

YENILENEBİLİR ENERJİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE HARİTALANMASI KAYNAKLAR

2.



ESMAP HAKKINDA

Enerji Sektörü Yönetimi Yardım Programı (ESMAP), düşük ve orta gelirli ülkelerin sürdürülebilir enerji çözümleri yoluyla yoksulluğu azaltmalarına ve büyümeyi artırmalarına yardımcı olmak için Dünya Bankası ile <https://esmap.org/donors> 22 ortakları arasındaki bir ortaklıktır. ESMAP'ın analitik ve danışmanlık hizmetleri, Dünya Bankası'nın enerji sektöründeki ülke finansmanı ve politika diyaloguna tamamen entegre edilmiştir. Dünya Bankası Grubu (WBG) aracılığıyla ESMAP, herkes için uygun fiyatlı, güvenilir, sürdürülebilir ve modern enerjiye erişim sağlamak amacıyla <https://sdgs.un.org/goals/goal7> Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi 7'ye (SDG7) ulaşmak için gereken enerji dönüşümünü hızlandırmak için çalışmaktadır. WBG stratejilerini ve programlarını şekillendirmeye yardımcı olur

WBG İklim Değişikliği Eylem Planı hedeflerine ulaşmak için. Daha fazla bilgi için: <https://esmap.org>

© 2021 Aralık | Uluslararası İmar ve Kalkınma Bankası/Dünya Bankası 1818 H Street NW, Washington, DC 20433

Telefon: 202-473-1000; İnternet: <http://www.worldbank.org> Bazı hakları saklıdır.

HAKLAR VE İZİNLER

Bu çalışmadaki materyal telif hakkına tabidir. Dünya Bankası bilgi birikiminin yayılmasını teşvik ettiğinden, bu çalışma ticari olmayan amaçlarla kısmen veya tamamen çoğaltılabilir.

Bu çalışmaya atıfta bulunulmuştur. Yan haklar da dahil olmak üzere haklar ve lisanslarla ilgili tüm sorular Dünya Bankası Yayınları, Dünya Bankası Grubu, 1818 H Street NW, Washington, DC 20433, ABD adresine gönderilmelidir; faks: +1-202-522-2625; e-posta: <mailto:pubrights@worldbank.org>. Ayrıca, ESMAP Program Yöneticisi, bu yayını kaynak olarak kullanan yayının bir kopyasının yukarıdaki adrese veya <mailto:esmap@worldbank.org> adresine gönderilmesinden memnuniyet duyacaktır

Bu çalışma Creative Commons Attribution 3.0 IGO lisansı (CC BY 3.0 IGO) <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/igo> altında mevcuttur. Creative Commons Attribution lisansı altında, aşağıdaki koşullar altında, ticari amaçlar da dahil olmak üzere, bu çalışmayı kopyalamak, dağıtmak, iletmek ve uyarlamakta özgürsünüz:

Atıf-Enerji Sektörü Yönetim Destek Programı (ESMAP). 2021. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Değerlendirilmesi ve Haritalanması, 2. baskı. Washington, DC: Dünya Bankası.

Çeviriler-Atıfla birlikte aşağıdaki sorumluluk reddini **de ekleyin**: Bu çeviri Dünya Bankası tarafından oluşturulmamıştır ve resmi bir Dünya Bankası çevirisi olarak değerlendirilmemelidir. Dünya Bankası bu çevirideki herhangi bir içerik veya hatadan sorumlu tutulamaz.

Uyarlamalar-Atıfla birlikte aşağıdaki feragatnameyi **de ekleyin**: Bu, Dünya Bankası tarafından yapılan orijinal bir çalışmanın uyarlamasıdır. Uyarlamada ifade edilen görüş ve fikirler yalnızca uyarlamanın yazar(lar)ının ve Dünya Bankası tarafından onaylanmamaktadır.

Üçüncü Taraf İçeriği-Dünya Bankası, eserde yer alan içeriğin her bir bileşenine sahip değildir ve eserde yer alan herhangi bir üçüncü tarafa ait bireysel bileşen veya parçanın kullanımının bu üçüncü tarafların haklarını ihlal etmeyeceğini garanti etmez. Çalışmanın bir bileşenini yeniden kullanmak isterseniz, bu yeniden kullanım için izin gerekip gerekmediğini belirlemek ve telif hakkı sahibinden izin almak sizin sorumluluğunuzdadır. Bileşenlere örnek olarak tablolar, şekiller veya resimler verilebilir, ancak sınırlı değildir.

Üretim Kredileri

Yapım Editörü | Heather Austin, Dünya Bankası Tasarımcı | Shepherd, Inc.

Görseller | Kapak: Etiyopya'da LIDAR ölçümleri/©3E.

Tüm görseller kaynaklarının mülkiyetindedir ve kaynağından yazılı izin alınmadan herhangi bir amaçla kullanılamaz.

TEŞEKKÜRLER	iii
KISALTMALAR	iv
GİRİŞ	1
Stratejik Önem	1
KAYNAK VERİLERİNİN ELDE EDİLMESİ	3
Biyokütle	4
Jeotermal	5
Hidroelektrik	6
Güneş Enerjisi	8
Rüzgar	11
ÖLÇÜM KAMPANYALARINDA YÜKSEK STANDARTLARIN SAĞLANMASI	16
Jeo-uzamsal ve Konumsal Planlama	18
TAVSİYE VE DESTEK	20
Asya Kalkınma Bankası	20
Gıda ve Tarım Örgütü	20
Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı	20
Ulusal Yenilenebilir Enerji Laboratuvarı	20
Dünya Bankası Grubu	21
SONNOTLAR	22
REFERANSLAR	23

Şekillerin Listesi

Şekil 1: Küresel Fotovoltaik Güç Potansiyeli	9
Şekil 2: Güneş Ölçüm İstasyonu, Vietnam	11
Şekil 3: Güneş ve Rüzgar Poster Haritaları: Zambiya	14
Şekil 4: Rüzgar Ölçüm İstasyonu (LIDAR)	15
Şekil 5: Jeo-uzamsal Planlama Haritası, Pakistan	19

Tablolar Listesi

Tablo 1: Aday Sahaların Belirlenmesi için Gerekli Jeotermal ÇalışmalarArama Sondajı için	6
---	----------

Bu rapor, Nisan 2016'da aynı başlıkla . yayınlanan raporun ikinci baskısıdırOliver Knight (Kıdemli Enerji Uzmanı, Dünya Bankası) tarafından yazılmış ve gözden geçirilmiştir.

Bu ikinci baskı Bente Taraldsten Brunes (Kıdemli Enerji Uzmanı, ESMAP), Elin Hallgrimsdottir (Kıdemli Enerji Uzmanı, ESMAP), Klas Sander (Kıdemli Çevre Ekonomisti, Dünya Bankası), Sabine Cornieti (Enerji Uzmanı, ESMAP), Soren Krohn (Danışman, ESMAP) ve Zuzana Dobrotkova (Kıdemli Enerji Uzmanı, ESMAP) tarafından sağlanmıştır. Çalışma, Dünya Bankası'nın Enerji Sektörü Yönetimi Yardım Programı (ESMAP) tarafından 2020 yılında sona eren Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Değerlendirilmesi ve Haritalanması girişimi kapsamında finanse edilmiştir.

ADB	Asya Kalkınma Bankası
AFD	Agence Française de Développement (Fransız Kalkınma Ajansı) BEFS Biyoenenerji ve Gıda Güvenliği
ESMAP	Enerji Sektörü Yönetimi Destek Programı FAO Gıda ve Tarım Örgütü (Birleşmiş Milletler) CBS coğrafi bilgi sistemi
GSM	Mobil İletişim için Küresel Sistem GW gigawatt
IFC	Uluslararası Finans Kurumu IRENA Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı ISA Uluslararası Güneş Birliği
MapRE	Yenilenebilir Enerji Planlaması için Çok Kriterli Analiz
NREL	Ulusal Yenilenebilir Enerji Laboratuvarı
PV	fotovoltaik
SEA/SESA	Stratejik Çevresel (ve Sosyal) Değerlendirme
SRMI	Sürdürülebilir Yenilenebilir Enerji Risk Azaltma Girişimi (ESMAP)
TOR	görev tanımları
VRE	değişken yenilenebilir enerji
WB/WBG	Dünya Bankası/Dünya Bankası
Grubu	

Aksi belirtilmedikçe tüm para birimleri Amerika Birleşik Devletleri doları (ABD\$, USD) cinsindedir.

GİRİŞ

Yenilenebilir enerji kaynaklarının konumunu ve potansiyelini anlamak, bunların kullanımı ve biyokütle, jeotermal, güneş ve rüzgar gibi temiz elektrik üretim kaynaklarının yaygınlaştırılması için çok önemli bir ön koşuldur. Bu tür bilgiler, imar rehberliği, ortak altyapı yatırımları, üretim ve iletim ağı planlaması ve enerji maliyetinin tahmin edilmesi dahil olmak üzere politika geliştirme için kritik sahiptir. Ayrıca, güvenilir verilerin kredi verenler tarafından talep edilen kaynak riskini ve dolayısıyla üretilen enerji için birim fiyatı azaltmaya yardımcı olabileceği ticari proje geliştiricileri tarafından da yoğun bir şekilde kullanılmaktadır.

Bu rapor, Dünya Bankası Grubu (WBG) ve diğer kalkınma ortaklarının hem küresel hem de ülke düzeyinde yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilmesi ve haritalanması konusunda uzun yıllara dayanan deneyimlerinden ve özellikle 2012-2020 yılları arasında devam eden büyük bir küresel girişim kapsamında Enerji Sektörü Yönetimi Yardım Programı (ESMAP) tarafından finanse edilen 12 projeden yararlanmaktadır.¹ Bu makalenin amacı, geniş bir kitleye kaynak değerlendirmesi ve haritalamanın önemini ve güvenilir kaynak verilerinin nasıl elde edileceğini ve/veya görevlendirileceğini ve daha fazla tavsiye ve destek için potansiyel kaynakları açıklamaktır.

Bu raporun ilk baskısı Nisan 2016'da yayınlanmış ve o iyi uygulamalara genel bir bakış sağlamıştır. O zamandan bu yana Dünya Bankası (DB), ESMAP tarafından finanse edilen ve yönetilen Küresel Güneş Atlası'nı yayınladı ve Küresel Rüzgar Atlası'nda önemli iyileştirmeleri destekledi. Bu web tabanlı araçlar ve bunların altında yatan veri setleri, yüksek kaliteli güneş ve rüzgar kaynağı verilerini ücretsiz ve küresel düzeyde erişilebilir hale getirerek manzarayı temelden değiştirmiştir. Buna cevaben, bu rapor Dünya Bankası müşteri ülkelerine, kalkınma ortaklarına ve diğer paydaşlara sağlanan tavsiyeleri güncellemek amacıyla revize edilmiş ve yeniden yayınlanmıştır.

STRATEJİK ÖNEM

Fosil yakıtlardan farklı olarak, yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi, yeterli kaynak mevcudiyetine sahip yerlerde veya yakınlarında (biyokütle durumunda) gerçekleşmelidir. Bu gerçek, kaynağın büyüklüğü ile projenin finansal uygulanabilirliği arasındaki doğrudan korelasyonla birleştiğinde, hangi yenilenebilir enerji kaynaklarının nerede, ne ölçüde var olduğunu ve birbirlerini nasıl tamamladıklarını anlamanın, ticari gelişimi planlı ve uygun maliyetli bir şekilde ölçeklendirmek için kritik olduğu anlamına gelir.

Sürdürülebilir Yenilenebilir Enerji Risk Azaltma Girişimi'nin (SRMI) bir parçası olarak Dünya Bankası, Uluslararası Güneş İttifakı (ISA), Fransız Kalkınma Ajansı (AFD) ve Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı (IRENA) ile ortaklaşa, hükümetlerin özel yatırımları harekete geçirmek için yenilenebilir enerji programları geliştirmek ve uygulamak için izlemesi gereken temel adımları geliştirmiştir (Dünya Bankası; Agence Française de Développement; Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı; Uluslararası Güneş İttifakı 2019). Kaynak değerlendirmesi, uygun fiyatlı ve ihtiyaç duyulan gelecekteki özel yatırımları belirlemek için sağlam ve kapsamlı bir üretim ve trans- misyon planlama çalışması için kritik bir girdidir.

