iklim geçiş planının sosyal boyutlarının yönetiminden sorumludur. Bu komite; iş gücü dönüşümü, bölgesel sosyoekonomik kalkınma, paydaş katılımı ve risk azaltım stratejilerine ilişkin yönetişim ve rehberlik sağlamakta; termik varlıkların kademeli olarak devreden çıkarılması sürecinde adil, katılımcı ve ulusal politika öncelikleriyle uyumlu bir geçişin gerçekleştirilmesini güvence altına almaktadır.

Şekil 5: Enerjisa Üretim’de İklim Değişikliği Yönetişimi



İklim Geçişinde Çok Paydaşlı Yönetişim Ağları

Mevcut politika ortamında, iklim risklerinin içselleştirilmesine yönelik kapsamlı çerçeveler henüz olgunlaşma aşamasındayken, özel sektör liderliği karbonsuzlaşma sürecinin yönünü belirlemede kritik bir rol üstlenmektedir. Enerjisa Üretim, bu sorumluluğu benimseyerek Türkiye’de ve uluslararası ölçekte geniş bir paydaş ağı ile iş birliği yapmakta; uygulanabilir çözümler, uyarlanabilir yönetim modelleri ve dayanıklı yatırım yolları geliştirmeye ortaklık etmektedir.

Türkiye içinde, başlıca paydaşlarımız arasında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) ve Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı yer almakta olup; bu kurumlarla ulusal enerji dönüşüm hedefleriyle uyumu sağlamak, veri temelli analizler ve pilot uygulamalarla politika gelişimine katkı sunmak üzere etkileşim içerisinde faaliyetlerimizi sürdürmekteyiz. Bölgesel ve yerel düzeyde ise yerel yönetimler, sivil toplum kuruluşları ve akademik kurumlarla birlikte çalışarak, adil geçiş planlamasını desteklemekte ve termik varlıkların yeniden konumlandırılmasından etkilenen alanlarda sosyoekonomik dirençlilik inşa etmeye katkı sağlamaktayız.

Uluslararası düzeyde; ABD Uluslararası Kalkınma Finansmanı Kuruluşu (DFC), Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası (EBRD) ve Karbon Saydamlık Projesi (CDP) ve Birleşmiş Milletler Küresel İlkeler Sözleşmesi (UN Global Compact) gibi çok taraflı finans kuruluşları, kalkınma bankaları, araştırma konsorsiyumları ve kurumsal sürdürülebilirlik platformlarıyla iş birliği yaparak, küresel en iyi uygulamaları iklim stratejimize entegre ediyor ve küresel iklim finansmanı ile sürdürülebilirlik raporlama

ekosistemlerindeki güvenilirliğimizi artırıyoruz. Bu iş birlikleri aynı zamanda iklim senaryo modellemesi, doğa temelli çözümler ve adil enerji sistemlerinin tasarımı gibi gelişmekte olan bilgi alanlarına erişimimizi güçlendirmektedir.

EPDK tarafından verilen üretim lisansı, bir enerji santralinin kapasitesi, yeri, yakıt türü ve faaliyet süresi gibi unsurları içeren yasal sınırları tanımlar. Lisans sahibi kuruluşlar, ekonomik veya teknik gerekçelerle işletmeyi askıya alma ya da devreden çıkarma teklifinde bulunabilir; ancak bu kararlar tek taraflı olarak alınmaz. Lisanslı kapasitenin kısmen ya da tamamen devreden çıkarılması veya yeniden yapılandırılması için EPDK’ya ön bildirimde bulunulması zorunludur ve bu tür talepler sistem yeterliliği ve piyasa istikrarı açısından değerlendirmeye tabidir.

Devlet, özellikle Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (TEİAŞ) aracılığıyla, üretim varlıklarının sistem güvenilirliği açısından stratejik önemini değerlendirme yetkisini elinde bulundurmaktadır. Bu yetki, özellikle karbonsuzlaşma senaryolarında piyasa koşullarında rekabet gücünü yitirebilecek termik santraller açısından belirleyici hale gelir. Bu tür santraller, şebeke frekans dengesine fiziksel destek sağlama, regülasyon hizmeti sunma ve ani talep artışlarına yanıt verebilme yetenekleriyle, sistemin güvenilirliği açısından önemli işlevler üstlenmektedir. Bu durumlarda, devlet devreden çıkarma taleplerini geciktirebilir ya da belirli koşullara bağlayabilir; alternatif olarak ilgili varlığın kapasite mekanizması ya da yedek güç yapısına dâhil edilmesini önerebilir.



KÜRESEL VE BÖLGESEL BAĞLAM

Küresel ekonominin karbon nötr yapıya geçiş gerekliliği, 2050 yılı itibarıyla net sıfır sera gazı (GHG) emisyonunu öngören Paris Anlaşması'nda yer alan taahhütlere dayanmaktadır (BM, 2015). Küresel sıcaklık artışının sanayi öncesi seviyelere kıyasla "2°C'nin oldukça altında" sınırlandırılması ve mümkünse 1,5°C ile sınırlandırılması yönündeki ortak taahhüt, enerji sistemlerinin dönüşümüne ilişkin temel çerçeveyi oluşturmaktadır. Kaydedilen ilerlemelere rağmen, Ulusal Katkı Beyanları'nın mevcut gidişatı yetersiz kalmaktadır (IPCC, 2022). Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC), mevcut politika taahhütleri altında küresel sıcaklık artışının 2100 yılına kadar medyan düzeyde 2,1°C ile 3,4°C arasında gerçekleşeceğini öngörmekte; bu durum, azaltım çabalarının hızlandırılması gereğini açıkça ortaya koymaktadır.

IPCC (2022), mevcut politika sonuçları ile Ulusal Katkı Beyanları hedefleri ve uzun vadeli sıcaklık hedefleriyle uyumlu azaltım patikaları arasında önemli bir emisyon farkı olduğunu belirtmektedir. 2030 yılı itibarıyla, mevcut politikalarla koşulsuz ve koşullu Ulusal Katkı Beyanları arasındaki uygulama açığının 4–7 GtCO₂-e düzeyinde olduğu tahmin edilmektedir. Tüm Ulusal Katkı Beyanları eksiksiz bir şekilde hayata geçirilse dahi, 1,5°C ve 2°C patikalarıyla uyum açısından sırasıyla 19–26 GtCO₂-e ve 10–16 GtCO₂-e düzeyinde bir farkın devam edeceği öngörülmektedir. Mevcut Ulusal Katkı Beyanları, genel

itibarıyla sıcaklık artışını 2,5°C'nin altında tutmaya yönelik senaryolarla uyumludur; ancak daha iddialı hedefleri karşılamaktan uzaktır.

Elektrik sektörü, küresel karbonsuzlaşma sürecinin ana taşıyıcısı olarak görülmektedir. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) 1,5 derece uyumu için, elektrik üretiminde net sıfır emisyona ulaşılmasını 2040 yılı için öngörmektedir. Halihazırda küresel enerji yatırımlarının yaklaşık %75'i yenilenebilir kaynaklara yönelmektedir (IEA, 2023). Ancak 2050'ye kadar Net Sıfır Emisyon (NZE) senaryosuyla uyum sağlanabilmesi için, yenilenebilir enerji yatırımlarının yıllık bazda en az %20 oranında artırılması ve buna paralel olarak şebeke modernizasyonu ile enerji depolama altyapılarına yönelik yatırımların da büyütülmesi gerekmektedir.

Jeopolitik belirsizlikler ve politika belirsizlikleri, ulusal enerji stratejilerini giderek daha fazla şekillendirmektedir. 2022'deki Rusya-Ukrayna krizi, küresel ölçekte bir enerji güvenliği krizi yaratmış; özellikle Avrupa'da politika odağını kısa vadeli arz güvenliğine yönlendirmiştir. Bu doğrultuda açıklanan AB REPowerEU Planı, 2021'de %50'ye yaklaşan Rusya boru hattı gazı ithalatını 2023 itibarıyla %8'in altına düşürmüştür; aynı zamanda yenilenebilir kurulumları ve enerji verimliliği önlemlerini hızlandırmıştır (Avrupa Komisyonu, 2022). Ancak bu yeniden hizalanma süreci, bazı ülkelerde termik kapasiteye dönüş ve uzun

vadeli LNG sözleşmeleri ile birlikte yürümüş; bu durum, enerji güvenliği ile karbonsuzlaşma rotaları arasındaki gerilimi gözler önüne sermiştir.

Pek çok ülke iklim hedeflerini hızlandırmış olsa da, ABD’de son dönemdeki gelişmeler, federal politika önceliklerinde bir yön değişimine işaret etmektedir. Önceki dönemlerde temiz enerji yatırımları ve uluslararası iklim iş birliklerinde ivme kazanılmışken, mevcut yönetim döneminde iklim politikalarının geri alınması, yenilenebilir programlara yönelik finansmanın azaltılması ve daha iddialı karbonsuzlaşma hedefleri güden yerel aktörlerin yetkisinin sınırlandırılması gibi adımlar atılmıştır. Bu yaklaşım; yerli termik kaynak üretimini ve düzenlemelerin gevşetilmesini öne çıkaran enerji bağımsızlığı anlatısını yeniden canlandırmaktadır. Bu tür politik yön değişimleri; ulusal emisyon azaltım sürecini sektöre uğratma, küresel politika uyumunu zayıflatma ve özellikle ABD politikalarının uluslararası yatırım akışları ve teknoloji yayılımı üzerindeki etkileri nedeniyle sistemik geçişleri geciktirme riski taşımaktadır.

Küresel net sıfır senaryoları çerçevesinde, karbon giderimi uygulanmayan (unabated) kömür santrallerinin devreden çıkarılması temel bir gereklilik olarak kabul edilmektedir (IEA, 2021). Gelişmiş ekonomilerin bu tür kömür kullanımını 2030 yılına kadar tamamen ortadan kaldırması, gelişmekte olan ülkelerdeki alt kritik kömür altyapısının ise aynı dönemde devreden çıkarılması gerekmektedir. Ancak bugüne kadar yalnızca 21 ülke bu yönde taahhütte bulunmuş olup, bunlar küresel kömür üretiminin çok küçük bir kısmını temsil etmektedir. Hindistan ve Çin gibi yüksek büyüme hızına sahip ekonomilerde kömüre bağımlılığın sürmesi, özellikle son dönemde kömür talebinin yeniden artış göstermesi nedeniyle, iklim senaryolarıyla uyumlu hızlı çıkış ihtiyacını zora sokmaktadır. Çin, yalnızca 2023 yılında, küresel yeni kömür santrali kapasite artışlarının %66’sını devreye alarak kömür yatırımlarını eşi görülmemiş bir hızla artırmıştır. Bu yatırımların temel motivasyonu, sürekli baz yük üretimi yerine yedek kapasite sağlamak olarak sunulsa da, uzun ömürlü karbon yoğun altyapıların oluşma riski, Çin’in 2030 öncesinde emisyonları zirveye çıkarma ve 2060’ta karbon nötr olma hedefleriyle çelişmektedir. Bu santrallerin önemli bir bölümünün ya atıl kalacağı ya da düşük kapasite faktörüyle çalışacağı öngörülmekte olup, bu durum hem finansal riskleri artırmakta hem de küresel karbonsuzlaşma çabalarına zarar verme potansiyeli taşımaktadır.

Karbon fiyatlandırma mekanizmaları dünya genelinde yaygınlaşmış olup, günümüzde 74 ayrı fiyatlandırma aracı küresel sera gazı emisyonlarının yaklaşık %24’ünü kapsamak-

tadır (Dünya Bankası, 2023). Bu sistemler içinde, Avrupa Birliği Emisyon Ticaret Sistemi (AB ETS), en gelişmiş yapı olarak öne çıkmaktadır. 2023 yılında yapılan revizyonla ulaştırma ve binalar gibi sektörleri kapsayan ETS2 sistemi devreye alınmış; ayrıca enerji maliyetlerinde eşitsizlikleri azaltmaya yönelik Sosyal İklim Fonu oluşturulmuştur (Avrupa Komisyonu, 2023). Öte yandan, AB’nin Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması (CBAM), yerli ve ithal ürünler arasında karbon fiyatlamasında eşgüdüm sağlayarak, karbon kaçağını önleme amacı taşımaktadır.

Küresel temiz enerji yatırımları 2022 yılında 1,4 trilyon ABD dolarına ulaşmıştır. Yatırım hacminde Çin, AB ve ABD önde gelirken, IEA modellemeleri bu seviyenin yetersiz kaldığını ortaya koymaktadır. 2050 net sıfır hedefi doğrultusunda; yenilenebilir enerji yatırımlarının yıllık bazda %20, şebeke yatırımlarının %15 ve nükleer yatırımların %15’ten fazla artırılması gerekmektedir. Aynı zamanda, küresel elektrik talebinin üç katına çıkması beklenmektedir; bu artışın itici gücünü ulaşım, ısıtma ve sanayide hidrojen kullanımının elektrifikasyonu oluşturacaktır.

Elektrik sistemi operatörleri, karbonsuzlaşma, güvenilirlik ve ekonomik erişilebilirlik arasında denge kurma açısından artan bir karmaşıklıkla karşı karşıyadır. Özellikle rüzgâr ve güneş gibi yenilenebilir kaynakların entegrasyonu; şebeke esnekliği, enerji depolama çözümleri ve dijital altyapılar için önemli yatırım gereksinimleri doğurmaktadır. IEA, iletim ve dağıtım altyapısı yatırımlarının 2030 yılına kadar yıllık 600 milyar ABD doları seviyesine ulaşması gerektiğini belirtmektedir. Bununla birlikte, adil bir geçişin sağlanması temel önceliklerden biridir. Enerji sistemlerindeki yapısal dönüşümler; enerjiye erişimin korunmasını ve kırılgan grupların bu süreçte ekonomik olarak desteklenmesini güvence altına almalıdır.

Rusya’nın Ukrayna’yı işgalinin ardından yaşanan jeopolitik kırılmalar, enerji güvenliği konusunu politika gündeminde öncelikli hale getirmiştir (Avrupa Komisyonu, 2022). AB’nin REPowerEU Planı; iklim ve enerji güvenliği politikalarının ikili zorluklarını bütünleştiren bir yapı sunmakta, hızlandırılmış yenilenebilir yatırımları, çeşitlendirilmiş termik tedarik zincirleri ve enerji talebinin azaltılmasına yönelik stratejik tepkiler içermektedir. 2021 yılında AB ithalatının yaklaşık %50’sini oluşturan Rus boru hattı gazı, 2023 itibarıyla %8’in altına inmiştir. AB, 2030 itibarıyla yenilenebilir enerjinin toplam enerji arzı içindeki payını %42,5’e çıkarma hedefini benimsemiş olup, uzun vadeli amaç olarak ithal termik kaynaklara olan bağımlılığını sonlandırmayı hedeflemektedir.

TÜRKİYE'DE POLİTİK GÖRÜNÜM VE SEKTÖREL EVRİM

Türkiye, 2021 yılında Paris Anlaşması'nı onaylayarak 2053 yılı itibarıyla net sıfır emisyon hedefi taahhüdünde bulunmuştur (Türkiye Cumhuriyeti, 2021). Türkiye, Paris Anlaşması'nın onay sürecinde yaptığı Beyan'da, anlaşmanın ve mekanizmalarının, "ekonomik ve sosyal kalkınma hakkına halel getirmemek kaydıyla, gelişmekte olan ülke statüsünde ve ulusal katkı beyanları çerçevesinde uygulanacağını" belirtmiştir. COP27'de güncellenen Ulusal Katkı Beyanı, 2030 yılı sera gazı azaltım hedefini, Mevcut Durumun Devamı (Business-as-Usual, BAU) senaryosuna göre %21'den %41'e yükseltmiştir; bu artış yaklaşık 500 milyon ton CO₂-e azaltıma karşılık gelmektedir (Türkiye Cumhuriyeti, 2022). Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne (UNFCCC) sunulan güncel NDC'ye göre Türkiye, en geç 2038 yılına kadar sera gazı emisyonlarını zirveye çıkarmayı planlamaktadır. Climate Action Tracker, emisyonların 2038'e kadar artmasına izin verilmesinin, 2053 net sıfır hedefiyle uyum sağlamak için son derece hızlı bir azaltım gerektireceğini belirtmektedir (CAT, 2024).

