



International  
Labour  
Organization



# Türkiye’de İklim Değişikliği ve Yeşil Ekonomi Politikalarının Sosyal ve İstihdam Etkileri

Yeşil İşler Değerlendirme Modelinin Türkiye’ye  
Uygulanması



## UNDP HAKKINDA

UNDP’nin iklim değişikliği hakkındaki çalışmaları 140’ı aşkın ülkeyi kapsamaktadır ve bu doğrultuda 2008’den bu yana iklim değişikliğine uyum ve etkilerini azaltımına yönelik 3,7 milyar ABD doları tutarında yatırım yapılmıştır. UNDP, dirençli ve sıfır karbonlu kalkınmaya yönelik iddialı ilerlemenin teşvik edilmesi hedefiyle, iklim taahhütlerini yerine getirmelerinde veya Ulusal Katkı Beyanları (UKB/NDC) konusunda ülkelerle birlikte çalışarak Paris İklim Değişikliği Anlaşması’nın uygulanmasını da desteklemektedir.

## ILO

ILO, İstihdam için İklim Eylemi Girişimi yoluyla küresel Adil Geçiş gündemine öncülük etmektedir. 2015 yılında kabul edilen Paris İklim Değişikliği Anlaşması’nda, iklim değişikliğine yanıt olarak adil geçiş ve insana yakışır işlerin yaratılmasının zorunluluk olduğu tanınmıştır. Aynı yıl, ILO ortakları tarafından herkes için çevresel olarak sürdürülebilir ekonomiler ve toplumlara doğru adil geçişe ilişkin Rehber İlkeler kabul edilmiştir.

## ILO YEŞİL İŞLER PROGRAMI

Yeşil İşler Programı, ILO’nun iklim değişikliği konusunda eyleme geçme ve kaynak verimli ve düşük karbonlu toplumlara teşvik etmeye yönelik taahhütlerine dikkat çekmektedir. İnsana yakışır iş, sürdürülebilir kalkınmayı başarmak için yeşil ekonomilere yönelik etkili politikaların temel taşıdır. Yeşil İşler Programı zaman içinde bu amaca uygun ILO uzmanlığı ve araçları geliştirerek 30’u aşkın ülkeye yardım etmiştir.

## TEŞEKKÜR

### Yazarlar:

Moana Simas, SINTEF  
Kirsten Svenja Wiebe, SINTEF  
Carl Johan Sodersten, SINTEF

### Katkıda bulunan yazarlar:

Marek Harsdorff, ILO

### Teknik denetim ve rehberlik/ILO

Bahadır Murat Akın (akin@ilo.org)  
Marek Harsdorff (harsdorff@ilo.org)  
Özge Berber Ağtaş (berber@ilo.org)  
Emre Dönmez (donmez@ilo.org)

### Teknik denetim ve rehberlik/UNDP

Tuba Seyyah (tuba.seyyah@undp.org)  
Burak Erten Sahin (burak.sahin@undp.org)

## Haziran 2022

## SORUMLULUK REDDİ:

Bu yayında belirtilen görüşler yazar(lar)ja aittir ve Birleşmiş Milletler’in veya UNDP, ILO ve ortakları, BM Üye Devletleri ve Türkiye Cumhuriyeti Hükümeti’nin görüşlerini yansıtmıyor olarak yorumlanamaz.

## ► Önsöz

Küresel toplumun tüm ortak çabalarına rağmen iklim değişikliği geri dönülemez bir noktaya doğru hızla ilerlemektedir. Biyoçeşitliliğin yok olması, su kirliliği ve toprak bozulması gibi başka çevre sorunlarıyla birleştiğinde, küresel ısınma gezegenimizi uçurumun eşiğine sürüklemiştir. Acil eylemlerin zamanı çoktan gelmiştir, hatta ciddi zararlardan kaçınmak için zamanımız çoktan tükenmiştir. Birleşmiş Milletler Genel Sekreteri Antonio Guterres’in Haziran 2022’de Stockholm+50 Konferansı’nda belirttiği gibi, “Hemen şimdi rotamızı değiştirerek doğaya karşı verdiğimiz anlamsız ve intiharvari savaşı sona erdirmemiz gerekmektedir”.

Bu değişimle ilgili sorumluluk herkese aittir. Ancak daha doğa dostu yaşam tarzını benimsemek gibi bireysel kararlar bu amaca katkıda bulunmakla birlikte, insanlığı iklim değişikliğinin yıkıcı etkilerinden korumakta başarılı olma konusunda bir nebze umutlu olabilmek için hükümetler ve şirketler tarafından her düzeyde yapılacak köklü politika değişiklikleri hayati önem taşımaktadır.

Sürdürülebilirliğin sağlanması için ihtiyaç duyulacak cesur politikalara yönelik iştah düzeyi ülkeden ülkeye değişmektedir. Türkiye 2021’in sonlarında Paris Anlaşması’nı imzaladığında 2053’e kadar net-sıfır emisyon hedefine ulaşma taahhüdünde bulunarak bu konuda büyük bir adım atmıştır. Türkiye’nin bunu başarma isteği ilk kez, bu yılın sonunda Mısır’da gerçekleştirilecek iklim zirvesinde sunulmak üzere revize edilmekte olan Ulusal Katkı Beyanları ile ölçülecektir.