Sistem. Hükümet politikasını bilgilendirmenin yanı sıra, kaynak değerlendirmesi, bireysel proje geliştirme kararlarını bilgilendirmek için daha bir düzeyde de kullanılmaktadır.

Hükümetlerin ve temsil ettikleri vatandaşların ve tüketicilerin stratejik perspektifinden bakıldığında, aşağıdaki hedeflerin yüksek kaliteli kaynak verilerinin elde edilmesinde ve kullanılmasında önemli faktörler olması muhtemeldir:

- Ticari gelişimin, kaynağın büyüklüğü ve kalitesi dikkate alınarak planlanması, koordine edilmesi ve güç sistemi açısından en iyi yerlere odaklanmasının sağlanması (kapasite faktörü ve zamansal profil) talep merkezlerine yakınlık, çekirdek altyapı/iletim hatlarının paylaşımı yoluyla maliyetleri düşürme potansiyeli (örneğin, üretim profilleri tamamlayıcı ise güneş enerjisi ile hidroelektrik veya rüzgar ile güneş enerjisi geliştirmek) ve kolaylaştırılmış izinler
- Rekabetçi ihale (bazen "açık artırma" olarak da adlandırılır) gerçekleştirirken daha iyi bilgilendirilmiş bir düzenleyici ve alıcı aracılığıyla ve aşağıdakiler için kaynak ve düzenleme riskini azaltarak paranın karşılığını iyi bir şekilde elde etmek geliştiriciler
- Hassas konumları eleyerek, kümülatif etkileri analiz ederek ve şeffaf paydaş katılımını kolaylaştırarak olumsuz çevresel ve sosyal etkilerin önlenmesi veya en aza indirilmesi planlama ve yatırım süreci
- Çatışmaları önlemek ve sürdürülebilir kaynak yönetimini teşvik etmek için mevcut doğal kaynakların ve arazinin alternatif ve potansiyel olarak rakip kullanımlarının belirlenmesi
- Sistem düzeyinde şebeke entegrasyon çalışmaları ve belirli projeler için şebeke ara bağlantı çalışmaları gerçekleştirmek için gerekli verileri sağlayarak şebeke istikrarını desteklemek

Ticari geliştiriciler, yeni enerji santralleri için özel yatırımı destekleyen ve yönlendiren iyi bilgilendirilmiş hükümet politikalarından ve ilk saha belirleme amaçları için veya ön fizibilite analizleri yapmak için kullanılacak değerli (ve güneş enerjisi söz konusu olduğunda bankaya yatırılabilir) verilere erişim elde ederek fayda sağlar.² Yüksek kaliteli kaynak haritalarının, jeo-uzamsal planlama çalışmalarının ve temel veri setlerinin kamu malı olarak yayınlanması, yeni veya olgunlaşmamış pazarlardaki katılımcılar için oyun alanını düzleştirmeye, daha fazla yatırımcı çekmeye ve proje geliştirme sürecinde şeffaflığı teşvik etmeye yardımcı olabilir. Örneğin ESMAP, Dünya Bankası Grubu'nun sekiz kilit pazardaki açık deniz rüzgâr potansiyeli üzerine bir çalışma yayınlamasını (ESMAP 2019c) ve ardından 48 müşteri ülkeyi kapsayan kapsamlı bir haritalama çalışmasını (ESMAP 2020a) desteklemiştir. Ortaya çıkan haritalar hem hükümetler hem de özel geliştiriciler tarafından açık deniz rüzgâr gelişimi için fırsatları değerlendirmede kullanıldı ve daha önce radarda olmayan ülkelere ilgi uyandırdı.

Son olarak, meteoroloji, tarım veya uzun vadeli iklim değişikliği üzerine çalışanlar da dahil olmak üzere daha geniş bir akademik ve araştırma topluluğundan üretilen verilerin bir dizi potansiyel kullanıcısı olması muhtemeldir. Birçok ülkede akademik camia, örneğin hükümet politikalarına girdi sağlayarak ve proje geliştirme, inşaat ve operasyonlar için beceri eksikliklerini gidererek yenilenebilir enerjinin uzun vadeli gelişimini desteklemede önemli bir rol oynayabilir.

Özette, yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilmesi ve , nispeten küçük bir ön yatırımın çok önemli ve çeşitli ekonomik, çevresel ve sosyal faydalar sağlayabileceği klasik kamu yararı örnekleridir. Özel yatırımların harekete geçirilmesi için doğru politikaların geliştirilmesine yönelik destek ve kamu hizmeti öncülüğündeki üretim planlama çalışmaları ile birleştirildiğinde özellikle değerli olabilir.

KAYNAK VERİLERİNİN ELDE EDİLMESİ

Ocak 2017'de Küresel Güneş Atlası'nın ve Kasım 2017'de Küresel Rüzgar Atlası'nın geliştirilmiş bir versiyonunun piyasaya sürülmesine kadar, güneş ve rüzgar için kaynak verileri yalnızca nispeten IRENA tarafından sağlanan Yenilenebilir Enerji Küresel Atlası (IRENA 2017) da dahil olmak üzere, kamu ve ticari sağlayıcıların bir kombinasyonundan elde edilen düşük çözünürlüklü veriler. Bu tür veriler, farklı metodolojilere dayanan bir dizi kaynaktan elde edilmiştir ve genellikle güncelliğini yitirmiş, kapsamı dağınık ve kullanımı zordur.

Daha yüksek çözünürlüklü ve daha doğru kaynak verileri elde etmek için ülkelerin bir kaynak değerlendirme modelleme çalışması yaptırması gerekiyordu, ancak bu maliyetli bir uygulamaydı ve bu tür çalışmalar sınırlıydı. Ortaya çıkan veri setlerindeki yüksek belirsizlik dereceleri nedeniyle, özellikle dünyanın iyi, kaliteli, yere dayalı ölçümlerin eksik olduğu bölgelerinde, standart uygulama, ülke çapında birden fazla yere kurulan yüksek hassasiyetli izleme ekipmanı ile en az bir yıl boyunca yere dayalı bir ölçüm kampanyası başlatarak modellenen verileri "doğrulamak" olmuştur.³ Ölçüm verileri daha sonra aynı dönem için modellenen verilerin doğruluğunu değerlendirmek için kullanılacak ve potansiyel olarak modelleme metodolojisinde küresel veya bölgesel olarak uygulanabilecek ayarlamalara veya iyileştirmelere yol açacaktır.

2013-2017 yılları arasında ESMAP, müşteri ülke hükümetlerinin kapsamlı güneş ve/veya rüzgar ölçüm kampanyaları yürütmelerini desteklemek amacıyla Dünya Bankası tarafından yürütülen bir dizi projeye finansman sağlamıştır. Bu projeler arasında aşağıdaki ülke veya bölgesel projeler yer almaktadır:

- Bangladeş
- Doğu Afrika (Kenya, Tanzanya ve Uganda'yı kapsar)
- Etiyopya
- Malavi
- Maldivler
- Nepal
- Pakistan
- Papua Yeni Gine
- Vietnam
- Zambiya

Bu projelerden elde edilen veriler Dünya Bankası'nın ENERGYDATA platformu üzerinden kamuya açık hale getirilmiştir⁴ ve ölçüm sahaları Küresel Güneş Atlası⁵ ve Küresel Rüzgar Atlası'nda da gösterilmektedir⁶ Bazı ülke hükümetleri ve kalkınma ortakları da ölçüm kampanyaları yürütmüştür⁷ ve bazı ülkelerde daha önce oluşturulan kaynak veri setlerine veya daha yakın zamanda Küresel Güneş Atlası (ESMAP 2019b) ve Küresel Rüzgar Atlası (Danimarka Teknik Üniversitesi 2020) verilerine karşı doğrulama çalışmaları yapılmıştır.

Hem Küresel Güneş Atlası hem de Küresel Rüzgar Atlası'nın piyasaya sürülmesinden bu yana, artık son kullanıcılar için hiçbir ücret ödmeden küresel olarak kullanılabilir, uyumlu hale getirilmiş veri setleri bulunmaktadır ve bir dizi ticari ve ticari olmayan sağlayıcı benzer ücretsiz kullanım araçlarını kullanıma sunmuştur. Ayrıca, girdi verilerindeki iyileştirmeler ve metodolojik ilerlemeler nedeniyle, verilerin çözünürlüğü ve doğruluğu artık çok daha üstündür.

daha önce mevcuttu. Sonuç olarak, herhangi bir hükümet, ajans, kalkınma ortağı veya geliştiricinin planlama, ilk saha araştırması veya bu raporda daha önce özetlenen diğer amaçlar için güneş veya rüzgar kaynağı verilerini görevlendirmesine veya satın almasına gerek yoktur. Aslında bunu yapmak, altta yatan modelleme veya doğrulama verilerini veya daha sonraki analizleri geliştirmek için daha iyi harcanabilecek kaynakların yanlış kullanımını temsil eder.

Şu anda biyokütle, jeotermal veya hidroelektrik kaynakları için küresel bir atlas ürünü bulunmamaktadır, ancak gelecekte bunların oluşturulması mümkün olabilir. Sonuç olarak, biyokütle, jeotermal ve hidroelektrik için kaynak verilerinin elde edilmesi hala bir ülke veya bölgesel çalışma gerektirmektedir ve biyokütle söz konusu olduğunda, arazi kullanımı ve tarımsal üretimde zaman içinde meydana gelen değişiklikler nedeniyle sonuçların düzenli olarak güncellenmesi gerekebilir.

Aşağıdaki alt bölümler, bu raporda ele alınan beş yenilenebilir enerji kaynağının her birinin değerlendirilmesi ve haritalanması hakkında daha fazla ayrıntı sunmaktadır.

BIOMASS

Biyokütle kaynaklarının değerlendirilmesi ve haritalanması, enerji üretimi için kullanılacak çeşitli biyokütle türleri nedeniyle karmaşık olabilir. Biyokütle, tarım ve (hasat) kalıntılarından, tarımdan, ağaç işleme endüstrilerinden ve belediye atıklarından toplanabilir.

Her biyokütle türü özel bir metodolojik yaklaşım gerektirir. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından belgelendiği üzere, biyokütle kaynaklarının değerlendirilmesi, diğer biyokütle kullanımlarıyla çatışma yaratmaktan kaçınmak amacıyla biyokütle kaynaklarının potansiyel mevcudiyetinin doğru bir resmini sağlamak için rakip ve çevresel sürdürülebilirlik konularını dikkate almalıdır (FAO 2010).

ESMAP tarafından finanse edilen Dünya Bankası biyokütle değerlendirme ve haritalama projeleri Pakistan (Temmuz 2016'da tamamlanmıştır) ve Vietnam'da Ağustos 2018'de tamamlanmıştır) yürütülmüştür. Bu tür faaliyetlerin uygulanmasının karmaşıklığı ve sonuçların ticari geliştiriciler tarafından sınırlı bir şekilde alınması nedeniyle başka proje .

Tipik bir iş kapsamı aşağıdaki adımları içerir:

Aşama 1

- Analiz edilen özel bağlam dikkate alınarak değerlendirilecek biyokütle kaynaklarının tanımlanması ve belirlenmesi
- Mümkün olduğunca çok mevcut veriyi önceden belirlemek için paydaş ve veri tanımlama
- Kilit ilgi alanlarını vurgulamak ve veri toplama için bir plan geliştirmek üzere yer gözlem verilerinin kullanılması (mevcut ve öngörülen arazi kullanım planlarına da başvurulabilir)

Aşama 2

- Mevcut ulusal veya yerel veri setlerindeki veri boşluklarını doğrulamak ve yeryüzü gözlem verilerini geçerli kılmak için saha araştırmaları, saha ziyaretleri, anketler ve danışma etkinliklerinin bir kombinasyonu

Aşama 3

- Mekansal ve noktasal kaynak kullanılabilirliği veri setleri üretmek ve nihayetinde bir Biyokütle Atlası oluşturmak için saha ve diğer verilerin yer gözlem verileriyle eşleştirilmesi

Gerçek biyokütle mevcudiyetini anlamak için, mevsimsel modeller de olmak üzere yerel kullanımların net bir şekilde anlaşılması önemlidir. Ortaya çıkan sonuçlar hakkında düzenli geri bildirim almak, veri toplama, kullanılabilirlik, kalite ve verilere büyük ölçüde bağlı olan biyokütle kaynaklarının haritalanmasında muhtemelen çok önemli olacaktır.

yorumlama. Dünya Bankası'nın hem Pakistan hem de Vietnam'da benimsediği bir yaklaşım, saha verilerinin toplanması için üniversiteleri görevlendirmek, böylece önemli yerel kurumları projelere dahil etmek ve ayrıca süreç boyunca kapasite oluşturmaktır. Bu, ulusal sahiplenme ve güncelliğini korumak için düzenli güncelleme gerektiren biyokütle haritalaması için önemlidir.