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından yayımlanan Türkiye Ulusal Enerji Planı (TUEP) (2022), 2053 net sıfır hedefiyle uyumlu olacak şekilde ülkenin öngörülen enerji talebi, arz yapısı ve politika tedbirlerini, ağırlıklı olarak 2020–2035 dönemini kapsayacak şekilde ortaya koymaktadır. Bu plana göre, Türkiye'nin elektrik talebi-

nin 2030 yılı itibarıyla yıllık 455 TWh'ye ulaşması beklenmektedir; bu, mevcut seviyelere göre %68'lik bir artış anlamına gelmektedir. Bu talebi karşılamak amacıyla Türkiye, üretim kapasitesini önemli ölçüde artırmayı hedeflemektedir: 2030 yılına kadar 32,9 GW güneş, 18,1 GW rüzgâr, 35,1 GW hidroelektrik ve 5,1 GW jeotermal ve biyokütle kurulu gücüne ulaşılması planlanmaktadır. Ayrıca, 4,8 GW kapasiteli Akkuyu Nükleer Güç Santrali ile nükleer enerji sistemi devreye alınacaktır. Bu ilavelerin, emisyon yoğunluğunu 2030'a kadar %20 oranında azaltması beklenmektedir (Akkuyu, 2023).

TUEP, kömürle çalışan termik santrallerin teknik ömürleri boyunca işletmede kalacağını; bu varlıkların sistem esnekliği ve yedek kapasite açısından rol oynamaya devam edeceğini öngörmektedir. Elektrik üretimindeki kömür payının 2020'deki %27 seviyesinden 2035'te %21'e düşmesi beklenmektedir. Bu azalış mutlak üretimdeki gerilemeden değil, yenilenebilir ve düşük karbon teknolojilerdeki hızlanmış genişlemeden kaynaklanacaktır. Kurulu kömür kapasitesinin 21,1 GW'tan 24,3 GW'a yükselmesi öngörülmektedir. TUEP, elektrik ve ısı üretiminde kömür santrallerinin işletmeye alınma sırasının belirlenmesinde karbon fiyatlamasının belirleyici olacağını belirtmektedir. Karbon yakalama teknolojisinin ise ancak maliyet ve verimlilik iyileştirmeleri sağlanması koşuluyla değerlendirilebileceği ifade edilmektedir.

Balıkesir Rüzgar Enerji Santrali - Hibrit Güneş Enerji Santrali





Balıkesir Rüzgar Enerji Santrali

2022 Ulusal Enerji Planı'nın yayımlanmasının ardından, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Ekim 2024'te "Enerji Dönüşümü - Yenilenebilir Enerji 2035" belgesini yayımlamıştır (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2024). Bu yeni strateji, Türkiye'nin yenilenebilir enerji hedeflerinde önemli bir revizyonu temsil etmektedir. TUEP kapsamında 2035 için öngörülen toplam 82,5 GW rüzgâr ve güneş kapasitesi, yeni stratejide yaklaşık %45 artışla 120 GW seviyesine yükseltilmiştir. Revize edilen plan, yıllık 7,5–8 GW kapasite ilavesi hedeflemekte; izin süreçlerinin kısaltılması ve yatırım akışının hızlandırılmasına yönelik düzenleyici tedbirler içermektedir.

Politika araçları açısından bakıldığında, Türkiye'nin yenilenebilir enerji yatırımlarını hızlandırmak için kullandığı çeşitli mekanizmalar bulunmaktadır. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarını Destekleme Mekanizması (YEKDEM), üreticilere alım garantisi sağlamakta olup, 2024 yılında güncellenerek dövizle endeksli tarife yapısına geçirilmiştir. Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanları (YEKA) inisiyatifi ise özellikle güneş, rüzgâr ve jeotermal alanlarında rekabeti ve yerli üretim kapasitesini desteklemeyi amaçlamaktadır. Ayrıca, 2020 yılında yürürlüğe giren hibrit üretim düzenlemeleri, mevcut termik ve hidroelektrik santrallerde yenilenebilir kaynaklarla birlikte çalışan ve depolama bağlantılı sistemlerin entegrasyonuna imkân tanımakta; bu sayede sistem esnekliği artırılmaktadır (EPDK, 2020).

Türkiye, iklim politikası çerçevesinin merkezi bir unsuru olarak ulusal bir Emisyon Ticareti Sistemi (ETS) kurmayı resmen taahhüt etmiştir. Bu taahhüt, Mayıs 2024'te

yayımlanan İklim Değişikliği Azaltım Stratejisi ve Eylem Planı (İDASEP) kapsamında yer almakta olup, AB ETS ve Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması (CBAM) ile uyumlu bir yerli ETS'nin geliştirilmesini öngörmektedir (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024). 2025 yılında Türkiye Büyük Millet Meclisi'ne sunulan ETS yasa taslağı kısa süre içinde geri çekilmiştir. Üç yıllık pilot uygulamanın 2026 yılı itibarıyla başlatılması ve ilk aşamada ülke emisyonlarının yaklaşık yarısından sorumlu 500 tesis kapsam altına alınması öngörülmektedir. Onay aşaması tamamlanmamış olan ulusal İklim Değişikliği Kanunu, yürürlüğe girdiğinde, piyasa temelli iklim araçları ve iklim finansmanı mekanizmaları için yasal zemin oluşturacaktır. Düzenleyici tasarım ve tahsisat kuralları henüz geliştirilme aşamasında olmakla birlikte, mevcut ÖTV düzeyleri ve gönüllü piyasa göstergelerine dayanarak yapılan ilk öngörüler, 20 USD/tCO₂-e düzeyinde orta ölçekli bir karbon fiyatı koridoruna işaret etmektedir.

Küresel ve bölgesel iklim çerçeveleri, jeopolitik gelişmeler ve karbon fiyatlaması gibi piyasa bazlı araçlar; elektrik sektörünü yeniden şekillendirmektedir. Türkiye'nin bu dönüşüme verdiği yanıt; güvenlik, erişilebilirlik ve karbonsuzlaşma hedefleri arasında denge kurmayı amaçlayan geniş kapsamlı politika araçlarını içermektedir. Elektrik talebinin hızla arttığı bir ortamda, iç stratejilerin uluslararası en iyi uygulamalarla uyumlandırılması ve temiz enerji yatırımlarının ölçeklenmesi, uzun vadeli net sıfır hedeflerinin gerçekleştirilmesi açısından kritik öneme sahiptir.

STRATEJİK ÇERÇEVE VE GEÇİŞİN KURUMSAL KONUMU

İklim bilimi, politika çerçeveleri, teknolojik gelişmeler ve toplumsal beklentilerdeki değişimlerin kesişimi, enerji sektörü açısından önemli bir dönüm noktasına işaret etmektedir. Bu dönüşüm süreci, sistematik, yapısal ve ilkelere dayalı bir yönetim yaklaşımını gerektirmektedir. Bu yaklaşım yalnızca iklim ve enerji arasındaki stratejik ilişkiye dair kurumsal farkındalığımıza değil; aynı zamanda kurumsal amaç anlayışımıza ve ulusal sorumluluğumuza da dayanmaktadır.

Türkiye derin bir enerji dönüşümünden geçerken, bu sürecin yalnızca bir katılımcısı değil; aynı zamanda şekillendirici ortaklarından biri olarak konumlanıyoruz. Hedefimiz, teknolojik açıdan sağlam, ekonomik olarak uygulanabilir, sosyal açıdan kapsayıcı ve çevresel olarak iyileştirici yollar tasarlamak ve hayata geçirmektir.

İklim ve enerji stratejimizi, stratejik yapı taşlarının zemini oluşturan altı stratejik temel üzerine inşa ediyoruz. Bu alanlar, dönüşümün yönünü ve kapsamını belirleyen kurucu unsurlar olarak işlev görmektedir.

I. Net Sıfır Yolculuğunun Stratejik Ayırt Ediciliği

Dekarbonizasyon gündemimiz, ticari stratejinin gezegen sınırlarıyla uyumlu hale getirildiği uzun vadeli bir sürdürülebilir elektrik üretimi vizyonuna dayanmaktadır. Yatırım önceliklerimiz, düşük karbon teknolojilerinin hızlı şekilde yaygınlaştırılmasını sağlamak, yüksek emisyonlu süreçlere olan bağımlılığı kademeli olarak azaltmak ve Türkiye'nin 2053 net sıfır hedefini desteklemek üzere yapılandırılmıştır.

Amacımız yalnızca emisyonları azaltmak değil; sanayi karbonsuzlaşmasını, yeşil elektrifikasyonu ve sektörler arası iklim ilerlemesini mümkün kılacak modern, modüler ve misyon odaklı bir enerji sistemi inşa etmektir. Enerjisa Üretim, sermayeyi proaktif biçimde yeniden tahsis ederek ve inovasyon odaklı iş birliklerini geliştirerek, iklim hedeflerini kalıcı bir stratejik avantaja dönüştürmeyi hedeflemektedir.

II. Karbon Fiyatlaması ve Regülasyonların Stratejik Tutarlılığı Güçlendirmesi

Türkiye'de uygulanması beklenen ETS ve Avrupa Birliği'nin CBAM gibi karbon fiyatlandırma rejimlerini yalnızca bir uyum yükümlülüğü olarak değil; kurumsal disiplinin sağlanması, uzun vadeli planlamanın isabet oranının artırılması ve piyasa bütünlüğünün korunması açısından stratejik araçlar olarak değerlendiriyoruz.

Bu doğrultuda, ileriye dönük bir iç karbon fiyatını varlık stratejilerine, tedarik kararlarına ve risk ayarlı getiri hesaplamalarına entegre eden bütüncül bir karbon ekonomisi çerçevesi geliştiriyoruz. Karbon yoğunluğu maruziyeti kaynaklı riskleri temkinli varsayımlar doğrultusunda yöneterek, Türkiye'de şekillenmekte olan karbon piyasasının tasarım ve gelişim süreçlerine yapıcı katkı sunmayı; çevresel hedeflerle ekonomik uygulanabilirliği dengeli bir şekilde bütünleştirmeyi amaçlıyoruz.

III. Enerji Sistemlerinde Bütünsel Dönüşüm Yaklaşımı

Elektrik sektöründeki dönüşüm; üretim, depolama, iletim ve talep yönetiminin sistem odaklı bir yaklaşımla yeniden kurgulanmasını gerektirmektedir. Bu dönüşümü yalnızca kapasite artışıyla sınırlı görmüyor; aynı zamanda sistem esnekliğini, dijital dayanıklılığı ve iklim uyum yetkinliklerini geliştirmeye yönelik teknolojik kabiliyetlere yatırım yapıyoruz.

Bu kapsamda; şebeke ölçekli batarya sistemleri, hibrit santral modelleri, yapay zekâ destekli tahminleme algoritmaları, yeşil hidrojen fizibilite çalışmaları ve daha ileriye gitmek için çalışmalarımıza ve araştırmalarımıza devam ediyoruz. Bandırma Enerji Üssü başta olmak üzere stratejik tesislerimiz aracılığıyla, net sıfır odaklı inovasyonların hayata geçirildiği "yaşayan laboratuvarlar" oluşturmayı hedefliyoruz. Bu yaklaşım, sektörler arası entegrasyon ve teknolojik bileşenlerin birlikte çalışabilirliği temelinde, sistem düzeyinde karbonsuzlaşmanın ölçeklenebilir şekilde hayata geçirilmesini hedeflemektedir.



IV. Enerjide Bağımsızlık için Yenilenebilir Odaklı Yaklaşım

Enerji güvenliğinin, temiz, istikrarlı ve yerel kaynaklara dayalı enerji sistemlerinin egemen üretimiyle sağlanabileceğine inanıyoruz. Türkiye'nin enerji bağımsızlığı vizyonu, en etkili biçimde hızlandırılmış yenilenebilir enerji yatırımları, enerji depolama çözümleri ve topluluk temelli üretim modelleri aracılığıyla hayata geçirilebilir.

Bu vizyon doğrultusunda Enerjisa Üretim, projelerinin tasarımına yerel düzeyde ortak fayda üretimini entegre ederek, temiz enerjinin yalnızca ulusal şebekelere güç sağlamakla kalmayıp aynı zamanda kırsal geçim kaynaklarını, biyolojik çeşitliliği, tarımsal verimliliği ve toplumsal uyumu da desteklemesini sağlamaktadır. Adil geçişe yönelik taahhütlerimiz, iklim adaleti ve enerji eşitliğinin uzun vadeli faaliyet yetkimizin ayrılmaz bir parçası olduğuna dair yaklaşımımızı yansıtmaktadır. Enerjisa Üretim, Türkiye'nin elektrik arzının %4-5'lik bölümünü karşılamakta olup, bu stratejik arz düzeyini 2040 yılına kadar sürdürmeyi hedeflemektedir.

V. Küresel Sürdürülebilirlik Mimarisine Entegrasyon ve Katılım

Uluslararası standartlarla etkin uyum içinde çalışarak; sürdürülebilir finans, çevresel, sosyal ve yönetim (ÇSY/ESG) alanlarında şeffaflığın artırılmasına ve bilim temelli iklim eyleminin kurumsal altyapısının güçlendirilmesine katkı sunuyoruz. İklim verilerimizi CDP aracılığıyla açıklıyor, ESG göstergelerimizi ISAE 3000 ve 3410 standartlarına göre sınırlı güvence denetiminde tabi tutuyor, Birleşmiş Milletler Küresel İlkeler Sözleşmesi ile Kadının Güçlenmesi Prensipleri'ni imzalayan kuruluşlar arasında yer alıyoruz.

Bu uyum yaklaşımları, yalnızca düzenleyici gerekliliklerin karşılanmasının ötesinde; geçiş finansmanına erişimi kolaylaştırmak, farklı kaynaklardan sağlanan sermaye akışlarını harekete geçirmek ve uluslararası piyasalarda iklim güvenilirliğini pekiştirmek açısından da önemli bir rol oynamaktadır. Hedefimiz, yalnızca ulusal ölçekte stratejik bir aktör olarak kalmak değil; aynı zamanda küresel ölçekte en iyi uygulamalarla karşılaştırılabilir ve geçiş liderliğinde örnek gösterilebilir bir konumda yer almaktır.

VI. Adil Geçiş İlkeleriyle Uyumlu Enerji Dönüşümü

Sosyal eşitlik ve ekolojik bütünlük ilkelerine dayanan bir enerji dönüşüm stratejisini hayata geçiriyoruz. İş gücü piyasasında uyum kapasitesinin artırılması, kadınların katılımının desteklenmesi ve kırsal geçim kaynaklarının güçlendirilmesi gibi programlar; ekosistem restorasyonu ve biyoçeşitlilik entegrasyonuna yönelik uygulamalarla birlikte yürütülmektedir.

Ekolojik koruma tedbirleri, "sıfır net kayıp" ve "kritik habitat" standartlarına uygun olarak geliştirilirken; sosyal etkiler, adil dönüşüm rehberleri ve ulusal kalkınma öncelikleriyle uyumlu biçimde ele alınmaktadır. Bu bütünleşik model, hem insanı hem de doğayı karbonsuzlaşma sürecinin ayrılmaz paydaşları olarak kabul eden; dayanıklı ve adil bir enerji geleceğinin temellerini atan bir yaklaşımı temsil etmektedir.



NET-SIFIR YOL HARİTASININ ODAK NOKTALARI

İklim geçiş stratejimiz, birbirine bağlı dört odak alan üzerinden hayata geçirilmektedir. Bu yapı odak alanlar, iklim yol haritamızın yönünü, yatırım kararlarımızın niteliğini ve sistem düzeyindeki katkılarımızın kapsamını birlikte şekillendirmektedir. Söz konusu odak alanlar yalnızca teknolojik araçlar değil; aynı zamanda kurumsal dayanıklılığı artıran, rekabet avantajı sağlayan ve Türkiye'nin ve dünyanın değişen iklim beklentileriyle uyumu güçlendiren etki yollarıdır.

