

ANTALYA 2050

İKLİM DİRENÇLİ KALKINMA STRATEJİSİ

COP31 Ortak Politika ve Eylem Raporu

ANTALYA 2050

Climate Resilient Development Strategy

COP31 Joint Policy Report

Antalya'nın Doğal Sermayesini Koruyan,
Rekabet Gücünü Artıran,
Geleceğini Birlikte Şekillendiren Yol Haritası

BÖLÜM 5

Hazırlayan

ANTALYA SİVİL PLATFORMU

2026

BÖLÜM 5

ANTALYA'DA ENERJİ DÖNÜŞÜMÜ, KARBON YÖNETİMİ VE İKLİM NÖTR KALKINMA

Düşük Karbonlu Ekonomi, Yenilenebilir Enerji ve 2050 Net Sıfır Yol Haritası

Bölüm Tanıtım Metni

İklim değişikliğiyle mücadele yalnızca uyum politikalarının geliştirilmesiyle sınırlı değildir. Aynı zamanda sera gazı emisyonlarının azaltılması, enerji sistemlerinin dönüştürülmesi ve ekonomik büyümenin düşük karbonlu bir kalkınma modeli üzerine yeniden kurgulanmasını gerektirmektedir. Antalya; turizm, tarım, hizmetler ve hızla gelişen kent yapısıyla Türkiye'nin önemli ekonomik merkezlerinden biridir. Bu büyümenin sürdürülebilir biçimde devam edebilmesi, enerji verimliliğini artıran, yenilenebilir enerji kaynaklarını yaygınlaştıran, karbon emisyonlarını azaltan ve iklim dostu yatırımları destekleyen bütüncül politikaların hayata geçirilmesine bağlıdır.

Bu bölümde Antalya'nın mevcut enerji yapısı, sera gazı emisyon profili ve iklim nötr kalkınma potansiyeli değerlendirilmekte; enerji verimliliği, yenilenebilir enerji, yeşil sanayi dönüşümü, düşük karbonlu ulaşım, karbon piyasaları ve iklim finansmanı birlikte ele alınmaktadır. Amaç, Antalya'nın yalnızca iklim değişikliğine uyum sağlayan değil; aynı zamanda düşük karbonlu ekonomik dönüşümünü başarıyla gerçekleştiren, ulusal ve uluslararası rekabet gücünü artıran öncü şehirlerden biri hâline gelmesine katkı sağlayacak stratejik yol haritasını ortaya koymaktır.

Bölümün Kapsamı: Bu bölüm aşağıdaki ana başlıklardan oluşacaktır:

- | | |
|--|--|
| 5.1 İklim Nötr Kalkınmaya Giriş | 5.8 Yeşil Binalar ve Düşük Karbonlu Yapılaşma |
| 5.2 Antalya'nın Enerji Profili | 5.9 Sanayide Yeşil Dönüşüm ve Karbonsuzlaşma |
| 5.3 Antalya'nın Sera Gazı Emisyon Envanteri | 5.10 Turizmde Net Sıfır Karbon Yaklaşımı |
| 5.4 Enerji Verimliliği ve Talep Yönetimi | 5.11 Ulaşımında Elektrifikasyon ve Temiz Mobilite |
| 5.5 Yenilenebilir Enerji Potansiyeli | 5.12 Karbon Piyasaları ve Emisyon Ticaret Sistemi |
| 5.6 Güneş Enerjisi ve Çatı GES Stratejisi | 5.13 Yeşil Finansman ve İklim Yatırımları |
| 5.7 Rüzgâr, Biyokütle ve Alternatif Enerji Kaynakları | 5.14 Antalya 2050 Net Sıfır Yol Haritası |

“İklim değişikliğiyle mücadelede başarı; daha az karbon salan, daha verimli enerji kullanan ve ekonomik büyümesini sürdürülebilirlik ilkeleri üzerine inşa eden şehirler oluşturabilmektir. Antalya’nın geleceği, düşük karbonlu kalkınma ile yüksek yaşam kalitesini birlikte sağlayabilen bir dönüşüm modeline bağlıdır.”

5.1 İklim Nötr Kalkınmaya Giriş

Antalya’nın Düşük Karbonlu Geleceğine Stratejik Bakış

Sanayi Devrimi’nden bu yana fosil yakıt temelli büyüme modeli, küresel ekonomik gelişmeyi hızlandırırken aynı zamanda atmosferde sera gazı birikimini artırmış ve iklim sisteminde geri dönüşü zor değişimlere neden olmuştur. Günümüzde iklim değişikliği; yalnızca çevresel bir sorun değil, ekonomik büyümeyi, enerji güvenliğini, kamu sağlığını, doğal kaynakları ve toplumsal refahı doğrudan etkileyen çok boyutlu bir kalkınma meselesi olarak değerlendirilmektedir.

Bu nedenle ülkeler ve şehirler, bir yandan iklim değişikliğinin etkilerine uyum sağlamaya çalışırken diğer yandan sera gazı emisyonlarını azaltacak dönüşüm politikalarını hayata geçirmektedir. Bu yaklaşım, enerji üretiminden ulaşım, sanayiden tarıma ve yapılardan turizme kadar tüm sektörlerde düşük karbonlu kalkınma anlayışını temel alan yeni bir ekonomik paradigma oluşturmuştur.

Türkiye de bu küresel dönüşüm sürecine taraf olmuş; ulusal iklim politikaları, enerji verimliliği uygulamaları ve yenilenebilir enerji yatırımlarıyla düşük karbonlu kalkınma hedeflerini güçlendirmeye yönelik önemli adımlar atmıştır. Bu doğrultuda şehirlerin rolü giderek artmakta; yerel ölçekte geliştirilen stratejiler, ulusal hedeflere ulaşılmasında belirleyici bir unsur hâline gelmektedir.

Antalya, güçlü turizm ekonomisi, tarımsal üretim kapasitesi, hızla gelişen kent yapısı ve artan enerji talebiyle bu dönüşümün merkezinde yer alan şehirlerden biridir. Artan nüfus, mevsimsel ziyaretçi yoğunluğu, ulaşım hareketliliği ve ekonomik faaliyetler enerji tüketimini yükseltirken, iklim değişikliğinin etkileri bu kaynakların daha verimli yönetilmesini zorunlu kılmaktadır.

İklim nötr kalkınma yaklaşımı, ekonomik büyüme ile çevresel sürdürülebilirlik arasında denge kurmayı hedefler. Bu model; enerji verimliliğinin artırılması, yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlaştırılması, karbon yoğun sektörlerin dönüşümü, döngüsel ekonomi uygulamalarının geliştirilmesi ve doğal karbon yutaklarının korunmasını birlikte ele almaktadır. Böylece ekonomik rekabet gücü artırılırken sera gazı emisyonlarının azaltılması ve iklim risklerine karşı dayanıklılığın güçlendirilmesi mümkün olmaktadır.

Antalya’nın geleceği açısından bu dönüşüm yalnızca çevresel bir zorunluluk değil; aynı zamanda yeni yatırım alanları oluşturan, yenilikçi teknolojileri teşvik eden, istihdamı destekleyen ve uluslararası finansman kaynaklarına erişimi kolaylaştıran stratejik bir kalkınma fırsatıdır. Özellikle enerji verimliliği, güneş enerjisi, sürdürülebilir turizm, elektrikli ulaşım ve yeşil bina uygulamaları, kentin düşük karbonlu ekonomiye geçişinde öncelikli alanlar olarak öne çıkmaktadır.

Bu bölümde Antalya’nın mevcut enerji yapısı ve sera gazı emisyon profili değerlendirilmekte; enerji verimliliği, yenilenebilir enerji, düşük karbonlu sanayi, sürdürülebilir turizm, temiz ulaşım, karbon yönetimi ve iklim finansmanı gibi temel başlıklar bütüncül bir bakış açısıyla ele alınmaktadır. Amaç, Antalya’nın 2050 perspektifinde iklim nötr, rekabetçi ve dirençli bir kent ekonomisine dönüşümünü destekleyecek stratejik yol haritasını ortaya koymaktır.

Analitik Değerlendirme

Düşük karbonlu kalkınma, yalnızca emisyonların azaltılmasını hedefleyen bir çevre politikası değildir. Aynı zamanda enerji arz güvenliğini güçlendiren, işletme maliyetlerini düşüren, yenilikçi teknolojileri teşvik eden ve uluslararası pazarlarda rekabet avantajı sağlayan kapsamlı bir kalkınma yaklaşımıdır. Antalya gibi turizm, tarım ve hizmet sektörlerinin ağırlıkta olduğu kentlerde bu dönüşüm; doğal kaynakların korunması ile ekonomik büyümenin birlikte sürdürülebilmesi açısından stratejik önem taşımaktadır.

Politika Çıkarımı

Antalya için hazırlanacak tüm sektörel plan ve yatırımların **2050 iklim nötrlüğü hedefi** ile uyumlu olması önerilmektedir. Bu kapsamda; enerji verimliliği, yenilenebilir enerji yatırımları, düşük karbonlu ulaşım, yeşil bina uygulamaları, sanayide karbonsuzlaşma, sürdürülebilir turizm, iklim finansmanı ve karbon yönetimi ortak bir dönüşüm stratejisi altında bütünleştirilmelidir. Böylece Antalya, yalnızca iklim değişikliğine uyum sağlayan değil; aynı zamanda düşük karbonlu kalkınma modeliyle uluslararası düzeyde örnek gösterilen şehirlerden biri olma potansiyelini güçlendirebilir.

İklim Nötr Kalkınmanın Temel Bileşenleri



5.2 Antalya'nın Enerji Profili

Mevcut Tüketim Yapısı, Enerji Yoğunluğu ve Dönüşüm İhtiyacı

Enerji; Antalya'nın kentsel yaşamının, turizm ekonomisinin, tarımsal üretiminin, ticari faaliyetlerinin ve ulaşım sisteminin kesintisiz sürdürülebilmesi açısından temel bir stratejik girdidir. Kentin hızla büyüyen nüfusu, yüksek ziyaretçi hareketliliği, mevsimsel soğutma ihtiyacı ve gelişen hizmet sektörü, enerji talebinin yapısını Türkiye'deki birçok ilden farklılaştırmaktadır.

Antalya'nın enerji sistemi yalnızca sürekli ikamet eden nüfusa hizmet etmemektedir. Turistler, mevsimlik çalışanlar, ikinci konut kullanıcıları, günübirlik ziyaretçiler ve yoğun ulaşım hareketliliği de yılın belirli dönemlerinde enerji altyapısı üzerinde önemli bir ek yük oluşturmaktadır. Bu nedenle ilin enerji talebi değerlendirilirken kayıtlı nüfusun yanı sıra **eşdeğer hizmet nüfusu**, turizm kapasitesi ve mevsimsel pik tüketim dikkate alınmalıdır. Antalya'nın mevcut enerji tüketimi; elektrik, doğal gaz, motorin, benzin, LPG, havacılık yakıtları ve daha sınırlı ölçüde diğer yakıtlardan oluşmaktadır. Elektrik tüketimi il bazında daha düzenli biçimde izlenebilmekle birlikte, fosil yakıtların tamamını kapsayan güncel ve tek bir il enerji dengesi bulunmamaktadır. Bu nedenle fosil yakıt değerlendirmeleri; yerel sera gazı envanterleri, akaryakıt satış istatistikleri, doğal gaz dağıtım verileri, ulaştırma göstergeleri ve sektörel faaliyet verilerinin birlikte analiz edilmesini gerektirmektedir.

5.2.1 Antalya'nın Elektrik Tüketimi

TEDAŞ'ın 2023 yılı istatistiklerine göre Antalya'da kişi başına düşen net elektrik tüketimi **3.736 kWh/yıl** olarak gerçekleşmiştir. Aynı yıl Türkiye ortalaması kişi başına **3.390 kWh/yıl** düzeyindedir. Buna göre Antalya'nın kişi başına elektrik tüketimi Türkiye ortalamasının yaklaşık yüzde 10 üzerinde bulunmaktadır.

Antalya'nın 2023 yılı nüfusu yaklaşık 2,70 milyon kişi olarak dikkate alındığında, kişi başına tüketim değeri üzerinden hesaplanan yıllık net elektrik tüketimi yaklaşık:

başka bir ifadeyle: $2,696 \text{ milyon } k_i^{ic} \times 3.736 \text{ kWh}/k_i^{ic} \approx 10,1 \text{ milyar kWh}$

Yaklaşık 10,1 TWh/yıl

seviyesindedir.

Bu değer, TEDAŞ tarafından yayımlanan kişi başına net tüketim göstergesi ile TÜİK nüfus verisinin çarpılması sonucu elde edilen **hesaplanmış bir büyüklüktür**. Doğrudan yayımlanmış il toplam tüketim tablosunun yerine geçmemekle birlikte, Antalya'nın yıllık elektrik tüketim ölçeğini güvenilir biçimde göstermektedir.

Antalya'nın Temel Elektrik Göstergeleri

Gösterge	Değer	Veri niteliği
Kişi başına net elektrik tüketimi, 2023	3.736 kWh/kişi-yıl	Resmî TEDAŞ verisi
Türkiye ortalaması, 2023	3.390 kWh/kişi-yıl	Resmî TEDAŞ verisi
Antalya nüfusu, 2023	Yaklaşık 2,70 milyon	Resmî TÜİK verisi
Antalya net elektrik tüketimi, 2023	Yaklaşık 10,1 TWh	Hesaplanan değer
Yıllık ortalama güç karşılığı	Yaklaşık 1.150 MW	Tüketimden hesaplanan değer

Yıllık ortalama güç ihtiyacı, toplam elektrik tüketiminin yılın 8.760 saatine bölünmesiyle hesaplanmaktadır: $10,1 \text{ TWh} / 8.760 \text{ saat} \approx 1.150 \text{ MW}$

Ancak bu değer, yıl içerisindeki ortalama yükü ifade etmektedir. Antalya’da yaz aylarında soğutma sistemlerinin yoğun kullanımı, turizm sezonu ve nüfus hareketliliği nedeniyle anlık ve günlük pik güç ihtiyacı bu ortalamanın belirgin biçimde üzerine çıkmaktadır. Bu nedenle enerji altyapısının yalnızca yıllık toplam tüketime göre değil, **mevsimsel ve saatlik pik talebe göre** planlanması gerekmektedir.

5.2.2 Enerji Tüketiminin Sektörel Yapısı

Antalya’nın enerji tüketimi başlıca altı sektörde yoğunlaşmaktadır:

1. Konutlar ve kentsel yerleşimler
2. Turizm ve konaklama tesisleri
3. Ticaret ve hizmetler
4. Tarım ve sulama faaliyetleri
5. Sanayi ve üretim tesisleri
6. Ulaşım

Bu sektörlerin enerji kullanım biçimleri ve dönüşüm ihtiyaçları birbirinden farklıdır.

Konutlar ve kentsel yapılar

Konutlarda elektrik tüketiminin önemli bir bölümü soğutma, sıcak su, aydınlatma ve evsel cihazlardan kaynaklanmaktadır. İklim değişikliğiyle birlikte sıcak hava dalgalarının daha uzun sürmesi, soğutma amaçlı elektrik talebini artırma riski taşımaktadır.

Mevcut yapı stokundaki düşük yalıtım performansı, verimsiz soğutma sistemleri ve kontrolsüz enerji kullanımı, tüketimin azaltılabileceği önemli bir potansiyel bulunduğunu göstermektedir.

Turizm sektörü

Antalya’nın resmî konaklama kapasitesi, Bakanlık ve belediye belgelі tesisler birlikte değerlendirildiğinde **1.885 tesis, 208.337 oda ve 460.681 yatağa** ulaşmaktadır. Bu büyüklük, turizm sektörünü ilin enerji talebinin temel belirleyicilerinden biri hâline getirmektedir.