Diğer sanayileşmiş ülkeler gibi, Türkiye de etkili iklim eylemleri için ihtiyaç duyulan politika değişikliklerinin ekonomik ve toplumsal sonuçlarıyla uğraşmaktadır. “Karbonsuzlaştırma” bazı sektörlerin yenilenebilir enerji ön plana alarak büyümesi anlamına gelmekle birlikte, aynı zamanda kömür ve plastik gibi çok fazla kirliliğe neden olan sektörler için sorun yaratacaktır. Fosil yakıtlardan uzaklaşmanın işgücü üzerinde yaratacağı etkiler konusundaki kaygılar siyasi gündemin üst sıralarında yer almaktadır ve bazen cesur adımlar atılması açısından caydırıcı olabilmektedir.

Bu bağlamda, bazı zor soruları yanıtlayabilmek için güvenilir analize ihtiyaç duyulmaktadır:

- “Yeşil işler” ekonomik açıdan güvenilir bir seçenek midir, yoksa sadece siyasi bir slogan mıdır?
- Yenilenebilir enerji sektörü, fosil yakıtlardan aşamalı olarak uzaklaşmanın neden olacağı iş kayıplarının yerini alabilir mi?
- İstihdam fazlası işçiler daha sürdürülebilir sektörlerdeki yeni işlere transfer olabilecek mi?
- Sosyal koruma sistemi, işten çıkarmalar ve yeniden eğitim uygulamalarının yükünü kaldırabilir mi?
- Türkiye’de “adil geçiş” sağlamak için gereken yatırım düzeyi nedir?

Bu rapor yukarıdaki soruları yanıtlamak için, dünya genelinde test edilmiş bir modelden yararlanmaktadır. Araştırma ekibimiz bir yandan yenilenebilir enerji ve enerji verimliliğine, diğer yandan ise kömür yakıtlı termik santrallere yönelik aynı büyüklükteki yatırımların karşılaştırmasını gerçekleştirmiştir. Elde edilen sonuçlar ise umut vericidir. Model, sürdürülebilir seçeneği izlediğinde Türkiye’nin yılda 45 milyar TL değerinde GSYH artışı sağlayabileceğini; 2030’a kadar 300.000’i aşkın yeni iş yaratabileceğini ve sera gazı emisyonlarını 2019 yılındakine göre %12 azaltabileceğini göstermiştir. Çevresel korumanın ekonomik büyüme ve toplumsal ilerlemeyle bir arada gidebileceğini gösteren bu durum ise, ülke için kazan-kazan senaryosu anlamına gelmektedir.

Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) ve Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP), “yeşil işler” düşüncesine yönelik yeni bir bakış açısı sunmak amacıyla bu rapor için güçlerini birleştirmiştir. Bağımsız araştırma kuruluşu SINTEF tarafından yapılan analizden yararlanarak, Türkiye’deki tartışmaları iddialı iklim eylemlerine yönelik acil ihtiyaç “olup olmadığı” sorusundan uzaklaştırmayı, karşı karşıya olduğumuz zorlu görevin aciliyetini ele almak için spesifik politikarlardan “hangilerinin” yeterince cesur ve vakitli olacağına yöneltmeyi umuyoruz. “Gezegenimizle barış içinde yaşamak” konusunda güçlü bir görüş birliği oluşturmak ve bu vizyonu gerçeğe dönüştürmeye yönelik politika tavsiyeleri ve uygulamalı çözümler sağlamaya devam etmek için hükümet, özel sektör, sendikalar ve sivil toplum ile birlikte çalışmayı dört gözle bekliyoruz.

Numan ÖZCAN  
ILO Türkiye Direktörü

Louisa VINTON  
UNDP Türkiye Mukim Temsilcisi

## ► İçindekiler

► Önsöz	3
► İçindekiler	4
Şekiller listesi	5
Tablolar listesi	6
Kısaltmalar listesi	7
► Yönetici Özeti	8
► 1. Giriş	11
1.1. Arka Plan	11
1.2. Türkiye’de ekonomi, işgücü ve sera gazı emisyonlarına genel bakış	12
1.3. Elektrik sektörü	14
► 2. Yöntem ve veriler	16
2.1. Politika analizi için arz ve kullanım tablolarının kullanılması	16
2.2. Yeşil İşler Değerlendirme Modelinde kullanılan veriler	18
2.3. Yeşil sektörlerin arz ve kullanım tablolarında modellenmesi	18
► 3. Senaryolar ve varsayımlar	20
3.1. Referans Senaryo: Ekonomik büyüme ve yeni kömür yakıtlı termik santrallerden sağlanan ek elektrik	20
3.2. Yeşil Senaryo: Rüzgâr ve güneşten elektrik üretiminin artırılması, enerji verimliliği ve elektrik şebekelerine yatırım yapılması	22
► 4. Yeşil İşlerin Değerlendirilmesi	26
4.1. Referans Senaryo	26
4.2. Yeşil Senaryo	27
4.2.1. İstihdam açısından kazanç ve kayıplar	29
4.2.2. Yeşil dönüşümün dezavantajlı gruplar üzerindeki etkileri	32
► 5. Sonuç	36
► Kaynakça	37
► Ek	40
A.1. Yeşil İşler Değerlendirme Modeli	40
A.2. Türkiye için arz ve kullanım tablosu	43
A.2.1. 2012 ile 2019 arasına ait arz ve kullanım tablosunun güncellenmesi	44
A.2.2. Madencilik ürünlerinin bölümlenmesi	45
A.2.3. AKT’de yer alan sektörler, ürünler, katma değer kategorileri ve nihai tüketicilerin listesi	46
A.3. Yeşil elektrik sektörlerinin bölümlenmesi	49
A.4. İşgücü ve emisyon eklentileri	50
A.4.1. İşgücü eklentileri	50
A.4.2. Sera gazı emisyon eklentileri	51