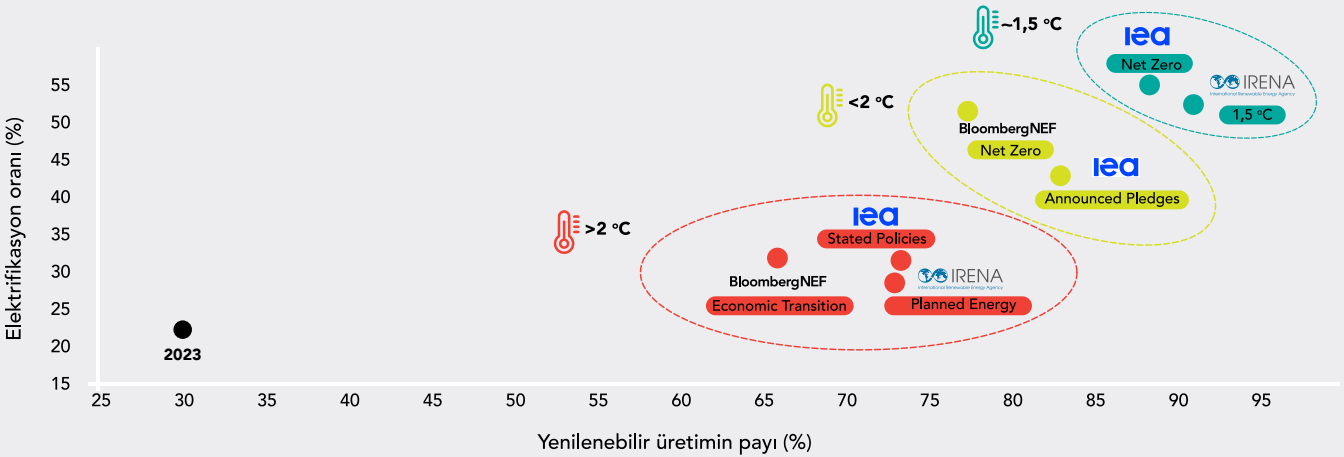
Her bir odak alan, altı stratejik temelin özgün bir boyutunu baz alarak, Enerjisa Üretim'in ulusal enerji ekosistemindeki dönüşüm sürecinin yönlendirici aktörlerinden biri olarak konumunu ileriye taşımaktadır.

Odak I: Yenilenebilir Enerji Kapasitesinin Artırılması

Dekarbonizasyonun temel eksenini, elektrik arz yapımız içinde yenilenebilir enerji üretiminin sistematik olarak genişletilmesi oluşturmaktadır. Bu kapsam, rüzgâr ve güneş fotovoltaik varlıkların devreye alınmasının yanı sıra, şebeke bağlantılı ve depolama entegreli yenilenebilir sistemleri de içermektedir. Bu varlıklara yönelik sermaye tahsisi ve proje sıralaması; marjinal azaltım maliyeti verimliliği analizleri ile yaşam döngüsü emisyon modelleri doğrultusunda belirlenecektir.

Enerjisa Üretim, 2040 yılı itibarıyla üretim portföyünü tamamen yenilenebilir enerji kaynaklarıyla işletmeyi hedeflemektedir; bu doğrultuda kaynak çeşitliliğini ve sistem esnekliğini önceliklendiren kademeli bir dönüşüm stratejisi izlemektedir.

Şekil 6: 2050 Yılında Küresel Geçiş Senaryolarında Yenilenebilir Üretim Ve Elektrifikasyon



Kaynak: IEA Dünya Enerji Görünümü 2024, BNEF Yeni Enerji Görünümü 2024, IRENA Küresel Enerji Geçiş Görünümü 2023 verilerine dayanmaktadır.

Yenilenebilir enerji kapasitemizi artırmaya yönelik stratejimiz, varlık optimizasyonu, stratejik satın alma, rekabetçi tedarik, hibritleşme ve depolama entegrasyonunu bir araya getiren çok boyutlu bir çerçeveye dayanmaktadır. Yenilenebilir enerji genişlemesini yönlendiren temel mekanizmalar aşağıda özetlenmektedir:

1. Mevcut Santrallerde Kapasite Artışı: İşletmedeki santrallere yapılan kademeli kapasite ilaveleri, üretim verimliliğini ve saha kullanım oranını artırmaktadır. 2023 yılında, Erciyes Rüzgar Enerjisi Santrali'ne ilave 13,6 MW güç eklenerek toplam kurulu mekanik kapasite 92 MW'a yükseltilmiştir. Ayrıca, santralde yaklaşık 23,9 MW'lık hibrit

güneş enerjisi ünitesi de bulunmaktadır. Şebeke bağlantı kapasitesi ise 78,6 MW seviyesinde sabit kalmıştır. Benzer şekilde, Manisa'daki Akhisar RES'te, 2024 yılında 7 MW ilave kapasite artışı gerçekleştirilmiştir.

2025 yılında Dağpazarı RES'te 13,6 MW'lık kapasite artışı devreye alınmış, ayrıca Aydos ve Dikili gibi diğer santral-lerin de kapasite artışı hakkı bulunmaktadır.

Bu iyileştirmeler, mevcut izinler ve altyapı olanakları optimize edilerek üretim çıktısını artırmakta; yeni saha geliştirme ihtiyacını ortadan kaldırmaktadır.

2. Ulusal Rüzgâr İhaleleri Yoluyla Yeni Varlık Geliştirilmesi:

Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanları (YEKA) mekanizması, büyük ölçekli yenilenebilir enerji yatırımları için yapılandırılmış bir araç işlevi görmektedir. Enerjisa Üretim, YEKA RES-2 süreci kapsamında toplam 1.000 MW rüzgâr enerjisi kapasitesi kazanmıştır: 500 MW'lık kapasite Aydın ve Çanakkale'de Bakanlık tarafından tahsis edilmiş; Balıkesir ve Muğla'daki 500 MW'lık ilave kapasite ise sonrasında portföye dâhil edilmiştir. Bu yatırımların toplam büyüklüğü yaklaşık 1,3 milyar ABD dolarıdır.

2024 yılında gerçekleştirilen YEKA ihalesiyle ilave 750 MW'lık kapasite daha tahsis edilmiştir: 410 MW Edirne RES'e, 340 MW ise Balkaya RES'e tahsis edilmiş olup,

bu projelerin 2027 yılına kadar devreye alınması planlanmaktadır. Tamamlandığında, söz konusu santrallerin yılda yaklaşık 3,6 milyon ton CO₂ emisyonunu önlemesi beklenmektedir.

Yeni yatırım projeleri, ulusal mevzuat ve Ekvator İlkeleri çerçevesinde hayata geçirilmekte; bağımsız güvence sağlayan Çevresel Etki Değerlendirme (ÇED) raporları, şeffaf paydaş katılım mekanizmaları ve biyoçeşitlilik hassasiyetine sahip kümülatif etki değerlendirmeleri gibi teknik açıdan yüksek standartlara sahip araçlar kullanılmaktadır.

YEKA RES-2 PROJEMİZ HAKKINDA



Şekil 7: YEKA RES-2 Yatırımlarının Stratejik Görünümü

1.000 MW YEKA RES-2 YATIRIMI

~1,3 milyar ABD doları
RES yatırımı

100%
Temin edilmiş
rüzgâr türbinleri

>10 yıl boyunca
Döviz bazlı gelir akışı

~%10
Türkiye'deki RES portföyü

2024

2026

2027

25 MW

2023'te Akköy'de

760 MW

2024–2025 yıllarında
devreye alınacak

1,000 MW

2026'da faaliyete geçecek

ÇANAKKALE
250 MW

BALIKESİR
250 MW

AYDIN
250 MW

MUĞLA
250 MW

TEKİRDAĞ
200 MW

EDİRNE
120 MW

SAMSUN - AMASYA
180 MW



Rüzgâr



Batarya

YEKA Rüzgâr Enerjisi Projelerinde Sıfır Net Kayıp Çerçevesi

YEKA- Rüzgâr Enerjisi Santrali (RES)-2 portföyü kapsamında, uluslararası çevresel koruma standartlarına, özellikle IFC Performans Standardı 6 ve EBRD Performans Gerekliliği 6'ya, uyumlu, saha bazlı bir biyoçeşitlilik yönetim stratejisi uygulanmaktadır. Bu kapsamda, kalıcı ekolojik etkilerin giderilmesini güvence altına almak amacıyla "sıfır net kayıp" (No Net Loss - NNL) hedefi benimsenmiştir. Bu hedef, etki azaltım hiyerarşisinin sırasıyla uygulanmasına dayanmaktadır: önleme, azaltma, iyileştirme ve ölçülebilir dengeleme önlemleri.

2024 yılı boyunca, tüm proje sahalarında kapsamlı ekolojik başlangıç verisi çalışmaları ve Kritik Habitat Değerlendirmeleri (Critical Habitat Assessments - CHA) gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar, kantitatif arazi etütleri, habitat uygunluk modellemeleri ve mekânsal analizleri içermekte olup, ekolojik hassasiyet bölgelerinin belirlenmesini sağlamıştır. *Parnassius apollo* (kelebek) ve *Chorthippus bozdaghensis* (çekirge) gibi endemik ve tehdit altındaki türlerin tespiti üzerine, türbin konumlandırmaları yeniden planlanmış ve inşaat faaliyet takvimi, ekolojik açıdan hassas dönemlerdeki rahatsızlığı önlemek amacıyla revize edilmiştir.

Hazırlanan Biyoçeşitlilik Yönetim Planları (Biodiversity Management Plans - BMP) ve Biyoçeşitlilik Eylem Planları (Biodiversity Action Plans - BAP), performans temelli azaltım protokollerini tanımlamaktadır. Bu kapsamda; kuş ve yarası faaliyeti açısından yoğun dönemlerde, anlık durdurma esasına dayalı talep üzeri-

ne kapatma (Shutdown on Demand – SoD) sistemleri aracılığıyla üretimin geçici olarak durdurulması ve tür bazlı çarpışma riski modellemeleri doğrultusunda havai hatlara kuş yönlendirici sistemlerin yerleştirilmesi öngörülmektedir.

Botanik etkilere yönelik kalıcı etkilerin giderilmesi amacıyla, saha dışı koruma protokollerine sahip standartlaştırılmış bir tohum bankacılığı programı uygulanmaktadır. Öncelikli bitki taksonlarına ait üreme birimleri toplanarak Türk Gen Bankası'nda muhafaza edilmiş, buna ek olarak bozulan alanlarda mikrohabitat restorasyonu ve yeniden bitkilendirme çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

BİYOÇEŞİTLİLİK EYLEM PLANI ÇERÇEVESİ



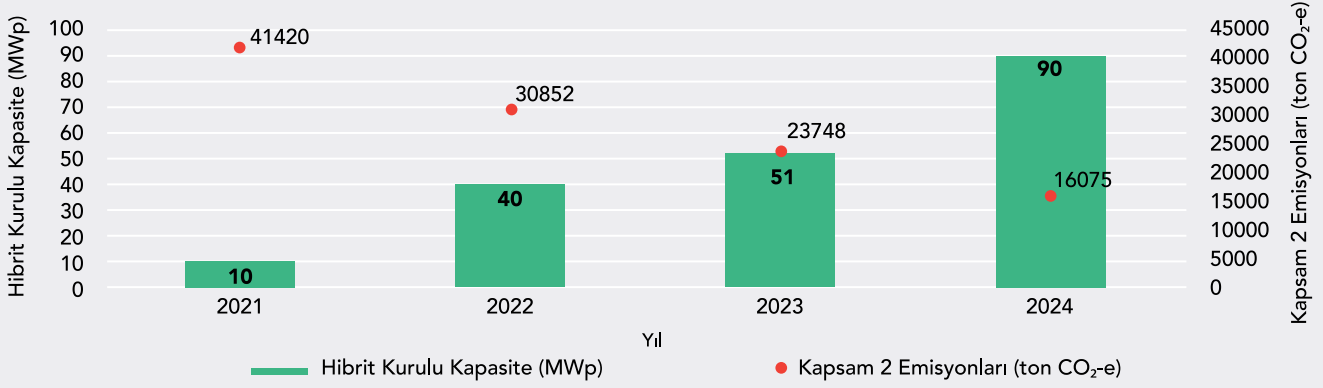
Ovacık Rüzgar Enerji Santrali - Biyoçeşitlilik İzleme Çalışması



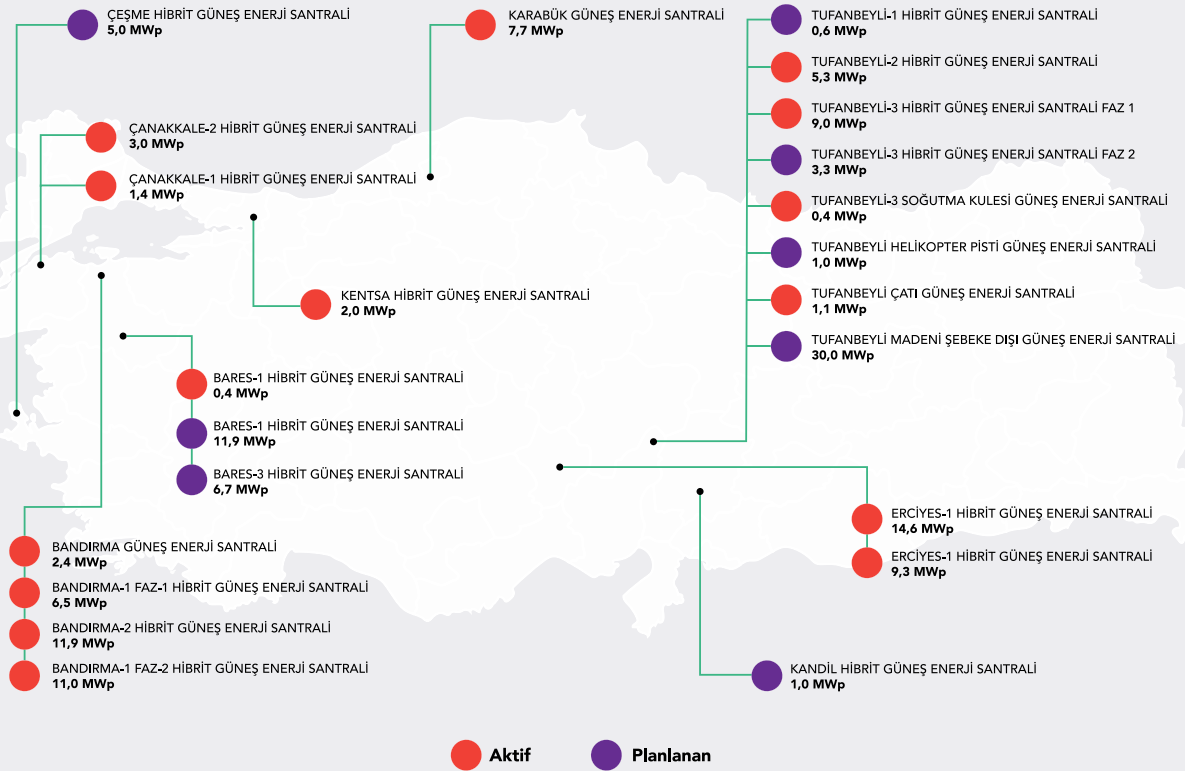
3. Stratejik Birleşme ve Satın Almalar: Stratejik birleşme ve satın almalar, yenilenebilir enerji genişleme modelimizin temel bileşenlerinden biri olmaya devam etmektedir. Akhisar RES'in (7 MW'lık ilave sonrası toplam 62 MW), Çeşme RES'in (18,9 MW), Dikili RES'in (7,2 MW) ve Aydos RES'in (14 MW) portföyümüze entegrasyonu, coğrafi çeşitliliğimizi güçlendirmiş ve ulusal üretim karması içerisinde yenilenebilir varlıklarımızın ölçeklenmesini hızlandırmıştır. Ayrıca, 48 MW kurulu güce sahip İvrindi Rüzgâr Enerji Santrali için ön lisans alınmış olup, gerekli tüm çevresel ve düzenleyici onayları içeren tam lisans süreci devam etmektedir.

4. Hibrit Santral Entegrasyonu: Hibritleşme, özellikle güneş-rüzgâr ve güneş-termik entegrasyonu, talep tarafı esnekliği sağlamak ve saha bazlı emisyonları azaltmak açısından kritik bir strateji olarak konumlandırılmıştır. 2025 itibarıyla, toplam 90,69 MW hibrit güneş enerjisi kapasitesi devreye alınmış olup, 2027 yılına kadar bu kapasitenin 150 MW'a çıkarılması hedeflenmektedir. Bu sistemler santrallerimizde elektrik ihtiyacının öz tüketim yoluyla sağlanmasını mümkün kılarak, şebeke elektriği kullanımı kaynaklı iletim kayıplarını azaltmakta ve Kapsam 2 emisyonlarını düşürmektedir. Şekil 8'de de görüldüğü üzere, 2021-2024 döneminde Kapsam 2 emisyonlarında sağlanan %60'lık azalma büyük ölçüde hibrit santral entegrasyonuna dayanmaktadır.