JEOTERMAL

Jeotermal kaynak potansiyelinin ilk değerlendirmesi ve haritalanması kapsamlı veya maliyetli bir çalışma gerektirmez, ancak kaynağın anlaşılması, sermaye yoğun olan ve genellikle yalnızca en umut verici sahalarda gerçekleştirilen arama sondajı ile ilişkili kaynak riskini en aza indirmenin ilk adımıdır. Jeotermal kaynak tahmini, veri toplama ve yorumlamanın yanı sıra sunum için metodolojik bir yaklaşım gerektirir (IGA Service GmbH 2014) ve iki farklı aşamaya ayrılabilir:

1. Aşama: Ön Araştırma

İlk aşama, jeotermal potansiyel için halihazırda mevcut olan kanıtları değerlendiren ve literatür taramasını da bir çalışmayı içermektedir:

- Jeolojik, hidrolojik ve/veya kaplıca/termal veriler
- Sondaj verileri (gaz, petrol kuyuları dahil)
- Erişilebilirlik, şebeke bağlantısına uzaklık ve arazi kullanımı sorunları
- Temel çevresel ve sosyal konular/faktörler
- Yerel halktan alınan anekdot niteliğindeki bilgiler
- Varsa uydulardan alınan uzaktan algılama verileri

Bu aşamanın amacı, jeotermal kaynağın varlığını ve kapsamını ortaya koymak ve daha ileri çalışmalar için öncelikli sahaları belirlemektir.

Şu anda jeotermal potansiyeli gösteren küresel bir atlas bulunmamaktadır. Şimdiye kadar, jeotermal kaynakların değerlendirilmesi ve haritalanması ülke düzeyinde veya vaka bazında gerçekleştirilmiştir. ESMAP, Endonezya (Dünya Bankası 2014) ve Orta Amerika (Dünya Bankası 2012) için kaynak haritalama projelerinin yanı sıra, IRENA Yenilenebilir Enerji Küresel Atlası ve ESMAP'ın da desteklediği Birleşmiş Milletler Kaynaklar Çerçeve Sınıflandırması (UNFC)⁸ dahil olmak üzere ön araştırmalarla ilgili uluslararası verileri kullanılabilir hale getirmeye yönelik diğer çabaları finanse etmiştir.

2. Aşama: Keşif

İkinci aşamanın amacı, arama sondajı (genellikle "test sondajı" olarak adlandırılır) öncesinde daha fazla arama çalışması yaparak sıcaklık, derinlik, verimlilik ve sürdürülebilirlik gibi kaynak karakteristikleri ile ilgili riskleri maliyet etkin bir şekilde azaltmaktır. Arama yapılacak saha ya da sahalar 1. Aşamada belirlenen ön önceliklendirmeye göre seçilmelidir; ve çalışma yakındaki mevcut kuyulardan ve diğer yüzey bulgularından veri toplamakla başlar ve yüzey ve yeraltı araştırmalarına devam eder

TABLO 1: ADAYIN BELİRLENMESİ İÇİN GEREKLİ JEOTERMAL ÇALIŞMALAR

YÜZEY ÇALIŞMALARI	JEOKİMYASAL ARAŞTIRMA	JEOFİZİK ARAŞTIRMA
Yerel bilgi toplama	Jeotermometri	Yerçekimi
Aktif jeotermal yüzey özelliklerinin belirlenmesi	Elektriksel iletkenlik	Elektriksel direnç
	pH	Magneto tellürik
Değerlendirme yüzey (jeoloji)	Aktif özelliklerden gelen akışkanların akış hızı	Sıcaklık gradyanı sondajı (başvurulduysa)
	Toprak örnekleme	2D ve 3D sismik

Kaynak: Bu yayın için orijinal şekil.

jeolojik, jeokimyasal ve jeofiziksel yöntemler kullanılarak. Tablo 1 yürütülecek ana jeotermal çalışmaları listelemektedir. Bunlar devam ederken, çevresel çalışmalar için temel arka plan (veya temel) bilgilerini toplamak için eşzamanlı bir çaba vardır.

Aşama 2'nin sonunda, ilk keşif kuyuları için saha ve hedef seçmek üzere yeterli veri toplanmış ve analiz edilmiş olmalıdır. Geliştirici, kaynak sıcaklığı ve boyutu, derinlik, geçirgenlik, üretkenlik ve sürdürülebilirlik konularında kalan riskleri iyi anlamış olmalı ve bu riskler sondajı haklı çıkaracak düzeye indirilmiş olmalıdır. Bu aşamadan sonraki sonuçlar saha seçimini, ilk arama kuyularının hedefini, ilk kavramsal ve sayısal modellerle kaynağın ön tahminini ve devam edip etmeme kararını içermelidir.

Aşama 1 ve 2'den elde edilen çeşitli veriler bir araya getirilerek jeotermal potansiyel önceliklendirilir ve haritalandırılarak bir jeotermal strateji oluşturulur. Aşama 1 ve 2'de jeotermal kaynak belirsizliği ortadan kaldırılmadığından, tam enerji santrali gelişimi için finansman çekmek amacıyla keşif sondajına ihtiyaç duyulmaktadır. Değerlendirmenin bu aşaması sermaye yoğunudur ve algılanan risk nedeniyle finanse edilmesi zordur (Gehring ve Loksha 2012). Bu nedenle, Dünya Bankası ve diğer uluslararası finans kuruluşları Endonezya ve Türkiye gibi ülkeler, hem özel hem de kamu geliştiricilerini arama sondajı başlatmaya çekmek için bir risk paylaşım mekanizması ile desteklenmiştir. Ancak birkaç kuyu açıldıktan sonra kaynak tam olarak anlaşılma ve bir jeotermal enerji santralinin geliştirilmesi açısından potansiyel olarak "bankaya yatırılabilir" hale gelmektedir.

HİDROLİK GÜÇ

Küçük hidroelektrik kaynakların değerlendirilmesi ve haritalanması, büyük hidroelektrik kaynaklara sahip ülkelerde genellikle nispeten ihmal edilir, çünkü çoğu dikkat büyük su havzalarına ve nehirlere odaklanır. Bu durum, kapasite açısından ulusal elektrik arzına küçük bir katkı sağlayabilecek, ancak dağıtık yapıları nedeniyle ana elektrik dışında kalan yerlerde mini şebekelerin kurulmasına olanak tanıyarak elektriğe erişim oranlarının iyileştirilmesine çok daha büyük bir katkı sağlayabilecek kaynakların yeterince kullanılmamasına yol açabilir. Liberya, Madagaskar, Nepal, Ruanda ve Tanzanya'da görülen de budur.

Şebekeden bağımsız toplulukların yakınında yüzlerce potansiyel küçük hidroelektrik sahası bulunmaktadır. Bu dağıtılmış potansiyel, 173 gigawatt (GW) olarak tahmin edilen küresel olarak önemli bir kaynağa ulaşmaktadır (Liu, Masera ve Esser 2013).

Demokratik Kongo Cumhuriyeti, Endonezya, Madagaskar, Tanzanya ve Vietnam'daki ESMAP tarafından finanse edilen Dünya Bankası projeleri küçük hidroelektrik değerlendirme ve haritalamaya odaklanırken, Lao Demokratik Halk Cumhuriyeti'nde büyük ve küçük hidroelektrik kaynaklarının bir değerlendirmesi yapılmıştır. Bu son yaklaşım, daha az sayıda büyük hidroelektrik sahasının geliştirilmesi ile orta veya küçük hidroelektrik sahalarının daha kapsamlı bir şekilde geliştirilmesi arasındaki dengelerin, özellikle de çevresel ve sosyal etkilerin vurgulanmasında yardımcı olabilir.

Biyokütlede olduğu gibi, yukarıdaki projeler kapsamında hidroelektrik kaynak değerlendirmesi de üç aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir:

Aşama 1

Hidroelektrik haritalama, yeryüzü gözlem verileri ve modelleme kullanılarak elde edilebileceklerle sınırlıdır ve genellikle diğer kaynaklara göre, potansiyeli doğru bir şekilde belirlemek için daha kapsamlı saha ziyaretleri gerektirecektir. Hidroelektrik kaynak değerlendirmesinin temeli, genellikle 1. Aşama sırasında coğrafi bilgi sistemi (CBS) modellemesi yoluyla yürütülen nehir sistemleri için eğimlerin ve akış verilerinin haritalanmasıdır. Analizin girdileri Bir Sayısal Yükseklik Modeli ve havza alanı özellikleri kullanılarak yüksek eğimli nehir uzantılarına ilave edilen geçmiş noktasal akarsu akış verileridir. Gözlemlenen akarsu akışı verileri azsa, yağış kayıtlarını kullanan bir hidrolojik model gerekebilir.

Aşama 2

Bir yerin hidroelektrik enerji için uygunluğu, jeolojik özellikler, çevresel ve sosyal hususlar, erişim ve iletim bağlantı noktalarına veya yerel yük merkezlerine uzaklık gibi sahaya özgü faktörlere çok bağlıdır. Bu faktörlerden bazıları CBS modelleme çalışmasına dahil edilebilse de, hidroelektrik haritalama için 2. Aşama muhtemelen jeolojik ve hidrolojik uzmanlar tarafından saha ziyaretlerini içerecektir. Bu saha ziyaretleri, sahaya özgü kilit faktörlerin görsel bir değerlendirmesini ve akarsu akışı, toprak ve nehir sediman taşınımının sınırlı bir ölçümünü içerecektir. Potansiyel hidroelektrik sahaları için ölçülen ve modellenen verilerin kombinasyonu, orta ve uzun vadede kaynak minimum maksimum seviyelerinin daha iyi tahmin edilmesini sağlar.

Bir hidroelektrik değerlendirme ve haritalama projesinin parçası olarak akarsu ölçerlerin kurulması, yıllar arasında yağış miktarındaki yüksek değişkenlik ve uygulamadaki muhtemel zaman kısıtlamaları nedeniyle yalnızca kısmen faydalı olabilir. Bununla birlikte, en umut verici sahalar için bu tür kurulumlar, potansiyel geliştiriciler tarafından gerçekleştirilecek müteakip fizibilite değerlendirmesi ve ayrıntılı tasarım için girdi sağlayabilir.

Aşama 3

3. Aşamada, biyokütle haritalamasında olduğu gibi, çeşitli veri kaynakları bir araya getirilerek yüksek potansiyelli alanlara ilişkin yer gözlem verilerinin yanı sıra potansiyel ilgi alanlarını gösterebilecek daha verileri içeren entegre bir Hidroelektrik Atlası oluşturulacaktır. Nihai çalışma, kamu yetkililerine ve ticari geliştiricilere en yüksek öncelikli sahaları daha fazla araştırmak ve potansiyel olarak geliştirmek için gereken verileri sağlamak üzere daha derinlemesine bir analiz de .

GÜNEŞ

Güneş enerjisinin geliştirilmesi, artık birçok ülkede en düşük maliyetli enerji üretim kaynağı olan güneş enerjisinden yararlanmak isteyen ülkeler için giderek daha yüksek bir öncelik haline gelmektedir (IEA 2020; IRENA 2020).

Bununla birlikte, Küresel Güneş Atlası ve diğer ücretsiz araçların varlığıyla, güneş enerjisi kaynak potansiyelinin değerlendirilmesine yönelik daha fazla kamu yatırımı, yüksek potansiyele sahip bölgelere veya alanlara ve gelişimin en uygun yerlerde gerçekleşmesini sağlamak için sistem çapında planlamaya odaklanabilir.