## Şekiller listesi

Şekil 1. 2019’da ekonomik faaliyetlere göre, sübvansiyonlar düşüldükten sonra vergiler hariç <sup>9</sup> gayrisafi yurtiçi hasıla (sol) ve istihdam <sup>10</sup> (sağ) .....	13
Şekil 2. Toplaştırılmış sektörlerde işgücü piyasası özellikleri, 2019. Her cinsiyet için istihdam dağılımı (sol); kayıtlılık durumuna göre istihdam (orta); ve vasıflı işgücünün dağılımı (sağ).....	13
Şekil 3. 2019 yılında faaliyetlere göre sera gazı emisyonları ve enerjiyle ilişkili emisyonların ayrıntıları <sup>12</sup> .....	14
Şekil 4. a) Ocak 2022’de elektrik üretimi amaçlı kurulu kapasitenin kaynaklara göre dağılımı <sup>14</sup> (sol); b) 1990 ve 2020 arasında, elektrik üretiminin kaynaklara göre, 5 yıllık aralıklarla ve GWh cinsinden dağılımı <sup>15</sup> (sağ).....	14
Şekil 5. Arz tablosu (sol) ve kullanım tablosunun (sağ) basitleştirilmiş ve her sektör için istihdam ve SG emisyonu verileriyle genişletilmiş çizimi.....	16
Şekil 6. YİDM için baz yıl tablosunun basitleştirilmiş çizimi.....	19
Şekil 7. Türkiye’de nüfus gelişimi, 2019-2030 .....	20
Şekil 8. Referans Senaryoda tahmini elektrik üretimi ve kömür yakıtlı termik santrallerde üretilen elektriğin katılımı (sol) ve yeni kömür yakıtlı termik santraller için yıllık yeni kurulu kapasite (sağ) .....	22
Şekil 9. Yeşil Senaryoda tahmini elektrik üretimi ve rüzgâr ve güneşten üretilen elektriğin katılımı (sol) ve yeni rüzgâr ve güneş enerjisi santralleri için yıllık yeni kurulu kapasite (sağ) .....	23
Şekil 10. Yeşil Senaryoda rüzgâr ve güneş enerjisi santralleri için kurulu MW başına yatırımların dağılımı (sol) ve yılda yapılan toplam yatırım .....	25
Şekil 11. Referans Senaryoda makro-ekonomik gelişim, 2019-2030.....	26
Şekil 12. 2019 yılına göre, 2025’te ve 2030’da sektörlere göre katma değer .....	27
Şekil 13. Referans Senaryoya karşılaştırmalı olarak, Yeşil Senaryoda yıllık katma değer, işgücü, ve SG emisyonları açısından değişiklikler.....	27
Şekil 14. Referans Senaryoya karşılaştırmalı olarak ve yatırımların ve rüzgâr ve güneş enerjisi santrallerinin işletilmesinden kaynaklanan etkiler ile ayrıntılandırılmış şekilde, Yeşil Senaryonun katma değer (sol) ve istihdam (sağ) açısından sonuçları. ....	29
Şekil 15. Yeşil Senaryoda genel sektör gruplarına göre yıllık istihdam kazançları .....	30
Şekil 16. Yeşil Senaryoda genel sektör gruplarına göre yıllık istihdam kayıpları.....	30
Şekil 17. Sektörlere göre, Referans Senaryo ile istihdam açısından farklılıklar. 2025’teki kısa vadeli yatırım etkileri ve 2030’daki uzun vadeli yapısal değişiklik etkileri. ....	31
Şekil 18. Sektörlere göre, Referans Senaryo ile istihdam açısından görece farklılıklar .....	32
Şekil 19. Referans Senaryoya karşılaştırıldığında, işgücü göstergelerinde görece farklılıklar.....	32
Şekil 20. Referans Senaryo ile karşılaştırmalı olarak, Türkiye’nin toplam nüfusu için cinsiyet, kayıtlılık durumu ve beceri düzeyine göre işgücü göstergelerindeki mutlak farklılıklar .....	33
Şekil 21. Referans Senaryo ile karşılaştırmalı olarak, Türkiye’nin toplam nüfusu için işgücü göstergelerindeki mutlak farklılıklar .....	34
Şekil 22. Referans Senaryo ile karşılaştırmalı olarak, geçici koruma altındaki Suriyeli nüfusunda cinsiyet, kayıtlılık durumu ve beceri düzeyine göre işgücü göstergelerindeki mutlak farklılıklar .....	35
Şekil 23. Referans Senaryo ile karşılaştırmalı olarak, geçici koruma altındaki Suriyeli nüfusu için işgücü göstergelerindeki mutlak farklılıklar .....	35
Şekil A1. Arz ve kullanım tablosu temelli modelin şematik temsili.....	40
Şekil A2. 2012 yılı için Türkiye Arz Tablosunun özeti .....	43
Şekil A3. 2012 yılı için Türkiye Arz Tablosunun özeti .....	44