Şekil 8: Hibrit Kapasite ve Kapsam 2 Emisyon Değişimi (2021-2024)



Şekil 9: Enerjisa Üretim Hibrit Güneş Santralleri



5. Batarya Enerji Depolama Sistemlerinin (BESS) Entegrasyonu: 2022 yılında yapılan mevzuat değişikliklerinin ardından, şebeke ile etkileşimli batarya depolama sistemleri yenilenebilir enerji varlıklarıyla sistematik olarak entegre edilmeye başlanmıştır. 2024 yılının ortası itibarıyla, toplam 500 MWh kapasiteye sahip BESS projeleri için ön lisans alınmıştır. Pilot uygulamalar arasında, Bandırma Enerji Üssü'nde 5 MW gücündeki güneş enerjisi tesisi ile birlikte konumlandırılmış 2 MW / 4 MWh kapasiteli bir batarya kurulumu yer almaktadır.

Bu sistemler, frekans yanıt kapasitesini artırmakta, üretim kısıntılarını (curtailment) en aza indirmekte ve yüksek talep anlarında devreye giren termik santrallere olan bağımlılığı azaltmaktadır. Yenilenebilir üretimin şebekeye yüksek oranda entegre olduğu senaryolarda, şebeke ataleti ve yük alma esnekliği sistem bütünlüğü açısından kritik hâle geldiğinden, bu sistemlerin rolü daha da belirleyici bir nitelik kazanmaktadır.

Odak II: Teknolojik İnovasyon ve Operasyonel Optimizasyon

Emisyon yoğunluğunun azaltılmasında ikinci odak alan, üretim portföyümüz genelinde ileri teknoloji uygulamaları ve operasyonel iyileştirmelerin stratejik olarak hayata geçirilmesine dayanmaktadır. Bu odak alan, yenilenebilir kaynaklarla doğrudan ikamenin veya termik üretimin azaltılmasının; sistem güvenliği, teknolojik sınırlılıklar ya da düzenleyici bağımlılıklar nedeniyle kısıtlandığı senaryolarda, artık emisyonların azaltılmasına olanak sağlayan tamamlayıcı bir mekanizma işlevi görmektedir. Uluslararası Enerji Ajansı'na (IEA, 2021) göre, 2050 yılına kadar enerji üretim ve tüketim kaynaklı kümülatif CO₂ emisyonlarındaki azalmanın neredeyse yarısı, hâlihazırda yalnızca gösterim veya prototip aşamasında bulunan teknolojilerden kaynaklanacaktır. Bu da, temiz enerji inovasyonunda büyük ölçekli bir ivme kazanılmaksızın 2050 itibarıyla net sıfır emisyon hedefinin gerçekleştirilemeyeceğini ortaya koymaktadır. Zorluklardan biri, mevcut olasılık temelli modellerin; yeni teknolojilerin devreye giriş zamanlaması ve ölçeği ile potansiyel emisyon azaltım çıktılarının tamamını yeterince temsil edememesidir.

Bu bağlamda, teknolojik inovasyona yaklaşımımız beş ana başlık etrafında yapılandırılmıştır:

● Karbon Yakalama, Kullanma ve Depolama (CCUS):

Bu odak alan kapsamında öncelikli girişimlerden biri, Adana'daki Tufanbeyli Enerji Üssü'nde prototip bir karbon yakalama ve baca gazı işleme teknolojisinin devreye alınmasıdır. Söz konusu sistem, yalnızca CO₂ emisyonlarını azaltmayı değil; aynı zamanda kükürtdioksit (SO₂) ve azot oksitler (NO_x) gibi diğer baca gazı kirleticilerini de arıtmayı hedeflemektedir. Geleneksel desülfürizasyon

sistemleri çoğunlukla yalnızca SO₂ giderimine odaklanırken, bu pilot uygulama birçok kirleticie yönelik bütünlük bir yaklaşım sunmakta; CO_x ve NO_x bileşenlerini yakalayıp bunları organomineral sıvı gübreye dönüştürmektedir. Bu sayede, baca gazı kaynaklı çevresel yükümlülüklerin katma değerli bir tarımsal girdiye dönüştürülmesi mümkün hale gelmekte; döngüsel ekonomi ve karbonsuzlaşma ilkeleriyle uyumlu yenilikçi bir çözüm ortaya konmaktadır.

Hali hazırda sözleşme aşamasında bulunan proje, 2026 yılında hayata geçirilmesi planlanan ve örnek uygulama tesisi olarak çalışacaktır. Pilot uygulamadan elde edilecek bulgular, benzer baca gazı kompozisyonuna ve tarımsal bölgelerle coğrafi yakınlığa sahip diğer termik sahalarda yaygınlaştırma stratejilerine yön verecektir. Sistem; modülerlik, kimyasal dönüşüm verimliliği, enerji kaybı etkisi ve ulusal atık geri kazanım ile emisyon azaltım politikalarına düzenleyici uyum açısından değerlendirilmektedir.

● **Batarya Enerji Depolama Sistemleri:** Aralıklı üretim yapan yenilenebilir enerji varlıklarının, şebeke ölçeğinde batarya depolama sistemleriyle hibritleştirilmesi hedeflenmektedir. Bu yaklaşım; üretim planlamasında esnekliği artırmak, yenilenebilir kaynakların kısıntıya uğramasını azaltmak ve frekans kontrolü ile ani üretim-tüketim dengesizliklerini karşılayacak hızlı devreye giren yedek kapasite gibi yardımcı hizmetler sunmak amacıyla değerlendirilmektedir. Bu sistemler, özellikle yüksek talep dönemlerinde termik santrallerden karbon yoğun ani yük alma kapasitesine olan ihtiyacı azaltarak, dolaylı yoldan karbonsuzlaşmayı desteklemektedir.





Balıkesir Rüzgar Enerji Santrali'nden Kış Görünümü

● **Hidrojen Teknolojileri:** Yeşil hidrojen üretimi için fazla yenilenebilir enerjiden güç alan elektroliz teknolojisi, teknik ve ekonomik açıdan değerlendirilmektedir. Odak alanları arasında; yenilenebilir üretim tesisleriyle eş konumlandırılan yerel hidrojen merkezleri, kısıntıya uğrayan üretimin hidrojen üretimine yönlendirilmesi ve uzun süreli enerji depolama yapılandırılmalarının araştırılması yer almaktadır. Hâlihazırda uygulamada olmayan bu teknoloji, uzun vadeli geçiş modellerinde mevsimsel dengeleme sağlama ve termik kaynakların yerini alma potansiyeliyle stratejik önem taşımaktadır.

● **Yapay Zeka ve Gelişmiş Analitik:** Yapay zeka tabanlı varlık yönetim sistemlerinin yaygınlaştırılması çalışmaları sürdürülmektedir. Uygulama alanları arasında kestirimci bakım, arıza riski modelleme ve gerçek zamanlı yük alma optimizasyonu bulunmaktadır. Bu araçlar; enerji dönüşüm verimliliğini artırmakta, plansız emisyon artışlarını önlemekte ve üretimi en düşük emisyon yoğunluğuna sahip yollarla eşzamanlı olarak planlamaya imkân tanımaktadır. Yardımcı enerji tüketimi ve operasyonel kayıpların azaltılması amacıyla dijital ikiz teknolojileri ve yapay zekâ destekli arıza tespit algoritmaları da kullanılmaktadır.

● **Proses ve Varlık Optimizasyon Teknolojileri:** Gelişmiş termodinamik modelleme, yeni nesil kontrol sistemleri ve duruma dayalı izleme teknolojileri, üretim portföyü genelinde entegre edilmektedir. Bu uygulamalar; santral net verimliliğini artırmayı, parazitik enerji kullanımını azaltmayı ve farklı yük koşullarında ısı oranını optimize etmeyi amaçlamaktadır. Atık ısı geri kazanımı ve düşük sıcaklıklı termal entegrasyon stratejileri de ilave performans iyileştirmeleri amacıyla değerlendirilmektedir.

● **Takip Edilen Diğer Gelişmekteki Teknolojiler:** Gelecekteki elektrik üretimi karbonsuzlaşma sürecinde potansiyel uygulama alanına sahip ileri teknolojileri izlemek amacıyla yapılandırılmış bir teknoloji öngörü fonksiyonu yürütülmektedir. Bu bağlamda çeşitli teknoloji yolları, uzun vadeli entegrasyon potansiyelleri açısından takip edilmektedir. Termik birimlerin geçiş dönemi verimliliğini artırmaya yönelik ileri ultra süper kritik (A-USC) çevrimler değerlendirilmektedir. Aynı zamanda, derin kuyulu jeotermal enerji ve küçük modüler reaktörler (SMR) gibi baz yük sağlayabilecek yeni nesil düşük karbonlu teknolojiler, gelecekteki enerji portföylerine katkı sunma potansiyeliyle izlenmektedir. Bu teknolojiler hâlihazırda şirket portföyünde geliştirme aşamasında olmasa da, uzun vadeli teknoloji tarama sürecimizin parçası olarak ele alınmaktadır.

Bu gelişen teknolojilerden anlamlı düzeyde karbonsuzlaşma ve performans kazanımı elde edebilmek, teknoloji olgunluk düzeyleri, uygulama maliyetleri, politika teşvikleri ve sistem düzeyinde entegrasyon kabiliyeti gibi birbirine bağlı çok sayıda değişkenin dengeli etkileşimine bağlıdır. Bu nedenle, aşamalı bir inovasyon uygulama modeli benimsenmiştir: sürece kontrollü pilot uygulamalarla başlanmakta, ardından modüler ölçeklendirme aşamasına geçilmekte ve son olarak, ampirik performans ve finansal uygulanabilirlik doğrultusunda tüm varlık portföyüne entegrasyon hedeflenmektedir.

Bu modüler ve kanıta dayalı yaklaşım, belirsizlik ortamında bilinçli karar alma süreçlerini desteklemekte; teknolojik liderliğini sürdürürken operasyonel dayanıklılığı ve ekonomik temkinliliği de güvence altına almamıza olanak tanımaktadır.

Düşük Karbonlu Geçiş İçin Uygulanabilir Yöntemlerin Araştırılması

Termik üretim varlıklarının karbonsuzlaştırılması, küresel enerji dönüşümünün en karmaşık ve hâlen çözülmemiş boyutlarından biri olarak öne çıkmaktadır. Stratejik gereklilik açık olmakla birlikte, mevcut teknolojik yelpaze hâlâ erken aşamadadır ve kısa vadede derin emisyon azaltımı sağlayabilecek, evrensel ölçekte uygulanabilir ya da ticarileşmiş tekil bir çözüm bulunmamaktadır. Karbon yakalama, amonyak ya da hidrojen katkılı yanma, oksijenle zenginleştirilmiş yanma (oxy-fuel combustion) ve yeni nesil ısı entegrasyonu gibi teknikler geliştirilmeye devam edilmekte; ancak ölçeklenebilirlik, maliyet etkinliği, yaşam döngüsü etkileri ve sistem entegrasyonu gibi alanlarda önemli belirsizlikler barındırmaktadır.

Enerjisa Üretim bu tabloya, uygulamalı araştırma, çoklu teknoloji değerlendirmesi ve uyarlanabilir planlamaya dayanan yapılandırılmış bir inovasyon ajandası ile yaklaşmaktadır. Stratejisini herhangi tek bir teknolojiye sabitlemek yerine, mevcut tesislerin modernizasyonunu ve iyileştirilmesini içeren çözümlerden termik esneklik artırıcı teknolojilere, dijital optimizasyondan emisyon yoğunluğu modellerine kadar geniş bir yöntem portföyünü aktif biçimde izlemekte, test etmekte ve değerlendirmektedir.

Bu zorluk yalnızca belirli aktörlere özgü değildir; farklı ülkelerde araştırma kuruluşları, kamu hizmeti şirketleri ve sektör paydaşları, uygulanabilir ve düşük emisyonlu termik dönüşüm yolları geliştirmek üzere parçalı bir inovasyon hattını ortaklaşa yürütmektedir. Enerjisa Üretim, bu küresel çabaya veri odaklı bir işletmeci olarak katılmakta; yatırım kararlarını gelişen teknik bulgular, değişen düzenleyici çerçeveler ve uzun vadede karbon kısıtlı bir elektrik sistemi içinde termik varlıkların anlamlı katkı sunabileceği bir gelecek vizyonu doğrultusunda şekillendirmektedir.

Madencilik ve Yardımcı Operasyonların Elektrifikasyonu

MadenNEXT girişimi, Tufanbeyli linyit madeninin tamamen elektrifikasyonunu hedeflemekte olup, madencilik ekipmanları ve lojistik destek faaliyetlerinde dizel yakıt kullanımıyla ortaya çıkan yukarı yönlü (upstream) Kapsam 3 emisyonlarının ortadan kaldırılmasına odaklanmaktadır. Girişimin ilk fazı tamamlanmış; 564 kW bataryalarla çalışan beş elektrikli kamyon ve iki elektrikli ekskavatör devreye alınarak, yukarı yönlü operasyonların karbonsuzlaşmasında önemli bir eşik aşılmıştır.

Sonraki aşamalar, maden sahasına özel bir güneş enerjisi santralinin kurulmasını, batarya depolama sistemlerinin entegrasyonunu ve otonom işletim teknolojilerinin uygulanmasını içermektedir. Bu sayede tüm maden operasyonlarının yenilenebilir ve akıllı bir enerji altyapısıyla elektrifikasyonu mümkün hâle gelecektir. Bu dönüşüm yalnızca doğrudan emisyonları azaltmakla kalmayacak; aynı zamanda çalışan güvenliğini artıracak, operasyonel gürültü ve titreşimi azaltacak ve uzun vadeli yakıt ile bakım maliyetlerini düşürecektir.

Ayrıca, elektrifikasyona dayalı madencilik operasyonları, karbon yoğun varlıkların Avrupa Birliği Taksonomisi ile uyumlu dönüşümüne katkı sağlayan bütüncül geçiş hedefleriyle de örtüşmektedir.

Odak III: Termik Santrallerin Dönüştürülmesi

Bu stratejik odak alan, termik santrallerden kaynaklanan üretimin dikkatle kalibre edilmiş, sistem bütünlüğünü bozmayan bir yaklaşımla azaltılmasını öngörmektedir. Yenilenebilir enerji üretiminin değişkenliği karşısında şebeke esnekliği, sistem ataleti ve yedek kapasite sağlama gibi işlevler nedeniyle, termik varlıkların tamamen devreden çıkarılması ya da muhasebesel olarak silinmesi yerine, üretim optimizasyonuna dayalı bir dönüşüm süreci yürütülecektir. Tamamen kapatmaya dayalı bir yaklaşımdan ziyade, bu santraller emisyon yoğunluğunu minimize edecek şekilde çalıştırılacak; seçici yük alma stratejisiyle yıllık ortalama bazda $\leq 40 \text{ gCO}_2/\text{kWh}$ emisyon sınırı içerisinde kalacak şekilde işletilecektir.

Bu kapsamda; Bandırma 1 Doğal Gaz Santrali (2035'e kadar) ile Bandırma 2 Doğal Gaz Santrali ve Tufanbeyli Linyit Santrali (2040'a kadar) stratejik olarak yeniden konumlandırılacak; olağan piyasa ve şebeke koşullarında çevrim dışı tutulacak, yalnızca olağanüstü sistem stres

senaryolarında devreye alınacaktır. Bu geçiş ile birlikte düşük karbon hedefleri doğrultusunda ana faaliyetlerde sona girilirken, şebeke arz güvenliği açısından da yedekliliğin korunması güvence altına alınmış olacak.