Turizm tesislerinde enerji tüketimi özellikle şu alanlarda yoğunlaşmaktadır: Mekân soğutma ve havalandırma, sıcak su üretimi, mutfak ve çamaşırhane hizmetleri, yüzme havuzları ve SPA alanları, peyzaj ve su sistemleri, aydınlatma, pompa ve basınçlandırma sistemleri. Turizm sezonunun en yoğun olduğu ayların aynı zamanda sıcaklıkların ve elektrik talebinin en yüksek olduğu dönemlere karşılık gelmesi, Antalya’nın enerji sisteminde **turizm-iklim-enerji bağlantısını** güçlendirmektedir.

Tarım

Tarımsal üretimde enerji tüketimi; sulama pompaları, yeraltı suyu çekimi, sera iklimlendirmesi, soğuk hava depoları, ürün işleme ve paketleme, tarımsal lojistik gibi faaliyetlerde yoğunlaşmaktadır. Özellikle suyun pompalanması ve basınçlandırılması, Antalya’da enerji ile su yönetimi arasındaki doğrudan bağlantıyı göstermektedir. Bu nedenle Bölüm 4’te ele alınan su verimliliği tedbirlerinin önemli bir bölümü aynı zamanda enerji tasarrufu sağlayacaktır.

Sanayi

Antalya sanayisi, ağır sanayi ağırlıklı bir yapıdan çok; gıda, tarıma dayalı sanayi, doğal taş, metal işleme, makine, ambalaj, soğuk zincir ve hizmet destek faaliyetlerinden oluşmaktadır. Sanayide başlıca enerji verimliliği alanları şunlardır: Verimli motor ve pompa sistemleri, basınçlı hava optimizasyonu, atık ısı geri kazanımı, proses kontrolü, enerji izleme sistemleri, çatı tipi güneş enerjisi, enerji depolama.

Ulaşım

Antalya’da ulaşım sektörü büyük ölçüde fosil yakıtlara dayalıdır. Kent içi ulaşım, turizm transferleri, şehirler arası taşımacılık, yük hareketleri, özel otomobil kullanımı ve havacılık faaliyetleri birlikte değerlendirildiğinde ulaşım, ilin enerji tüketimi ve sera gazı emisyonları açısından temel sektörlerden biridir. Bu nedenle enerji dönüşümü yalnızca elektrik üretiminin yenilenebilir hâle getirilmesiyle sınırlı tutulamaz. Ulaşım sistemlerinin elektrifikasyonu, toplu taşımanın geliştirilmesi ve özel araç bağımlılığının azaltılması da enerji politikasının asli unsurları olmalıdır.

5.2.3 Antalya’nın Toplam Enerji ve Fosil Yakıt Profili

Antalya Büyükşehir Belediyesi tarafından hazırlanan sürdürülebilir enerji ve iklim eylem planları, ilin enerji tüketimi ve sera gazı emisyonlarının değerlendirilmesi için önemli bir başlangıç noktasıdır. Belediye, 2019 yılına ilişkin sera gazı envanterini ve sektörel azaltım hedeflerini yayımlamıştır. Bununla birlikte mevcut envanterlerde kullanılan sistem sınırları ile güncel enerji istatistikleri arasında bazı farklılıklar bulunmaktadır.

Örneğin: Şehir içi karayolu yakıtları, havacılık yakıtları, yerel elektrik üretim yakıtları, sanayi yakıtları, doğal gaz tüketimi farklı kaynaklarda ve farklı sınırlarda ele alınabilmektedir. Bu nedenle raporda verilecek toplam fosil yakıt miktarlarının **kesin resmî il toplamı** olarak değil, mevcut envanterlerden ve sektörel verilerden türetilmiş tahmini enerji dengesi olarak tanımlanması gerekir. İlk stratejik değerlendirmeler, Antalya’nın doğrudan fosil yakıt tüketiminde en büyük payın karayolu ulaşımı ve havacılıktan kaynaklandığını; binalar, ticari tesisler ve sanayinin daha düşük ancak yine de önemli paylara sahip olduğunu göstermektedir.

Antalya’nın güncel fosil yakıt profili aşağıdaki veri grupları bir araya getirilerek ayrıca çalışılmalıdır:

Veri grubu	Temel kaynak
Benzin, motorin ve LPG satışları	EPDK il bazlı petrol ve LPG istatistikleri
Doğal gaz tüketimi	EPDK ve yerel dağıtım şirketi
Havacılık yakıtı	DHİMİ, havalimanı işletmesi ve yakıt ikmal verileri
Belediye araç filosu ve toplu taşıma	Antalya Büyükşehir Belediyesi
Sanayi yakıtları	OSB, sanayi kuruluşları ve enerji etütleri
Elektrik tüketimi	TEDAŞ, TEİAŞ, dağıtım şirketi
Turizm enerjisi	Tesis tüketimleri ve sektörel örneklem
Tarımsal enerji	Tarım ve Orman Bakanlığı, sulama birlikleri ve pompa envanteri

Bu veri çalışması tamamlandığında Antalya için elektrik, petrol ürünleri, doğal gaz ve diğer enerji taşıyıcılarını kapsayan kapsamlı bir **İl Enerji Dengesi** hazırlanabilecektir.

5.2.4 Antalya'nın Enerji Talebini Belirleyen Yapısal Unsurlar

Antalya'nın enerji talebinin gelecekteki gelişimini belirleyecek temel unsurlar şunlardır:

Nüfus artışı

Kent nüfusundaki artış; konut, ulaşım, su temini, atıksu arıtma, ticari hizmetler ve kamu altyapılarındaki enerji talebini yükseltecektir.

Turizm kapasitesi ve sezon süresi

Turistik yatak kapasitesindeki değişim kadar, tesislerin doluluk oranları ve sezonun yıl geneline yayılması da enerji tüketimini etkileyecektir. Turizmde 12 aya yayılma hedefi, yaz aylarındaki aşırı yükü kısmen dengeleyebilir; ancak yıllık toplam tüketimi artırabilir.

İklim değişikliği

Artan sıcaklıklar ve sıcak hava dalgaları, soğutma talebini yükseltecektir. Bu artış, özellikle konutlar, turizm tesisleri, alışveriş merkezleri, sağlık tesisleri ve kamu binalarında belirginleşecektir.

Elektrifikasyon

Elektrikli araçlar, ısı pompaları, deniz suyunun arıtılması, atıksu geri kazanımı ve elektrikli sanayi prosesleri, elektrik tüketimini artıracaktır.

Ancak bu artışın önemli bir bölümü, daha verimsiz fosil yakıt kullanımının elektrikle ikame edilmesinden kaynaklanacağı için toplam birincil enerji tüketimi ve karbon emisyonları düşebilir.

Enerji verimliliği

Binalarda yalıtım, yüksek verimli soğutma, akıllı enerji yönetimi, verimli pompalar ve proses iyileştirmeleri, talep artışının önemli bir bölümünü dengeleyebilir.

5.2.5 Antalya'nın Enerji Dönüşüm Potansiyeli

Antalya'nın enerji dönüşümünde öne çıkan başlıca avantajlar; yüksek güneş enerjisi potansiyeli, geniş otel, konut, ticari bina ve sanayi çatısı stoğu, otopark üstü güneş enerjisi uygulamalarına uygun alanlar, turizm tesislerinde enerji yönetimi ve depolama uygulama potansiyeli, tarımsal biyokütle ve organik atık kaynakları, elektrikli toplu ulaşımın geliştirilmesine uygun talep yoğunluğu, su ve enerji altyapılarının birlikte optimize edilebilmesi ve enerji verimliliği yatırımlarının kısa ve orta vadeli geri dönüş potansiyelidir. Bu avantajlara karşın dönüşümün önündeki başlıca kısıtlar; şebeke kapasitesi, arazi kullanım baskısı, yatırım finansmanına erişim, enerji verilerinin dağınıklığı, kurumlar arası koordinasyon eksikliği ve mevcut yapı stokunun düşük enerji performansı olarak öne çıkmaktadır.

Analitik Değerlendirme

Antalya'nın enerji profili, ilin yalnızca nüfus büyüklüğüne bakılarak açıklanamaz. Turizm kapasitesi, mevsimsel ziyaretçi hareketleri, soğutma ihtiyacı, tarımsal sulama, hava ulaşımı ve hizmet sektörü; Antalya'nın enerji yoğunluğunu belirleyen özgün unsurlardır. 2023 yılı verileri, Antalya'nın kişi başına elektrik tüketiminin Türkiye ortalamasının üzerinde olduğunu ve ilin yıllık net elektrik talebinin yaklaşık 10 TWh düzeyine ulaştığını göstermektedir. Ancak gelecekte temel mesele yalnızca artan elektrik talebinin karşılanması olmayacaktır.

Stratejik mesele şudur:

Elektrik talebi artarken toplam enerji tüketimi ve fosil yakıt bağımlılığı nasıl azaltılacaktır?

Bu nedenle Antalya'nın enerji dönüşümü üç eş zamanlı hedef üzerine kurulmalıdır:

1. Enerji verimliliğiyle kontrolsüz talep artışını sınırlandırmak,
2. Ulaşım ve binalarda fosil yakıt kullanımını elektrikle ikame etmek,
3. Artan elektrik talebini düşük karbonlu kaynaklardan karşılamak.

Politika Çıkarımı

Antalya için **“Enerji Envanteri ve 2050 Enerji Talep Modeli”** hazırlanmalıdır.

Bu çalışma aşağıdaki unsurları kapsamalıdır:

- Yıllık ve aylık elektrik tüketimi,
- Saatlik ve mevsimsel pik yükler,
- Sektörlere göre elektrik kullanımı,
- Benzin, motorin ve lpg tüketimi,
- Doğal gaz tüketimi,
- Havacılık yakıtları,
- Turizm tesislerinin enerji tüketimi,
- Tarımsal enerji kullanımı,
- Sanayi enerji profili,
- Mevcut yenilenebilir enerji kapasitesi,
- Enerji depolama potansiyeli,
- Nüfus ve turizm senaryolarına göre 2030, 2040 ve 2050 talep projeksiyonları.

Bu veri tabanı, Antalya'nın enerji yatırımlarının teknik kapasitesini, finansman ihtiyacını ve emisyon azaltım hedeflerini belirleyen ana karar destek aracı olmalıdır.

Metodoloji ve Veri Sınırları Bilgi Kutusu

Bu bölümde kullanılan 2023 elektrik tüketimi, TEDAŞ tarafından yayımlanan Antalya kişi başına net elektrik tüketiminin TÜİK nüfusuyla çarpılmasıyla hesaplanmıştır. Bu nedenle değer yaklaşık toplam tüketimi göstermektedir.

Fosil yakıt tüketimine ilişkin değerlendirmeler, mevcut yerel sera gazı envanterleri ve enerji tüketim yapısından elde edilen sektörel göstergelere dayanmaktadır. Antalya için tüm yakıtları kapsayan tek ve güncel bir resmî il enerji dengesi bulunmadığından, kesin miktarların EPDK, doğal gaz dağıtım şirketi, DHİM, belediyeler ve sektör kuruluşlarından alınacak verilerle doğrulanması gerekmektedir.

2050 enerji talebi, mevcut tüketimin basit nüfus oranıyla büyütülmesi şeklinde hesaplanmamalıdır. Nüfus, turizm kapasitesi, iklim kaynaklı soğutma yükü, ulaşımın elektrifikasyonu, su üretimi, enerji verimliliği ve teknolojik dönüşüm birlikte modellenmelidir.

Antalya Enerji Sisteminin Mevcut Yapısı



Antalya'nın Enerji Profilinde Veri Statüsü

Gösterge	Mevcut durum	Raporlama yaklaşımı
Elektrik tüketimi	İl bazında izlenebilir	Resmî veri ve hesaplama
Doğal gaz	İl bazında temin edilebilir	Kurum verisiyle doğrulama
Benzin ve motorin	Satış verileri bulunabilir	Tüketim sınırı ayrıca tanımlanmalı
LPG	İl bazında bulunabilir	Otogaz ve diğer kullanım ayrılmalı
Havacılık yakıtı	Sınırlandırılması güç	Havalimanı ve uçuş yaklaşımı açıklanmalı
Turizm enerjisi	Toplu veri sınırlı	Tesis örnekleme yapılmalı
Tarımsal enerji	Dağınık veri	Sulama ve üretim bazında modellenmeli
2050 talebi	Resmî il projeksiyonu yok	Senaryo modeli hazırlanmalı

5.3 Antalya'nın Enerji Alanındaki Temel Sorunları

Artan Soğutma Talebi, Pik Yükler ve Altyapı Dirençliliği

İklim değişikliği, enerji sektörünün yalnızca sera gazı emisyonlarını azaltmasını gerektiren çevresel bir mesele değildir. Aynı zamanda enerji üretiminden iletim ve dağıtım, tüketimden altyapı güvenliğine kadar enerji sisteminin bütün bileşenlerini etkileyen çok boyutlu bir risk alanıdır.

Antalya'da artan ortalama sıcaklıklar, daha sık ve uzun süreli sıcak hava dalgaları, yağış rejimindeki değişimler, kuraklık, orman yangınları ve aşırı hava olayları; enerji talebini yükseltirken enerji altyapısının işletme koşullarını da zorlaştırmaktadır. Bu nedenle kentin enerji politikası, emisyon azaltımı ile iklim değişikliğine uyumu aynı planlama çerçevesinde ele almalıdır.

Antalya'nın özgün ekonomik ve mekânsal yapısı, enerji sisteminin iklim etkilerine karşı hassasiyetini artırmaktadır. Turizm sezonunun, soğutma ihtiyacının ve su talebinin en yüksek olduğu yaz aylarında yoğunlaşması; elektrik tüketimi üzerinde eş zamanlı ve çok yönlü baskı oluşturmaktadır. Sürekli nüfusun yanı sıra turistler, mevsimlik çalışanlar, ikinci konut kullanıcıları ve günübirlik ziyaretçiler de yaz dönemindeki enerji talebini yükseltmektedir. Bu çerçevede Antalya'nın enerji sistemi açısından temel sorun yalnızca yıllık toplam tüketimin artması değildir. Esas risk, talebin belirli gün ve saatlerde yoğunlaşması, elektrik altyapısında pik yüklerin oluşması ve kritik hizmetlerin bu dönemlerde kesintisiz sürdürülebilmesidir.

5.3.1. Enerji Dönüşümünü Gerektiren Yapısal Sorunlar

Enerji sistemleri, günümüzde yalnızca ekonomik kalkınmanın temel girdilerinden biri değil; aynı zamanda iklim değişikliğiyle mücadele, enerji güvenliği, rekabet gücü ve yaşam kalitesinin belirleyici unsurlarından biridir. Antalya'nın hızla artan nüfusu, büyüyen kentleşme alanları, turizm odaklı ekonomik yapısı ve iklim değişikliğinin etkisiyle yükselen soğutma ihtiyacı, ilin enerji talebini her geçen yıl artırmaktadır. Buna karşın enerji altyapısının gelişimi, enerji verimliliği uygulamaları ve düşük karbonlu dönüşüm süreçleri aynı hızda ilerleyememektedir.

Antalya'nın enerji alanındaki temel sorunları yalnızca artan elektrik tüketiminden ibaret değildir. Enerji üretim ve tüketim alışkanlıkları, yapı stokunun özellikleri, sektörel enerji kullanımı, ulaşım sistemi, veri yönetimi ve kurumsal koordinasyon birlikte değerlendirildiğinde, ilin enerji sisteminin iklim değişikliğine karşı daha dirençli ve sürdürülebilir bir yapıya kavuşturulması gerektiği görülmektedir.

Bu rapor kapsamında gerçekleştirilen değerlendirmeler doğrultusunda Antalya'nın enerji dönüşümünü sınırlandıran başlıca yapısal sorun alanları aşağıda özetlenmektedir.