## Tablolar listesi

Tablo 1. Esas elektrik ve gaz sektörü, ve yeni yeşil elektrik sektörleri Rüzgâr ve Güneş için girdilerin dağılımı .....	19
Tablo 2. OECD Ekonomik Görünüm’e göre 2020-2023 için model dışı değişkenlerin değerleri <sup>27</sup> .....	20
Tablo 3. ABD Tarım Bakanlığı uluslararası gıda karşılaştırma programına göre, Türkiye için gelir esneklikleri <sup>30,31</sup> .....	21
Tablo 4. Referans Senaryoda (gri) ve Yeşil Senaryoda (yeşil) her teknolojiye yönelik yatırımların dağılımı.....	24
Tablo 5. Referans Senaryo ile karşılaştırmalı olarak Yeşil Senaryonun sonuçları.....	28
Tablo 6. Referans Senaryoya göre, Yeşil Senaryoda toplam iş kazanç ve kayıpları.....	29
Tablo 7. Her işçi grubu için istihdam kazanç ve kayıpları .....	33
Tablo 8. Her işçi grubu için, geçici koruma altındaki Suriyeli nüfusunda istihdam kazanç ve kayıpları .....	34
Tablo A1. Türkiye için arz ve kullanım tablosunda yer alan sektörler, yeni yeşil elektrik sektörleri en son da mavi renk ile gösterilmiştir .....	46
Tablo A2. Türkiye için arz ve kullanım tablosunda yer alan ürünler; yeni madencilik ürünleri mavi renk ile gösterilmiştir	47
Tablo A3. Türkiye için arz ve kullanım tablosunda nihai talep kategorileri .....	48
Tablo A4. Türkiye için arz ve kullanım tablosunda katma değer kategorileri .....	49
Tablo A5. Esas elektrik ve gaz sektörü, ve rüzgâr ve güneş enerjileri olmak üzere yeni yeşil elektrik sektörlerine yönelik girdilerin ayrıntılı dağılımı.....	49
Tablo A6. YİDM Türkiye’de işgücü eklentilerinde yer alan tüm göstergeler, ve 2019’da istihdamın dağılımı .....	50
Tablo A7. YİDM Türkiye’de Gg CO2e cinsinden SG emisyon göstergeleri, ve emisyon envanter kategorileri ile eşleşmeleri .....	51
Tablo A8. Ulusal envantere raporlanan esas faaliyetten kaynaklanan enerji emisyonlarının YİDM Türkiye’de yer alan sektör sınıflandırmasına göre tahsisi .....	52

**Kısaltmalar listesi**

EN-Full Form	EN abbr.	TR ks.	TR Açık Hali
Carbon dioxide	CO2	CO2	Karbondioksit
Carbon dioxide equivalent	CO2eq	CO2e	Karbondioksit eşdeğeri
Gross Domestic Product	GDP	GSYH	Gayrisafi Yurtiçi Hasıla
Greenhouse Gas	GHG	SG	Sera Gazı
Green Job Assessment Model	GJAM	YİDM	Yeşil İşler Değerlendirme Modeli
International Labour Organization	ILO	ILO	Uluslararası Çalışma Örgütü
International Monetary Fund	IMF	İMF	Uluslararası Para Fonu
Intended Nationally Determined Contribution	INDC	INDC	Niyet Edilen Ulusal Katkı
Input-Output	IO	GÇ	Girdi-Çıktı
Input-Output Table	IOT	GÇT	Girdi-Çıktı Tablosu
Intergovernmental Panel on Climate Change	IPCC	IPCC	Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli
Land Use, Land-Use Change and Forestry	LULUCF	AKAKDO	Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişimi ve Ormancılık
Macro-Econometric Input-Output	MEIO	MEGÇ	Makro Ekonometrik Girdi-Çıktı
Nationally Determined Contributions	NDCs	UKB'ler	Ulusal Katkı Beyanı, Ulusal Olarak Belirlenmiş Katkılar
Organisation for Economic Co-operation and Development	OECD	OECD	Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü
Sustainable Development Goals	SDGs	SKA'lar	Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları
System of National Accounts	SNA	UHS	Ulusal Hesaplar Sistemi
Supply and Use Table	SUT	AKT	Arz ve Kullanım Tablosu
United Nations Framework Convention on Climate Change	UNFCCC	BMİDÇS	Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
Value Added	VA	KD	Katma Değer
Renewable Energy Resource Areas	YEKA	YEKA	Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanları
Renewable Energy Support Mechanism	YEKDEM	YEKDEM	Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizması

## ► Yönetici Özeti

Türk ekonomisi bir yol ayrımındadır. Yeni Ekonomik Program’da belirtildiği gibi uzun vadede daha yüksek gelirli bir ülke haline gelmek, orta vadede ise ekonomik büyümeyi hızlandırmak ve işsizliği azaltmak için çeşitli yapısal güçlüklerin aşılması gerekmektedir.