Ticari geliştiriciler ve kredi verenler için, kaynak potansiyelindeki küçük farklılıklar en büyük projelerin gelirleri üzerinde büyük ve mutlak bir etkiye sahip olacağından, doğru kaynak verilerine duyulan ihtiyaç, dikkate alınan geliştirimin boyutuna bağlı olarak artar. Buna karşılık, güneş enerjisi ev sistemleri, mini şebekeler, çatı üstü güneş enerjisi veya daha küçük şebeke ölçekli projeler için doğruluk daha az sorun teşkil etmektedir; burada ekonomi, mevcut güneş ışığı miktarından ziyade sistem dengesi maliyetleri ve diğer faktörler tarafından belirlenmektedir (ve proje finansmanı genellikle mevcut değildir). Bir ESMAP çalışma raporuna göre, 1 GW güneş fotovoltaik (PV) kapasitesi için muhtemel bir sahaya bir güneş meteoroloji istasyonu kurulması, tarifeyi yüzde 6'ya kadar düşürebilir ve 89 milyon ABD dolarına kadar ekonomik tasarruf sağlayabilir (Knight ve Tabassum 2019).

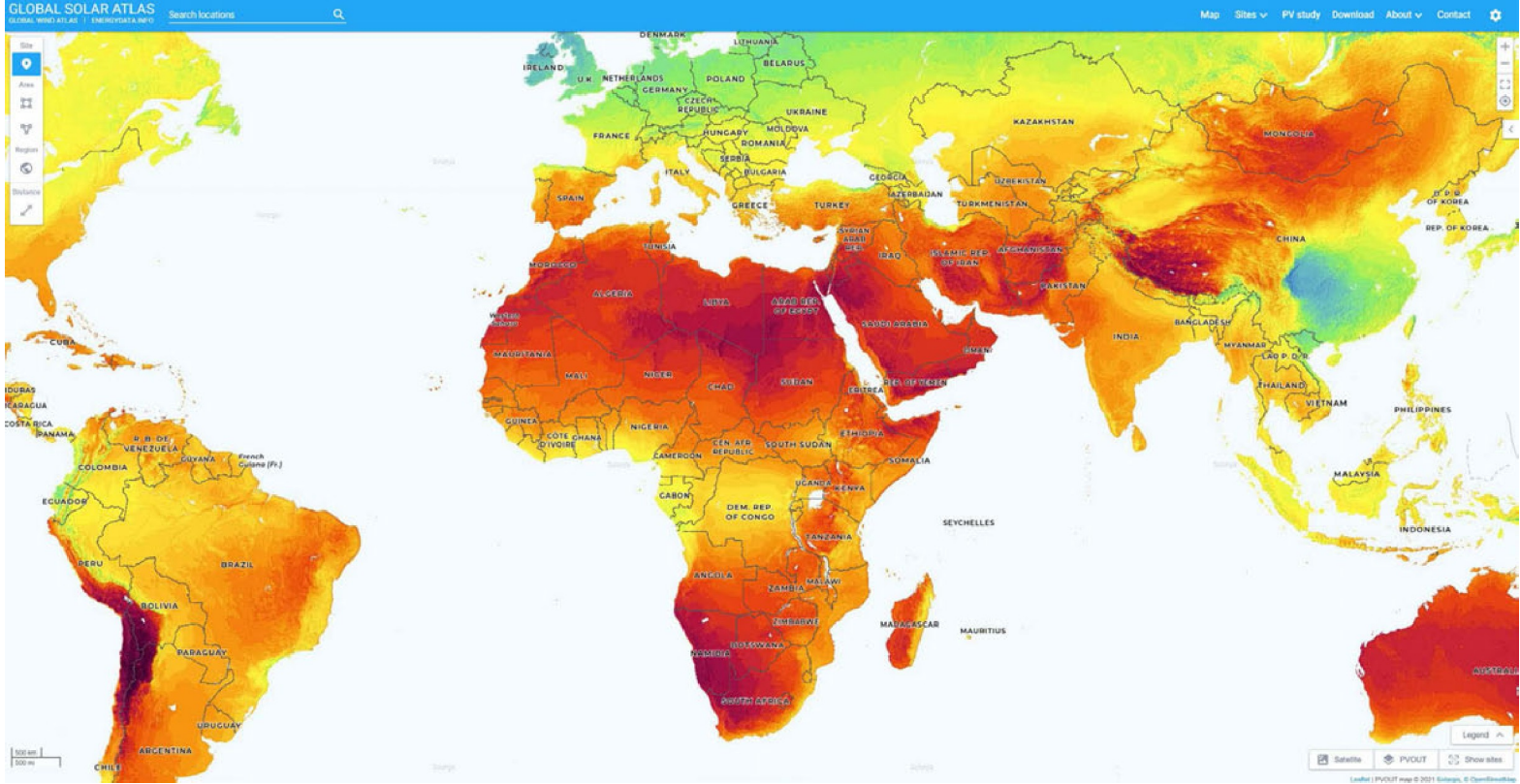
Küresel Güneş

Küresel Güneş Atlası, ESMAP'ın finansmanı sayesinde Dünya Bankası Grubu tarafından Ocak 2017'de başlatılmış ve Ekim 2019'da büyük bir güncellemeden yararlanmış ve daha sonra ek güncellemeler yapılmıştır (bkz. Şekil 1). Küresel Güneş Atlası'ndan elde edilen metodoloji ve verilerin tam bir açıklaması web sitesinde mevcuttur ve ekteki Teknik Raporda daha ayrıntılı olarak açıklanmaktadır (ESMAP 2019b). ESMAP tarafından finanse edilen Dünya Bankası güneş ölçüm kampanyalarından elde edilen ölçüm verileri kullanılarak gerçekleştirilen doğrulamayı açıklayan bir Doğrulama Raporu da mevcuttur (ESMAP 2019a).

Özet olarak, Küresel Güneş Atlası aşağıdakileri sağlamaktadır:

- Küresel güneş radyasyonu verileri 1 kilometre (km) çözünürlükte
- Site sorguları ve analizleri için web tabanlı araçlar
- İndirmek için aylık ortalama saatlik veriler ve saha profili verileri
- Ülkeler ve bölgeler için indirilebilir haritalar ve kullanıcı tarafından oluşturulan haritalar
- Küresel ölçüm sahalarına ilişkin ayrıntılar
- Mevcut hidroelektrik kapasitesinin bulunduğu yerlerde bu iki yenilenebilir enerji kaynağının hibridizasyon potansiyelini tanıyarak hidro-bağlantılı PV potansiyelinin haritalanması

ŞEKİL 1: KÜRESEL FOTOVOLTAİK GÜÇ



Kaynak: Küresel Güneş Atlası.

Zaman Serisi

Saatlik veya saat altı çözünürlüklü güç sistemi optimizasyon modelleri veya güneş santrali optimizasyon ve tasarım araçları gibi bazı uygulamalar için zaman serisi verileri gerekebilir. Global Solar Atlas gibi ücretsiz araçlar genellikle yalnızca aylara göre ortalama saatlik değerler veya yıllık ortalama veriler sağlayacaktır.

Bu, daha fazla ayrıntı gerektiren uygulamalar için uygun olmayacaktır. Örneğin, en düşük maliyetli bir kapasite genişletme modeli oluştururken, güç sisteminin güneş enerjisi üretim çıktısının değişkenliğini nasıl ele alacağını anlamak için teorik veya gerçek sahalarda güneş enerjisi kaynağındaki tarihsel değişimi anlamak önemlidir.

Zaman serisi verileri için birkaç ücretsiz kaynak olsa da, birçok kullanıcı bu tür verileri, temel veri setlerinin her yıl ek uydu veri toplama ile geliştirildiği ticari bir sağlayıcıdan temin edecektir.

Yer Tabanlı Ölçüm

Global Solar Atlas gibi araçlarda ve ticari sağlayıcılarda (zaman serisi olarak) bulunan modellenmiş güneş enerjisi verilerinin doğruluğunu artırmak için, bir ülke veya bölgede en az bir yıllık bir süre boyunca mümkün olduğunca çok sayıda sahadan yüksek doğrulukta ölçüm verilerinin kullanılması gereklidir veya daha fazla yıl tercih edilir. Yere dayalı ölçüm verileri, daha büyük güneş enerjisi üretim projelerinin proje fizibilite değerlendirmesi için de gereklidir ve finansörler tarafından durum bir parçası olarak istenebilir.

Bir güneş ölçüm kampanyasının yürütülmesi genellikle özel güneş ölçüm istasyonlarının kurulmasını gerektirecektir; bu istasyonlardan bazıları standart meteoroloji istasyonlarına çok benzemekle birlikte ekstra ekipmanlar eklenmiştir (bkz. Şekil 2). Gerekli istasyon sayısı çeşitli faktörlere bağlıdır, ancak genel olarak amaç, güneş enerjisi veri sağlayıcılarına danışılarak belirlenebilecek, tanımlanmış her iklim bölgesinde en az bir yerden ölçüm almaktır. Birçok orta ölçekli ülkede, eğer ülkenin mevcut verileri yetersizse, bu yaklaşık 10 ölçüm istasyonu anlamına gelebilir.

Bununla birlikte, güneş enerjisi kaynak modellerinin artan doğruluğuyla birlikte, ülkeler geniş kapsamlı, sahaya özgü olmayan bir güneş enerjisi ölçüm kampanyası başlatma adımını atlamaya karar verebilir ve bunun yerine güneş enerjisi üretimi için güçlü bir potansiyele sahip olduğu belirlenen sahalara güneş enerjisi ölçüm istasyonları kurmayı tercih edebilir. Bu tür kurulumlardan elde edilen veriler kamuya açık hale getirilirse, akademik ve ticari kuruluşlar tarafından güneş enerjisi kaynak modellerini geliştirmek ve doğrulamak için kullanılan verilerle aynı faydaların çoğu edilebilir.

Ekipman özellikleri ve konfigürasyonu açısından birçok seçenek mevcuttur: yüksek hassasiyetli termopil radyometrelerden (günlük temizliğin mümkün olduğu yerlerde tercih edilir), dönen gölge bandı radyomlarına (günlük temizliğin mümkün olmadığı daha uzak yerlerde tercih edilir) ve yalnızca küresel yatay ışınımı (GHI) ölçen daha basit sensörlere kadar.⁹ Daha fazla teknik ayrıntı ve rehberlik, Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Ulusal Yenilenebilir Enerji Laboratuvarı tarafından yayınlanan bir raporda bulunabilir (Sengupta et al. 2017) ve Dünya Bankası tarafından yayınlanan görev tanımında (TOR) (ESMAP 2020c) yer almaktadır.

Veriler genellikle cep telefonu şebekeleri Global System for Mobile Communications (GSM) veya bir uydu bağlantısı kullanılarak ekipman operatörüne iletilecek, operatör de verileri anormallikler ve hatalar açısından periyodik olarak kontrol ederek işaretleyebilecektir. En iyi uygulama, verilerin sürekli olarak, örneğin ölçüm kampanyası sırasında aylık olarak yayınlanması veya kolayca erişilebilir hale getirilmesidir. Dünya Bankası Grubu'nun ENERGYDATA platformu, yüksek kaliteli güneş enerjisi ölçüm verileri için ücretsiz barındırma sağlayabilir ve halihazırda bir dizi ölçüm kampanyasından bu tür verilere erişim sağlar (Dünya Bankası Grubu 2020).