5.3.2. Artan Elektrik Talebi ve Mevsimsel Yük Baskısı

Antalya'da elektrik tüketimi; nüfus artışı, turizm faaliyetleri, hizmet sektörü ve yaz aylarında yoğunlaşan soğutma ihtiyacı nedeniyle Türkiye ortalamasının üzerinde mevsimsel dalgalanmalar göstermektedir. Özellikle yaz dönemlerinde oluşan pik talep, enerji altyapısı üzerinde önemli baskılar oluşturmakta; enerji arz güvenliği ve sistem esnekliği açısından yeni planlama yaklaşımlarını gerekli kılmaktadır.

5.3.3. Binalarda Enerji Verimliliğinin Yetersiz Düzeyde Olması

Kent genelindeki mevcut yapı stokunun önemli bir bölümü, günümüz enerji verimliliği standartlarına göre inşa edilmemiştir. Isı yalıtımı, verimli mekanik sistemler, akıllı bina uygulamaları ve enerji yönetim çözümlerinin sınırlı düzeyde uygulanması, gereksiz enerji tüketimine ve işletme maliyetlerinin artmasına neden olmaktadır. Mevcut yapıların enerji performansının iyileştirilmesi, yeni enerji üretim yatırımları kadar önemli bir dönüşüm alanı olarak değerlendirilmektedir.

5.3.4. Turizm Sektörünün Enerji Yoğun Yapısı

Antalya ekonomisinin temel sektörlerinden biri olan turizm, yüksek konaklama kapasitesi, yıl boyu kesintisiz hizmet anlayışı ve yoğun iklimlendirme ihtiyacı nedeniyle önemli miktarda enerji tüketmektedir. Özellikle yaz sezonunda artan konaklama yoğunluğu, enerji talebinin belirli dönemlerde önemli ölçüde yükselmesine neden olmaktadır. Bu durum enerji verimliliği uygulamalarını ve düşük karbonlu işletme modellerini sektör açısından stratejik bir öncelik haline getirmektedir.

5.3.5. Ulaşım Kaynaklı Enerji Tüketimi ve Emisyonlar

Kent içi ulaşımında özel araç kullanımının yaygın olması, fosil yakıt tüketimini ve buna bağlı sera gazı emisyonlarını artırmaktadır. Artan nüfus ve kentleşme ile birlikte ulaşım kaynaklı enerji talebinin yükselmesi, toplu taşıma sistemlerinin güçlendirilmesini, alternatif ulaşım modellerinin geliştirilmesini ve ulaşım sektörünün enerji dönüşümünün hızlandırılmasını gerekli kılmaktadır.

5.3.6. Enerji Altyapısının İklim Değişikliğine Karşı Dayanıklılığının Güçlendirilmesi Gerekliliği

İklim değişikliği yalnızca enerji talebini artırmamakta; aynı zamanda enerji altyapısının güvenilirliği üzerinde de yeni riskler oluşturmaktadır. Aşırı sıcaklıklar, orman yangınları, kuvvetli fırtınalar ve diğer aşırı hava olayları; elektrik iletim ve dağıtım sistemleri başta olmak üzere kritik enerji altyapılarının dayanıklılığını giderek daha önemli hale getirmektedir.

Bu nedenle enerji arz güvenliği yalnızca yeni üretim kapasitesi oluşturulmasıyla değil; şebeke esnekliğinin artırılması, kritik altyapının güçlendirilmesi, dağıtık enerji sistemlerinin geliştirilmesi ve enerji depolama çözümlerinin yaygınlaştırılmasıyla birlikte ele alınmalıdır.

5.3.7. Enerji Verileri ve Karbon Yönetiminde Kurumsal Bütünleşme Eksikliği

Enerji tüketimi, enerji üretimi ve sera gazı emisyonlarına ilişkin veriler farklı kurum ve kuruluşlar tarafından izlenmekte olup, kent ölçeğinde bütünlük bir enerji veri yönetim sistemi henüz yeterince gelişmemiştir. Bu durum enerji planlamasında önceliklerin belirlenmesini, yatırımların etkin biçimde yönlendirilmesini ve uygulanan politikaların performansının düzenli olarak izlenmesini güçleştirmektedir.

İklim dirençli enerji yönetiminin temel unsurlarından biri; güvenilir, güncel ve karşılaştırılabilir veriye dayalı karar alma mekanizmalarının oluşturulmasıdır.

5.3.8. Politika Değerlendirmesi

Antalya'nın enerji alanındaki temel sorunları, yalnızca artan enerji talebinden kaynaklanmamaktadır. Enerji verimliliğinin istenen düzeye ulaşmamış olması, sektörler arasında farklılaşan tüketim profilleri, ulaşım kaynaklı enerji bağımlılığı, enerji altyapısının iklim risklerine karşı kırılganlığı ve bütünlük veri yönetim sistemlerinin yeterince gelişmemiş olması, ilin enerji dönüşümünü zorlaştıran temel yapısal unsurlar olarak öne çıkmaktadır.

Bu nedenle Antalya'nın enerji politikaları yalnızca yeni enerji üretim kapasitesi oluşturmaya odaklanmamalıdır. Enerji verimliliği, talep yönetimi, dağıtık yenilenebilir enerji sistemleri, enerji depolama teknolojileri, akıllı şebeke uygulamaları, dijital enerji yönetimi ve veri temelli karar alma mekanizmalarını birlikte içeren bütüncül bir enerji dönüşüm modeli benimsenmelidir. Bu yaklaşım; enerji arz güvenliğini güçlendirirken sera gazı emisyonlarının azaltılmasına, ekonomik rekabet gücünün artırılmasına ve Antalya'nın 2050 iklim dirençli kalkınma hedeflerine ulaşmasına önemli katkı sağlayacaktır.

Analitik Değerlendirme

Antalya'nın enerji sisteminde iklim değişikliğinden kaynaklanan temel risk, talep artışı ile altyapı kırılabilirliğinin aynı dönemde yoğunlaşmasıdır. Yaz aylarında turizm hareketliliği, kentsel nüfus, tarımsal sulama, su altyapısı ve soğutma ihtiyacı birlikte artmaktadır. Bu durum, yıllık toplam tüketimden daha kritik olan mevsimsel pik yük sorununu ortaya çıkarmaktadır.

Enerji dönüşümünün yalnızca daha fazla elektrik üretme yaklaşımına dayanması hâlinde, kontrolsüz talep artışı ve şebeke sorunları devam edecektir. Bu nedenle Antalya'nın enerji sistemi dört tamamlayıcı unsur üzerine kurulmalıdır:

1. Talebin azaltılması ve yönetilmesi,
2. Yerel ve düşük karbonlu üretimin artırılması,
3. Depolama ve şebeke esnekliğinin geliştirilmesi,
4. Kritik altyapının afetlere karşı yedekli hâle getirilmesi.

Bu yaklaşım, azaltım ve uyum politikalarını tek bir enerji stratejisinde birleştirmektedir.

Politika Çıkarımı

Antalya için “İklim Dirençli Enerji Altyapısı Programı” hazırlanmalıdır. Program kapsamında: Enerji altyapısının iklim risk haritası oluşturulmalı, yaz dönemine ilişkin saatlik pik yük projeksiyonları hazırlanmalı, kritik altyapıların enerji sürekliliği değerlendirilmelidir, trafo ve dağıtım sistemlerinin sıcaklık, taşkın, yangın ve fırtına dayanıklılığı analiz edilmelidir, su ve enerji altyapıları ortak senaryolarla planlanmalıdır, büyük turizm tesisleri ve sanayi kuruluşları talep yönetimi programlarına alınmalıdır, kritik kamu tesislerinde yenilenebilir enerji destekli mikro şebekeler kurulmalıdır, enerji yoksulluğu ve soğutma yoksulluğuna yönelik sosyal programlar geliştirilmelidir.

Programın AEDAŞ, TEİAŞ, Antalya Büyükşehir Belediyesi, ASAT, ilçe belediyeleri, AFAD, üniversiteler, turizm sektörü ve sanayi kuruluşlarının katılımıyla yürütülmesi gerekir.

Antalya'nın enerji güvenliği, yalnızca üretim kapasitesinin artırılmasına değil; talebin yönetilmesine, altyapının iklim risklerine karşı güçlendirilmesine ve kritik hizmetlerin kesintisiz sürdürülmesine bağlıdır.

5.4. Antalya'nın Enerji Dönüşüm Vizyonu

5.4.1. Düşük Karbonlu ve İklim Dirençli Enerji Sistemine Geçiş

Antalya'nın enerji dönüşüm vizyonu; artan enerji talebini yalnızca yeni üretim yatırımlarıyla karşılamayı değil, enerji verimliliğini artıran, yerel ve yenilenebilir kaynaklardan en üst düzeyde yararlanan, dijital teknolojilerle desteklenen ve iklim değişikliğine karşı dirençli bir enerji sistemi oluşturmayı hedeflemektedir.

Bu yaklaşım, enerji güvenliği ile ekonomik kalkınmayı birlikte ele almakta; sera gazı emisyonlarının azaltılması, enerji maliyetlerinin düşürülmesi, rekabet gücünün artırılması ve yaşam kalitesinin yükseltilmesini ortak hedefler olarak benimsemektedir. Antalya'nın enerji dönüşümü; yalnızca enerji sektörünü değil, turizm, sanayi, tarım, ulaşım, yerel yönetimler ve yapı sektörünü kapsayan bütüncül bir dönüşüm süreci olarak değerlendirilmelidir.

5.4.2. Enerji Dönüşümünün Temel İlkeleri

Antalya'nın enerji politikalarının aşağıdaki temel ilkeler doğrultusunda şekillendirilmesi önerilmektedir.

Enerji Verimliliği Öncelikli Yaklaşım

En temiz, en ekonomik ve en sürdürülebilir enerji; tüketilmeyen enerjidir. Bu nedenle yeni enerji üretim yatırımlarından önce enerji talebini azaltan verimlilik uygulamalarına öncelik verilmelidir. Binalarda, sanayide, turizm tesislerinde, ulaşımda ve kamu hizmetlerinde enerji verimliliğinin artırılması, enerji dönüşümünün temelini oluşturmaktadır.

Yerel ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Etkin Kullanımı

Antalya'nın sahip olduğu yenilenebilir enerji potansiyeli, enerji arz güvenliğini güçlendirecek önemli bir fırsat sunmaktadır. Özellikle güneş enerjisi başta olmak üzere yerel yenilenebilir kaynaklar; doğal alanların korunması, arazi kullanım kararları ve enerji sistemi ihtiyaçları gözetilerek planlı biçimde değerlendirilmelidir.

Yenilenebilir enerji yatırımları, enerji verimliliği ve enerji depolama uygulamalarıyla birlikte ele alınarak daha esnek ve dayanıklı bir enerji sistemi oluşturulmalıdır.

Akıllı ve Dijital Enerji Yönetimi

Enerji dönüşümü yalnızca üretim altyapısının değişmesini değil, enerji tüketiminin etkin biçimde yönetilmesini de gerektirmektedir. Akıllı sayaçlar, dijital izleme sistemleri, büyük veri analitiği ve yapay zekâ destekli enerji yönetim araçları sayesinde enerji tüketimi gerçek zamanlı izlenebilmeli, analiz edilebilmeli ve sürekli iyileştirilebilmelidir.

Veri temelli yönetim anlayışı, enerji planlamasının daha şeffaf, ölçülebilir ve etkin yürütülmesini sağlayacaktır.

Karbon Yönetimi ve İklim Sorumluluğu

Enerji politikalarının temel amaçlarından biri, sera gazı emisyonlarının sistematik olarak azaltılması olmalıdır. Bunun için kent ölçeğinde karbon emisyonlarının düzenli olarak izlenmesi, raporlanması ve sektör bazında azaltım hedeflerinin belirlenmesi gerekmektedir.

Karbon yönetimi yalnızca çevresel bir sorumluluk değil; aynı zamanda uluslararası ticaret, yatırım çekiciliği ve rekabet gücü açısından stratejik bir gereklilik olarak değerlendirilmelidir.

Enerji Güvenliği ve İklim Direnci

İklim değişikliğiyle birlikte artan sıcaklıklar ve aşırı hava olayları, enerji altyapılarının dayanıklılığını her geçen yıl daha önemli hâle getirmektedir. Antalya'nın enerji sistemi; dağıtık üretim, enerji depolama, şebeke esnekliği ve kritik altyapının güçlendirilmesi ilkeleri doğrultusunda geliştirilmelidir. Böylece enerji arz güvenliği artırılırken olası afet ve olağanüstü durumlara karşı daha dirençli bir kent yapısı oluşturulabilecektir.

5.4.3. Antalya İçin Stratejik Dönüşüm Yaklaşımı

Enerji dönüşümünün başarısı yalnızca kurulu güç artışıyla ölçülmemelidir. Asıl başarı; birim ekonomik faaliyet başına enerji tüketiminin azaltılması, karbon yoğunluğunun düşürülmesi, enerji maliyetlerinin kontrol altına alınması ve enerji sisteminin iklim değişikliğine karşı daha dayanıklı hâle getirilmesiyle değerlendirilecektir.

Bu nedenle Antalya'nın enerji vizyonu;

- Enerji verimliliğini önceleyen,
- Yerel yenilenebilir kaynakları dengeli kullanan,
- Dijital teknolojilerle desteklenen,
- Karbon yönetimini kurumsallaştıran,
- İklim risklerini gözetan,
- Ekonomik rekabet gücünü artıran

bütüncül bir enerji dönüşüm modeli üzerine inşa edilmelidir.

5.4.4. Politika Değerlendirmesi

Antalya'nın enerji dönüşümü, tek bir teknolojiye veya tek bir yatırım modeline dayandırılmamalıdır. Güneş enerjisi, bu dönüşümün en önemli bileşenlerinden biri olmakla birlikte; enerji verimliliği, akıllı şebekeler, enerji depolama, dijital yönetim, temiz ulaşım ve karbon yönetimiyle birlikte değerlendirildiğinde gerçek anlamda sürdürülebilir bir enerji sistemi oluşturulabilecektir.

Bu nedenle enerji dönüşümünün temel hedefi, yalnızca daha fazla enerji üretmek değil; daha verimli, daha temiz, daha güvenli ve iklim değişikliğine karşı daha dirençli bir enerji ekosistemi oluşturmaktır.

Analitik Değerlendirme

Enerji verimliliği, Antalya'nın enerji dönüşümünde en hızlı uygulanabilecek ve en kısa sürede ekonomik sonuç üretebilecek alandır. Yeni elektrik üretim tesisleri, şebeke yatırımları ve büyük depolama sistemleri uzun planlama ve yatırım süreçleri gerektirirken; birçok verimlilik tedbiri kısa ve orta vadede uygulanabilir. Bununla birlikte enerji verimliliği tek seferlik ekipman değişimi değildir. Ölçüm, yönetim, bakım, kullanıcı davranışı, finansman ve performans doğrulamasını içeren sürekli bir süreçtir.

Antalya'nın enerji verimliliği stratejisi üç düzeyde yürütülmelidir:

- **Tesis düzeyi:** Binalar, oteller, fabrikalar, tarımsal işletmeler ve kamu tesisleri
- **Sektör düzeyi:** Turizm, tarım, sanayi, konutlar ve kamu hizmetleri
- **Kent sistemi düzeyi:** Şebeke, pik talep, ulaşım, su altyapısı ve dijital enerji yönetimi

Enerji verimliliğinin başarısı, yalnızca tüketimin düşürülmesiyle değil; aynı ekonomik ve toplumsal hizmetin daha az enerjiyle ve daha yüksek kaliteyle sağlanmasıyla ölçülmelidir.

Antalya Enerji Verimliliği Hiyerarşisi



Enerji verimliliği sağlanmadan gerçekleştirilen enerji üretim yatırımları, gereğinden büyük kapasite ve maliyet yaratabilir. Antalya'nın doğru dönüşüm sırası; önce azaltmak, sonra verimli kullanmak ve kalan ihtiyacı temiz enerjiyle karşılamaktır.