Temel yapısal güçlüklerin arasında, katma değeri daha yüksek hizmet sektörlerine geçişi engelleyen orta gelir tuzağı belirtileri, cari açığın genişlemesi ve geçtiğimiz on yılda 50 milyar ABD doları - GSYH’nin %5 ila 6’sı - dolaylarında olan negatif ticaret dengesi yer almaktadır. Bunlara ek olarak, Türkiye’nin mevcut ekonomik yapısı ihracatta, katma değeri daha yüksek hizmetlere göre, daha fazla enerji ihtiyacı duyan sektörlerle bel bağlamakta, başta enerji ve fosil yakıtlarda olmak üzere ithalata yüksek bağımlılık sergilemektedir, ki bu durum, ulusal güvenlik ve jeopolitik riskleri artırmaktadır. Ekonominin enerji bağımlılığı, kömürde %60, petrolde %93 ve doğalgazda %99 oranında ithalata bağımlı olan Türkiye’yi daha da kırılğan hale getirmektedir.

Benzer biçimde, temel işgücü piyasa göstergeleri Türkiye’de artan nüfusun kullanılmasında yapısal güçlükler işaret etmektedir. İşgücüne katılım, OECD ülkeleri arasındaki en düşük oran olan %55 civarındadır ve kadınların katılımı oldukça düşüktür. %11 civarındaki işsizlik oranı ise gençler arasında yüksek olmakla birlikte, eksik emek kullanımı da yüksek kayıt dışı istihdam düzeyleri gibi oldukça önemli bir sorundur ve istihdam edilenlerin %40’ından fazlası için endişe kaynağıdır.

Bu yapısal güçlükler bir araya geldiğinde, yalnız turizm sektörünü değil, tarım ve imalat sektörleri ve istihdam da dahil olmak üzere genel olarak ekonomiyi etkileyen, ülke genelinde orman yangınları, taşkınlar, müsilaj gibi maliyeti giderek artan iklim değişikliği felaketleri ve çevresel tehlikeler yaratmaktadır.

Yapısal güçlüklerle mücadele etmeye yönelik politika tercihlerinin arasında, düşük karbonlu ve yeşil ekonomi politikaları, COVID-19’dan toparlanmanın ardından önem kazanmış ve “Daha İyi Yeniden İnşa” adıyla İMF, OECD, G20, AB, ILO ve Birleşmiş Milletler Sistemi tarafından savunulmuştur. Savunucular, düşük karbonlu ve yeşil politikaların daha yüksek büyüme oranları, artan istihdam düzeyleri, daha düşük çevresel riskler ve artırılmış enerji ve ulusal güvenlik ile yeni bir ekonomik kalkınma dönemini hızlandıracağını öne sürmektedir.

Türkiye geçmişte düşük karbonlu ve yeşil politikalar yürütmüş, Paris İklim Değişikliği Anlaşması’nı onaylamış ve bazı düşük karbonlu ve yeşil politikaları ortaya koymuş olsa da kilit sorulardan biri de bu yeşil politikaların hızlandırılması ve artırılmasıyla yukarıda söz edilen yapısal güçlüklerle daha iyi mücadele edilip edilmeyeceği ve Türkiye’nin yüksek gelirli ülke olma vizyonuna katkı sağlayıp sağlayamayacağı yönündedir.

Bu rapor, Türkiye’nin yapısal güçlüklerini düşük karbonlu ve yeşil politikaların hızlı ve kapsamlı biçimde uygulanmasının yaratacağı ekonomik, toplumsal ve çevresel sonuçlar açısından değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Bu doğrultuda ilk olarak Yeşil İşler Değerlendirme Modeli adlı bir makro-ekonomik yapısal simülasyon modeli oluşturulmuştur. İkinci olarak ise yeşil kalkınma senaryosu uygulanmış ve referans (“aynı tas aynı hamam”) kalkınma senaryosu ile karşılaştırılmıştır.