ŞEKİL 2: GÜNEŞ ÖLÇÜM İSTASYONU,

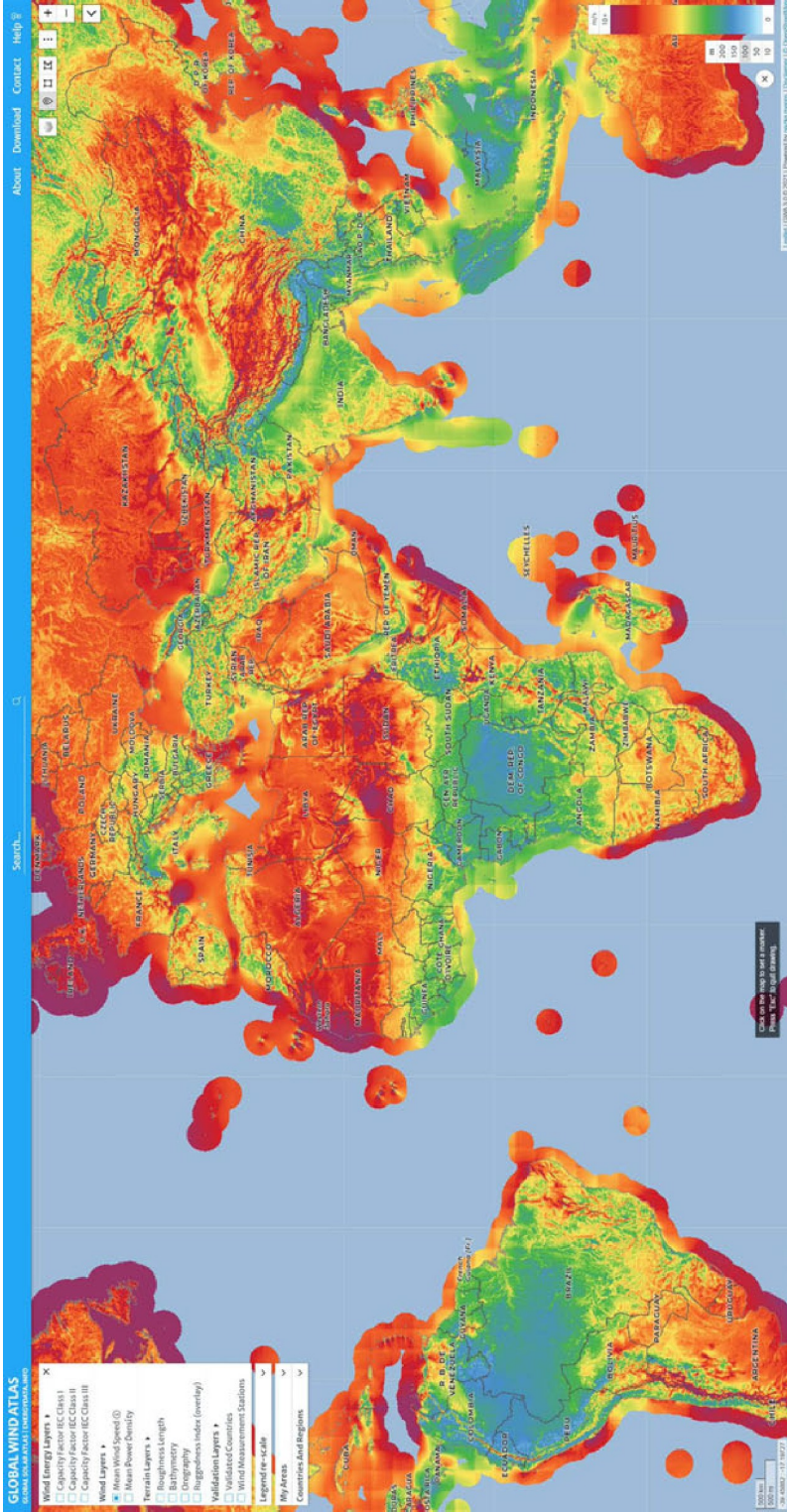


Kaynak: Suntrace GmbH.

RÜZGAR

Rüzgar kaynaklarının değerlendirilmesi uzun yıllar süren çalışmalardan ve metodolojik gelişmelerden faydalanmıştır, ancak aynı zamanda rüzgar kaynaklarının hem ülkeler arasında de ülkeler içinde oldukça yerleştirilmiş doğası nedeniyle en karmaşık olanlardan biridir. Topografyanın, arazi örtüsünün ve herhangi bir ilgi alanındaki engellerin etkisi nedeniyle, uygulanabilir rüzgar kaynağı, hücrenin kendisi yüksek rüzgarlı bir iklim bölgesinde olsa bile, tek bir ızgara hücresi önemli ölçüde değişebilir.

Küresel Rüzgâr Atlası'nın yayınlanmasına kadar, ülkelerin rüzgâr kaynağı potansiyellerinin iyi bir resmini elde etmek için genellikle mezo ölçekli bir rüzgâr haritalama çalışması yapmaları gerekli görülmekteydi (ESMAP 2018). Küresel Rüzgâr Atlası'nın geliştirilmesi için küresel olarak yürütülen bu yaklaşım, bölgesel hava sistemlerini ve daha büyük arazi özelliklerini dikkate alarak



Bir ülkedeki her hücre için daha ayrıntılı tahminlerin yapılabileceği bir "genelleştirilmiş rüzgar iklimi" (bkz. Şekil 3). Girdi verileri, çok sayıda atmosferik, kara ve okyanus iklim değişkeninin saatlik tahminlerini sağlayan ERA5 (Avrupa Orta Menzilli Hava Tahminleri Merkezi 2020) ve Modern-Era Retrospective-Analysis Research and Applications, Version 2 (MERRA-2) (Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi 2019) gibi küresel reanaliz veri setlerinden elde edilmektedir. Sonuç olarak, mezoskal modellemeyi gerçekleştirmek için bilgi işlem gereksinimleri çok yükündür; Küresel Rüzgar Atlası için mezoskal modelleme, özel bir bilgisayar kümesinde yaklaşık dört aylık işlem gerektirmektedir (Vortex FdC 2018).

Mezoskal modelleme aşamasının ardından topografya, yüzey pürüzlülüğü ve türbülans gibi daha yerel etkileri ekleyen mikro ölçekli modelleme gelir. Bu, daha iyi bir yatay çözünürlüğe sahip rüzgar kaynağı potansiyelinin nihai veri setini üretmek için daha fazla bilgi işlem kaynağı gerektirir.

Küresel Rüzgar

Küresel Rüzgar Atlası ilk olarak 2015 yılında Danimarka Teknik Üniversitesi (DTU) tarafından bir araştırma projesinin parçası olarak yayınlanmıştır. ESMAP'ın finansmanı ve Dünya Bankası'nın ortaklığıyla, Küresel Atlası'nın tamamen revize edilmiş bir versiyonu (2.0) Kasım 2017'de yayınlandı. kullanıcı arayüzü. Yine ESMAP tarafından finanse edilen ve yeni mezoskal ve mikro ölçekli modellemeyi de içeren bir diğer büyük güncelleme (3.0), 250 metre (m) mikro ölçekli çözünürlük ve 200 km açık deniz kapsamı ile Ekim 2019'da yayınlandı ve bunu Mart 2021'de bir başka güncelleme (3.1) izledi. Küresel Rüzgar Atlası altı ülkeden (Bangladeş, Maldivler, Pakistan, Papua Yeni Gine, Vietnam ve Zambiya) gelen verilerle doğrulanmıştır ve temel verileri, kullanıcı arayüzünü iyileştirme ve yeni araçlar ekleme çabaları devam etmektedir (Danimarka Teknik Üniversitesi 2020).

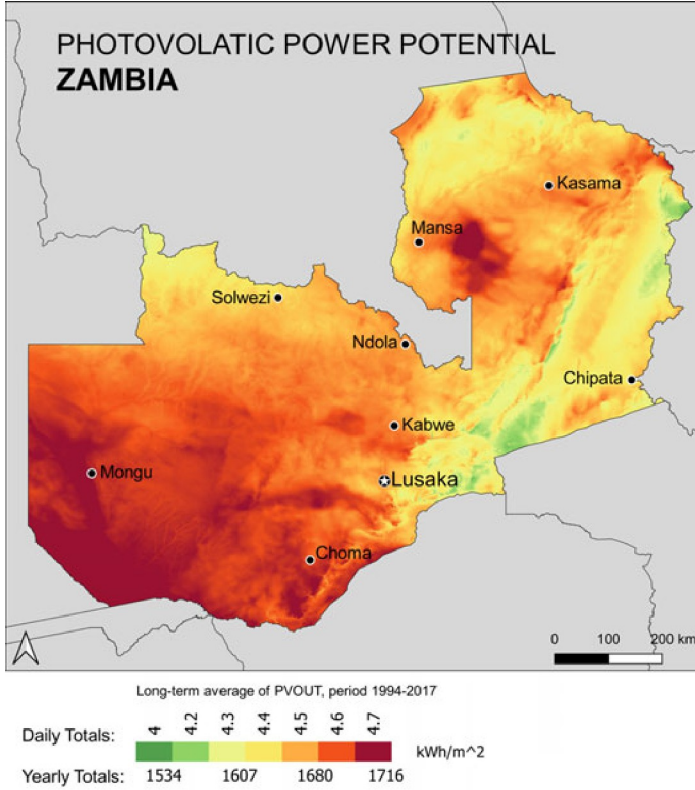
Zaman Serisi

Güneş enerjisinde olduğu gibi, bazen daha sofistike modelleme yapmak veya güç sistemi planlama amaçları için bir ülke veya bölgedeki birden fazla rüzgar kaynağı için zaman serisi verileri elde etmek gerekir. Bununla birlikte, güneş enerjisinden farklı olarak, rüzgar verileri çok daha fazla konuma özgüdür ve sipariş vermeden önce rüzgar enerjisi gelişimi için olası sahaları belirlemek için bazı ön analizler yapmak gerekebilir. veya zaman serisi verilerinin indirilmesi. Ayrıca, veriler rüzgar hızları yerine her bir zaman dilimi için tahmini enerji verimi olarak sağlanırsa muhtemelen çok daha faydalı olacaktır. Enerji veriminin belirlenmesinde, yükseklik, türbin tipi ve muhtemel rüzgar çiftliğinin yerleşimi de dahil olmak üzere bir dizi faktör rol oynar. Gerçekleştirilecek modelleme türleri için ikinci değişkeni doğru bir şekilde modellemek mümkün olmayabilir veya kesinlikle gerekli olmayabilir, ancak bu faktörlerin farkında olmak önemlidir.

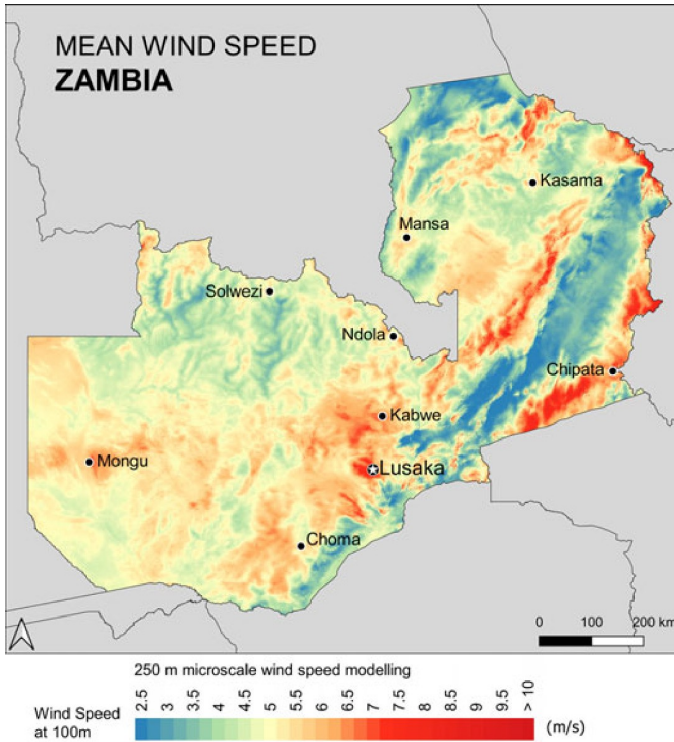
Yer Tabanlı Ölçüm

Güneş enerjisinden farklı olarak, en az bir yıllık deneyime sahip olmadan bir rüzgar santrali projesi geliştirmek neredeyse hiç duyulmamış bir şeydir. Yüksek kaliteli bir ölçüm kampanyasından elde edilen yer tabanlı ölçüm verileri. Yakın zamana kadar bu, rüzgar ölçüm direklerinin kurulması anlamına geliyordu ve daha büyük projeler veya daha yüksek derecede güvenilirlik için bir sahaya bu türden birden fazla direk kurulacaktı. Ancak, rüzgar projesi finansörleri arasında, ya tek başına (yani, çok daha pahalı olan açık deniz rüzgar ölçüm kampanyaları için) ya da yüksek meteoroloji direkleri kullanılarak ekonomik olarak ulaşılabilen yer seviyesinin üzerindeki yüksekliklerden ek veri sağlamaya yardımcı olmak için kullanılan lazer görüntüleme, algılama ve menzil belirleme (LIDAR) cihazları giderek daha fazla kabul görmektedir (bkz. Şekil 4).