5.5 Yenilenebilir Enerji Potansiyeli ve Dönüşüm Stratejisi

Yerel Kaynaklara Dayalı, Dağıtık ve İklim Dirençli Enerji Sistemi

Antalya'nın 2050 enerji dönüşümü, artan elektrik talebinin yalnızca daha fazla üretim kapasitesi kurularak karşılanmasına dayanmamalıdır. Kentin enerji geleceği; enerji verimliliği, talep yönetimi, elektrifikasyon, yenilenebilir enerji, depolama ve güçlendirilmiş şebeke altyapısının birlikte planlandığı bütünleşik bir sistem üzerine kurulmalıdır. Antalya; güneş enerjisi başta olmak üzere biyokütle, biyogaz, jeotermal kaynaklar ve belirli bölgelerde rüzgâr enerjisi bakımından farklı ölçeklerde değerlendirilebilecek yenilenebilir enerji potansiyeline sahiptir. Ancak her yenilenebilir kaynağın teknik, ekonomik, çevresel ve mekânsal uygunluğu aynı değildir. Bu nedenle temel amaç, teorik yenilenebilir enerji potansiyelinin tamamını kullanmak değil; doğal alanlar, tarım arazileri, su kaynakları, yerleşimler ve turizm değerleri üzerinde kabul edilemez baskı oluşturmaktan, en yüksek toplumsal ve ekonomik faydayı sağlayacak yenilenebilir enerji portföyünü geliştirmektir. Antalya'nın enerji dönüşümünde öncelik sıralaması şöyle kurulmalıdır:

1. Mevcut enerji tüketiminin azaltılması,
2. Mevcut yapılaşmış alanların enerji üretimi için değerlendirilmesi,
3. Tüketim noktasına yakın dağıtık yenilenebilir üretimin artırılması,
4. Üretim ile tüketimin depolama ve dijital sistemlerle dengelenmesi,
5. Uygun alanlarda daha büyük ölçekli yenilenebilir enerji yatırımlarının geliştirilmesi,
6. Kalan ihtiyacın düşük karbonlu ulusal elektrik sistemi üzerinden karşılanması.

Bu yaklaşım, enerji dönüşümünü yalnızca santral kurulu gücü üzerinden değil; enerji güvenliği, şebeke dayanıklılığı, yerel kalkınma ve karbon azaltımı açısından değerlendirmektedir.

5.5.1 Antalya'nın Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Antalya'nın yenilenebilir enerji kaynakları, üretim karakterleri ve kullanım alanları bakımından farklılık göstermektedir.

Güneş enerjisi

Antalya'nın en güçlü ve yaygın yenilenebilir enerji kaynağı güneştir. Kentte güneş enerjisi; elektrik üretimi, sıcak su üretimi, soğutma sistemlerinin desteklenmesi, tarımsal sulama, elektrikli araç şarjı, su ve atıksu tesislerinin enerji ihtiyacı gibi çok farklı alanlarda kullanılabilir. Güneş enerjisinin Antalya bakımından en önemli üstünlüklerinden biri, üretimin yüksek olduğu gündüz saatlerinin; turizm, ticaret, soğutma, sulama ve hizmet sektörlerinin yoğun enerji kullandığı saatlerle büyük ölçüde örtüşmesidir.

Biyogaz ve biyokütle

Antalya'nın tarımsal üretim kapasitesi, hayvancılık faaliyetleri, gıda sanayisi, haller, pazarlar, oteller ve belediye atıkları önemli miktarda organik atık oluşturmaktadır. Bu atıklar; biyogaz, biyometan, elektrik ve ısı, organik gübre üretiminde değerlendirilebilir. Biyogazın güneş ve rüzgâr enerjisinden farklı olarak kontrol edilebilir ve sürekli enerji üretimine imkân vermesi, enerji sisteminin dengelenmesi açısından stratejik değer taşımaktadır.

Rüzgâr enerjisi

Antalya genelinde rüzgâr potansiyeli güneş enerjisi kadar homojen değildir. Dağlık alanlar, kıyı geçişleri ve belirli yüksek kotlarda ekonomik projelere uygun bölgeler bulunabilir. Bununla birlikte rüzgâr yatırımları için; kuş göç yolları, orman alanları, korunan alanlar, peyzaj değeri, turizm bölgeleri, yerleşimlere uzaklık, şebeke bağlantısı ayrıntılı biçimde değerlendirilmelidir. Bu nedenle Antalya’da rüzgâr enerjisi, il genelinde yaygın bir ana kaynak olarak değil, uygunluğu bilimsel ölçümlerle doğrulanmış sınırlı alanlarda tamamlayıcı kaynak olarak ele alınmalıdır.

Jeotermal ve düşük sıcaklıklı ısı kaynakları

Antalya’nın farklı bölgelerinde bulunabilecek düşük ve orta sıcaklıklı jeotermal kaynaklar doğrudan elektrik üretiminden çok; sera ısıtması, bölgesel ısıtma, sıcak su, kurutma, termal turizm, ısı pompası sistemleri için değerlendirilebilir. Jeotermal kaynak kullanımında rezervuar sürdürülebilirliği, akışkanın yeniden enjeksiyonu, kimyasal içerik ve yeraltı suyu üzerindeki etkiler dikkatle yönetilmelidir.

Atıktan enerji

Belediye katı atıkları, atıksu arıtma çamurları, hal atıkları ve turizm kaynaklı organik atıklar enerji geri kazanımı için kullanılabilir. Ancak atıktan enerji yaklaşımında atık yönetimi hiyerarşisi korunmalıdır:

1. Atığın oluşmasının önlenmesi,
2. Yeniden kullanım,
3. Maddesel geri dönüşüm,
4. Organik geri kazanım,
5. Enerji geri kazanımı,
6. Nihai bertaraf.

Enerji üretimi, geri dönüştürülebilir maddelerin yakılmasını teşvik eden bir modele dönüşmemelidir.

5.5.2 Dağıtık Enerji Sistemi

Antalya’nın yenilenebilir enerji dönüşümünde en uygun model, yalnızca büyük ölçekli arazi santrallerine dayalı bir yapı değildir. Kentin ekonomik ve mekânsal yapısı, tüketim noktalarına yakın üretimin yaygınlaştırıldığı **dağıtık enerji sistemi** için önemli fırsatlar sunmaktadır.

Dağıtık enerji sistemi kapsamında; konut çatıları, otel ve tatil köyü çatıları, kamu binaları, organize sanayi bölgeleri, ticari yapılar, alışveriş merkezleri, otopark üstleri, lojistik tesisleri, tarımsal işletme yapıları, su ve atıksu tesisleri elektrik üretim alanı olarak kullanılabilir. Çatı tipi güneş enerjisi, turizm tesisleri, tarımsal sulama, enerji kooperatifleri ve yerel yönetim projeleri bütünsel yenilenebilir enerji modelinin temel bileşenleri olarak tanımlanmaktadır. Dağıtık üretimin başlıca faydaları şunlardır: Elektrik tüketicinin tüketildiği yerde üretilmesi, iletim ve dağıtım kayıplarının azaltılması, arazi ihtiyacının sınırlandırılması, tüketicinin enerji maliyetinin düşürülmesi, şebeke üzerindeki bazı yüklerin hafifletilmesi, yerel yatırım ve istihdam oluşturulması, enerji kesintilerine karşı dirençliliğin artırılması.

Bununla birlikte dağıtık üretim kontrolsüz biçimde geliştiğinde gerilim, ters güç akışı, bağlantı kapasitesi ve şebeke dengesi sorunları doğurabilir. Bu nedenle dağıtık yenilenebilir enerji yatırımları, dağıtım şebekesinin teknik kapasitesiyle eş zamanlı planlanmalıdır.

5.5.3 Yenilenebilir Enerji ve Arazi Kullanımı

Yenilenebilir enerji, düşük karbonlu bir kaynak olmakla birlikte arazi kullanımı bakımından etkisiz değildir. Büyük ölçekli enerji yatırımları; tarım arazileri, meralar, ormanlar, doğal yaşam alanları, su toplama havzaları, arkeolojik alanlar, turizm peyzajı üzerinde baskı oluşturabilir. Antalya’da yenilenebilir enerji yatırımları için mekânsal öncelik sırası şu şekilde belirlenmelidir:

Birinci öncelik

- Bina çatıları,
- Otopark üstleri,
- Sanayi tesisleri,
- Depo ve lojistik yapıları,
- Kamu tesisleri,
- Arıtma tesisleri,
- Altyapı yapıları.

İkinci öncelik

- Bozulmuş veya düşük ekolojik değer taşıyan alanlar,
- Kapatılmış maden sahaları,
- Uygun katı atık depolama sahaları,
- Kullanılmayan endüstriyel alanlar,
- Ulaşım ve altyapı koridorları.

Üçüncü öncelik

- Tarımsal üretimi engellemeyen ve ekolojik açıdan uygunluğu kanıtlanmış ortak kullanım modelleri,
- Agrivoltaik uygulamalar,
- Sulama kanalları üzeri güneş enerjisi,
- Uygun su yüzeylerinde sınırlı yüzer ges uygulamaları.

Son seçenek

Doğal veya tarımsal değeri yüksek geniş arazilerde büyük ölçekli enerji santralleri. Bu sıralama, enerji dönüşümünün doğal sermaye kaybına veya gıda güvenliği sorununa yol açmasını önlemek açısından önemlidir. **Yenilenebilir enerji yatırımı, yalnızca karbon azaltması sağladığı için otomatik olarak sürdürülebilir kabul edilmemelidir.** Her proje yaşam döngüsü, arazi kullanımı, ekosistem etkisi, su ihtiyacı ve toplumsal fayda bakımından değerlendirilmelidir.

5.5.4 Yenilenebilir Enerji ve Şebeke Kapasitesi

Yenilenebilir enerji yatırımlarının önündeki temel sınırlamalardan biri, kaynak potansiyelinden çok şebekenin yeni üretimi kabul etme kapasitesidir.

Güneş enerjisinin hızla yaygınlaşması hâlinde belirli saatlerde üretim fazlası oluşabilir. Buna karşılık akşam saatlerinde güneş üretimi düşerken soğutma, konut ve ulaşım kaynaklı tüketim devam edebilir. Bu nedenle Antalya'nın yenilenebilir enerji planı aşağıdaki şebeke bileşenlerini birlikte ele almalıdır:

- Trafo merkezi kapasitesi,
- Dağıtım hatlarının taşıma sınırları,
- Gerilim kontrolü,
- Çift yönlü enerji akışı,
- Gerçek zamanlı izleme,
- Akıllı inverter sistemleri,
- Talep tarafı yönetimi,
- Elektrikli araçların kontrollü şarjı,
- Batarya ve termal depolama,
- Ulusal iletim sistemiyle bağlantı.

Yenilenebilir kurulu gücün artması tek başına başarı göstergesi değildir. Esas başarı, üretilen temiz elektriğin kesinti veya kısıntı olmadan sisteme entegre edilebilmesi ve fosil kaynakların gerçek anlamda ikame edilmesidir.

5.5.5 Enerji Depolama ve Esneklik

Ana rapor taslağı, yenilenebilir enerji yaygınlaştıkça enerji depolama sistemlerinin üretim ve tüketim dengesinin kurulması, şebeke yükünün azaltılması ve enerji kesintilerine karşı dayanıklılığın artırılması bakımından kritik hâle geleceğini belirtmektedir. Depolama sistemleri Antalya'da farklı ölçeklerde kullanılabilir:

Bina ve tesis ölçeği

- Konutlar,
- Oteller,
- Kamu yapıları,
- Ticari tesisler,
- Tarımsal işletmeler.

Kampüs ve bölge ölçeği

- Organize sanayi bölgeleri,
- Turizm bölgeleri,
- Üniversiteler,
- Hastane kampüsleri,
- Havaalanı ve ulaşım merkezleri.

Şebeke ölçeği

- Trafo merkezleri,
- Yenilenebilir üretim kümeleri,
- Kritik dağıtım bölgeleri,
- Şebeke dengeleme tesisleri.

Batarya sistemlerinin yanında;

- Soğuk su veya buz depolama,
- Sıcak su depolama,
- Pompaj sistemleri,
- Elektrikli araç bataryalarının kontrollü kullanımı,
- Biyogaz depolama

gibi farklı esneklik araçları da değerlendirilmelidir. Özellikle Antalya'nın yüksek soğutma yükü dikkate alındığında termal depolama, elektrik bataryalarına tamamlayıcı ve bazı uygulamalarda daha ekonomik bir çözüm olabilir.

5.5.6 Turizmde Yenilenebilir Enerji

Antalya'nın büyük konaklama kapasitesi, turizm tesislerini yenilenebilir enerji dönüşümünün öncü uygulama alanlarından biri hâline getirmektedir.

Turizm tesislerinde; çatı ve otopark üstü GES, güneş termal sıcak su sistemleri, ısı pompaları, enerji depolama, atık ısı geri kazanımı, biyogaz veya organik atık sistemleri, elektrikli araç şarj altyapısı birlikte planlanabilir. Güneş enerjisi, güneş kolektörleri, depolama ve bina otomasyonunun birlikte uygulanması hâlinde işletme maliyetlerinin ve karbon emisyonlarının azalacağını; enerji arz güvenliği ile sürdürülebilir turizm sertifikasyonunun güçleneceğini belirtmektedir.

Ancak tesislerin yalnızca kurulu GES kapasitesi üzerinden değerlendirilmesi yeterli değildir. Şu göstergeler de izlenmelidir: Yenilenebilir enerjinin toplam tüketimdeki payı, misafir-gece başına yenilenebilir elektrik üretimi, öz tüketim oranı, şebekeden çekilen pik güç, enerji depolama kapasitesi, yenilenebilir kaynakla karşılanan sıcak su oranı, azaltılan sera gazı emisyonu. Turizm tesislerinin enerji dönüşümü, Antalya'nın destinasyon markasının ayrılmaz bir parçası hâline getirilmelidir.

5.5.7 Tarımda Yenilenebilir Enerji

Tarımsal üretimde enerji; sulama pompaları, sera iklimlendirmesi, ürün işleme, paketlenme ve soğuk hava depolarında kullanılmaktadır. Ana rapor taslağı, güneş enerjili sulama ve tarımsal atıkların biyogaz veya biyokütle üretiminde değerlendirilmesini temel fırsat alanları olarak tanımlamaktadır. Tarımda yenilenebilir enerji dönüşümünün temel ilkesi, enerji maliyetini azaltırken su tüketimini veya yeraltı suyu çekimini artırmamaktır.

Bu nedenle güneş enerjili sulama sistemleri; su tahsisleri, sayaçlandırma, bitki su ihtiyacı, sulama programı, pompa verimliliği, yeraltı suyu seviyesi ile ilişkilendirilmelidir.

KontROLSÜZ güneş enerjili pompalama, elektrik maliyetini düşürürken aşırı su çekimini teşvik edebilir. Bu nedenle destekler yalnızca üretim kapasitesine değil, su ve enerji performansına bağlanmalıdır.

Tarımsal yapılarda çatı GES, arazi kullanım ihtiyacını azaltması bakımından öncelikli olmalıdır. Agrivoltaik uygulamalar ise bitki gelişimi, gölgeleme, mekanizasyon ve su kullanımı üzerindeki etkileri saha koşullarında kanıtlandıktan sonra yaygınlaştırılmalıdır.

5.5.8 Sanayi, Ticaret ve Kamu Tesislerinde Yenilenebilir Enerji

Sanayi ve ticari işletmeler için yenilenebilir enerji; maliyet azaltımı, karbon ayak izinin düşürülmesi ve uluslararası tedarik zincirlerine uyum bakımından önemlidir.

Özellikle; organize sanayi bölgeleri, soğuk hava depoları, lojistik tesisleri, alışveriş merkezleri, büyük perakende yapıları, hastaneler, üniversiteler, belediye tesisleri, su ve atıksu altyapısı geniş çatıları ve yüksek gündüz tüketimleri nedeniyle dağıtık yenilenebilir enerji için uygun yapılardır.