Her iki senaryoda da Türk ekonomisi, OECD tarafından öngörüldüğü şekilde yılda yaklaşık %3 ila 4 oranında büyümektedir. Sektörlerin ihtiyaçlarını karşılayabilmek için, Türkiye’nin enerji ve elektrik talebinin 2025 yılına kadar %20 oranında olmak üzere, 2030 yılına kadar doğrusal trendle hızla artması gerekmektedir. Referans Senaryoda, ekonomik büyüme Türkiye’nin geçmişte izlediği trendi takip etmekte ve geçmişte gözlemlenenlerin dışında herhangi bir yapısal değişiklik olacağı varsayılmamaktadır. Bu senaryo fosil yakıt enerjisi ithalatının artmasını ve elektriğin esas olarak kömürden elde edilmesini içermektedir. Yeşil Senaryoda ise, Türkiye’nin fosil yakıtlara ve yeni kömür yakıtlı termik santrallere yatırım yapmak yerine, gelecekteki tüm enerji ihtiyaçlarını karşılamak üzere, başta rüzgâr ve güneş enerjisi olmak üzere münhasıran yenilenebilir enerjiye yatırım yaparak yeşil bir yapısal dönüşümden geçeceği varsayılmaktadır.

Bu enerji ihtiyaçlarını karşılamak için gereken toplam ek yatırımların her iki senaryoda da aynı olacağı varsayılmıştır. 2022 ve 2029 arasında kömür yakıtlı termik santrallere yapılacak yeni yatırımların maliyetini yansıtmakta ve söz konusu dönem için (yılda 9,3 ve 12,5 milyar ABD doları arasında değişmek üzere) 89,5 milyar ABD dolarına, yani (2019 sabit fiyatlarıyla) 510 milyar TL’ye tekabül etmektedir. Ancak, yeşil teknolojinin maliyeti üretilen GWh elektrik başına kömür yakıtlı termik santrallere yönelik yatırımlardan daha düşük olduğundan, Yeşil Senaryo tüm enerji ihtiyaçlarının karşılanması için daha düşük yatırım gerektirmektedir. Bu ise yeşil politika önlemlerinin daha az maliyetli olduğu ve binalarda şebeke istikrarı ve enerji verimliliği gibi daha ileri düzeyde enerji güvenliği önlemlerine yatırım yapmak için daha fazla para kullanılabileceği anlamına gelmektedir.



Sonuçlar karşılaştırıldığında, 2030 yılına kadar, Yeşil Senaryonun sonuçları ekonomik büyüme, istihdam yaratma, ticaret dengesi, çevresel risklerin ve SG emisyonlarının azaltılması açısından olumludur. Referans Senaryoyla karşılaştırıldığında, Yeşil Senaryo yıllık GSYH'de 10 ila 45 milyar TL ek artış, 2030 yılına kadar 300.000'i aşkın iş artışı ve 60.000 milyon ton CO2 eşdeğeri azaltım ile Referans Senaryoya oranla %8 daha düşük olmasıyla sonuçlanmaktadır.

Yeşil yapısal değişiklikle elde edilecek ekonomik, istihdam ve çevresel kazançlara ek olarak, enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi de elektrik sistemini daha güvenilir kılmakta ve jeopolitik riskler, iklim değişikliği ve iklim politikalarından etkilenmesi muhtemel uluslararası fosil yakıt fiyatları ve kuraklık gibi dış etkenlere karşı daha dayanıklı hale getirmektedir. Yerli enerji üretiminin artırılması, arz güvenliğini daha da güçlendirmekte, yurtdışında hem enerji üreten sektörlerde hem de imalat ve katma değeri yüksek hizmetlerdeki de dahil olmak üzere üretime dönük değer zincirlerinde daha fazla ekonomik faaliyet yaratarak ekonomiyi desteklemekte ve yüksek gelirli ekonominin geliştirilmesine daha fazla katkı sağlamaktadır.

Politikaların tetiklediği yeşil yapısal değişikliğin uzun vadeli olumlu etkileri, üç temel koşul olmak üzere çeşitli ekonomik etkenlerin birleşiminden kaynaklanmaktadır. Bunlardan birincisi, yeni altyapılara yönelik yatırımın enerji ve elektrik sektörlerindeki uzun vadeli yapısal değişiklikleri yönlendirmesi, böylece Türk ekonomisindeki diğer sektörlerden bu yeni yeşil sektörlerin işletilmesi ve bakımına yönelik mal ve hizmet talebini artırmasıdır. İkincisi, rüzgâr ve güneş enerjisi santrallerinin termik santrallere göre daha dağıtık yapıda olması nedeniyle fosil yakıtla üretilen elektriğe göre yenilenebilir elektriğin faaliyete geçirilmesinin daha fazla iş yaratmasıdır. Üçüncüsü ise, mevcut elektrik ve gaz sektörü girdilerinin ağırlıklı olarak fosil yakıt temelli kömür ve doğalgazdan oluşmasıdır. Termik elektrik için girdi olarak kullanılan kömür ve doğalgaz ağırlıklı olarak ithal edilmektedir. Dolayısıyla, daha düşük kömür talebinin neden olacağı ekonomik çıktı ve iş kayıpları ağırlıklı olarak Türkiye dışındaki işçileri etkileyecektir. Aksine, güneş ve rüzgâr enerjisi santrallerinin işletilmesi ve bakımı, Türk sanayisi tarafından üretilen mal ve hizmetlere yönelik talebi artırarak ekonomi üzerinde dolaylı olumlu etkiler yaratmaktadır.