ŞEKİL 3: GÜNEŞ VE RÜZGAR POSTERLERİ HARİTALARI:



Kaynak: Küresel Güneş Atlası.



ŞEKİL 4: RÜZGAR ÖLÇÜM İSTASYONU (LIDAR)



Kaynak: 3E.

Standart bir rüzgar ölçüm direği, üzerinde rüzgar hızı ölçümlerinin (anemometreler kullanılarak) tipik olarak yer seviyesinden 20 m yükseklikte dikey aralıklarla alınacağı bir kafes veya boru şeklindeki kuleden oluşacaktır. Bu yazının yazıldığı tarihte endüstri standardı yükseklik 80 m'dir (20 m, 40 m, 60 m ve 80 m'de anemometreler ile), ancak 120 m'ye kadar daha uzun direkler artık bazı geliştiriciler tarafından kullanılmaktadır. Belirli durumlarda daha kısa direkler daha uygun olabilir (örneğin, sınırlı arazi alanına sahip adalar veya kasırga riskinin yüksek olduğu alanlar, eğimli bir direğin gerekli olduğu yerler). Rüzgar direği ayrıca rüzgar pervaneleri (rüzgar yönünü belirlemek için), sıcaklık, barometrik basınç, nem, yıldırımından sensörleri, bir güç kaynağı (genellikle küçük bir güneş paneli ve pil) ve veri aktarımı için bir GSM veya uydu bağlantısına bağlı bir veri kaydedici ile donatılacaktır. Direk genellikle vandalizme ve hırsızlığa karşı çit ve tırmanmayı önleyici tedbirlerle korunacak ve uçak uyarı özellikleri içerecektir. Direkler en iyi şekilde büyük rüzgar engelleri olmayan kırsal yerlere kurulduğundan, güvenliğin sorun olabileceği daha uzak yerleştirilme eğilimindedirler. Yaygın bir yaklaşım, halihazırda korunan bir arazi bulmak (örneğin bir araştırma kampüsünde) ya da arazinin yakındaki özel bir mülk sahibinden kiralanabileceği bir yer bulmaktır; bu mülk sahibi daha sonra sahayı ve kurulan ekipmanı korumakla ilgilenecektir.

ÖLÇÜMDE YÜKSEK STANDARTLARIN SAĞLANMASI KAMPANYALAR

Ölçüm verilerinin değeri, hem ekipman ve uygulama standartları hem de dokümantasyon ve veri arşivleme açısından ölçüm kampanyasının kalitesine büyük ölçüde bağlıdır. Bu nedenle, fonların verimli bir şekilde kullanılması ve çıktılarının uzun bir raf ömrüne sahip olması için projelerin iyi tasarlanması ve en yüksek standartlarda devreye alınması önemlidir. Aslında bu şu anlama gelmektedir:

- **Uluslararası standartların** mevcut olduğu yerlerde benimsenmesi ve tüm şartnamelerin proje tekliflerini değerlendirirken ticari kredi verenler tarafından uygulananları karşılamasının veya aşmasının sağlanması (bu genellikle verilerin "bankaya yatırılabilir" olmasını sağlamak)
- Yüksek kaliteli, kalibre edilmiş **ölçüm ekipmanı** kullanmak ve yüksek veri kurtarma oranı sağlamak
- Çıktıların başkaları tarafından uygun şekilde analiz edilebilmesi veya yeniden **için metodolojik şeffaflığın** sağlanması
- Üretilen tüm çıktıların (dokümantasyon ve meta veriler dahil) **serbestçe ve yaygın olarak erişilebilir** olmasını sağlamak ve ilgili yerlerde açık veri ilkelerini (Open Knowledge Foundation 2015) benimsemek
- Temel teknik çalışmaları yürütmek üzere **deneyimli firmaların** görevlendirilmesi ve aynı zamanda ülke içi kapasitenin geliştirilmesi

Deneyimlerimize göre, standartların altındaki kampanyalar yukarıdaki koşullardan bir veya daha fazlasının uygulanmamasından kaynaklanmaktadır. Yüksek kalitede ekipman kullanılarak gerçekleştirilen, ancak beraberindeki dokümantasyonun sağlanmadığı veya düşük kalitede olduğu, kullanıcıların koordinatları, kullanılan ekipmanı veya diğer önemli değişkenleri belirleyemediği için verileri neredeyse değersiz hale getiren çok sayıda güneş ve rüzgar ölçüm kampanyası örneği vardır.

Projenin başlangıcında açık veri ilkelerine erken bir taahhütte bulunmak, güven oluşturmak ve verilere olan ilgiyi artırmak için iyi bir yol olabilir. Bazı durumlarda, bir maliyet kurtarma modeli şu şekilde olabilir. Örneğin, ticari geliştiricilerin en değerli veri setlerine erişim için makul bir ücret ödemesini zorunlu tutarak; ancak bu, belirli kamu yararı kullanıcılarını (akademi, politika yapımcılar vb.) potansiyel olarak muaf tutarken adil ve tutarlı bir şekilde yapılmalıdır. Açık verilerin (özellikle de uzun yıllar öncesine dayanan verilerin) bir diğer faydası da verilerin, akademik veya meteorolojik çalışmalar gibi, görevlendiren kuruluş tarafından öngörülmeyle birçok başka amaç için kullanılabilmesidir. Bununla birlikte, özellikle ilgili arazi sahibi/sahipleri veya yerel topluluklar tarafından bilinmeyen veya anlaşılmayan yüksek potansiyelli kaynakların keşfedildiği arazi spekülasyonu olasılığı gibi dikkate alınması gereken riskler vardır. Yüksek rüzgar kaynağı potansiyeline sahip alanlara ilişkin farkındalık arttıkça, bu durum zamanla daha az risk oluşturacaktır.

Bir kaynak haritalama projesinin kapanışına hazırlanırken, uygulayıcı kurumlar meteorolojik ekipmanların (güneş ve rüzgar haritalama projeleriyle ilgili) mülkiyetini üniversitelere, endüstri birliklerine, özel veri sağlayıcılara veya uzman kurumlara devretmenin yollarını araştırmak isteyebilir, böylece sahalar korunur ve bir rüzgar referans direği tarafından uzun vadeli referans verileri üretilmeye devam eder.



DNV

Bir geliştirici, eş zamanlı olarak çalışan bir referans direğinin makul bir yakınında, genellikle bir yıl gibi sınırlı bir süre boyunca rüzgar ölçümü yaparsa, iki veri seti ilişkilendirilebilir. Bu prosedür, geliştiricinin yeni veri serisini referans direğinin tüm döneme "hindcast" etmesine olanak tanır, böylece rüzgar santrali sahası için çok düşük bir belirsizlik derecesine ve sonuç olarak çok yüksek bir bankacılık derecesine sahip uzun vadeli bir veri seti oluşturur. Dünya Bankası'nın deneyimlerinde, ekipmanın bakımının yinelenen maliyeti ve bakıma muhtaç hale gelme riskleri nedeniyle ekipman devrinin uygulanmasının zor olduğu kanıtlanmıştır. Bu koşullar altında, ölçüm kampanyasının uygulanmasına ilişkin sözleşmenin, sözleşmeli firmanın proje sonunda tüm ekipmanı kaldırmasını gerektirecek şekilde tasarlanması, böylece ikinci el veya yeniden satış değerinin hesaba katılmasının sağlanması ve proje sponsoru üzerindeki kalan yükümlülüklerin kaldırılması daha iyi olabilir.

JEO-UZAMSAL VE LOKASYONEL PLANLAMA

Güneş enerjisinin yaygınlaştırılmasına yönelik SRMI kılavuzunda daha ayrıntılı olarak sunulduğu üzere, yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilmesi ve haritalandırılması kendi başına bir amaç olarak değil, daha geniş ve devam eden bir politika geliştirme ve enerji sistemi planlama (üretim ve iletim) sürecine bir girdi olarak görülmelidir. Yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin veriler farkındalık yaratma ve ilk araştırmalar için faydalı olsa da, asıl değer bu verilerin, diğer faktörleri ve kısıtları (trafo merkezine göre şebeke yük akışı analizi de dahil olmak üzere) entegre ederek için bölgeleri veya öncelikli alanları belirleyen "lokasyonel çalışmalar" yapmak için kullanılmasından gelir.¹⁰ Bazı ülkelerde bu, Avrupa Birliği yasaları kapsamında gerekli olan Stratejik Çevresel (ve Sosyal) Değerlendirme (SEA veya SESA) gibi resmi bir süreçtir (Loayza 2012), ancak diğer durumlarda özel bir çalışmanın devreye alınması gerekebilir. Bir lokasyon çalışması veya SESA, mevcut veya planlanan iletim şebekesinin, yasak bölgelerin (örneğin askeri veya milli parklar), ana yük merkezlerinin ve kümülatif çevresel veya sosyal etkilerin (göçmen kuş türlerini etkileyenler veya bir veya daha fazla topluluğu, kabileyi veya yerli halkı etkileyen eşit olmayan yükler gibi) değerlendirilmesine olanak tanır.

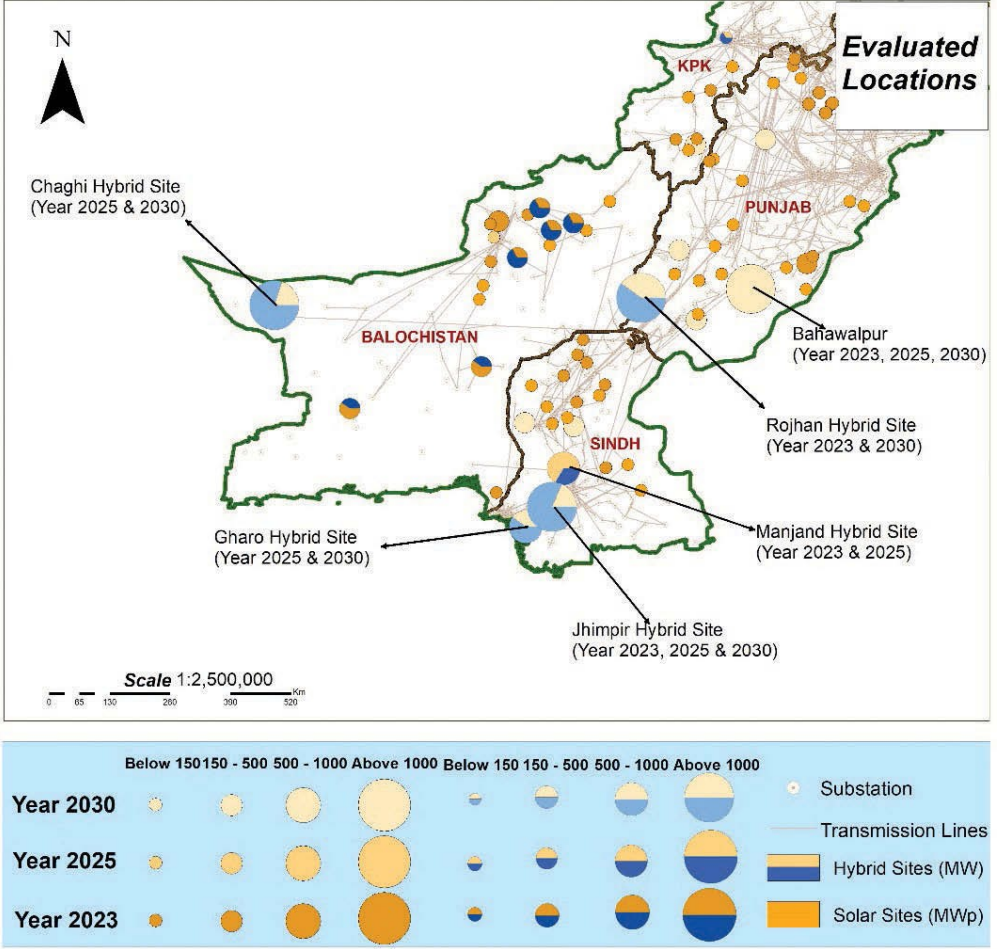
Örneğin, bir ülkede yüksek rüzgar enerjisi potansiyeline sahip üç bölge olabilir, ancak bunlardan biri kırılğan faunaya sahip bir milli parktır ve bir diğeri mevcut iletim hatlarına ve yük merkezlerine uzaktır, bu da bu bölgelerden yalnızca birinin kalkınma için uygun olduğu anlamına gelir.