Kamu sektörü bu dönüşümde öncü rol üstlenmelidir. Su ve atıksu tesisleri gibi düzenli enerji tüketen kamu altyapılarında yenilenebilir üretim, enerji verimliliği ve depolama projeleri birlikte uygulanabilir.

Kamu yatırımlarında yalnızca yıllık enerji üretimi değil; yatırımın geri ödeme süresi, öz tüketim oranı, azaltılan karbon miktarı, enerji sürekliliğine katkı, bakım maliyeti, sosyal ve kamusal fayda birlikte değerlendirilmelidir.

5.5.9 Enerji Kooperatifleri ve Yerel Katılım

Yenilenebilir enerji dönüşümünün ekonomik faydaları yalnızca büyük yatırımcılarla sınırlı kalmamalıdır. Vatandaşların, çiftçilerin, küçük işletmelerin ve yerel toplulukların enerji üretimine katılabildiği modeller geliştirilmelidir.

Enerji kooperatifleri ve enerji toplulukları; ortak çatı veya arazi yatırımları, tarımsal sulama tesisleri, kırsal enerji projeleri, mahalle ölçekli üretim, ortak depolama, elektrikli araç şarj sistemleri için kullanılabilir.

Bu modeller; yatırım maliyetinin paylaşılması, küçük tüketicilerin sisteme katılması, enerji gelirlerinin yerelde kalması, toplumsal kabulün artması, enerji yoksulluğunun azaltılması bakımından önem taşımaktadır.

Ancak kooperatif modeli yalnızca hukuki bir örgütlenme biçimi olarak görülmemelidir. Teknik işletme, finansman, gelir paylaşımı, bağlantı kapasitesi ve uzun dönemli bakım modeli açıkça tanımlanmalıdır.

5.5.10 Antalya'nın 2050 Yenilenebilir Enerji Rolü

Bölüm 5.2'de yapılan ön değerlendirmede Antalya'nın 2050 elektrik talebinin güçlü enerji verimliliği ve kontrollü elektrifikasyon koşullarında yaklaşık 16–18 TWh/yıl aralığında oluşabileceği kabul edilmiştir.

Bu büyüklük kesin bir resmî tahmin değil; nüfus, turizm kapasitesi, soğutma ihtiyacı, ulaşımın elektrifikasyonu, su sistemleri ve verimlilik kabullerine dayanan stratejik planlama aralığıdır.

Antalya'nın bu talebin tamamını il sınırları içinde üretmesi gerekli değildir. Enerji sisteminin ulusal şebekeyle bütünleşik çalışması ekonomik ve teknik açıdan daha uygun olabilir.

Bununla birlikte Antalya'nın; çatı ve otopark üstü güneş enerjisi, uygun alanlarda arazi GES, biyogaz ve atıktan enerji, sınırlı rüzgâr ve jeotermal uygulamalar aracılığıyla 2050 elektrik ihtiyacının önemli bir bölümünü yerel yenilenebilir kaynaklardan karşılaması mümkündür.

Ön planlama çerçevesinde yerel yenilenebilir üretimin 2050 talebinin yaklaşık %50–60'ını karşılayabileceği varsayılabilir. Bu oran ayrıntılı kaynak envanteri, şebeke analizi ve mekânsal uygunluk çalışmasıyla doğrulanmalıdır.

Stratejik Planlama Aralığı

Gösterge	2050 ön değerlendirmesi
Yıllık elektrik talebi	16–18 TWh
Yerel yenilenebilir üretim payı	%50–60
Yerel yenilenebilir üretim	Yaklaşık 8–10 TWh/yıl
Ulusal şebekeden karşılanacak bölüm	Yaklaşık 6–8 TWh/yıl
Enerji verimliliğiyle önlenen talep	Yaklaşık 4–5 TWh/yıl
Temel yerel kaynak	Güneş enerjisi
Dengeleyici kaynaklar	Depolama, biyogaz, talep yönetimi ve ulusal şebeke

Bu tablo bir kapasite taahhüdü değil, ayrıntılı enerji master planında sınanması gereken stratejik sistem kurgusudur.

Analitik Değerlendirme

Antalya'nın yenilenebilir enerji dönüşümünde temel mesele kaynak yetersizliği değil; doğru mekânsal planlama, şebeke kapasitesi, depolama, finansman ve kurumlar arası koordinasyondur.

Yalnızca büyük ölçekli santral yatırımlarına dayalı bir yaklaşım; arazi kullanım çatışmalarını, ekosistem baskısını, şebeke bağlantısı sorunlarını, yerel toplumsal itirazları artırabilir. Buna karşılık çatı, otopark, sanayi, turizm ve kamu altyapısına dayalı dağıtık model; üretimi tüketimle yakınlaştırarak daha dengeli bir dönüşüm sağlayabilir.

Antalya için doğru yenilenebilir enerji modeli şu dört özelliği taşımalıdır:

- 1. Dağıtık:** Üretim mümkün olduğunca tüketim noktasına yakın olmalıdır.
- 2. Bütünleşik:** Verimlilik, depolama ve dijital yönetimle birlikte uygulanmalıdır.
- 3. Doğa duyarlı:** Tarım alanları ve doğal sermaye korunmalıdır.
- 4. Katılımcı:** Ekonomik fayda vatandaşlar, çiftçiler, kamu ve yerel işletmeler arasında paylaşılmalıdır.

Politika Çıkarımı

Antalya için “Yenilenebilir Enerji Master Planı ve Mekânsal Uygunluk Atlası” hazırlanmalıdır.

Plan kapsamında:

- Mevcut yenilenebilir kurulu güç belirlenmeli,
- Çatı ve otopark potansiyeli CBS tabanlı hesaplanmalı,
- Trafo ve bağlantı kapasitesi haritalanmalı,
- Güneş, rüzgâr, biyogaz ve jeotermal kaynaklar ayrı ayrı incelenmeli,
- Doğal ve tarımsal açıdan dışlanacak alanlar belirlenmeli,
- Enerji depolama ihtiyacı modellenmeli,
- 2030, 2040 ve 2050 kapasite senaryoları hazırlanmalı,
- Yatırım maliyeti ve finansman ihtiyacı hesaplanmalı,
- Enerji kooperatifi ve topluluk modelleri geliştirilmelidir.

Bu çalışma yalnızca teorik kaynak potansiyelini değil, **uygulanabilir ve şebekeye entegre edilebilir yenilenebilir enerji potansiyelini** ortaya koymalıdır.

Antalya Yenilenebilir Enerji Dönüşüm Programı

Program altı uygulama ekseninden oluşmalıdır:

Eksen 1 — Çatı ve Otopark Enerji Seferberliği

Kamu, turizm, sanayi, ticaret ve konut çatılarının enerji üretimine açılması.

Eksen 2 — Turizmde Temiz Enerji Programı

Otellerin elektrik, sıcak su, depolama ve şarj sistemlerinin bütünleşik dönüşümü.

Eksen 3 — Tarımda Su-Enerji Programı

Sulama verimliliği, güneş enerjisi, su ölçümü ve biyogaz yatırımlarının ortak planlanması.

Eksen 4 — Kamu Altyapısında Yenilenebilir Enerji

Su, atıksu, ulaşım, hastane, okul ve belediye tesislerinde örnek projeler.

Eksen 5 — Depolama ve Akıllı Şebeke

Yenilenebilir üretimin şebekeye güvenli entegrasyonu.

Eksen 6 — Enerji Kooperatifleri ve Yerel Finansman

Küçük üretici ve tüketicilerin dönüşüme katılımı.

Antalya'nın Yenilenebilir Enerji Öncelikleri

Kaynak veya model	Antalya'daki temel kullanım	Stratejik rol	Temel sınırlama
Güneş elektriği	Çatı, otopark, sanayi, turizm, tarım	Ana yerel yenilenebilir kaynak	Şebeke ve depolama ihtiyacı
Güneş termal	Oteller, konutlar, sağlık tesisleri	Sıcak su ve ısı ihtiyacının azaltılması	Alan ve sistem entegrasyonu
Biyogaz	Tarım, gıda, hal, otel ve arıtma atıkları	Sürekli ve kontrol edilebilir enerji	Hammadde ve lojistik
Biyokütle	Tarımsal ve ormancılık artıkları	Isı ve sınırlı elektrik üretimi	Emisyon ve ekosistem etkisi
Rüzgâr	Uygun yüksek kotlar ve koridorlar	Tamamlayıcı üretim	Ekoloji, peyzaj ve ölçüm ihtiyacı
Jeotermal	Sera, sıcak su, ısıtma ve termal kullanım	Doğrudan ısı enerjisi	Rezervuar ve su yönetimi
Atıktan enerji	Belediye ve arıtma tesisleri	Atık yönetimi ve enerji geri kazanımı	Atık hiyerarşisinin korunması
Enerji kooperatifi	Kırsal alanlar ve topluluklar	Katılım ve yerel ekonomik fayda	Hukuki, teknik ve mali kapasite

Metodoloji ve Veri Sınırları Bilgi Kutusu

Bu bölümün temel yenilenebilir enerji kaynakları ve sektörel kullanım alanları, ana rapor taslağında yer alan Antalya'nın yenilenebilir enerji potansiyeli, turizm, tarım, sanayi, depolama ve yerel yönetim çerçevesinden türetilmiştir. Kaynak belgede Antalya'nın güncel yenilenebilir enerji kurulu gücü, çatı potansiyeli, şebeke kapasitesi ve teknik-ekonomik üretim potansiyelini birlikte gösteren doğrulanmış bir il enerji dengesi bulunmamaktadır. Bu nedenle bölümde kesin kurulu güç hedefi verilmemiştir.

2050'de yerel yenilenebilir kaynakların elektrik talebinin yaklaşık **%50-60'ını**, yani yaklaşık **8-10 TWh/yıl** düzeyini karşılayabileceği ifadesi bir planlama kabulüdür. Bu büyüklük; 16-18 TWh/yıl talep senaryosu, Antalya'nın güneş ağırlıklı kaynak yapısı ve ulusal şebekeyle bütünleşik enerji sistemi kabulü üzerinden geliştirilmiştir. Kesin hedefler; çatı envanteri, arazi uygunluk analizi, en az bir yıllık saatlik talep profili, trafo kapasitesi, üretim simülasyonları ve depolama optimizasyonu tamamlandıktan sonra belirlenmelidir.

Önerilen Performans Göstergeleri

Gösterge	2030 yönelimi	2050 yönelimi
Yenilenebilir elektriğin il tüketimindeki payı	Hızlı artış	En az %50-60 yerel katkı
Yeni dağıtık yenilenebilir kapasite	Öncelikli büyüme	Kent genelinde yaygın sistem
Kamu binalarında yenilenebilir enerji	Öncelikli tesislerin dönüşümü	Kamu stokunun büyük bölümünde uygulama
Turizm tesislerinde yenilenebilir sistem kullanımı	Sektörel program	Standart uygulama
Tarımsal sulamada yenilenebilir enerji	Ölçümlü pilotlar ve yaygınlaştırma	Su-enerji bütünleşik model
Depolamalı yenilenebilir tesis oranı	Kademeli artış	Şebeke ihtiyacına göre yaygınlaşma
Enerji kooperatifi ve topluluk modeli	Pilot uygulamalar	İlçe ve sektör ölçeğinde yaygın model
Yenilenebilir yatırımlarda kullanılan çatı/bozulmuş alan payı	Ana öncelik	Arazi yatırımlarından önce temel seçenek

Antalya'nın Yenilenebilir Enerji Sistemi



Antalya'nın enerji dönüşümü, her boş araziye enerji tesisi kurmak değil; önce yapılaşmış alanları değerlendiren, doğal sermayeyi koruyan ve üretimi tüketimle bütünleştiren akıllı bir enerji sistemi kurmaktır.

5.6. Stratejik Politikalar

5.6.1. Genel Yaklaşım

Antalya'nın enerji dönüşümü; enerji verimliliği, yenilenebilir enerji, karbon yönetimi, dijitalleşme ve iklim değişikliğine uyum hedeflerini birlikte ele alan bütüncül bir politika yaklaşımıyla yürütülmelidir. Bu bölümde önerilen politikalar, yalnızca enerji üretimini artırmayı değil; enerji talebini daha verimli yönetmeyi, karbon emisyonlarını azaltmayı, ekonomik rekabet gücünü artırmayı ve kentin enerji altyapısını iklim değişikliğine karşı daha dirençli hâle getirmeyi amaçlamaktadır.

Politika 1. Antalya Karbon ve Enerji Yönetim Sistemi

Kent genelinde enerji tüketimi, sera gazı emisyonları ve sektör bazlı performans göstergelerini birlikte izleyen bütüncül bir **Antalya Karbon ve Enerji Yönetim Sistemi** kurulmalıdır. Bu sistem; kamu kurumları, yerel yönetimler, organize sanayi bölgeleri, turizm sektörü ve diğer paydaşlardan elde edilen verilerin ortak bir platformda değerlendirilmesini sağlayarak karar alma süreçlerini desteklemelidir.

Karbon yönetiminin düzenli izlenmesi, enerji dönüşüm politikalarının etkinliğinin ölçülmesi ve ulusal ile uluslararası iklim hedeflerine uyum açısından temel bir yönetim aracı olacaktır.

Politika 2. Kamu Sektöründe Enerji Dönüşüm Programı

Kamu kurumları enerji dönüşümünde öncü rol üstlenmelidir. Kamu binalarında enerji verimliliği uygulamaları, akıllı bina sistemleri, verimli aydınlatma, dijital enerji yönetimi ve uygun yapılarda yenilenebilir enerji çözümleri yaygınlaştırılmalıdır.

Kamu yatırımları yalnızca enerji maliyetlerini azaltmayı değil; özel sektör ve toplum için örnek uygulamalar geliştirmeyi de hedeflemelidir.

Politika 3. Turizmde Düşük Karbonlu Enerji Dönüşümü

Turizm sektöründe enerji dönüşümü; enerji verimliliği, yenilenebilir enerji kullanımı, atık ısı geri kazanımı ve dijital enerji yönetimini birlikte içeren bütüncül bir yaklaşımla yürütülmelidir.

Konaklama tesislerinde gerçekleştirilecek uygulamalar, işletme maliyetlerini azaltırken sürdürülebilir turizm sertifikasyon süreçlerine katkı sağlayacak ve Antalya'nın uluslararası rekabet gücünü artıracaktır.

Politika 4. Sanayide Rekabetçi ve Düşük Karbonlu Üretim

Sanayi sektöründe enerji dönüşümü; yalnızca enerji maliyetlerinin azaltılmasına yönelik bir uygulama olarak değil, rekabet gücünü artıran stratejik bir dönüşüm süreci olarak ele alınmalıdır.

Enerji verimliliği uygulamaları, temiz üretim teknolojileri, karbon yönetimi, döngüsel ekonomi yaklaşımları ve yeşil finansman olanakları birlikte değerlendirilerek organize sanayi bölgeleri ve sanayi işletmelerinin düşük karbonlu üretime geçişi desteklenmelidir.

Politika 5. Akıllı Enerji ve Dijital Yönetim Altyapısı

Enerji sistemlerinin etkin yönetimi için veri temelli karar alma mekanizmaları güçlendirilmelidir. Akıllı sayaçlar, dijital enerji izleme platformları, coğrafi bilgi sistemleri ve yapay zekâ destekli analiz araçları kullanılarak enerji tüketimi ve performansı gerçek zamanlı izlenebilmelidir.

Bu yaklaşım, enerji yatırımlarının önceliklendirilmesini kolaylaştıracak ve kaynakların daha etkin kullanılmasını sağlayacaktır.

Politika 6. İklim Dostu ve Düşük Karbonlu Ulaşım

Ulaşım sektöründe enerji dönüşümünün temel amacı, fosil yakıt bağımlılığını azaltırken erişilebilir, güvenli ve düşük karbonlu ulaşım sistemlerini yaygınlaştırmaktır.