Bu yeniden konumlandırma adımlarının ötesinde, söz konusu varlıkların stratejik kullanımı gelecekte yeniden değerlendirilebilecek olup; özellikle karbon yakalama ve depolama (CCS) teknolojilerinin maliyet açısından rekabetçi, ölçeklenebilir ve uygulanabilir bir olgunluk düzeyine ulaşması durumunda bu değerlendirme daha da öncelikli hâle gelebilecektir. Uygulamada, bu üniteler piyasa koşulları altında artık düzenli çalışmayacak; beklemede (stand-by) tutulan varlıklar haline gelecektir. Ancak çok düşük kapasite faktörleriyle işletilmenin getirdiği birtakım operasyonel ve ekonomik zorluklar (donanımın bozulma riski, rampa alma sınırlamaları, verimlilik kayıpları vb.) göz önünde bulundurulmalıdır. Bu nedenle, özellikle hızlı yenilenebilir enerji genişlemesinin yaşandığı sistemlerde, bu yedek kapasite işlevinin ekonomik sürdürülebilirliği için ulusal veya bölgesel kapasite destek mekanizmalarına dahil edilmeleri gerekebilir.

Enerjisa Üretim, mevcut termik santrallerin uzun vadeli karbonsuzlaşma hedefleriyle uyumlu biçimde yeniden işlevlendirilmesine yönelik odaklı bir dönüşüm programı yürütmektedir. Bu kapsamda, mevcut şebeke bağlantı altyapısından faydalanılarak hibrit güneş enerjisi üretimi entegrasyonu sağlanmakta ve böylece santral sahalarında yenilenebilir enerji üretimi mümkün hâle gelmektedir. Buna ek olarak, enerji depolama sistemlerinin devreye alınmasıyla sistem esnekliği artırılmakta, yardımcı hizmet kapasitesi güçlendirilmekte ve değişken yenilenebilir kaynakların şebekeye entegrasyonu desteklenmektedir. Buna ek olarak, seçili tesis sahaları; mevcut güçlü elektriksel ve soğutma altyapısı sayesinde, veri işleme merkezlerine dönüştürülme potansiyeli açısından değerlendirilmektedir. Bu dönüşüm, arazi kullanımını minimize ederken yeni ekonomik değer alanları yaratma fırsatı da sunmaktadır. Eğer karbon yakalama teknolojileri olgunlaşıp ölçeklenebilir hale gelirse, emisyonu azaltılmış üretim de yeniden değerlendirmeye alınabilecektir.

Termik üretimin azaltım sürecinin, sistem yeterliliği kriterleri, elektrik piyasası dinamikleri ve ulusal kapasite mekanizmalarındaki gelişmelerle eşgüdüm içinde yürütülmesi kritik önem taşımaktadır. Bu doğrultuda, izlenecek yol haritası statik olmayıp; teknolojik ilerlemeler, düzenleyici çerçevedeki değişiklikler ve piyasa koşullarına bağlı olarak dinamik biçimde şekillenecektir.

Temiz Enerji Dönüşümünde Termik Santrallerin Sorumlu İşletimi

Enerjisa Üretim, temiz enerji dönüşümünün temel dayanaklarından birini; sorumlu, mevzuata tam uyumlu ve yüksek bütünlükle yürütülen operasyonlara dayandırmaktadır. Bu dönüşüm bağlamında, termik santraller sabit yük ya da terk edilmesi gereken varlıklar değil; stratejik olarak yönetilen, sürekli gelişen ve dönüşüm operasyonel bileşenler olarak ele alınmaktadır. Enerjisa Üretim, teknik mükemmeliyet, çevresel uyum, operasyonel verimlilik ve paydaş katkısı açısından Türkiye'nin önde gelen termik santral işletmecisi olarak kanıtlanmış bir performans geçmişine sahiptir. Yasal gerekliliklerin ötesine geçerek, uluslararası en iyi uygulamaları hayata geçirmekte ve yerel ekosistemler ile topluluklara aktif katkı sağlamaktadır.

Net sıfır geleceğe giden yol, yalnızca varlıkların devreden çıkarılmasına veya kritik altyapıların eşdeğer işletim yetkinliğine sahip olmayan aktörlere devredilmesine dayanamaz. Bu yolculuk, yenilikçilik, uyarlanabilir varlık yönetimi ve emisyon azaltımı temelli iddialı bir gündemi gerektirir. Enerjisa Üretim, termik üretimin karbon yoğunluğunu azaltmak amacıyla ileri düzey yanma optimizasyonu, yakıt esnekliği, yenilenebilir kaynaklarla hibritleşme, karbon yakalamaya hazırlık ve gerçek zamanlı emisyon izleme teknolojilerini hayata geçirmektedir.

Bu uygulamaların temel amacı; mevcut termik varlıkları daha düşük emisyonlu, esnek ve şebeke kararlılığını destekleyen güvenilir kapasite kaynaklarına dönüştürmektir. Yaklaşımımız, terk etmeye değil dönüşüme; edilgenliğe değil hesap verebilirlik yoluyla liderliğe dayanır. Bu sayede, termik varlıkların Türkiye'nin karbonsuzlaşma hedefleriyle uyumlu kalmasını sağlarken, çevresel ve sosyal sorumluluk alanında en yüksek standartları sürdürmeye kararlılıkla devam ediyoruz.



Yenilenebilir Enerji Ağırlıklı Bir Enerji Sisteminde Termik Kaynakların, Güvenilir Kapasitenin ve Şebeke Altyapısının Rolü

Yenilenebilir enerji yatırımları, iklim etkilerinin dengelenmesine yönelik temel geçiş yolu olarak öne çıkarken, termik kaynaklar, özellikle karbon yakalama ve depolama (CCS) teknolojileriyle donatıldıklarında, stratejik olarak geçici bir rol oynamaya devam edebilir (IPCC, 2022). Enerji sisteminin tamamının yalnızca yenilenebilir kaynaklarla, özellikle rüzgâr ve güneş, beslenmesi önemli teknik ve ekonomik zorlukları beraberinde getirmektedir. Bu kaynakların yüksek paya ulaşması; mekânsal ve zamansal dalgalanma, senkron olmayan üretim ve çoklu zaman ölçeklerinde belirsizlik gibi sistemsel karmaşıklıkları artırmakta; bu durum, yenilenebilir pay %100'e yaklaştıkça daha da belirginleşmektedir.

Sistem güvenilirliği ve yeterliliğinin sağlanabilmesi için, düşük kapasite faktörüyle çalışan CCS'li termik varlıklar, nükleer enerji ve karbon giderim teknolojileri (CDR) gibi güvenilir ve yük takip edebilen üretim teknolojileri kritik rol oynayacaktır. Bu güvenilir kapasite; şebeke ataletinin korunması, frekans regülasyonu ve düşük yenilenebilir üretim dönemlerinde uzun süreli yedekleme sağlanması gibi temel hizmetleri yerine getirir.

Elektrik şebekesi, dönüşüm sürecinde diğer bir merkezi odak noktasıdır. Yüksek oranlı rüzgâr ve güneş enerjisi entegrasyonu, milisaniyelik tepkilerden mevsimsel dengeleme ölçeğine kadar değişen zaman dilimlerinde değişkenliğin yönetimini gerektirir. Derin karbonsuzlaşma senaryoları, iletim ve dağıtım altyapısı yatırımlarının tarihsel seviyelere kıyasla iki katına veya daha fazlasına çıkarılması gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu yatırımlar; coğrafi dengeleme, gelişmiş bölgesel bağlantılar ve sistem esnekliği sağlamak açısından gereklidir.

Bu durumun somut bir örneği, Nisan 2025'te İspanya ve Portekiz'de yaşanan büyük çaplı elektrik kesintisinde görülmüştür. Yenilenebilir üretimin toplam arzın %50'sinden fazlasına ulaştığı bu dönemde, şebeke altyapısı ani dalgalanmalara karşı yeterli dengeleme kapasitesine ve atalet desteğine sahip olmadığından, ciddi bir kararsızlık yaşanmış ve sistem çöküşü meydana gelmiştir. Nadir bir atmosferik olay ve ani üretim kayıpları bu kesintiye katkı sağlamış olsa da, yaşananlar; yenilenebilir enerji yatırımlarının, eş zamanlı olarak şebeke dayanıklılığı yatırımlarıyla desteklenmesi gerektiğini çarpıcı biçimde ortaya koymuştur (The Guardian, 2025).

Bu bağlamda, karbonsuzlaşma stratejileri yalnızca üretim portföyü dönüşümüyle değil; güvenilir kapasite yönetimi ve sistem altyapısının bütüncül şekilde güçlendirilmesiyle başarıya ulaşabilir.

Odak IV: Ekosistem Onarımı ve Doğa Temelli Çözümler

Doğrudan emisyon azaltım stratejilerine paralel olarak, ekosistem restorasyonu ve rejenerasyonu hedefiyle tasarlanmış çeşitli doğa temelli çözümleri de hayata geçiriyoruz. Bu kapsamda; ağaçlandırma ve arazi kullanımının iyileştirilmesine yönelik çalışmalar, yerli habitatların onarımı, erozyon kontrolü ve biyolojik çeşitliliğin korunmasına dair projeler, faaliyet alanlarımızın etki alanlarında uygulanmaktadır. Bu tür faaliyetlerin iklim değişikliğiyle mücadeleye sağladığı eş faydalar, bilimsel literatürde kapsamlı biçimde belgelenmiş olsa da, Türkiye'de bu katkıların resmi emisyon yoğunluğu hesaplarına dahil edilmesini sağlayacak standartlaşmış, yasal dayanağı olan ve doğrulanabilir bir muhasebe çerçevesinin halihazırda mevcut olmaması, bu tür katkıların resmi hesaplamalar dışında tutulmasına neden olmaktadır.

Bu uygulamaları, karbon yutak kapasitesinde ek fayda yaratma, mikroiklim düzenleme ve iklim etkilerine karşı topluluk temelli dirençlilik sağlama potansiyeli taşıyan tamamlayıcı bir mekanizma olarak değerlendiriyoruz. Ulusal ya da uluslararası politika araçları, bu etkilerin resmi emisyon muhasebesi sistemlerine dahil edilmesine olanak tanıyana dek, söz konusu doğa temelli çözümler resmi emisyon yoğunluğu hesaplamalarımıza atfedilmeyen katkılar olarak değerlendirilecektir.



İklim Eyleminin Kök Saldığı Yer

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC) ve Birleşmiş Milletler Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi (Convention on Biological Diversity - CBD) tarafından ortaya konan küresel uzlaşıyla uyumlu olarak, ekosistem restorasyonunun iklim ve sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada çevresel bir destek değil; merkezî bir araç olduğuna inanıyoruz. Bu anlayış doğrultusunda, doğa temelli iklim azaltım stratejilerimizin bir parçası olarak; geniş ölçekli ağaçlandırma, orman yangını riski azaltımı ve ekolojik dirençliliğin güçlendirilmesine odaklanan kapsamlı bir ağaçlandırma ve orman yönetimi programı hayata geçirilmiştir. Bugüne kadar, farklı coğrafi bölgelerde toplam 1,3 milyonu aşkın fidan toprakla buluşturularak karbon yutak kapasitesine katkı sağlanmış, biyolojik çeşitlilik desteklenmiş ve peyzaj bazlı ekosistem restorasyonu gerçekleştirilmiştir.

Bu program, dikilen ağaçların uzun vadeli yaşama oranını, sağlığını ve ekolojik entegrasyonunu güvence altına alan yapılandırılmış bir izleme çerçevesine dayanmaktadır. Büyüme oranları, tür adaptasyonu ve ekosistem uyumluluğu, arazi tabanlı denetimler ve coğrafi bilgi sis-

temleri (CBS) ile düzenli olarak değerlendirilmektedir.

2024 yılı itibarıyla, Ormancılığı Geliştirme ve Orman Yangınlarıyla Mücadele Hizmetlerini Destekleme Vakfı (OGEMVAK) tarafından sağlanan verilere göre, Enerjisa Üretim Türkiye’de kurumsal aktörler arasında en fazla fidan diken özel sektör kuruluşu konumundadır. Bu girişim, her yıl şirketimizin yaşının 10.000 katı kadar fidan dikilmesini içeren bir taahhütle genişletilmektedir. Bu doğrultuda, 2040 yılına kadar dikilecek toplam ağaç sayısının yaklaşık 7 milyon adede ulaşması öngörülmektedir.

Bu çalışmalarla eş zamanlı olarak, orman yangınlarının önlenmesine ve kontrolüne yönelik altyapı yatırımlarını da desteklemekteyiz. Bu kapsamda; acil durum müdahale kapasitesini artırmak için ormanlık alanlara erişim yolları inşa edilmekte, yangın söndürme havuzları kurulmakta ve yerel yangın kontrol merkezleri oluşturulmaktadır. Söz konusu yatırımlar, karbon yutaklarının korunmasına, ekosistem tahribatının önlenmesine ve yerel toplumların afetlere karşı hazırlık düzeyinin artırılmasına katkı sunmaktadır.



Gıda-Enerji-Su İlişisini Güçlendiren Agrivoltaik Çözümler

Enerjisa Üretim'in agrivoltaik projesi yenilenebilir enerji yatırımlarını sürdürülebilir arazi ve kaynak kullanımıyla bütünleştiren, geleceğe dönük bir iklim eylemi stratejisini temsil etmektedir. Agrivoltaik, arazinin hem tarım hem de güneş enerjisi (fotovoltaik – PV) üretimi için çift amaçlı olarak kullanılmasını ifade eder ve gıda-enerji-su bağlantısını işlevsel hâle getirerek iklim direncini, arazi verimliliğini ve kırsal kalkınmayı destekleyen çok boyutlu faydalar sunar.

Bu kapsamda, İstanbul'daki Komşuköy Agrivoltaik Pilot Alanı ve Bandırma Enerji Üssü olmak üzere iki farklı sahada agrivoltaik sistemler uygulanmıştır. Komşuköy, Türkiye'nin aktif tarım arazisinde biyolojik çeşitlilik temelli ve pestisit içermeyen yöntemlerle kurulan, yüksek montajlı ve seyrek yerleşimli bifacial PV panellerin kullanıldığı ilk agrivoltaik tesisidir. Verimlilik Dergisi'nde (2024) yayımlanan hakemli araştırmalar, araziden elde edilen eşdeğer verim oranlarının (LER) 1,33 ile 3,30 arasında değiştiğini ve PV gölgelemesi altında biberiye veriminin 2,5 kat arttığını ortaya koymuştur. Bu sonuçlar, özellikle Akdeniz ekosistemlerinde, agrivoltaik uygulamaların tıbbi ve aromatik bitki yetiştiriciliği ile uyumlu olduğunu kanıtlamaktadır.

Bandırma'da ise araştırmalar, şebeke ölçeğinde bir güneş santralının devreye alınmasından sonra tarımsal faaliyetlerin entegre edilmesi sürecine odaklanmaktadır. *Arbusküler mikorizal mantarlar* (AMF) ile zenginleştirilen test parsellerinde, fosfor (P), potasyum (K), demir (Fe) ve çinko (Zn) gibi besin maddelerinin alımında artış, *Mentha* türlerinde uçucu yağ veriminde yükseliş ve toprak sağlığı ile biyoçeşitlilik açısından somut faydalar elde edilmiştir. Bu saha çalışmaları, mevcut enerji varlıklarının agrivoltaik entegrasyonu için deneysel bir temel sunmaktadır.

Bu umut verici sonuçlara rağmen, Türkiye'deki mevcut mevzuat çerçevesi PV yatırımlarını yalnızca marjinal arazilere sınırlamakta ve entegre arazi kullanımı sistemleri için gerekli düzenlemeleri içermemektedir. Bu durum, agrivoltaik uygulamaların ölçeklenmesini engellemekte ve gıda güvenliği, karbon azaltımı ve kırsal sürdürülebilirlik hedeflerine katkı potansiyelini yeterince değerlendirememektedir.

Bu boşluğu kapatmaya yönelik olarak Enerjisa Üretim, Manisa Bağcılık Araştırma Enstitüsü (MBAE) ve OD-TÜ-GÜNAM ile yeni bir araştırma iş birliği başlatmaktadır. Çekirdeksiz kuru üzüm ve sofralık üzüm üretimi üzerine karşılaştırmalı denemeler gerçekleştirilecek ve düzenleyici reformlara bilimsel bir temel oluşturacak güçlü kanıtlar sunulacaktır.