Değişken yenilenebilir enerji (VRE) entegrasyon analizleri içeren lokasyonel çalışmalar, iletim genişlemesi, yükseltmeleri ve üretim planlamasına ve özellikle VRE penetrasyonu arttıkça uzun vadeli sistem istikrarının sağlanmasına yardımcı olmak için kritik bir girdidir (ESMAP 2019d; Dünya Bankası; Agence Française de Développement; Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı; Uluslararası Güneş Birliği 2019). Dünya Bankası tarafından Pakistan'da yürütülen ve önümüzdeki on yıl içinde kurulması gereken optimum güneş ve rüzgar kapasitesi seviyesini belirlemek için birkaç "spot" yıl için saatlik verileri kullanarak elektrik sistemini modelleyen bir çalışma iyi bir pratik örnektir (Dünya Bankası 2020).

Yenilenebilir enerji kaynaklarının doğasında var olan mekânsal değişkenlik, onları özellikle jeo-uzamsal analiz ve diğer sistematik planlama süreçlerine uygun hale getirmektedir. Bunlar genellikle farkındalığı artırmak, önerilenlere katılım sağlamak ve olumsuz etkilerin veya diğer sorunların erken tespit edilmesini sağlamak için uyumlu paydaş ve toplum katılımından faydalanacaktır. Kapsamlı bir kaynak haritalama çalışmasının ardından güneş ve rüzgar enerjisi gelişimine ilişkin bir SÇD gerçekleştiren Güney Afrika buna mükemmel bir örnektir (Council for Scientific and Industrial Research 2020). Bir başka örnek de Pakistan'da güneş ve rüzgar enerjisine ilişkin yakın zamanda yapılan ve şebeke operatörü, il enerji departmanları ve yerel dağıtım tedarik şirketleriyle istişareleri içeren bir konumlandırma çalışmasıdır (Dünya Bankası 2021) Şekil 5).

Geliştiricilerin kendileri için, trafo merkezlerinde entegrasyon kullanılabilirliği ile açıkça belirtilmiş imar rehberliği ile iyi bilgilendirilmiş bir devlet ihale politikasına sahip olmak, projelerin bankalanabilirliğini artırır, proje zaman çizelgelerini kısaltır ve yatırımın risk profilini azaltır. Bunu akılda tutarak, önemli bir

ŞEKİL 5: JEO-UZAMSAL PLANLAMA HARİTASI,



Kaynak: Dünya Bankası 2021.

İlk coğrafi analiz yapılması sürecini basitleştirmek için kolay erişilebilir yazılım araçları potansiyeli. IRENA ve Lawrence Berkeley Ulusal Laboratuvarı arasındaki bir işbirliği, bölgeleme çalışmalarını yürütmek için kullanıma hazır CBS yazılımını kullanan Yenilenebilir Enerji Planlaması için Çok Kriterli Analiz (MapRE) aracını yarattı ve ilk olarak Afrika ve Hindistan'da uygulandı (Lawrence Berkeley

Ulusal Laboratuvar 2021). Bu araç ayrıca Dünya Bankası ekipleri tarafından Afganistan (Dünya Bankası Grubu 2018), Nikaragua ve Vietnam'da (Cornieti, vd. 2018) kullanılmıştır. Yakın zamanda ESMAP, Kaliforniya-Santa Barbara Üniversitesi ile işbirliği içinde MapREye dayalı interaktif, web tabanlı bir platformun geliştirilmesini desteklemektedir ve bu platform, aşağıdakiler için en uygun bölgelerin belirlenmesine, görselleştirilmesine ve sıralanmasına yardımcı olacaktır

güneş, rüzgar ve açık deniz rüzgar projelerinin geliştirilmesi. Yenilenebilir Enerji İmar Aracı, küresel jeo-uzamsal veri setleri tarafından desteklenecek ve ekonomik hesaplamalar için varsayılan değerler olarak temel varsayımları kullanırken, kullanıcılara belirli ülke bağlamını en iyi şekilde temsil etmek için mekansal ve ekonomik filtreleri özelleştirme seçeneği sunacaktır. MapRE aracını, yeni üretimin entegrasyonu için şebekedeki alanı belirlemek ve şebeke istikrarı için gereken potansiyel yatırımları belirlemek için tam bir VRE entegrasyon analizine paralel olarak kullanmak önemlidir.

TAVSIYE VE DESTEK

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin önemli bir kısmı yenilenebilir enerji kaynaklarını değerlendirme ve haritalama çalışmaları yürütmüş olsa da bu, hükümetler veya uzman ulusal kurumlar için hala oldukça karmaşık bir alan olabilir ve küçük hatalar daha sonra maliyetli olabilir. Neyse ki bir dizi kurumdan destek ve bu alanda çalışma yaptırmak isteyen ülkelere yardımcı olabilecek uluslararası uzmanlardan oluşan ve giderek büyüyen bir ağ var.

ASYA KALKINMA BANKASI

Asya Kalkınma Bankası (ADB), Rüzgar Enerjisi Geliştirme Girişiminde Kuantum Sıçraması kapsamında, diğer proje geliştirme faaliyetlerinin yanı sıra üç ülkede (Moğolistan, Filipinler ve Sri Lanka) rüzgar kaynağı değerlendirmesini desteklemiştir (ADB 2018). Bu çalışmanın bir parçası olarak ADB, özellikle ve ticari geliştiriciler için uygun olacak, projeye özgü bir rüzgar kaynağı değerlendirmesi yapmak için bir kılavuz hazırlamıştır (ADB 2014).

GIDA VE TARIM ÖRGÜTÜ

Biyokütleden enerji üretimi de dahil olmak üzere sürdürülebilir biyoenerji gelişimine sağlam ve entegre bir yaklaşımı teşvik etmek için FAO, diğer ortaklarla işbirliği içinde Sürdürülebilir Biyoenerji için Karar Destek Aracı (FAO 2010) da dahil olmak üzere bir Biyoenerji Destek Paketi (FAO 2021) geliştirmiştir. Paket, enerji ve tarım bağlantısının farklı yönleriyle ve karar verme sürecinin farklı aşamalarıyla ilgili, bağımsız olarak veya birlikte kullanılabilecek farklı unsurlar içermektedir. Paketin önemli bir parçası, ülkeleri sürdürülebilir biyoenerji geliştirme politika ve stratejilerini formüle etme ve uygulamada destekleyen, ülke düzeyindeki bilgilerden ve ilgili paydaşları içeren kurumlar arası diyalogdan türetilen Biyoenerji ve Gıda Güvenliği (BEFS) Yaklaşımını (FAO 2014) içerir. BEFS Yaklaşımı, biyoenerji potansiyelinin değerlendirilmesi için iki metodoloji ve araç seti içermektedir: BEFS Hızlı Değerlendirme olarak adlandırılan başlangıç seviyesi ve BEFS Detaylı Analiz olarak adlandırılan daha derinlemesine bir seviye.

ULUSLARARASI YENİLENEBİLİR ENERJİ AJANSI

IRENA, 2017 yılında 3.0 sürümüne yükseltilen bir Yenilenebilir Enerji Küresel Atlası sunmaktadır (IRENA 2017). IRENA şu anda kaynak değerlendirme çalışmalarını finanse etmiyor veya yürütmüyor olsa da, Küresel Atlası çok sayıda güneş ve rüzgar kaynağı değerlendirme çalışmasını bir araya getirmektedir.

ULUSAL YENİLENEBİLİR ENERJİ LABORATUVARI

Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Ulusal Yenilenebilir Enerji Laboratuvarı (NREL), otuz yılı aşkın bir süredir hem ABD içinde hem de uluslararası alanda yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilmesi ve haritalanmasını desteklemekte ve yürütmektedir. Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) ile birlikte, 10'dan fazla ülkede güneş ve rüzgar kaynak potansiyelinin masa başı modellemesini gerçekleştiren Güneş ve Rüzgar Enerjisi Kaynak Değerlendirmesi (SWERA) programını (OpenEI 2018) uyguladılar.

2005'ten 2010'a kadar. Yakın zamanda NREL, öncelikle Amerika Birleşik Devletleri için güneş kaynağı verileri sağlamak için Ulusal Güneş Radyasyonu Veritabanını (NSRDB) yayınlamıştır, ancak Orta Amerika ve Güney Asya'yı da kapsamaktadır (NREL 2019). NREL, ABD Enerji Bakanlığı ve ABD Uluslararası Kalkınma Ajansı (USAID) tarafından desteklenen, kaynak değerlendirme ve planlama konularında aktif programlara sahiptir. NREL ayrıca kaynak değerlendirmesi konusunda faydalı kılavuz belgeler ve teknik yayınlar da üretmektedir.

DÜNYA BANKASI GRUBU

Dünya Bankası ve Uluslararası Finans Kurumu (IFC) -toplu olarak Dünya Bankası Grubu- kredi operasyonlarının bir parçası olarak ve ayrıca hibe destekli teknik yardım yoluyla birçok ülkeyi yenilenebilir enerji kaynak değerlendirme ve haritalama çalışmaları ile desteklemiştir. 2013 yılında ESMAP, 12 ülkede Dünya Bankası tarafından yürütülen teknik yardım projeleri için teknik destek ve hibe finansmanının bir kombinasyonunu sağlayarak Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Değerlendirilmesi ve Haritalandırılması konusunda küresel bir girişim oluşturmuştur (ESMAP 2020b). Bu girişim kapsamında ESMAP, güneş ve/veya rüzgar ölçüm kampanyaları için standartlaştırılmış TOR'a yatırım yapmış (ESMAP 2020c), Küresel Güneş Atlası ve Küresel Rüzgar Atlası'nın geliştirilmesini desteklemiş ve bir dizi ilgili bilgi ürünü yayınlamıştır.

¹ Daha fazla ayrıntı ESMAP web sitesinde bulunabilir. Girişim biyokütle, hidroelektrik, güneş ve rüzgar kaynaklarını kapsamıştır. Ayrı bir girişim jeotermal kaynakları kapsamıştır.

² Daha küçük güneş fotovoltaik tesisleri gibi bazı durumlarda, serbestçe erişilebilen kamu verileri tam proje planlaması ve finansman amaçları için yeterli olabilir.

³ Rüzgar modelleme sürecine ilişkin daha ayrıntılı bilgi ESMAP Çalışma Belgesi, "*Mezoscale Wind Mapping Guidance*" (ESMAP 2018)'de bulunabilir.

⁴ <https://energydata.info>

⁵ <https://globalsolaratlas.info>

⁶ <https://globalwindatlas.info>

⁷ Örneğin: Alman Uluslararası İşbirliği Ajansı (GIZ) 2012-2014 yılları arasında Vietnam'da bir rüzgar ölçüm kampanyasını desteklemiştir; Pasifik Güç Birliği şu anda bir güneş ve rüzgar ölçümü uygulamaktadır kampanyasını finanse etmektedir; ve Dünya Bankası, Batı Afrika Enerji Havuzu tarafından uygulanan bir güneş ölçüm kampanyasını finanse etmektedir.
14 ülke.

⁸ <https://unece.org/sustainable-energy/unfc-and-sustainable-resource-management>

⁹ Bu, ölçüm kampanyasını genişletmek veya potansiyel olarak mevcut meteoroloji sahalarından güneş ölçümleri almak için bir seçenektir.

¹⁰ Lokasyonel çalışmalar kavramı "Sürdürülebilir Güneş Enerjisine Giden Emin Yol" raporunda daha ayrıntılı olarak açıklanmaktadır: Solar Deployment Guidelines" (Dünya Bankası; Agence Française de Développement; Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı; Solar Alliance 2019) raporunda daha ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.