Elektrikli araç altyapısının geliştirilmesi, toplu taşımanın güçlendirilmesi, bisiklet ve yaya ulaşımının desteklenmesi ile alternatif ulaşım modellerinin yaygınlaştırılması, Antalya'nın enerji ve iklim hedeflerine önemli katkı sağlayacaktır.

Politika 7. Yerel Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Dengeli Geliştirilmesi

Antalya'nın sahip olduğu yenilenebilir enerji potansiyeli, enerji verimliliği ve enerji depolama uygulamalarıyla birlikte değerlendirilmelidir. Özellikle güneş enerjisi; kamu binaları, turizm tesisleri, sanayi yapıları, tarımsal işletmeler ve uygun çatı alanlarında öncelikli olarak yaygınlaştırılmalıdır.

Yenilenebilir enerji yatırımlarında temel ilke; mevcut yapılaşmış alanların değerlendirilmesi, doğal ekosistemlerin ve verimli tarım arazilerinin korunması, enerji yatırımlarının mekânsal planlama kararlarıyla uyum içinde geliştirilmesidir.

Politika 8. Enerji Depolama ve Şebeke Dayanıklılığı

Dağıtık yenilenebilir enerji sistemlerinin yaygınlaşmasına paralel olarak enerji depolama teknolojileri ve şebeke esnekliği güçlendirilmelidir. Kritik kamu altyapıları, organize sanayi bölgeleri ve yüksek enerji tüketen tesislerde depolama çözümleri değerlendirilerek enerji arz güvenliği artırılmalıdır. Enerji altyapısının iklim değişikliğinin neden olduğu aşırı hava olaylarına karşı daha dirençli hâle getirilmesi, Antalya'nın uzun vadeli enerji güvenliği açısından stratejik öneme sahiptir.

5.6.2. Politika Değerlendirmesi

Bu bölümde önerilen politikalar birbirinden bağımsız yatırım alanları olarak değil, birbirini tamamlayan bir enerji dönüşüm programının bileşenleri olarak değerlendirilmelidir. Antalya'nın enerji dönüşümünün başarısı; enerji verimliliği, yerel yenilenebilir enerji kaynakları, dijital yönetim, karbon azaltımı, enerji depolama ve iklim direncinin birlikte ele alınmasına bağlıdır.

Bu çerçevede önerilen politika seti, yalnızca enerji arzını artırmayı değil; daha verimli, daha güvenli, daha düşük karbonlu ve iklim değişikliğine uyumlu bir kent enerji sistemi oluşturmayı hedeflemektedir.

5.7. Antalya Enerji Dönüşümü Öncelikli Proje Portföyü

5.7.1. Genel Yaklaşım

Antalya'nın enerji dönüşümünün başarıya ulaşabilmesi; yalnızca stratejik hedeflerin belirlenmesine değil, bu hedefleri uygulamaya dönüştürecek öncelikli projelerin doğru planlanmasına bağlıdır. Bu nedenle enerji dönüşümü; birbirinden bağımsız yatırımlar yerine, ortak hedeflere hizmet eden proje programları şeklinde ele alınmalıdır.

Bu bölümde önerilen proje portföyü; enerji verimliliği, karbon azaltımı, dijitalleşme, yenilenebilir enerji, ulaşım ve sanayi dönüşümünü bütüncül bir yaklaşımla bir araya getirmektedir. Önerilen proje başlıkları, mevcut rapordaki öncelikli proje listesi esas alınarak geliştirilmiş ve uygulama odaklı bir çerçeveye dönüştürülmüştür.

Proje 1. Antalya Karbon Envanteri ve Enerji Veri Platformu

Enerji dönüşümünün ilk adımı, güvenilir veri altyapısının oluşturulmasıdır. Bu kapsamda il genelindeki enerji tüketimi, sera gazı emisyonları ve yenilenebilir enerji üretimini birlikte izleyen bütünlük bir **Antalya Karbon Envanteri ve Enerji Veri Platformu** kurulmalıdır.

Bu platform, belediyeler, kamu kurumları, organize sanayi bölgeleri, turizm sektörü ve ilgili diğer paydaşların verilerini ortak bir sistemde toplayarak planlama ve izleme süreçlerini desteklemelidir.

Proje 2. Antalya Enerji Verimliliği Dönüşüm Programı

Enerji dönüşümünün temelini enerji verimliliği oluşturmalıdır.

Program kapsamında; kamu binaları, turizm tesisleri, sanayi işletmeleri, ticari yapılar, sosyal donatılar öncelikli olarak enerji etütlerinden geçirilmeli ve verimlilik yatırımları aşamalı biçimde uygulanmalıdır.

Yeni enerji üretim yatırımlarından önce mevcut enerji tüketiminin azaltılması temel ilke olarak benimsenmelidir.

Proje 3. Antalya Dağıtık Yenilenebilir Enerji Programı

Antalya'nın yüksek güneş potansiyeli, enerji dönüşümü açısından önemli bir fırsat sunmaktadır. Ancak yenilenebilir enerji yatırımları yalnızca kurulu güç artışı hedefiyle değil; enerji verimliliği, depolama, şebeke kapasitesi ve mekânsal planlama kararlarıyla birlikte değerlendirilmelidir.

Program kapsamında öncelik; kamu binaları, turizm tesisleri, sanayi çatıları, otopark üstleri, su ve atıksu tesisleri, uygun tarımsal yapılar gibi mevcut yapılaşmış alanlara verilmelidir.

Verimli tarım arazileri, orman alanları, sulak alanlar ve koruma statüsündeki bölgeler yenilenebilir enerji yatırımlarının planlanmasında korunması gereken öncelikli alanlar olarak değerlendirilmelidir.

Proje 4. Turizmde Düşük Karbonlu Enerji Programı

Turizm sektörü Antalya'nın en büyük enerji tüketicilerinden biridir. Bu nedenle enerji dönüşümü; otellerde ve turizm tesislerinde enerji verimliliği, dijital enerji yönetimi, atık ısı geri kazanımı, uygun yapılarda yenilenebilir enerji uygulamaları ve karbon yönetimini birlikte içeren bütünlük bir program olarak uygulanmalıdır.

Bu yaklaşım, işletme maliyetlerini azaltırken Antalya'nın sürdürülebilir turizm destinasyonu kimliğini de güçlendirecektir.

Proje 5. Antalya Akıllı Enerji Yönetim Merkezi

Kent genelindeki enerji performansını gerçek zamanlı izleyebilecek dijital bir yönetim altyapısı oluşturulmalıdır.

Bu merkez; enerji tüketimini, yenilenebilir enerji üretimini, karbon emisyonlarını, enerji verimliliği yatırımlarını, performans göstergelerini tek platform üzerinden izleyerek karar vericilere sürekli veri sağlayacaktır.

Proje 6. Temiz Ulaşım ve Elektrifikasyon Programı

Kent içi ulaşımın enerji dönüşümüne katkı sağlayabilmesi amacıyla elektrikli toplu taşıma sistemleri, şarj altyapısı, bisiklet ulaşımı ve yaya odaklı ulaşım uygulamaları bütünlük bir program kapsamında geliştirilmelidir.

Program, yalnızca araç dönüşümünü değil; ulaşım kaynaklı enerji tüketimini ve karbon emisyonlarını azaltacak planlama yaklaşımını da içermelidir.

Proje 7. Sanayide Yeşil Enerji Dönüşüm Programı

Organize sanayi bölgeleri ve sanayi işletmelerinde enerji verimliliği, karbon yönetimi, dijital enerji izleme, temiz üretim teknolojileri ve uygun yenilenebilir enerji uygulamalarını kapsayan dönüşüm programları hazırlanmalıdır.

Bu program sayesinde sanayinin uluslararası karbon düzenlemelerine uyumu kolaylaşacak, ihracat rekabet gücü desteklenecek ve yeşil finansman olanaklarına erişim güçlenecektir.

Proje 8. Enerji Depolama ve Şebeke Dayanıklılığı Programı

Artan yenilenebilir enerji kapasitesinin güvenli biçimde sisteme entegre edilebilmesi için enerji depolama çözümleri ve şebeke dayanıklılığı birlikte planlanmalıdır.

Özellikle kritik kamu hizmetleri, su ve atıksu altyapıları, sağlık tesisleri ve afet yönetimi açısından stratejik öneme sahip tesislerde enerji sürekliliğini sağlayacak depolama ve yedekleme sistemleri öncelikli olarak değerlendirilmelidir.

5.7.2. Proje Portföyünün Uygulama Öncelikleri

Önerilen projeler birbirinden bağımsız yatırımlar olarak değil, aşamalı bir uygulama programı olarak ele alınmalıdır.

Kısa vadede (2026–2028) kurumsal yapıların oluşturulması, veri altyapısının kurulması ve enerji verimliliği projelerine öncelik verilmelidir.

Orta vadede (2029–2032) dağıtık yenilenebilir enerji, temiz ulaşım, sanayi dönüşümü ve dijital enerji yönetimi uygulamaları yaygınlaştırılmalıdır.

Uzun vadede (2033–2035 ve sonrası) enerji depolama, akıllı şebekeler ve iklim dirençli enerji altyapılarıyla bütünleşik enerji sistemi tamamlanmalıdır.

Bu kademeli yaklaşım, raporun uygulama takvimiyle de uyumludur.

5.7.3. Politika Değerlendirmesi

Bu bölümde önerilen proje portföyü, Antalya'nın enerji dönüşümünü tek bir teknolojiye dayandırmayan; enerji verimliliği, yenilenebilir enerji, dijitalleşme, karbon yönetimi ve enerji güvenliğini birlikte ele alan bütüncül bir uygulama modeli sunmaktadır.

Önerilen projeler; kamu kurumları, yerel yönetimler, üniversiteler, özel sektör, organize sanayi bölgeleri ve sivil toplum kuruluşlarının iş birliğiyle hayata geçirildiğinde, Antalya'nın düşük karbonlu ve iklim dirençli enerji sistemine geçişini hızlandıracaktır.

Önerilen Performans Göstergeleri

Gösterge	2030 yönelimi	2050 yönelimi
Yenilenebilir elektriğin il tüketimindeki payı	Hızlı artış	En az %50-60 yerel katkı
Yeni dağıtık yenilenebilir kapasite	Öncelikli büyüme	Kent genelinde yaygın sistem
Kamu binalarında yenilenebilir enerji	Öncelikli tesislerin dönüşümü	Kamu stokunun büyük bölümünde uygulama
Turizm tesislerinde yenilenebilir sistem kullanımı	Sektörel program	Standart uygulama
Tarımsal sulamada yenilenebilir enerji	Ölçümlü pilotlar ve yaygınlaştırma	Su-enerji bütünsel model
Depolamalı yenilenebilir tesis oranı	Kademeli artış	Şebeke ihtiyacına göre yaygınlaştırma
Enerji kooperatifi ve topluluk modeli	Pilot uygulamalar	İlçe ve sektör ölçeğinde yaygın model
Yenilenebilir yatırımlarda kullanılan çatı/bozulmuş alan payı	Ana öncelik	Arazi yatırımlarından önce temel seçenek
Rüzgâr uygunluk ve dışlama atlası	Tamamlanması	Sürekli güncelleme
Organik atık envanteri	İlçe ve kaynak bazında tamamlanması	Gerçek zamanlı malzeme yönetimi
Ayrı toplanan turizm organik atığı	Pilot bölgelerde yaygınlaşma	Turizm sektöründe standart uygulama
Enerji geri kazanımı yapılan arıtma çamuru	Büyük tesislerde artış	Uygun tesislerin tamamı
Kontrol altına alınan hayvansal gübre	Üretim kümelerinde program	Bölgesel döngüsel sistem
Üretilen biyogaz ve biyometan	Ölçülebilir artış	Sistem ihtiyacına göre yönetilebilir üretim
Atık ısı envanteri	Büyük tesislerde hazırlanması	Sanayi ve turizm kümelerinde simbiyoz
Jeotermal doğrudan ısı projeleri	Kaynak bazlı pilotlar	Uygun bölgelerde yaygın kullanım
Yenilenebilir kaynaklı ısı payı	İzleme sisteminin kurulması	Fosil ısı kullanımında güçlü azalma
Digestatin güvenli ve yararlı kullanımı	Kalite sistemi	Tam izlenebilir döngü
Yeşil hidrojen	Ar-Ge ve seçici pilotlar	Teknoloji ve talebe bağlı kullanım

5.8. Dijitalleşme ve Yeşil Dönüşümün Entegrasyonu

5.8.1. Genel Yaklaşım

İklim değişikliğiyle mücadele ve düşük karbonlu kalkınma hedefleri doğrultusunda gerçekleştirilecek enerji dönüşümünün başarısı, yalnızca yeni enerji yatırımlarına değil; bu yatırımların doğru planlanmasına, etkin yönetilmesine ve sürekli izlenmesine bağlıdır. Günümüzde dijital teknolojiler, enerji sistemlerinin daha verimli, güvenilir ve sürdürülebilir şekilde yönetilmesini sağlayan temel araçlardan biri hâline gelmiştir. Bu nedenle Antalya'nın enerji dönüşümü; yenilenebilir enerji yatırımları, enerji verimliliği uygulamaları ve karbon yönetimi kadar, dijitalleşme ve veri temelli karar alma süreçlerini de kapsayan bütünsel bir yaklaşımla ele alınmalıdır.

5.8.2. Dijitalleşme Enerji Dönüşümünün Tamamlayıcı Unsurdur

Dijitalleşme, enerji dönüşümünün alternatifi değil; dönüşümün etkinliğini artıran temel destek mekanizmasıdır. Enerji tüketiminin gerçek zamanlı izlenmesi, talep değişimlerinin analiz edilmesi, enerji kayıplarının belirlenmesi ve yatırımların performansının ölçülmesi ancak güvenilir veri altyapısı ve dijital yönetim sistemleriyle mümkün olabilmektedir. Bu yaklaşım sayesinde enerji yatırımları yalnızca kurulum aşamasında değil, işletme süresince de sürekli izlenebilecek; kaynakların daha etkin kullanılması sağlanacaktır.

5.8.3. Antalya İçin Öncelikli Dijital Dönüşüm Alanları

Antalya'nın enerji yönetiminde dijital dönüşüm; enerji tüketim verilerinin bütünsel olarak izlenmesi, kamu binalarında dijital enerji yönetim sistemlerinin yaygınlaştırılması, akıllı sayaç ve otomasyon uygulamalarının geliştirilmesi, enerji altyapılarının coğrafi bilgi sistemleri ile desteklenmesi, enerji performans göstergelerinin dijital olarak izlenmesi, karar alma süreçlerinde büyük veri analitiği ve yapay zekâ destekli değerlendirme araçlarının kullanılması gibi öncelikli uygulama alanlarını kapsamalıdır.

Bu uygulamalar, enerji yönetiminde şeffaflığı artıracak, yatırım önceliklerinin belirlenmesini kolaylaştıracak ve kamu kaynaklarının daha etkin kullanılmasına katkı sağlayacaktır.

5.8.4. Yeşil Dönüşüm ile Dijital Dönüşümün Bütünleşmesi

Yeşil dönüşüm ve dijital dönüşüm birbirinden bağımsız iki süreç değildir. Yenilenebilir enerji sistemlerinin etkin işletilmesi, enerji verimliliği yatırımlarının performansının ölçülmesi, karbon emisyonlarının izlenmesi ve enerji talebinin doğru yönetilmesi; güçlü dijital altyapılar sayesinde mümkün olabilmektedir.

Bu nedenle Antalya'nın enerji dönüşümünde geliştirilecek tüm politika ve projelerde dijital uygulamalar tamamlayıcı bir unsur olarak değerlendirilmelidir. Böylece enerji sisteminin yalnızca daha temiz değil, aynı zamanda daha esnek, daha güvenilir ve daha yönetilebilir bir yapıya kavuşması sağlanacaktır.