Pilot uygulamaların ötesine geçerek, gösterim, doğrulama ve politika temelli iş birlikleri yoluyla agrivoltaik uygulamaların ölçeklenebilir bir arazi kullanımı inovasyonu olarak desteklenmesi hedeflenmektedir. Tarım ve Orman Bakanlığı ile aktif temas hâlinde olan program, Türkiye genelinde izole denemelerden çıkıp, politika destekli yaygın uygulamalara geçişi hızlandıracak düzenleyici ve teknik çerçevelerin geliştirilmesine katkı sunmayı amaçlamaktadır.

AGRİVOLTAİK PROJEMİZ



AGRİVOLTAİK ÜZERİNE YAYIMLANMIŞ AKADEMİK MAKALEMİZ



EMİSYON YOĞUNLUĞU AZALTIM EĞRİSİ

Enerjisa Üretim'in emisyon yoğunluğu azaltım eğrisi, elektrik üretim faaliyetlerinin dekarbonizasyonuna yönelik yapılandırılmış ve bilim temelli bir yaklaşımı yansıtmaktadır. 2024 yılı baz yılı seviyesi olan 463 gCO₂/kWh değerinden yola çıkan yol haritası; 2030'da 218 gCO₂/kWh, 2035'te 191 gCO₂/kWh ve 2040'ta yaklaşık sıfır gCO₂/kWh hedeflerini ortaya koymaktadır (Şekil 10). Bu aşamalar; yenilenebilir enerji entegrasyonu ile başlayan, sistem optimizasyonu ve hibritleşme ile ilerleyen, şebeke esnekliği ve termik azaltımı ile desteklenen derin operasyonel dekarbonizasyon ile sonuçlanan kademeli bir dönüşümü temsil etmektedir.

Bu hedeflerin sağlamlığını ve ulaşılabilirliğini değerlendirmek amacıyla Monte Carlo simülasyonlarına dayalı olasılık temelli bir analiz gerçekleştirilmiş; her hedef yıl için emisyon yoğunluğu dağılımları üretilmiştir. Modelleme çerçevesi, teknoloji, politika ve piyasa dinamiklerindeki belirsizlikleri dikkate alarak her eşik değerine ulaşma olasılığını nicel olarak ortaya koymuştur.

2030 Öngörüsü

2030 yılı hedefi, nihai ortalama yoğunluğu ≤ 218 gCO₂/kWh olarak vermekte ve bu hedefin gerçekleştirilme olasılığı %78 olarak hesaplanmıştır. %5–95'lik dağılım aralığı 192 ila 238 gCO₂/kWh arasında gerçekleşmiş, bu da nispeten düşük değişkenlik ve yüksek istatistiksel güven düzeyiyle uyumludur.

Bu dönem, kurulu gücün yaklaşık %75'inin rüzgâr, güneş ve hidro kaynaklardan oluştuğu, yenilenebilir odaklı bir kapasite karmasına geçişi temsil etmektedir ve toplam portföyün 8 GW civarında olması beklenmektedir. 463'ten 218 gCO₂/kWh'ye düşüşün büyük ölçüde olgunlaşmış YEKA projeleri, istikrarlı politika araçları ve erişilebilir iklim finansmanı sayesinde sağlandığı varsayılmaktadır. Bu senaryoda, temel mekanizmaların çoğu doğrudan organizasyonel kontrol altındadır ve gereken teknolojilerin önemli bir kısmı hâlihazırda uygulanma aşamasındadır. Emisyon azaltım katkı oranları şu şekildedir:

- Odak 1 – Yenilenebilir Enerji Artışı: %55
- Odak 2 – Teknolojik ve Operasyonel İnovasyon: %5
- Odak 3 – Termik Yük Alma Azaltımı: %40

2035 Öngörüsü

2035 yılı eşiği, sınırı ≤ 191 gCO₂/kWh olarak sıkılaştırmakta ve başarı olasılığı %59 olarak hesaplanmaktadır. Yüzdelik bant 176–206 gCO₂/kWh aralığına genişlemiş; bu da beş yıllık dönem içerisinde belirsizliğin arttığını göstermektedir. 2024'e kıyasla termik bağımlılık %50'nin üzerinde azaltılmaktadır. 2030 sonrasındaki ek emisyon yoğunluğu azaltımı; batarya depolama, hibrit varlıklar ve yapay zekâ destekli santral optimizasyonunun sistem genelinde entegrasyonunu gerektirmektedir. Bu aşamada ilerleme, düşük karbonlu yeni teknolojilerin devreye alınması ve ölçeklenmesiyle giderek daha fazla ilişkilidir. Odak alanlar bazında katkı oranları aşağıdaki gibidir:

- Odak 1 – Yenilenebilir Enerji Artışı: %30
- Odak 2 – Teknolojik ve Operasyonel İnovasyon: %30
- Odak 3 – Termik Yük Alma Azaltımı: %40

2040 Öngörüsü

2040 yılına yönelik son eşik, ≤ 40 gCO₂/kWh hedefiyle en iddialı ve en karmaşık aşamayı tanımlamaktadır. Modellemede elde edilen nihai ortalama yoğunluk 41,5 gCO₂/kWh olmuş; hedefe ulaşma olasılığı %57 olarak hesaplanmıştır. Ancak, %5–95'lik dağılım aralığı 25 ila 89 gCO₂/kWh'ye kadar genişlemiş; bu da uzun vadeli belirsizliklere duyarlılığı ortaya koymaktadır. Neredeyse sıfır emisyon elde edebilmek için temel düzeyde bir dönüşüm gereklidir:

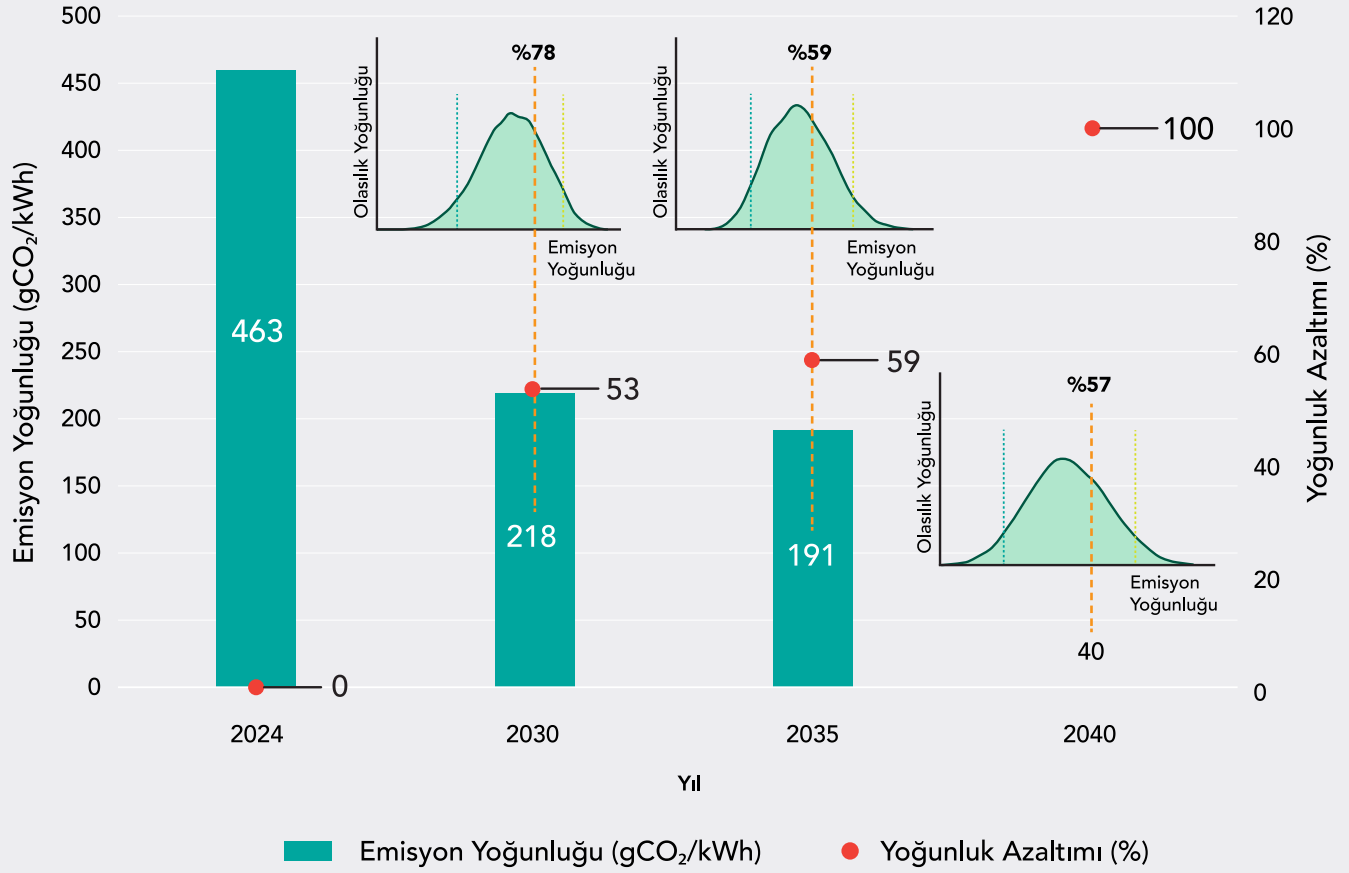
- Termik temelli kapasite yapısal olarak minimize edilmelidir
- Yeni nesil teknolojiler entegre edilmelidir
- Esnek şebeke sistemleri olgunlaştırılmalı ve ölçeklenmelidir

Bu karmaşıklık, azaltım katkı yapısına da yansımaktadır:

- Odak 1 – Yenilenebilir Enerji Genişlemesi: %5
- Odak 2 – Teknolojik ve Operasyonel İnovasyon: %5
- Odak 3 – Termik Yük Alma Azaltımı: %90

Bu dönem, sistemsal ve dışsal risklere en açık olan segmenttir—politika değişkenliği, teknoloji maliyet eğrileri, tedarik zinciri dayanıklılığı ve jeopolitik istikrar gibi faktörler belirleyicidir. Bununla birlikte, bu aşama, tam karbonsuzlaşmaya ulaşmada son kırılma noktasını temsil etmektedir.

Şekil 10: Enerjisa Üretim Emisyon Yoğunluğu ve Azaltım Eğrisi



Yöntemsel Temel

Her bir dekarbonizasyon yapısının emisyon azaltım potansiyelini modellemek için kullanılan olasılık dağılımları; uygulanabilirlik, olgunluk ve ölçeklenebilirliğe ilişkin mevcut sektörel anlayışa dayanan varsayımlardan türetilmiştir. Gelişen teknolojilerin devreye alma zamanlamalarındaki, maliyet eğilimlerindeki ve sistemsal entegrasyon zorluklarındaki değişkenliği nicel olarak yansıtan yaygın kabul görmüş olasılık temelli veri setlerinin yokluğunda, kullanılan giriş aralıkları sektörel bilgi birikimi ile proje düzeyindeki içgörülerin sentezini temsil etmektedir. Bu girdiler, olasılıkların yapılandırılmış bir biçimde incelenmesini ve politika açısından anlamlı koşullar altında belirsizliklerin keşfini desteklemeyi amaçlamaktadır.

Özellikle Odak II (Teknolojik ve Operasyonel İnovasyon) kapsamında yer alan olanak sağlayıcı teknolojilerin evriminin doğası gereği stokastik olduğu ve inovasyon yayılma hızları, piyasa sinyalleri ve düzenleyici çerçeveler gibi çok sayıda dışsal belirsizlikten etkilendiği kabul edilmektedir. Bu dinamiklerin olasılık temelli karakterizasyonu, hakemli akademik literatürde ve sektör modellerinde hâlâ oldukça sınırlıdır. Bu nedenle, elde edilen sonuçlar, tam bilgiye dayanan kesin öngörüler olarak değil; belirli varsayımlar altında şekillenen koşullu olasılıklar çerçevesinde değerlendirilmelidir.

Net Sıfır Hedefi Belirlemede Olasılık Temelli Çerçevenin Gerekçesi

Net sıfır taahhütleri, kurumsal ve ulusal iklim stratejilerinin normatif dayanak noktası haline gelmiştir. Bu hedefler, küresel azaltım yollarıyla uyumun ve niyetin açık bir göstergesi olarak önemli bir işlev görmekle birlikte, günümüzde söz konusu taahhütlerin büyük çoğunluğu deterministik bir biçimde ifade edilmektedir. Hedefler genellikle, belirli bir yıla kadar sıfır net emisyonu ulaşmak gibi mutlak ifadelerle dile getirilmekte; başarı olasılığı, güven aralıkları veya modelleme varsayımları kamuoyuyla paylaşılmamaktadır. Bu yaklaşım iletişim açısından sade olmakla birlikte, özellikle elektrik üretimi gibi sonuçların çok sayıda birbirine bağlı değişken tarafından belirlendiği sektörlerde, uzun vadeli karbonsuzlaşma yollarına özgü belirsizlikleri dikkate almaz.

Net sıfır hedeflerine olasılık temelli bir çerçevenin entegre edilmesi hem yönetsel açıdan sağlam hem de operasyonel olarak gereklidir. Bir elektrik üretim portföyünde emisyonlar, yalnızca içsel karar alma ve stratejik planlama süreçlerinden değil, aynı zamanda doğrudan kurumsal kontrol alanının dışında kalan çok sayıda dışsal faktörden etkilenmektedir. Bu faktörler arasında; iklim ve enerji politikalarının yönü, teknolojik gelişme ve ticarileşme hızı, iletim ve şebeke kapasitesi yatırımları, tedarik zinciri dinamikleri, düzenleyici izin süreçleri ve genel makroekonomik koşullar yer almaktadır.

Bu bağlamda, gelecekteki emisyon performansını deterministik veya tekil tahmin noktasıyla ifade etmek, söz konusu belirleyici değişkenlerin doğasında bulunan değişkenliği göz ardı edebilir ve farkında olmadan hatalı bir kesinlik veya güven algısı oluşturabilir. Bu durum, özellikle jeopolitik dinamiklerin değişken olduğu, küresel sermaye akımlarına hassasiyetin yüksek olduğu ve kurumsal-siyasal yapının dönüşüm geçirdiği gelişmekte olan ekonomilerde daha da geçerlidir. Bu etkenlerin tamamı, yatırım ve altyapı uygulama hızını ve devamlılığını doğrudan etkileyebilir.

IPCC AR6 Senaryo Ölçütleriyle Uyum Değerlendirmesi

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) Altıncı Değerlendirme Raporu (AR6), Çalışma Grubu III kapsamında, farklı düzeylerde hedef ve ısınma çıktılarıyla yapılandırılmış bir dizi azaltım senaryosu (C1 -C8) sunmaktadır. Bu senaryolar arasında C1 ve C2, en yüksek azaltım düzeyini temsil etmekte olup; C1, ısınmayı %50'nin üzerinde bir olasılıkla 1,5°C ile sınırlamayı hedeflerken, C2 senaryosu bu sıcaklık hedefini geçici bir aşım sonrası yüzyıl sonuna kadar geri dönerek sağlamaktadır.

Elektrik sektörü özelinde bakıldığında, AR6 WGIII Raporu'nun Tablo 3.1'ine göre C2 senaryolarında 2030 yılı için medyan küresel CO₂ yoğunluğu 218 gCO₂/kWh olarak öngörülmektedir; bu değer 2040 yılı itibarıyla sıfıra iner (ilgili Rapor'un Şekil 6.29a'sı). C2 senaryolarında 2040 için çeyrekler arası aralık, teknolojik yayılım hızları, enerji talebi evrimi ve politika uygulama düzeylerindeki bölgesel farklılıklar nedeniyle 30 ila 81 gCO₂/kWh arasında değişmektedir.

Enerjisa Üretim'in emisyon yoğunluğu öngörülleri bu eşiklerle yüksek ölçüde örtüşmektedir. Örneğin:

- 2030 yılı için öngörülen 218 gCO₂/kWh değeri, C2 senaryolarının medyan değeriyle uyumludur ve kısa vadede 1,5°C ile uyumlu azaltım patikasına yakınsama göstermektedir.
- 2040 yılına yönelik net sıfır hedefi, C2 senaryosunun medyanının altında yer almakta ve çeyrekler arası dağılım içerisinde kalmaktadır; bu da küresel azaltım hedefleriyle uyumlu ilerici bir dekarbonizasyon hızını temsil etmektedir.