Yeşil Senaryo her ne kadar işler üzerinde pozitif net etki yaratsa da nerede hangi işlerin yaratılacağı ve hangi işlerin kaybedileceğinin tespit edilmesi önemlidir. Nerede yeni işlerin yaratılacağı ve nerede işlerin kaybedileceğinin öngörülmesi, iş yaratma ve insana yakışır işleri artırmanın yararlarını en üst düzeye çıkarmaya yönelik politika ve stratejilerin tasarlanmasına ve etkilenen topluluklara yönelik iş geçişi fırsatları tespit edilerek iş kayıplarının olumsuz etkilerinin hafifletilmesine imkân tanıyacaktır.

Yeşil Senaryodan elde edilecek istihdam kazançları ekonominin geniş alanlarına yayılmıştır. Modelde yer alan 66 alt sektörden yalnızca üçü 2030 yılına kadar net kayıplar yaşayacaktır. Kaybedilen işlerin çoğunluğu, beklendiği üzere, geleneksel (fosil yakıtlı) elektrik sektöründe yer almaktadır. Yeşil yatırım portföyü, her ikisi de yenilenebilir enerji teknolojilerine önemli girdiler sağlayan elektronik ve elektrikli ekipman imalatında uzun vadeli istihdam fırsatları yaratmaktadır. Yüksek ve profesyonel vasıflı çalışanlar yüksek gelirli ekonomiye geçişi destekleyerek Yeşil Senaryoda uzun vadede daha fazla talep görmektedir, ancak eğitim almaları gerekecektir.

Hem kayıtlı hem de kayıt dışı ekonominin yanı sıra tipik olarak erkekler ve kadınların yaptığı işler üzerindeki etkiler olumludur. Bununla birlikte, işgücü piyasasının mevcut yapısı nedeniyle, başta imalat sektöründe olmak üzere, genellikle kayıtlı istihdamdaki orta vasıflı erkekler için daha fazla iş yaratılmaktadır.

Toplumsal ve istihdam açısından etkilere imkân tanımak ve bunları daha da iyileştirebilmek için, yeşil enerji politikalarına eşlik edecek kapsamlı Adil Geçiş politikaları da gerekmektedir. Bunlar özellikle, gereken beceri setlerinin sağlanması için teknik, mesleki ve eğitim sisteminin modernleştirilmesi; sosyal korumanın, yeni işlerin ihtiyaçlarını karşılayacak ve yeni sektörlerle geçişini sağlayacak şekilde genişletilmesi ve özel sektörün büyümesini teşvik etmek için yeşil işletmeleri geliştirmeye yönelik politikaları kapsamaktadır. Finansman açısından ise, daha yoksul olanlara göre karbon emisyonuna daha fazla neden olan daha zengin ve karbon yoğun hanelerin kademeli olarak vergilendirileceği mali açıdan nötr bir reform, Adil Geçiş Fonu'nu finanse edebilir. Bu fon ile, başta kadınlara yönelik beceri eğitimi ve öğretimi, işçiler ve enerji açısından yoksul haneler için geçişe yardımcı olacak sosyal koruma programlarına yatırım yapılabilir ve yeşil işletme geliştirme ve sermaye yatırımları finanse edilebilir.

### Yeşil İşler Değerlendirme Modeli

Yeşil İşler Değerlendirme Modelleri (YİDM’ler), iklim politikalarının işler üzerindeki doğrudan ve dolaylı etkilerini değerlendirmeye yönelik araçlardır. Aynı zamanda hane halkı ve işgücü anketlerinden elde edilen istihdam ve diğer toplumsal veriler ve ulusal envanterlerde yer alan sera gazı emisyon verileriyle birleştirilmiş resmi ulusal hesap istatistiklerini temel alan makro-ekonomik modelleme çerçevesidir. Bu modeller alternatif iklim stratejilerini değerlendirmekte ve politikaların oluşturulması ve Ulusal Katkı Beyanlarının (UKB/NDC) revize edilmesinde rehberlik sağlamaktadır. Şu ana kadar 14 farklı ülke için YİDM’ler geliştirilmiştir.

YİDM’ler ekonomik öngörü modelleri değildir. Bu modeller daha ziyade, ekonominin diğer kısımlarının sabit kalacağı farz edilerek, sektörlere göre emisyonlar ve işgücü taleplerine ilişkin “varsayımsal” senaryoların olası etkileri hakkında bilgi sağlamaya yönelik araçlardır. Sonuçlar Referans Senaryoya göre değerlendirilmelidir; etkilerin yönünü ve olası büyüklüğünü belirten bu sonuçları yorumlarken dikkatli olmak gerekir. Örneğin, gerçek işgücü piyasası sonuçları aynı zamanda, bu raporda dikkate alınmayan dinamik işgücü piyasa uyumlarının yanı sıra başka faktörlere de bağlıdır. Bununla birlikte, bu modeller iklim politikalarının olumlu etkilerini en üst düzeye çıkarmaya ve olumsuz etkilerini en aza indirmeye yönelik önlemler ve politika hedeflerinin nasıl tasarlanacağına ilişkin bulgular sunar. Girdi-çıkı ve arz ve kullanım temelli modellerin üstün özelliği, tüm ekonomiye yönelik önlemlerin değişen üretim teknolojileri, tüketici davranışları veya yatırımları hedefleyen önlemler gibi dolaylı etkilerini değerlendirebilmesidir. Yatırımların, diğer yatırımları dışlamayan ek bir ekonomik faaliyet olarak modellendiğine dikkat edilmelidir.