5.8.5. Akıllı Kent Yaklaşımı ve Enerji Yönetimi

Enerji dönüşümü, akıllı kent uygulamalarının temel bileşenlerinden biridir. Antalya'da ulaşım, su yönetimi, atık yönetimi, kamu hizmetleri ve enerji altyapılarının dijital sistemlerle birlikte planlanması; kaynak kullanımının optimize edilmesine ve kent hizmetlerinin daha etkin sunulmasına katkı sağlayacaktır.

Akıllı kent yaklaşımı sayesinde enerji tüketimi ile diğer kentsel hizmetler arasındaki ilişkiler daha sağlıklı analiz edilebilecek, farklı sektörlerde geliştirilecek uygulamalar birbirini destekleyen bir yapıya kavuşacaktır.

5.8.6. Kurumsal Kapasitenin Güçlendirilmesi

Dijital enerji yönetiminin sürdürülebilir şekilde uygulanabilmesi için yalnızca teknolojik altyapının değil, kurumsal kapasitenin de geliştirilmesi gerekmektedir. Kamu kurumları, yerel yönetimler, üniversiteler ve özel sektör arasında veri paylaşımını destekleyen ortak çalışma mekanizmalarının oluşturulması; enerji yönetiminde bütüncül karar alma süreçlerini güçlendirecektir.

Aynı zamanda enerji yönetimi alanında görev yapan teknik personelin dijital teknolojiler, veri analizi ve performans yönetimi konularında sürekli olarak desteklenmesi önem taşımaktadır.

5.8.7. Politika Değerlendirmesi

Antalya'nın enerji dönüşümünde dijitalleşme; enerji verimliliğini artıran, karbon emisyonlarının izlenmesini sağlayan ve kamu kaynaklarının daha etkin kullanılmasına katkı sunan stratejik bir yönetim aracıdır. Dijital teknolojiler, enerji yatırımlarının yerini alan değil; bu yatırımların planlanmasını, uygulanmasını ve performansının ölçülmesini kolaylaştıran destekleyici sistemler olarak değerlendirilmelidir.

Bu nedenle Antalya'nın enerji dönüşümü; yenilenebilir enerji, enerji verimliliği ve karbon yönetimi hedefleri ile dijitalleşme politikalarını birlikte ele alan entegre bir yönetim modeli üzerine kurulmalıdır.

Yenilenebilir enerji üretmek dönüşümün başlangıcıdır; gerçek enerji güvenliği, üretimi depolama, talep yönetimi, akıllı şebekeler ve kritik altyapı dayanıklılığıyla bütünleştirmekle sağlanır.

Antalya'nın enerji geleceğinde temel mesele yalnızca ne kadar enerji üretildiği değil; enerjinin hangi saatte üretildiği, ne kadarının yerinde tüketildiği, ne kadarının depolandığı ve kritik hizmetlere kesintisiz olarak ulaştırılabildiğidir.

5.9. Enerji Dönüşümünün Finansmanı

5.9.1. Genel Yaklaşım

Antalya'nın enerji dönüşümünün başarıya ulaşabilmesi, yalnızca teknik kapasiteye ve doğru politikalara değil; bu dönüşümü destekleyecek sürdürülebilir finansman modellerinin oluşturulmasına da bağlıdır. Enerji verimliliği, yenilenebilir enerji, enerji depolama, akıllı şebekeler ve dijital enerji yönetimi gibi yatırımlar, uzun vadeli planlama ve güçlü finansman mekanizmaları gerektirmektedir.

Bu nedenle enerji dönüşümü, yalnızca kamu kaynaklarıyla yürütülecek bir yatırım programı olarak değil; kamu, özel sektör ve uluslararası finans kuruluşlarının ortak katkısıyla geliştirilecek çok kaynaklı bir yatırım modeli olarak ele alınmalıdır.

5.9.2. Finansman Yaklaşımının Temel İlkeleri

Enerji dönüşümüne yönelik finansman politikaları aşağıdaki temel ilkeler doğrultusunda geliştirilmelidir:

- Enerji verimliliğini önceliklendiren yatırımların desteklenmesi,
- Düşük karbonlu teknolojilerin yaygınlaştırılması,
- Özel sektör yatırımlarının teşvik edilmesi,
- Kamu-özel sektör iş birliklerinin güçlendirilmesi,
- Uluslararası iklim finansmanına erişim kapasitesinin artırılması,
- Proje hazırlama ve uygulama kapasitesinin geliştirilmesi.

Bu yaklaşım, enerji yatırımlarının yalnızca başlangıç finansmanını değil; uzun vadeli ekonomik sürdürülebilirliğini de destekleyecektir.

5.9.3. Finansman Kaynaklarının Çeşitlendirilmesi

Antalya'nın enerji dönüşümünde farklı finansman araçlarından birlikte yararlanılması önem taşımaktadır. Bu kapsamda; ulusal teşvik programları, uluslararası kalkınma finansmanı, yeşil tahvil ve sürdürülebilir finansman araçları, karbon piyasaları, kamu-özel sektör iş birlikleri, özel sektör yatırımları birbirini tamamlayan finansman mekanizmaları olarak değerlendirilmelidir. Ayrıntılı finansman araçları ve uluslararası fon mekanizmaları bu raporun **9. Bölümünde** kapsamlı olarak ele alınmaktadır.

5.9.4. Finansmana Hazır Proje Yaklaşımı

Uluslararası finans kuruluşlarının değerlendirme süreçlerinde en önemli unsur, yalnızca yatırım fikri değil; teknik, ekonomik ve çevresel açıdan olgunlaştırılmış, uygulanabilir proje portföyüdür.

Bu nedenle Antalya'nın enerji dönüşümünde geliştirilecek projeler; uygulanabilirlik analizleri tamamlanmış, ölçülebilir performans göstergelerine sahip, yatırım takvimi belirlenmiş, finansman modeli tanımlanmış, iklim etkisi hesaplanmış **finansmana hazır projeler** olarak hazırlanmalıdır. Bu yaklaşım, uluslararası yatırımcıların ve kalkınma kuruluşlarının Antalya'ya olan ilgisini artıracaktır.

5.9.5. Yeşil Finansmanın Stratejik Değeri

Enerji dönüşümü kapsamında geliştirilecek yatırımlar yalnızca çevresel fayda sağlamayacak; aynı zamanda enerji maliyetlerinin azaltılması, yeni yatırım alanlarının oluşturulması, istihdamın desteklenmesi ve Antalya'nın uluslararası rekabet gücünün artırılmasına da katkı sunacaktır.

Bu nedenle yeşil finansman, yalnızca bir kaynak temin yöntemi olarak değil; kentin uzun vadeli kalkınmasını destekleyen stratejik bir yatırım aracı olarak değerlendirilmelidir.

5.9.6. Politika Değerlendirmesi

Antalya'nın enerji dönüşümü, güçlü finansman modelleriyle desteklenmediği sürece istenen ölçekte ve hızda gerçekleştirilemeyecektir. Bu nedenle enerji yatırımlarının planlanması kadar, finansman stratejisinin de bütüncül biçimde ele alınması gerekmektedir.

Kamu kaynaklarının etkin kullanımı, özel sektör yatırımlarının teşviki ve uluslararası finansman kuruluşlarıyla geliştirilecek iş birlikleri sayesinde Antalya'nın enerji dönüşümüne yönelik yatırım kapasitesi önemli ölçüde artırılabilir.

Enerji dönüşümüne ilişkin ayrıntılı finansman araçları, kurumsal yapı ve uluslararası fon mekanizmaları bu raporun **9. Bölümünde** kapsamlı olarak değerlendirilmektedir.

Analitik Değerlendirme

Antalya'nın enerji dönüşümünde ihtiyaç duyulan sermaye, tek bir kurumdan veya fondan karşılanamaz. Başarı, farklı finansman araçlarının doğru proje türleriyle eşleştirilmesine bağlıdır.

Finansman stratejisi altı temel ilkeye dayanmalıdır:

- 1. Önce proje kalitesi:** Finansman arayışından önce teknik ve ekonomik hazırlık tamamlanmalıdır.
- 2. Tasarrufu finansman kaynağına dönüştürme:** Enerji verimliliği projelerinde gelecekteki tasarruf, geri ödeme yapısına bağlanmalıdır.
- 3. Projeleri paketleme:** Küçük yatırımlar standart programlar altında birleştirilmelidir.
- 4. Riske göre araç seçimi:** Ticari getirisi yüksek projeyle sosyal faydası yüksek altyapı projesi aynı yöntemle finanse edilmemelidir.
- 5. Ölçülebilir etki:** Enerji, karbon, maliyet ve dayanıklılık sonuçları doğrulanmalıdır.
- 6. Yeşil bütünlük:** Karbon azaltımı sağlarken su, tarım, ekosistem ve toplumsal fayda korunmalıdır.

Antalya'nın en önemli avantajı, enerji yatırımlarının birbirinden kopuk olmamasıdır. Turizm, tarım, sanayi, ulaşım, su ve atıksu altyapısı aynı dönüşüm portföyünün parçalarıdır. Bu ölçek, güçlü ve çeşitlendirilmiş bir yatırım havuzu oluşturulmasına imkân vermektedir.

Antalya'nın enerji dönüşümündeki temel sorun yalnızca finansman kaynağı eksikliği değildir; doğru hazırlanmış, ölçülebilir fayda üreten ve yatırımcı açısından yönetilebilir risk taşıyan proje sayısının sınırlı olmasıdır.

Antalya Enerji Dönüşümü Finansman Zinciri



Antalya'nın enerji dönüşümünde finansman, projenin sonunda aranan bir kaynak değil; proje fikrinden ölçülebilir sonuca kadar bütün yatırım zincirinin tasarım unsurudur.

5.10. Enerji Dönüşümünde Yönetişim, Kurumsal İş Birliği ve Paydaş Katılımı

5.10.1. Genel Yaklaşım

Antalya'nın enerji dönüşümünün başarısı, yalnızca teknik çözümlerin uygulanmasına veya finansman kaynaklarının sağlanmasına bağlı değildir. Enerji dönüşümü; kamu kurumları, yerel yönetimler, üniversiteler, meslek kuruluşları, özel sektör, organize sanayi bölgeleri, turizm sektörü ve sivil toplum kuruluşlarının ortak hedefler doğrultusunda hareket ettiği güçlü bir yönetim modeli gerektirmektedir.

Enerji, iklim değişikliği, ulaşım, sanayi, turizm, yapılaşma ve çevre politikaları birbirini doğrudan etkileyen alanlardır. Bu nedenle enerji dönüşümü; kurumların kendi görev alanları içinde bağımsız hareket ettiği parçalı bir yapı yerine, ortak veri kullanan, birlikte planlama yapan ve ortak hedeflere odaklanan bütüncül bir yönetim anlayışıyla yürütülmelidir.

5.10.2. Kurumsal İş Birliğinin Güçlendirilmesi

Enerji dönüşümünün etkili biçimde yönetilebilmesi için kurumlar arasında düzenli bilgi paylaşımını ve ortak karar alma süreçlerini destekleyen koordinasyon mekanizmaları oluşturulmalıdır.

Bu kapsamda;

- Kamu kurum ve kuruluşları,
- Antalya büyükşehir belediyesi ve ilçe belediyeleri,
- Üniversiteler ve araştırma merkezleri,
- Organize sanayi bölgeleri,
- Turizm sektörü temsilcileri,
- Meslek odaları,
- Enerji sektörü paydaşları,
- Sivil toplum kuruluşları

ortak çalışma platformları aracılığıyla düzenli olarak bir araya gelmeli; enerji dönüşümüne ilişkin öncelikler, uygulamalar ve performans sonuçları birlikte değerlendirilmelidir.

Bu yaklaşım, kurumlar arasında mükerrer çalışmaların önlenmesine, kaynakların daha etkin kullanılmasına ve ortak hedefler doğrultusunda hareket edilmesine katkı sağlayacaktır.

5.10.3. Katılımcı Yönetişim Modeli

Enerji dönüşümü, yalnızca kamu tarafından yürütülen bir süreç değildir. Toplumun tüm kesimlerinin katkısını alan katılımcı yönetim anlayışı, dönüşümün sahiplenilmesini ve uygulamaların uzun vadede sürdürülebilir olmasını sağlayacaktır.

Bu nedenle karar alma süreçlerinde; özel sektörün yatırım deneyiminden, üniversitelerin bilimsel bilgi birikiminden, meslek kuruluşlarının teknik uzmanlığından, sivil toplum kuruluşlarının toplumsal temsil gücünden, vatandaşların yerel bilgi ve deneyimlerinden yararlanılması önem taşımaktadır. Katılımcı yönetim modeli, yalnızca kararların alınmasını değil; uygulamaların izlenmesini, değerlendirilmesini ve gerektiğinde güncellenmesini de kapsayan sürekli bir iş birliği mekanizması olarak ele alınmalıdır.

5.10.4. Antalya Sivil Platformu’nun Rolü

Antalya’da farklı kurum ve kuruluşları ortak hedefler doğrultusunda bir araya getiren platformlar, enerji dönüşümünün toplumsal sahiplenilmesi açısından önemli bir işlev üstlenmektedir.

Bu kapsamda Antalya Sivil Platformu; kamu kurumları, yerel yönetimler, üniversiteler, meslek odaları, özel sektör ve sivil toplum kuruluşları arasında ortak akıl ve iş birliğini güçlendiren, bilimsel bilgi ile uygulama deneyimini buluşturan katılımcı bir yönetim modeli olarak değerlendirilmektedir.

Platformun temel işlevi; enerji dönüşümüne ilişkin stratejilerin geliştirilmesine katkı sunmak, proje fikirlerini olgunlaştırmak, kurumlar arası koordinasyonu desteklemek ve Antalya’nın ulusal ve uluslararası iklim politikalarındaki görünürlüğü güçlendirmektir.

Bu yönüyle Antalya Sivil Platformu, yalnızca görüş bildiren bir yapı değil; ortak çözüm üretmeyi, bilgi paylaşımını ve çok paydaşlı iş birliğini destekleyen bir koordinasyon mekanizması niteliği taşımaktadır.

5.10.5. Koordinasyon ve İzleme Mekanizmaları

Enerji dönüşümünde karşılaşılan en önemli güçlüklerden biri, kurumların farklı öncelikler doğrultusunda hareket etmesi ve uygulamaların ortak bir sistem içinde izlenememesidir.

Bu nedenle enerji dönüşümüne ilişkin politika ve projelerin uygulanması sürecinde; düzenli koordinasyon toplantıları, ortak veri paylaşım sistemleri, yıllık ilerleme raporları, performans göstergeleri, bağımsız değerlendirme mekanizmaları birlikte kullanılmalıdır.