Şekil 10'da gösterilen azaltım eğrisi, 2024 yılında 463 gCO₂/kWh düzeyinden başlamakta ve aşağıdaki hedefleri içermektedir:

- 2030: 218 gCO₂/kWh
- 2035: 191 gCO₂/kWh
- 2040: ≤40 gCO₂/kWh

Bu profil, yüzyıl sonuna ertelenmiş negatif emisyon stratejilerine değil; yapısal dönüşüme dayalı bir yaklaşımı önceliklendirir. Bu nedenle, C3–C6 senaryolarında yaygın biçimde kullanılan biyokütle + karbon yakalama (BECCS) ya da doğrudan hava yakalama (DAC) gibi negatif emisyon teknolojilerine yüksek bağımlılık yerine; yenilenebilir kapasite yatırımı, termik üretim azaltımı, hibritleşme ve dijital optimizasyona dayalı bir yapı benimsenmiştir. Bu yönleriyle, C1–C2 geçiş tipolojileriyle geniş ölçüde örtüşmektedir.

Ayrıca bu geçiş profili, IPCC AR6 kapsamında sistem düzeyinde kritik kolaylaştırıcılar olarak tanımlanan şu unsurları da desteklemektedir:

- Emisyon kontrolsüz kömür santrallerinin devreden çıkarılması veya yeniden işlevlendirilmesi,
- Enerji depolama sistemleri ve esnek şebeke operasyonlarının entegrasyonu,
- Termik olmayan yük takip edebilen kaynakların (örneğin hidroelektrik, jeotermal, gelişmiş biyokütle) ölçeklenmesi.

Sonuç olarak, IPCC AR6'nın C2 senaryo bandına göre değerlendirildiğinde, Enerjisa Üretim'in emisyon yoğunluğu azaltım eğrisi, 1,5°C hedefiyle uyumlu medyan dekarbonizasyon hızını yakalayan bir yapı sergilemektedir. Erken aksiyon, teknoloji uygulamaları ve portföy uyumu odağındaki bu yönelim, Enerjisa Üretim'i Türkiye elektrik piyasasında iklimle uyumlu ve geçişe dirençli bir aktör olarak konumlandırmakta; sürdürülebilirlik bağlantılı yatırım çerçevelerinde uzun vadeli güvenilirliğini desteklemektedir.



İKLİMLE İLİŞKİLİ RİSK VE FIRSAT DEĞERLENDİRMESİ

Enerjisa Üretim, iklim değişikliğiyle mücadelede bilim temelli bir geçiş stratejisi benimseyerek, bu stratejiyi dekarbonizasyon, dayanıklılık ve fırsatların değerlendirilmesi ekseninde yapılandırmaktadır. TCFD ve küresel çerçeveler (Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları, Küresel Biyoçeşitlilik Çerçevesi, gezegen sınırları) rehberliğinde geliştirilen strateji, senaryo bazlı risk analizi ile doğa temelli etmenleri bütünleştirerek uzun vadeli değer yaratımını düşük karbonlu ve iklim dirençli bir ekonomi düzeninin sistemselsel gereklilikleriyle uyumlu hâle getirmektedir.

İklimle ilişkili risk ve fırsatların, varlık yaşam döngüleri, düzenleyici gelişmeler ve teknolojik dönüşüm çerçevesinde analiz edilebilmesini sağlamak amacıyla kısa (0–5 yıl), orta (5–10 yıl) ve uzun vadeli (10–30 yıl) zaman ufukları tanımlanmıştır. Bu yapı, yönetim mekanizmalarını ve stratejik önceliklendirme süreçlerini desteklemektedir. Senaryo analizleri, IPCC, IEA ve NGFS tarafından yayımlanan patikalara dayandırılmakta olup iki temel referans senaryo esas alınmaktadır: Hızlı karbonsuzlaşmayı temsil eden İddialı Geçiş (<2°C) senaryosu (SSP1-2.6, NZE, NGFS Below 2°C) ve politika ataletinin sürdüğü, fiziksel etkilerin arttığı Yavaş Geçiş (3,5–4°C) senaryosu (SSP3-7.0, STEPS, NGFS Current Policies).

Enerjisa Üretim'in iklim analizi kapsamında kullanılan risk türleri ve senaryo varsayımları (ayrıntılar Tablo 1'de sunulmaktadır), öncü akademik ve politika literatürüyle tutarlılık göstermektedir. Fiziksel ve geçiş risklerine yönelik çift yönlü maruziyet, IPCC Altıncı Değerlendirme Raporu (IPCC, 2022) ve Finansal Sistemi Yeşilleştirme Ağı (NGFS) Senaryoları (2021) gibi küresel değerlendirmelerde kapsamlı biçimde belgelenmiştir. Hidroelektrik ve soğutma sistemlerinde su stresi gibi sektörel kırılganlıklar ile termik varlıklara yönelik karbon fiyatlandırması etkileri, enerji sektörü literatüründe geniş biçimde ele alınmaktadır (örn. IEA Net Zero Emissions by 2050 Yol Haritası; WRI Aqueduct Su Riski Atlası, IEA 2021; WRI 2023). Bu uyum, senaryo kurgusunun ve risk haritalamasının sağlamlığını pekiştirmektedir.

Yapılan analiz sonucunda, Enerjisa Üretim'in yukarı akış, operasyonel ve aşağı akış faaliyetleri genelinde beş öncelikli risk alanı belirlenmiştir; bunlardan ikisi fiziksel, üçü ise geçiş riskidir (Tablo 2). Bu riskler, IPCC uyumlu iki ayrı senaryo çerçevesinde değerlendirilmiştir. Fiziksel risklerin, Yavaş Geçiş (3,5–4°C) senaryosunda şiddetlendiği; geçiş risklerinin ise, hızlandırılmış iklim eylemleriyle karakterize edilen İddialı Geçiş (<2°C) senaryosunda daha belirgin hale geldiği gözlemlenmiştir. Bu çift senaryolu çerçeve, uyum ve geçiş zorlukları arasındaki ters yönlü ilişkiyi vurgulamaktadır.

Tablo 1: İklimle İlişkili Risk ve Fırsat Değerlendirmesi İçin Senaryo Kaynakları

Senaryo Tipi	İddialı İklim Geçişi (<2°C):	Yavaş İklim Geçişi (3,5–4°C)
IPCC*	SSP1-2.6 (radyatif zorlama, RCP'ye benzer)	SSP 3-7.0
RCP	RCP 2.6, RCP 4.5 (yalnızca SSP1 ile birlikte)	RCP 6.0, RCP 8.5 (en yüksek SSP ile birlikte kullanılmamıştır)
SSP	SSP1, SSP2	SSP3, SSP4, SSP5 (SSP5 yalnızca daha düşük RCP'lerle birlikte)
IEA	NZE**	STEPS (yüksek SSP'lerle ilişkilendirerek)
NGFS	2°C'nin altında	Mevcut Politikalar

*IPCC AR6 Raporu, 2021

Fiziksel Riskler: Kronik stres faktörleri, özellikle sıcaklık artışı ve değişen yağış rejimleri, su mevcudiyetini uzun vadede tehdit ederek, hidroelektrik üretim kapasitesini ve termik santrallerdeki soğutma sistemlerini kritik düzeyde etkilemektedir. Ani gelişen doğa olayları (sel, orman yangınları, aşırı sıcak hava dalgaları ve dolu) altyapı bütünlüğü ile operasyonel süreklilik açısından giderek artan riskler oluşturarak, iklim dirençli sistem ihtiyacını daha da belirginleştirmektedir. Tüm iklim senaryoları altında hidroelektrik üretimi ve termik santral soğutma süreçlerini etkileyen su kıtlığı, uzun vadeli en kritik risk olarak öne çıkmakta; bu riskin şiddeti 3,5–4°C'lik bir ısınma senaryosunda daha da artmaktadır.

Geçiş Riskleri: Hızlandırılmış dekarbonizasyon süreci, düzenleyici, teknolojik ve piyasa temelli dönüşümleri berabe-

rinde getirmektedir. Temel risk başlıkları arasında karbon fiyatlandırması, varlıkların atıl duruma düşmesi, yatırımcı ve müşteri beklentilerindeki değişim ile özellikle güneş enerjisi ve batarya teknolojilerinde tedarik zinciri dalgalanmaları yer almaktadır. Artan açıklama yükümlülükleri çerçevesinde itibari ve hukuki risklerde de belirgin bir artış gözlemlenmektedir.

Enerjisa Üretim bu risklere karşı bütüncül bir yanıt mekanizması geliştirmiştir. Üretim portföyünün çeşitlendirilmesi, su verimliliğinin artırılması, düşük karbonlu varlıklara yatırım yapılması ve karbon piyasalarına aktif katılım bu yaklaşımın temel bileşenlerini oluşturmaktadır. Bu strateji yalnızca senaryoya özgü kırılgenlikleri azaltmakla kalmamakta; aynı zamanda risk kategorileri arasında sinerji yaratarak stratejik dayanıklılığı güçlendirmektedir.

Tablo 2: Enerjisa Üretim'in İklim Değişikliği Kaynaklı Riskleri

Risk	Temel Etkenler ve Senaryo Görünümü	Etkilenen Değer Zinciri Unsurları	Uyum ve Azaltım Stratejileri
Su Stresi ve Kuraklık (Fiziksel)	Artan sıcaklıklar ve değişen yağış rejimleri su mevcudiyetini azaltmaktadır. Tüm senaryolarda yüksek risk taşımakta olup, 3,5–4°C üzerindeki senaryolarda etki daha da artmaktadır.	YA: Su kaynaklarına erişimde kısıtlar KO: Hidroelektrik üretim düşüşü, soğutma kapasitesi sınırlamaları AA: Enerji arzında istikrarsızlık	Üretim portföyü ve lokasyonlarını çeşitlendirmek. Hidroelektrik santrallerde su verimliliği ve dayanıklılığı artırmak.
Aşırı Hava Olayları (Fiziksel)	Sel, fırtına, orman yangını ve sıcak hava dalgalarının sıklığı ve şiddeti artmaktadır; özellikle yüksek ısınma senaryolarında en yoğun etkiler görülmektedir.	KO: Varlık hasarı, kesintiler YA: Yakıt tedarikinde aksamalar AA: Dağıtım ve şebeke etkileri	İklim dayanıklılığına yönelik altyapı güçlendirmeleri. Acil durum planlarının ve sigorta mekanizmalarının genişletilmesi.
Karbon Fiyatlandırması ve Regülasyonlar (Geçiş)	<2°C senaryolarında daha sıkı emisyon sınırları, karbon fiyatlandırması ve politika zorunlulukları. 3,5–4°C senaryolarında politika ataleti öne çıkmaktadır.	KO: Termik üretim kârlılığının azalması AA: Tüketiciler üzerinde maliyet baskısı YA: Termik yakıtlara olan talepte azalma	Düşük karbonlu varlıklara geçişi hızlandırmak. Karbon piyasalarını etkin şekilde kullanmak. Regülasyon otoriteleriyle proaktif diyalog geliştirmek.
Piyasa ve Teknoloji Dönüşümü (Geçiş)	Temiz enerjiye olan talep artışı ve teknolojik dönüşümler piyasa yapısını değiştirirken; tedarik zincirleri hammadde kaynaklı baskı altındadır.	AA: Merkezi üretime olan talepte düşüş KO: İş modelinin uyarlanması ihtiyacı YA: Tedarikçilerin baskı altında kalması	Dağıtık ve dijital teknolojilere yatırım yapmak. Tedarikçi çeşitliliğini sağlamak. Esnek ve modüler kapasite çözümleri geliştirmek.
İtibar ve Raporlama (Geçişsel)	Artan kamu denetimi, açıklama zorunlulukları ve dava riskleri söz konusudur.	AA: Yatırımcı, kamu ve müşteri algısı KO: Yönetişim ve uyum yükleri	İklim hedeflerini yönetim yapısına entegre etmek. Şeffaf raporlama uygulamak. Paydaşlar ve değer zinciriyle etkileşimi güçlendirmek.

YA: Yukarı Akış **KO:** Kendi Operasyonlarımız **AA:** Aşağı Akış

Risklerin yanı sıra, Enerjisa Üretim'in senaryo bazlı iklim analizleri, Türkiye'nin düşük karbonlu enerji sistemine geçiş sürecinde uzun vadeli değer yaratımına katkı sunabilecek somut fırsat alanlarını da ortaya koymuştur (Tablo 3). Teknolojik dönüşüm, düzenleyici çerçevedeki gelişmeler ve enerji talebindeki yapısal değişim ekseninde şekillenen bu analiz, doğrudan operasyonlarımızda ve ilişkili faaliyet alanlarında dört öncelikli fırsat başlığını tanımlamaktadır. Çeşitlendirilmiş üretim portföyümüz, bu fırsatları etkili bir şekilde değerlendirmemizi mümkün kılmakta; bazıları halihazırda stratejimizde yer bulurken, diğerleri büyüme ve dayanıklılık açısından yeni açılımlar sunmaktadır.

Fırsat profilleri, içinde bulunulan iklim senaryosuna göre farklılık göstermektedir. <2°C senaryosu, yenilenebilir enerjiye yönelik politika teşvikleri ve piyasa ivmesini güçlendirirken; 3,5–4°C senaryosu, operasyonel dayanıklılık ve artan elektrik talebi etrafında şekillenen fırsatlara işaret etmektedir. Bu öngörüler, stratejik yönümüzü doğrudan beslemekte; yenilenebilir yatırımların ölçeklenmesinden, batarya ve hidrojen pilot projelerine; kurumsal enerji tedarik anlaşmalarının genişletilmesinden dijital enerji hizmetlerinin yaygınlaştırılmasına kadar geniş bir yelpazede yol haritamızı yönlendirmektedir. Büyüme gündemimizin iklimle ilişkili fırsatlarla uyumlu biçimde yapılandırılması, Türkiye'nin enerji dönüşümünde aktif bir rol üstlenmemizi ve uzun vadeli rekabet gücümüzü pekiştirmemizi sağlamaktadır.

Tablo 3: Enerjisa Üretim'in İklim Değişikliği Kaynaklı Fırsatları

Fırsat	Belirleyici ve Kolaylaştırıcı Unsurlar	Etkilenen Değer Zinciri Unsurları	Değer Yaratma Mekanizması
Politika Desteği ve Karbon Piyasaları	Daha güçlü iklim politikaları, karbon fiyatlandırması ve emisyon ticareti; özellikle <2°C senaryolarında belirginleşmektedir.	YA: Yatırım yapılabilirliğinin artması KO: Getiri oranlarının yükselmesi AA: Temiz enerjiye yönelim	Hibe mekanizmaları ve karbon kredileri getirileri artırır; politika kaynaklı talep kayması yenilenebilir kaynakları avantajlı kılar.
Yenilenebilir Enerji ve Yeni Teknolojiler	Düşen maliyetler, inovasyon ve düşük emisyonlu teknolojilere yönelik politika desteği	YA: Teknoloji ortaklıkları KO: Tesis modernizasyonları AA: Temiz elektrik arzı	Üretim artışı, verimlilik kazancı ve yeni teknolojilerde erken konumlanma avantajı sağlar.
Hizmet ve Pazar Çeşitlendirmesi	Yeşil enerjiye, elektrifikasyona, tüketici üretici modellerine (prosumer) ve dijitalleşmeye yönelik müşteri talebi	YA: Dağıtık teknoloji alanında iş birlikleri KO: Yeni hizmet modelleri AA: Enerji tedarik anlaşmaları (PPA), dağıtık üretim kaynakları (DER)	Yüksek büyüme alanlarında yeni gelir akışları ve müşteri ilişkilerinde derinleşme sağlar.
Yatırımcı Güveni ve Yeşil Finansman	ESG uyumlu sermaye erişimi ve iklim liderliğine yönelik olumlu piyasa algısı	YA: Yeşil finansmana erişim KO: Kurumsal değer artışı AA: Pazar güveni	Sermaye maliyetinde düşüş, hisse değeri primleri ve paydaş desteği ile kurumsal dayanıklılık güçlenir.
Dayanıklılık ve Güvenilirlik Çözümleri	Artan iklim riskleri karşısında kesintisiz ve uyarlanabilir enerji ihtiyacı	YA: Güvenli tedarik zincirleri KO: Dayanıklı altyapılar AA: Şebeke hizmetleri	Aksamalar sırasında sürekliliğin sağlanması, yüksek sıcaklık senaryolarında talep artışı ve katma değerli hizmetler sunma kapasitesi

YA: Yukarı Akış **KO:** Kendi Operasyonlarımız **AA:** Aşağı Akış

ADİL GEÇİŞ

Enerjisa Üretim, özel sektör tarafından işletilen bir termik santral için Türkiye'nin ilk saha bazlı adil geçiş yol haritasını başlatarak, ülkenin enerji ve bölgesel kalkınma politikaları açısından önemli bir dönüm noktasına imza atmıştır. Bu yol haritası, Tufanbeyli Enerji Üssü'nün sosyal açıdan kapsayıcı, ekonomik olarak çeşitlendirilmiş ve çevresel sorumluluk taşıyan bir tesise dönüştürülmesini hedeflemekte; aynı zamanda bölgesel faydayı uzun vadede sürdüreceği şekilde sahayı yeniden işlevlendirmeyi ve kömüre dayalı faaliyetleri kademeli olarak sonlandırmayı amaçlamaktadır.