- ADB. 2014. *Rüzgar Kaynaklarının Değerlendirilmesi için Kılavuz: Rüzgar Gelişimini Başlatan Ülkeler için En İyi Uygulamalar*. Manila: Asya Kalkınma Bankası. <http://www.adb.org/publications/guidelines-wind-resource-assessment-best-practices-countries-initiating-wind-dev>.
- ADB (Asya Kalkınma Bankası). 2018. "Tamamlama Raporu: Asya'da Rüzgar Enerjisi Gelişiminde Kuantum Sıçraması." *Asya Kalkınma Bankası*. 01. Erişim tarihi 31 Mart 2021. <https://www.adb.org/sites/default/files/project-documents/44489/44489-012-tcr-en.pdf>.
- Cornieti, Sabine, Oliver Knight, Franz Gerner, Clara Ivanescu, Martin Schroeder ve Ky Hong Tran. 2018. *Vietnam- 2030'a kadar 12 GW Güneş Enerjisi PV Dağıtımına Ulaşmak: Bir Eylem Planı*. Washington, DC: Dünya Bankası. <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/225381584425186495/vietnam-achieving-12-gw-of-solar-pv-deployment-by-2030-an-action-plan>.
- Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Konseyi. 2020. *Güney Afrika'da Rüzgar ve Güneş Enerjisi için Stratejik Çevresel Değerlendirme- Yenilenebilir Enerji Geliştirme Bölgeleri (REDZs)*. Erişim tarihi 31 Mart 2021. <https://redzs.csr.co.za/>.
- ESMAP. 2018. *Mezoescale Rüzgar Haritalama Kılavuzu*. Washington, DC: Dünya Bankası. [worldbank.org/tr/publication/documents-reports/documentdetail/487951544824248725/guidance-on-mesoscale-wind-mapping](http://www.worldbank.org/tr/publication/documents-reports/documentdetail/487951544824248725/guidance-on-mesoscale-wind-mapping).
- ESMAP. 2019a. *Küresel Güneş Atlası 2.0: Küresel Güneş Radyasyonu Modeli için Doğrulama Raporu*. Washington, DC: Dünya Bankası. [worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/507341592893487792/global-solar-atlas-2-0-validation-report](http://www.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/507341592893487792/global-solar-atlas-2-0-validation-report).
- ESMAP. 2019b. *Küresel Güneş Atlası 2.0: Teknik Rapor*. Washington, DC: Dünya Bankası. [worldbank.org/tr/publication/documents-reports/documentdetail/529431592893043403/global-solar-atlas-2-0-technical-report](http://www.worldbank.org/tr/publication/documents-reports/documentdetail/529431592893043403/global-solar-atlas-2-0-technical-report).
- ESMAP. 2019c. *Going Global: Expanding Offshore Wind to Emerging Markets*. Washington, DC: Dünya Bankası Grubu.
- ESMAP. 2019d. *Değişken Yenilenebilir Enerji için Şebeke Entegrasyon Gereksinimleri*. ESMAP Belgesi, Washington, DC: Dünya Bankası. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/32075>.
- ESMAP. 2020a. *Açık Deniz Rüzgar Teknik Potansiyeli*. Nisan 21. Erişim tarihi 21 Ekim 2020. <https://esmap.org/node/197070>. ESMAP.
- 2020b. *RE Kaynak Haritalaması*. Erişim tarihi 25 Şubat 2021. https://esmap.org/re_mapping.
- ESMAP. 2020c. "İş Tanımı: Güneş ve Rüzgar Ölçüm Kampanyası." 23 Haziran. Erişim tarihi 10 Mart 2021. <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/398831592957111931/esmap-terms-of-reference-for-solar-and-wind-measurement-campaign>.
- Avrupa Orta Menzilli Hava Tahminleri Merkezi. 2020. *ERA5*. Erişim tarihi 25 Şubat 2021. <https://www.ecmwf.int/forecasts/datasets/reanalysis-datasets/era5>.
- FAO (Gıda ve Tarım Örgütü). 2010. *Sürdürülebilir Biyoenerji için Karar Destek Aracı*. Roma: Gıda ve Tarım Örgütü. <http://www.fao.org/3/am237e/am237e.pdf>.
- FAO (Gıda ve Tarım Örgütü). 2014. *FAO'nun Biyoenerji ve Gıda Güvenliği Yaklaşımı: Uygulama Kılavuzu*. Roma: Gıda ve Tarım Örgütü. <http://www.fao.org/3/l3672e/l3672e.pdf>.

- FAO. 2021. *Sürdürülebilir biyoenerji nedir?* Erişim tarihi 25 Şubat 2021. <http://www.fao.org/energy/bioenergy/en/>.
- Gehring, Magnus, ve Victor Loksha. 2012. *Jeotermal El Kitabı: Elektrik Üretiminin Planlanması ve Finansmanı*. ESMAP Teknik Raporu, Washington, DC: Dünya Bankası. Erişim tarihi 29 Mart 2021. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/23712>.
- IEA (Uluslararası Enerji Ajansı). 2020. *Dünya Enerji Görünümü 2020*. Paris: Uluslararası Enerji Ajansı. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2020>.
- IGA Service GmbH. 2014. *Jeotermal Arama için En İyi Uygulamalar Kılavuzu*. Washington, DC: International Finance Corporation. https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/topics_ext_content/ifc_external_corporate_site/sustainability-at-ifc/publications/publications_handbook_geothermal-bp-2ed.
- IRENA (Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı). 2014. *Yenilenebilir Enerji için Küresel Atlas: Güneş ve Rüzgar Haritalarına Genel Bakış*. Abu Dabi: Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı. http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/GA_Booklet_Web.pdf.
- IRENA. 2017. *IRENA Küresel Atlas 3.0: Yenilenebilir enerji uzmanları için kaynak verileri*. Haziran 6. Erişim tarihi 25 Şubat 2021. <https://www.irena.org/newsroom/articles/2017/Jun/IRENA-Global-Atlas-30-Resource-data-for-renewable-energy-professionals>.
- IRENA. 2020. *2019'da Yenilenebilir Enerji Üretim Maliyetleri*. Abu Dabi: Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Jun/IRENA_Power_Generation_Costs_2019.pdf.
- Knight, Oliver ve Durreh Tabassum. 2019. "Kamu Destekli Güneş Enerjisi Ölçüm Kampanyalarının Maliyet-Fayda Analizi." Yayınlanmamış.
- Lawrence Berkeley Ulusal Laboratuvarı. 2021. *MapRE: Yenilenebilir Enerji Planlaması için Çok Kriterli Analiz*. Erişim tarihi 31 Mart 2021. <https://mapre.lbl.gov/>.
- Liu, H., D. Maser ve L. Esser. 2013. *Dünya Küçük Hidroelektrik Gelişim Raporu 2013*. Uluslararası Küçük Hidro Enerji Merkezi, Hangzhou: Birleşmiş Milletler Endüstriyel Kalkınma Örgütü. smallhydroworld.org/fileadmin/user_upload/pdf/WSHPDR_2013_Final_Report-updated_version.pdf.
- Loayza, Fernando. 2012. *Dünya Bankası'nda Stratejik Çevresel Değerlendirme: Son Deneyimlerden ve Zorluklardan Öğrenme*. Washington, DC: Dünya Bankası. <http://documents.worldbank.org/curated/en/2012/01/16768818/strategic-environmental-assessment-world-bank-learning-recent-experience-challenges>.
- Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi. 2019. *Araştırma ve Uygulamalar için Modern Dönem Geriye Dönük Analiz, Sürüm 2*. Şubat 1. Erişim tarihi 25 Şubat 2021. <https://gmao.gsfc.nasa.gov/reanalysis/MERRA-2/>.
- NREL (Ulusal Yenilenebilir Enerji Laboratuvarı). 2019. *NSRDB: Ulusal Güneş Kaynağı Veritabanı*. Aralık 5. Erişim tarihi 25 Şubat 2021. <https://nsrdb.nrel.gov/>.
- Açık Bilgi Vakfı. 2015. *Açık Tanım*. Kasım. Erişim tarihi 10 Mart 2021. <https://opendefinition.org/>.
- OpenEI. 2018. *Güneş ve Rüzgar Enerjisi Kaynak Değerlendirmesi (SWERA)*. Şubat 2. Erişim tarihi 25 Şubat 2021. [https://openei.org/wiki/Solar_and_Wind_Energy_Resource_Assessment_\(SWERA\)](https://openei.org/wiki/Solar_and_Wind_Energy_Resource_Assessment_(SWERA)).
- Sengupta, Manajit, Aron Habte, Christian Gueymard, Stefan Wilbert, Dave Renné ve Thomas Stoffel. 2017. *Güneş Enerjisi Uygulamaları için Güneş Kaynağı Verilerinin Toplanması ve Kullanılması için En İyi Uygulamalar El Kitabı: İkinci Baskı*. Boulder, CO: Ulusal Yenilenebilir Enerji Laboratuvarı. <https://www.nrel.gov/docs/fy18osti/68886.pdf>.

- Danimarka Teknik Üniversitesi. 2020. *Küresel Rüzgar Atlası: Doğrulama*. Erişim tarihi 21 Ekim 2020. <https://globalwindatlas.info/about/validation>.
- Vortex FdC. 2018. *Yeni Küresel Rüzgâr Atlası: Dünya Çapında Rüzgâr Gelişimine Katkıda Bulunmak İçin Bir Araç*. Kasım 1. Erişim tarihi 25 Şubat 2021. <https://vortexfdc.com/the-new-global-wind-atlas-a-tool-to-engage-the-wind-development-across-the-world/>.
- Dünya Bankası. 2012. *Jeotermal Potansiyelin Sondajı: Orta Amerika için Bir Değerlendirme*. Washington, DC: Dünya Bankası. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/26812>.
- Dünya Bankası. 2014. *Endonezya'da Yenilenebilir Jeotermal Enerjinin Ölçeklendirilmesi*. ESMAP Bilgi Serisi, Washington, DC: Dünya Bankası. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/20037>.
- Dünya Bankası. 2020. *Değişken Yenilenebilir Enerji Entegrasyonu ve Planlama Çalışması*. Washington, DC: Dünya Bankası. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/34586>.
- Dünya Bankası. 2021. *Değişken Yenilenebilir Enerji Konumlandırma Çalışması: Ana Rapor*. Washington, DC: Dünya Bankası. <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/883241610741226840/main-report>.
- Dünya Bankası Grubu. 2018. *Afganistan Yenilenebilir Enerji Geliştirme Sorunları ve Seçenekleri*. Washington, DC: Dünya Bankası. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30270>.
- Dünya Bankası Grubu. 2020. *Dünya Güneş İstasyonları Envanteri*. Aralık 14. Erişim tarihi 10 Mart 2021. <https://energydata.info/dataset/world-solar-stations-inventory-2017>.
- Dünya Bankası; Agence Française de Développement; Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı; Uluslararası Güneş Birliği. 2019. *Sürdürülebilir Güneş Enerjisine Giden Emin Bir Yol: Güneş Enerjisi Dağıtım Kılavuzları*. Washington, DC: Dünya Bankası. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/33026>.
- Dünya Bankası. 2021. *Değişken Yenilenebilir Enerji Lokasyonel Çalışması*. Pakistan Sürdürülebilir Enerji Serisi. Washington, DC: Dünya Bankası.

ESMAP MİSYONU

Enerji Sektörü Yönetimi Yardım Programı (ESMAP), Dünya Bankası tarafından yönetilen küresel bir bilgi ve teknik yardım programıdır. Düşük ve orta gelirli ülkelere, yoksulluğun azaltılması ve ekonomik büyüme için çevresel olarak sürdürülebilir enerji

çözümlerine ulaşma konusundaki bilgi birikimlerini ve kurumsal kapasitelerini artırmak için analitik ve danışmanlık hizmetleri sunmaktadır.

ESMAP Avustralya, Avusturya, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Almanya, İzlanda, Litvanya, Hollanda, Norveç, İsveç ve Birleşik Krallık'ın yanı sıra Dünya Bankası tarafından finanse edilmektedir. <https://esmap.org>



Enerji Sektörü Yönetimi Destek Programı
Dünya Bankası

1818 H Street NW Washington,
DC 20433 ABD
esmap.org | esmap@worldbank.org