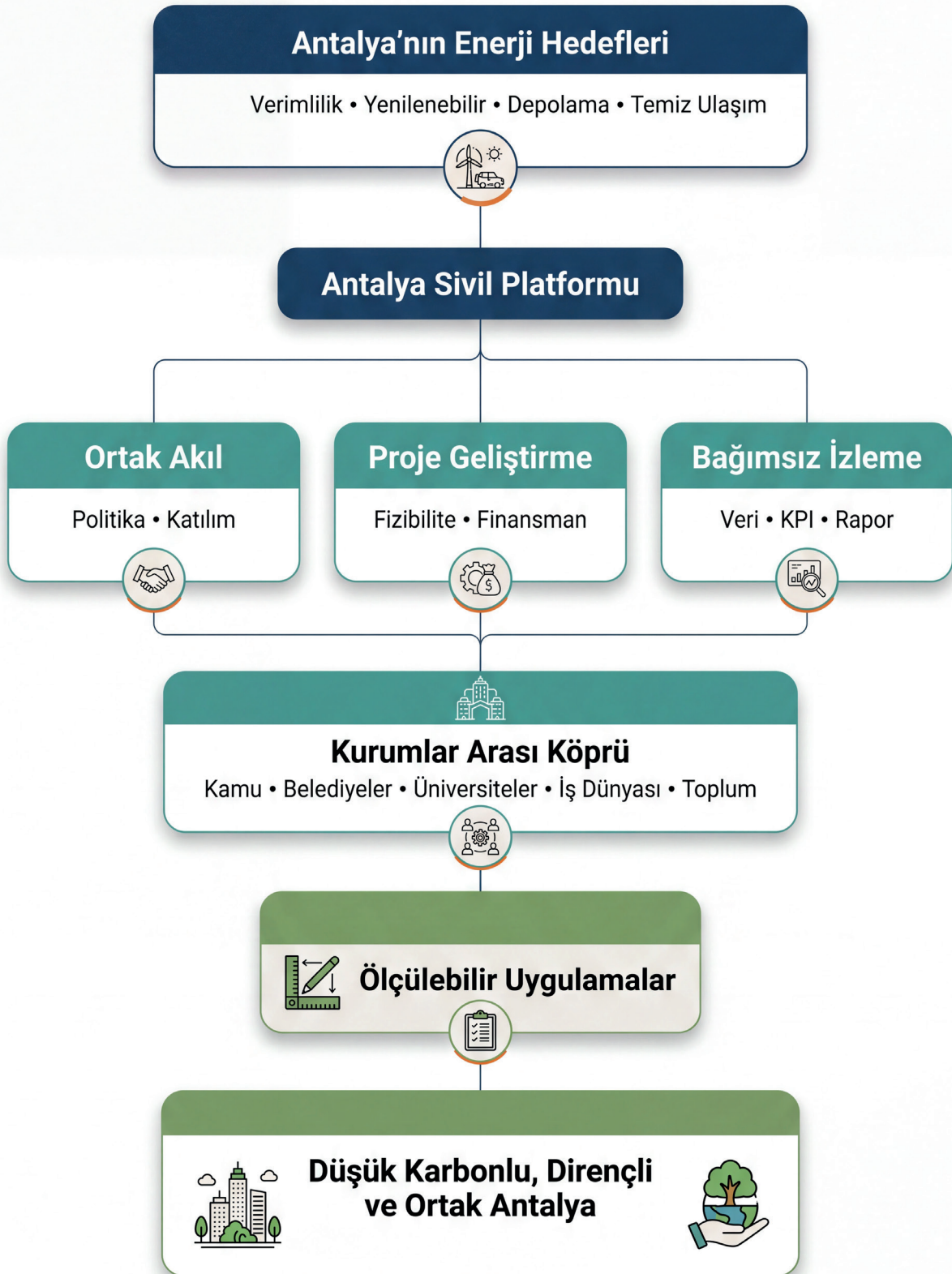
Kurumsal koordinasyonun güçlendirilmesi, yalnızca uygulama başarısını artırmakla kalmayacak; kamu kaynaklarının etkin kullanımına ve yatırım süreçlerinin hızlandırılmasına da katkı sağlayacaktır.

5.10.6. Politika Değerlendirmesi

Antalya’nın enerji dönüşümünün başarısı; geliştirilecek teknolojilerden çok, bu teknolojileri ortak hedefler doğrultusunda yönetecek kurumsal kapasiteye bağlıdır. Güçlü yönetim mekanizmaları, kurumlar arasında güvene dayalı iş birliği, veri paylaşımı ve katılımcı karar alma süreçleri, enerji dönüşümünün en önemli başarı unsurları arasında yer almaktadır.

Bu nedenle enerji dönüşümü; yalnızca teknik ve mali bir süreç olarak değil, aynı zamanda kurumsal kapasiteyi geliştiren ve toplumsal katılımı güçlendiren uzun vadeli bir yönetim modeli olarak ele alınmalıdır.

Antalya Sivil Platformu Enerji Dönüşümü Rol Modeli



Antalya Sivil Platformu'nun başarısı, kamu kurumlarının yerine geçmesine değil; kurumların bilgi, yatırım ve uygulama kapasitesini ortak hedefler doğrultusunda birleştirmesine bağlıdır.

5.11. Performans Göstergeleri ve İzleme Sistemi

5.11.1. Genel Yaklaşım

Antalya'nın enerji dönüşümünün başarısı, yalnızca belirlenen politika ve projelerin uygulanmasına değil; bu uygulamaların düzenli olarak izlenmesine, ölçülmesine ve gerektiğinde iyileştirilmesine bağlıdır. Bu nedenle performans göstergeleri, enerji dönüşüm sürecinin ayrılmaz bir parçası olarak değerlendirilmelidir.

İzleme sistemi; enerji verimliliği, yenilenebilir enerji, karbon azaltımı, enerji güvenliği, dijitalleşme ve kurumsal kapasite gelişimini birlikte değerlendiren bütünsel bir yapıda tasarlanmalıdır. Böylece uygulanan politikaların etkisi nesnel verilerle izlenebilecek ve karar alma süreçleri sürekli olarak güncellenebilecektir.

5.11.2. İzleme Sisteminin Temel İlkeleri

Performans izleme sistemi aşağıdaki ilkeler doğrultusunda yürütülmelidir: ölçülebilir ve doğrulanabilir göstergelerin kullanılması, düzenli veri üretimi ve paylaşımı, kurumlar arasında ortak raporlama yaklaşımının benimsenmesi, yıllık performans değerlendirmelerinin yapılması, uygulama sonuçlarına göre politika ve proje portföyünün güncellenmesi.

Bu yaklaşım, enerji dönüşümünün dinamik bir süreç olarak yönetilmesini sağlayacaktır.

5.11.3. Temel Performans Göstergeleri

Enerji Verimliliği

- Birim ekonomik faaliyet başına enerji tüketiminin azaltılması
- Kamu binalarında enerji tüketimindeki iyileşme
- Enerji verimliliği yatırımlarından elde edilen tasarruf miktarı

Yenilenebilir Enerji

- Toplam yenilenebilir enerji kurulu gücü
- Dağıtık yenilenebilir enerji uygulamalarının yaygınlığı
- Yenilenebilir kaynaklardan karşılanan elektrik tüketim oranı

Karbon Yönetimi

- Toplam sera gazı emisyonu
- Birim ekonomik faaliyet başına karbon yoğunluğu
- Enerji sektöründen kaynaklanan emisyonlardaki değişim

Enerji Güvenliği ve Dayanıklılık

- Kritik altyapıların enerji sürekliliği
- Enerji depolama kapasitesinin gelişimi
- Şebeke güvenilirliğine ilişkin temel performans göstergeleri

Dijitalleşme

- Dijital enerji yönetim sistemlerinin yaygınlaşma düzeyi
- Akıllı izleme sistemleriyle kapsanan tesis sayısı
- Veri temelli enerji yönetimine geçen kamu kurumlarının oranı

Kurumsal Kapasite

- Kurumlar arası ortak proje sayısı
- Paydaş katılımıyla gerçekleştirilen koordinasyon toplantıları
- Hazırlanan ve uygulamaya alınan enerji dönüşüm projeleri
- Ulusal ve uluslararası finansman sağlayan proje sayısı

5.11.4. İzleme ve Değerlendirme Süreci

Performans göstergeleri yıllık olarak değerlendirilmeli; elde edilen sonuçlar kamuoyuyla şeffaf biçimde paylaşılmalıdır.

İzleme sonuçları yalnızca geçmiş performans değerlendirmek amacıyla kullanılmamalı; aynı zamanda yeni yatırım kararlarının belirlenmesi, önceliklerin güncellenmesi ve kaynak tahsislerinin iyileştirilmesi için karar destek mekanizması olarak değerlendirilmelidir.

Bu süreçte kamu kurumları, yerel yönetimler, üniversiteler ve ilgili paydaşların ortak katkısıyla hazırlanan yıllık ilerleme raporları, enerji dönüşümünün gelişimini ortaya koyan temel referans belgeleri olacaktır.

5.11.5. Sürekli İyileştirme Yaklaşımı

Enerji dönüşümü, belirli bir tarihte tamamlanan bir yatırım programı değil; değişen teknolojiler, iklim koşulları ve ekonomik ihtiyaçlar doğrultusunda sürekli gelişen bir yönetim sürecidir.

Bu nedenle performans göstergeleri ve izleme sistemi belirli aralıklarla gözden geçirilmeli; ortaya çıkan yeni ihtiyaçlara göre güncellenmelidir.

Sürekli iyileştirme yaklaşımı, Antalya'nın enerji dönüşümünü değişen koşullara uyum sağlayabilen yaşayan bir sistem hâline getirecektir.

5.11.6. Politika Değerlendirmesi

Başarılı enerji dönüşümü yalnızca hedef belirlemekle değil, bu hedeflere ne ölçüde ulaşıldığını düzenli olarak ölçebilmekle mümkündür. Bu nedenle performans izleme sistemi, enerji dönüşümünün hesap verebilirliğini ve kurumsal sürekliliğini sağlayan temel yönetim araçlarından biri olarak değerlendirilmelidir.

Enerji verimliliği, yenilenebilir enerji, karbon azaltımı, dijitalleşme ve kurumsal yönetim alanlarında düzenli olarak üretilecek göstergeler; Antalya'nın enerji dönüşümünün ulusal ve uluslararası düzeyde karşılaştırılabilir biçimde izlenmesine imkân sağlayacaktır.

Antalya Enerji Performansı İzleme Döngüsü



Antalya'nın enerji dönüşümü, açıklanan yatırım miktarıyla değil; doğrulanmış enerji tasarrufu, yenilenebilir üretim, karbon azaltımı, dayanıklılık ve toplumsal fayda sonuçlarıyla ölçülmelidir.

5.12. Sonuç ve Genel Değerlendirme

5.12.1. Antalya'nın Enerji Dönüşümünde Stratejik Yol Haritası

İklim değişikliğinin etkilerinin giderek belirginleştiği günümüzde enerji dönüşümü, yalnızca enerji sektörünü ilgilendiren teknik bir konu olmaktan çıkmış; ekonomik kalkınma, çevresel sürdürülebilirlik, afetlere direnç, rekabet gücü ve yaşam kalitesiyle doğrudan ilişkili stratejik bir kalkınma alanı hâline gelmiştir.

Turizm, tarım, sanayi ve hizmet sektörlerinin bir arada geliştiği Antalya'da enerji dönüşümü; kentin doğal kaynaklarını koruyan, karbon emisyonlarını azaltan, enerji arz güvenliğini güçlendiren ve iklim değişikliğine uyumu destekleyen bütüncül bir yaklaşım içerisinde ele alınmalıdır.

Bu bölümde ortaya konulan vizyon, enerji verimliliğini önceliklendiren, yenilenebilir enerji kaynaklarını dengeli biçimde değerlendiren, enerji depolama ve akıllı şebeke uygulamalarını destekleyen, dijital teknolojilerden yararlanan ve güçlü kurumsal yönetim mekanizmalarıyla desteklenen bir dönüşüm modelini esas almaktadır.

5.12.2. Bütüncül Enerji Dönüşümü Yaklaşımı

Enerji dönüşümünün başarısı; yalnızca yeni enerji üretim tesislerinin kurulmasına değil, enerji talebinin etkin yönetilmesine, mevcut kaynakların verimli kullanılmasına ve tüm sektörlerde düşük karbonlu üretim ve tüketim modellerinin yaygınlaştırılmasına bağlıdır.

Bu nedenle Antalya'nın enerji politikaları;

- Enerji verimliliğini,
- Yenilenebilir enerji kullanımını,
- Karbon yönetimini,
- Enerji depolamayı,
- Dijital enerji yönetimini,
- Akıllı ulaşımı,
- Kurumsal koordinasyonu,
- Finansman kapasitesini

aynı stratejik çerçevede değerlendirmelidir. Bu yaklaşım, enerji dönüşümünün yalnızca çevresel değil; ekonomik ve sosyal faydalarını da artıracaktır.

5.12.3. Uygulama Başarısının Temel Unsurları

Bölüm boyunca önerilen politika ve projelerin başarıya ulaşabilmesi için; güçlü siyasi irade, kurumlar arası etkin koordinasyon, bilimsel veriye dayalı karar alma süreçleri, özel sektörün aktif katılımı, üniversitelerin bilgi ve araştırma kapasitesi, sivil toplumun katkısı, ulusal ve uluslararası finansman olanaklarının etkin kullanımı birlikte değerlendirilmelidir.

Enerji dönüşümü, yalnızca belirli kurumların sorumluluğunda yürütülecek bir süreç değil; Antalya'nın tüm paydaşlarının ortak katkısıyla ilerleyecek uzun vadeli bir kalkınma programı olarak ele alınmalıdır.

5.12.4. COP31 Süreci ve Antalya İçin Stratejik Fırsatlar

COP31 süreci, Antalya'nın enerji dönüşümünü hızlandırmak ve uluslararası iklim politikalarıyla uyumlu yeni yatırım modellerini hayata geçirmek açısından önemli bir fırsat sunmaktadır.

Bu süreç; uluslararası finansman kuruluşlarıyla iş birliklerinin geliştirilmesi, düşük karbonlu yatırım projelerinin olgunlaştırılması, yenilikçi teknolojilerin yaygınlaştırılması ve Antalya'nın iklim dostu kent vizyonunun uluslararası düzeyde görünür hâle gelmesi açısından stratejik bir kaldıraç olarak değerlendirilmelidir.

Bölümde önerilen politika ve proje portföyü, yalnızca bugünün ihtiyaçlarına değil; Antalya'nın 2050 perspektifinde dirençli, rekabetçi ve sürdürülebilir bir enerji sistemine ulaşmasına hizmet edecek nitelikte tasarlanmıştır.

5.12.5. Genel Değerlendirme

Antalya'nın enerji dönüşümü; enerji verimliliğini esas alan, yenilenebilir enerji kaynaklarını dengeli biçimde kullanan, karbon emisyonlarını azaltan, enerji güvenliğini güçlendiren ve dijital dönüşümle desteklenen kapsamlı bir dönüşüm sürecidir.

Bu bölümde ortaya konulan stratejiler, öncelikli proje alanları, finansman yaklaşımı, yönetim modeli ve performans izleme sistemi birlikte değerlendirildiğinde; Antalya'nın enerji alanında iklim değişikliğine dirençli, düşük karbonlu ve sürdürülebilir bir gelişim modeline ulaşması için güçlü bir yol haritası sunmaktadır.

Bu yol haritasının kararlılıkla uygulanması, Antalya'nın yalnızca Türkiye'de değil; Akdeniz Havzası'nda enerji dönüşümü ve iklim dostu kalkınma alanında örnek gösterilen kentlerden biri olmasına önemli katkı sağlayacaktır.

Antalya'nın enerji dönüşümündeki başarı ölçütü, yalnızca daha fazla elektrik üretmek değildir. Başarı; enerji talebini azaltan, yerel yenilenebilir kaynakları doğru alanlarda kullanan, üretim ve tüketimi dijital olarak yöneten, kritik altyapısını kesintilere karşı koruyan ve elde edilen ekonomik faydayı toplumun tamamına yayan bir enerji sistemi kurmaktır.

Antalya 2050 Düşük Karbonlu Enerji Dönüşüm Modeli

1

Mevcut Enerji Sistemi



Artan Talep • Fosil Yakıt
• Yüksek Maliyet

5

Depolama ve Akıllı Şebeke



Batarya • Termal
Depolama • Mikro Şebeke

2

Enerji Verimliliği



Binalar • Turizm •
Sanayi • Su • Tarım

6

Veri ve Karbon Yönetimi



Ölçüm • Dijital İzleme •
Doğrulama • KPI

3

Temiz Elektrifikasyon



Ulaşım • Isı • Pompa
• Proses

7

Finansman ve Ortak Yönetişim



Kamu • Özel Sektör •
Üniversite • Sivil Toplum

4

Yenilenebilir Enerji



Güneş • Rüzgâr •
Biyogaz • Jeotermal
• Atık Isı

8

Düşük Karbonlu, Dirençli ve Rekabetçi Antalya



Antalya'nın enerji dönüşümü, enerji kaynağını değiştirmekten daha kapsamlıdır. Esas dönüşüm; kentin enerjiyi üretme, tüketme, depolama, finanse etme ve yönetme biçiminin yeniden kurulmasıdır.