Katılımcı ve kanıta dayalı bir süreçle geliştirilen yol haritası; yerel topluluklar, akademik kurumlar, sivil toplum kuruluşları, emek örgütleri, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ile Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı gibi geniş bir paydaş yelpazesiyle yürütülen yapılandırılmış istişarelere dayanmaktadır. Bu danışma çerçevesi, dönüşüm stratejisinin yerel gerçekliklere dayanmasını, toplumsal duyarlılığı yansıtmasını ve hem sektörel politika hedefleriyle hem de topluluk öncelikleriyle uyumlu olmasını sağlamıştır.

Oluşturulan yol haritası, iki temel dönüşüm ekseninde sınıflandırılmış toplam 17 proje önerisini içermektedir:

1 — İstihdam ve Yetenek Dönüşümü: Yenilenebilir enerji, sürdürülebilir inşaat ve döngüsel ekonomi hizmetleri gibi geleceğe dönük sektörlerde mesleki eğitim, yeniden beceri kazandırma ve istihdam yönlendirme yoluyla iş gücünün dönüşümünü hedefleyen programlar.

2 — Kırsal ve Ekonomik Canlanma: Sürdürülebilir tarım, kırsal girişimcilik, hayvancılık geliştirme ve turizm temelli gelir çeşitlendirmesi yoluyla yerel geçim kaynaklarını güçlendirmeyi amaçlayan müdahaleler.

Her bir proje; zaman çizelgesi, istihdam potansiyeli göstergeleri ve sorumlu kurum atamaları ile yapılandırılmıştır. Yol haritası, farklı ülkelerdeki uluslararası uygulamalardan elde edilen deneyimlerle şekillendirilmiş; ayrıca Polonya'daki kömür geçiş sürecine dâhil olan paydaşlarla yürütülen doğrudan bilgi alışverişi ile zenginleştirilmiştir. Birleşmiş Milletler, Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) ve Dünya Ekonomik Forumu gibi kurumların stratejik yaklaşımları da dikkate alınarak küresel adil ve kapsayıcı enerji dönüşümü standartlarıyla uyum sağlanmıştır.

Operasyonel sürekliliği ve uzun vadeli etkiyi güvence altına almak amacıyla, Enerjisa Üretim bünyesinde özel olarak yapılandırılmış bir Adil Geçiş Alt Komitesi oluşturulmuştur. Bu görev gücü, uygulamaların koordinasyonunu sağlamak, ilerlemeyi izlemek ve değişen sosyoekonomik ve politik koşullara yanıt verecek şekilde yol haritasını güncellemekle sorumludur. Bu girişim, Türkiye'de bir ilk olma niteliği taşımakta olup, termik altyapının dönüşümünün yalnızca teknik bir süreç olarak değil, aynı zamanda toplumsal temele dayanan ve geleceğe dönük bir bölgesel kalkınma stratejisi olarak da yönetilebileceğini ortaya koymaktadır.

ADİL GEÇİŞ RAPORUMUZ



SONUÇ

İklim Geçiş Planı, Enerjisa Üretim'in ulusal karbon azaltım öncelikleri ve küresel iklim istikrarı hedefleriyle uyum sağlamayı amaçlayan çok boyutlu stratejisini ortaya koymaktadır. Bilim temelli, yapılandırılmış bir çerçevede geliştirilen bu plan, dört odak alanı üzerinden adil ve dirençli bir dönüşümü tariflemektedir. Bu dört odak alan ise yenilenebilir enerji kapasitesinin artırılması, teknolojik inovasyon ve operasyonel optimizasyon, termik tesislerin dönüştürülmesi ve ekosistem onarımı ve doğa temelli çözümler olarak belirlenmiştir.

Planın ayırt edici metodolojik özelliği, emisyon yoğunluğunu azaltma hedeflerine belirsizlik koşullarında ulaşılabilirliği değerlendirmek için olasılıksal bir modelleme çerçevesiyle bütünleştirilmiş olmasıdır. Deterministik tahminlerin aksine, benimsenen yaklaşım, çoklu karbon azaltım yolları boyunca hedefe ulaşma olasılığını nicel olarak belirlemek amacıyla Monte Carlo simülasyonlarını uygulamaktadır. 2040 net sıfır kilometre taşı için, yani ≤ 40 gCO₂/kWh olarak tanımlanan bu hedef için model, teknoloji yaygınlaştırma oranları, politika evrimi ve sistemik destekleyici unsurlar gibi kritik değişkenlerin stokastik davranışına dayalı olarak %57 olasılıkla hedefin gerçekleştirilebilirliğini öngörmektedir. Bu olasılıksal çerçeve, sonuçlardaki değişkenliği daha ayrıntılı şekilde anlamayı sağlamanın yanı sıra, uzun vadeli geçiş planlamasına gömülü olan hem iddialı yaklaşımı hem de doğal belirsizlikleri ortaya koymaktadır.

IPCC AR6 C2 senaryoları ile yapılan karşılaştırma, özellikle yenilenebilir enerji kapasitesinin erken aşamada devreye alınması, termik üretimin asgariye indirilmesi ve dijital optimizasyon yoluyla 1,5°C uyumlu emisyon yoluna paralel bir gidişatı doğrulamaktadır. Önemli olarak, plan spekülatif negatif emisyon teknolojilerine bağımlılıktan kaçınmakta, bunun yerine yakın vadeli azaltım önlemlerine ve sistemik yeniden yapılandırmaya öncelik vermektedir.

Planın içerdiği Adil Geçiş Planı, şirketin sosyoekonomik dönüşümde adaleti gözetten bir yaklaşımı benimsediğini de yansıtmaktadır. Bu kapsamda, işgücü piyasası direncinin güçlendirilmesi, kapsayıcı paydaş katılımı ve kırsal kalkınma gibi temel unsurlar uzun vadeli karbon azaltım hedeflerinin ayrılmaz parçaları olarak yer almaktadır.

Bu belge periyodik olarak gözden geçirilecek ve IFRS S2 standartlarına uygun olarak yıllık raporlamalarla desteklenecektir. Yaşayan bir araç olarak tasarlanan plan, yalnızca dahili karar alma süreçlerine rehberlik etmekle kalmayacak, aynı zamanda şeffaf paydaş katılımını desteklemek, iklim uyumlu sermaye tahsisini kolaylaştırmak ve hızla değişen enerji ve politika ortamında kurumsal dayanıklılığı güçlendirmek amacıyla hizmet verecektir.



REFERANSLAR

1. Akkuyu Nükleer A.Ş. (2023). Akkuyu Nükleer Güç Santrali Proje Tanıtımı. Erişim adresi: <https://www.akkunpp.com/>
2. Avrupa Komisyonu. (2022). REPowerEU: Daha uygun fiyatlı, güvenli ve sürdürülebilir enerji için ortak Avrupa eylemi. Erişim adresi: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_1511
3. Avrupa Komisyonu. (2022). REPowerEU: Rus termik yakıtlarına bağımlılığı hızla azaltmak ve yeşil dönüşümü hızlandırmak için bir plan. Erişim adresi: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52022DC0230>
4. Avrupa Komisyonu. (2023). AB Emisyon Ticaret Sistemi (EU ETS). Erişim adresi: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets_en
5. Avrupa Komisyonu. (2023). 55'e Uyum Paketi (Fit for 55). Erişim adresi: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/european-green-deal/delivering-european-green-deal/fit-55-package_en
6. Birleşmiş Milletler. (2015). Paris Anlaşması. Erişim adresi: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>
7. Climate Action Tracker. (2023, 14 Kasım). Türkiye. Erişim adresi: <https://climateactiontracker.org/countries/turkey/>
8. Dünya Bankası. (2023). Karbon Fiyatlandırmasının Durumu ve Eğilimleri 2023. Washington, DC: Dünya Bankası.
9. Dünya Kaynakları Enstitüsü (WRI). (2023). Aqueduct Su Riski Atlası. Erişim adresi: <https://www.wri.org/aqueduct>
10. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK). (2020). Hibrit Elektrik Üretim Yönetmeliği Değişiklikleri. T.C. Resmî Gazete.
11. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK). (2023). YEKDEM Mekanisması Genel Görünümü ve Tarife Yapısı. Erişim adresi: <https://www.epdk.gov.tr/>
12. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK). (2023). 2022 Elektrik Piyasası Raporu. Ankara.
13. Finansal Sistemi Yeşilleştirme Ağı (NGFS). (2021). Merkez Bankaları ve Denetleyiciler için NGFS İklim Senaryoları. Erişim adresi: <https://www.ngfs.net/en/ngfs-climate-scenarios-central-banks-and-supervisors>
14. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC). (2022). İklim Değişikliği 2022: İklim Değişikliğinin Azaltımı.
15. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC). (2022). İklim Değişikliği 2022: Etkiler, Uyum ve Kırılabilirlik. Altıncı Değerlendirme Raporu II. Çalışma Grubu Katkısı. Erişim adresi: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>
16. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2022). UNFCCC'ye Sunulan Güncellenmiş Ulusal Katkı Beyanı (NDC). Erişim adresi: <https://unfccc.int/>
17. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2023). İklim Değişikliği Kanun Taslağı. Ankara.
18. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2024). 2024–2030 İklim Değişikliği Azaltım Stratejisi ve Eylem Planı. Erişim adresi: <https://iklim.gov.tr/en/action-plans-i-121>
19. T.C. Dışişleri Bakanlığı. (2021). Paris Anlaşması Onay Beyanı. Erişim adresi: <https://unfccc.int/>
20. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2022). Türkiye Ulusal Enerji Planı 2022. Ankara.
21. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2024). Yenilenebilir Enerji 2035 Yol Haritası. Erişim adresi: https://enerji.gov.tr/Media/Dizin/BHIM/tr/Duyurular/Lansman%20EN_202410221149.pdf
22. The Guardian. (29 Nisan 2025). İspanya ve Portekiz'deki elektrik kesintisinin nedeni neydi ve yenilenebilir enerji bunda rol oynadı mı? Erişim adresi: <https://www.theguardian.com/environment/2025/apr/29/what-caused-the-blackout-in-spain-and-portugal-and-did-renewable-energy-play-a-part>
23. Şentürk, B., Kuzyaka, D., Yalçın, Ö., Akyıldız, U. M., Eröz, M., & Özden, T. (2024). Gıda ve Enerji Üretimini Birleştiren Arazilerde Verimlilik Analizi: Komşuköy Agrivoltaik Çiftlik Modeli. Verimlilik Dergisi, 58(3), 443–460. <https://doi.org/10.51551/verimlilik.1430853>
24. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA). (2021). 2050'ye Kadar Net Sıfır: Küresel Enerji Sektörü İçin Yol Haritası. Erişim adresi: <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>
25. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA). (2023). 2023 Dünya Enerji Yatırımları Raporu. Paris: IEA.
26. Uluslararası Sürdürülebilirlik Standartları Kurulu (ISSB). (2023). IFRS S2: İklimle İlgili Açıklamalar. IFRS Vakfı. Erişim adresi: <https://www.ifrs.org/issued-standards/ifrs-sustainability-standards/>
27. World Resources Institute (WRI). (2023). Aqueduct Water Risk Atlas. Erişim adresi: <https://www.wri.org/aqueduct>

EKLER

Ek 1: Enerjisa Üretim Emisyonları

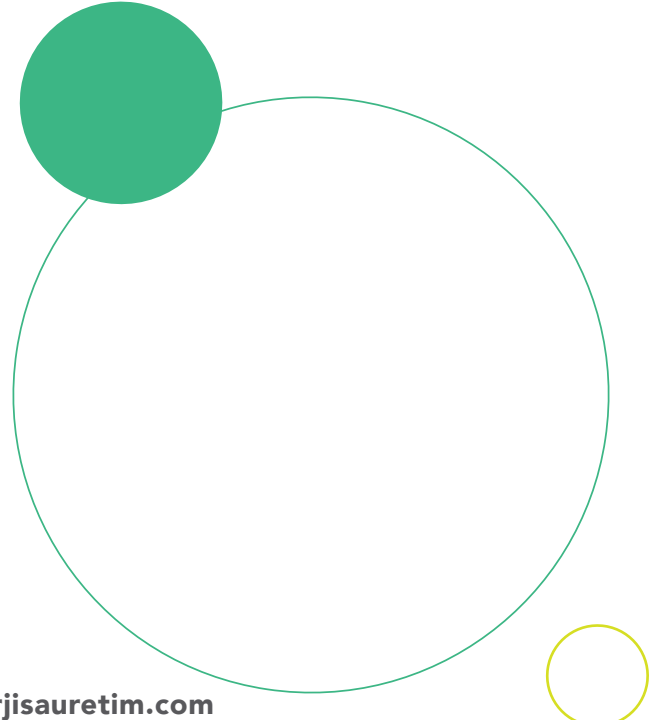
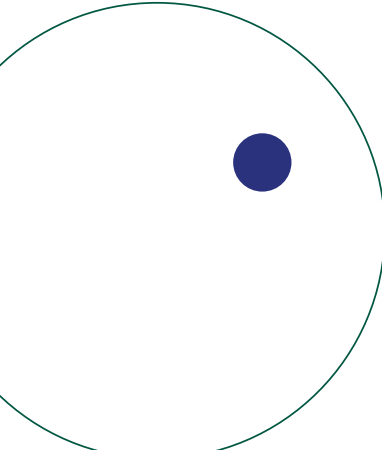
Kapsam (tonCO ₂ -e)	Kategori	2022	2023	2024
1	Sabit yanma (termik santrallerden kaynaklanan emisyonlar) Hareketli yanma (araç filosu – içten yanmalı motorlar) Kaçak emisyonlar (örn. SF ₆ , klima sistemleri, yangın söndürücüler)	6.871.319	5.939.156	6.408.020
2	Üçüncü taraflarca sağlanan elektriğin santral içi kendi tüketimi	30.852	23.748	15.719
3	Kategori 1: Satın alınan mal ve hizmetler Kategori 2: Sermaye malları Kategori 3: Yakıt ve enerjiyle ilişkili faaliyetler Kategori 4: Yukarı akış taşımacılığı ve dağıtım Kategori 5: Operasyonel atıklar Kategori 6: İş seyahatleri Kategori 7: Çalışan ulaşımı Kategori 8: Yukarı akış kiralanan varlıklar Kategori 11: Aşağı akış taşımacılığı ve dağıtım	1.102.778	906.185	1.934.250
Emisyon Yoğunluğu (gCO₂-e / kWh)	Kapsam 1 Emisyonları / Brüt Üretim	446	465	463

Ek 2: Elektrik Üretiminde Emisyon Yoğunluğu
Şirket ve Sektörel Kıyaslama

Şirket / Ülke	Emisyon Yoğunluğu (gCO ₂ -e/kWh)
RWE	452
E.ON	152
Uniper	356
Iberdrola	67
EDP	25
G20 Enerji Sektörü Ortalaması	476
Türkiye Enerji Sektörü Ortalaması	465
Enerjisa Üretim	463

ENERJİSA ENERJİ ÜRETİM A.Ş.

Barbaros Mahallesi Çiğdem Sokak Ağaoğlu
My Office İş Merkezi No: 1/6 Ataşehir/İstanbul
www.enerjisauretim.com.tr
kurumsal@enerjisauretim.com.tr
+90 (216) 512 40 00



Geri bildirimleriniz için: CevrevelklimDegisikligi@enerjisauretim.com