*"Karar alma süreçlerinde 'senaryo' terimi, sıklıkla, hayal edilen geleceği yansıtacak biçimde kullanılmaktadır. Senaryo kendi içinde tutarlı ve makul olmayı hedeflemekle birlikte, geleceğe yönelik bir tahmin değildir<sup>1</sup>.*

## ► 1. Giriş

### 1.1. Arka Plan

2030 Sürdürülebilir Kalkınma Gündemi<sup>2</sup> ve Paris İklim Değişikliği Anlaşması<sup>3</sup>, dünya genelinde yoksulluğun ortadan kaldırılması ve sürdürülebilir sosyoekonomik kalkınmanın güvence altına alınmasıyla birlikte düşük karbonlu ekonomiye geçişin gerekliliğini vurgulamıştır. Bu geçiş, enerji üretim ve tüketimi, tarım, imalat sektörleri ve madencilik gibi farklı sektörler dönüştürülerek hem küresel hem de ulusal ve yerel ekonomilerde yapısal değişiklikleri gerektirmektedir. Bu yapısal değişiklikler ulusal ve küresel değer zincirleri genelinde doğrudan ve dolaylı etkiler yaratarak başta kömür madenciliği gibi gerileyen sektörler üzerine kurulu işçiler, gelirler ve toplulukları etkilemektedir.

Türkiye, iklim politikalarının uygulanması ve sera gazı (SG) emisyonlarının azaltılmasına yönelik bir adım olarak kısa süre önce Paris Anlaşması’nı imzalamıştır. İklim politikalarına ilişkin çalışmalar kapsamında, 2015 yılında ilk Niyet Edilen Ulusal Katkı beyanını BMİDÇS’ye sunarak SG emisyonlarının Referans Senaryoya göre 2030 yılında %21 oranına kadar azaltılmasını taahhüt etmiştir<sup>4</sup>. Ancak, her ne kadar Ek I ülkesi<sup>1</sup> olarak değerlendirilse de “ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluklar” ilkesi, geçmişte SG emisyonlarına katkısı az bir ülke olarak Türkiye’nin düşük karbonlu sosyoekonomik kalkınmaya öncelik vermesi gerektiği anlamına gelmektedir.

Üst-orta gelirli gelişmekte olan bir ülke olarak Türkiye hızlı bir sanayileşme ve kentleşme sürecinden geçmekte, enerji talebiye önemli ölçüde artmaktadır. Bu nedenle iklim değişikliği etkilerini azaltım çalışmaları enerji üretimi ve tüketiminin karbon emisyonlarından ayrıştırılmasını içermelidir. Buna ek olarak, iklim politikaları, düşük karbonlu topluma adil geçişin başarılması için olumlu sosyoekonomik sonuçlar vermelidir. Yenilenebilir enerji sistemlerine geçiş iş yaratma açısından artırıcı bir faktör olabilir<sup>5</sup>, ancak yararları en üst düzeye çıkaracak ve olumsuz sosyoekonomik etkileri azaltacak politikaların yürürlüğe konulabilmesi için enerji geçiş sürecinde iş ve gelirlerin nerede yaratılacağı veya kaybedileceğinin öngörülmesi hayati önem taşımaktadır. Bu, COVID-19 küresel salgınının son iki yılda ulusal ve uluslararası tedarik zincirlerini aksattığı ve dünya genelinde istihdamı ve gelirleri olumsuz etkilediği güncel bağlamda çok daha önemlidir.

İklim politikalarının ekonomide ve işler üzerinde yaratacağı etkilerin değerlendirilmesi, düşük karbona geçişte fırsatların ve ödünleşimlerin tanımlanmasında son derece önemlidir. Ekonomi aracılığıyla yaratılacak yeşil işlerin öngörülmesi, merkezine insana yakışır işin teşvikini alan politikalar geliştirilmesinde katkı sağlarken, iş kayıplarının öngörülmesi ise olumsuz etkileri en aza indirmeye ve etkilenen toplulukların yeni iş fırsatlarına geçişini sağlamaya yönelik politikaların uygulanması için esastır. Böylece iklim politikaları, *İklim Eylemi* (SKA 13) ve *Erişilebilir ve Temiz Enerji*’den (SKA 7) *Toplumsal Cinsiyet Eşitliği* (SKA 5), *İnsana Yakışır İş ve Ekonomik Büyüme* (SKA 8) ve *Eşitsizliklerin Azaltılması*’na (SKA 10) kadar çeşitli Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları’na (SKA’lar) yönelik yarar sağlayabilir.

Bu rapor aşağıdaki soruları yanıtlamayı amaçlamaktadır:

- Yeşil enerjiye geçişin Türkiye’de ekonomi, işler ve SG emisyonları üzerindeki etkileri nelerdir?
- Türk ekonomisinde vasıflı işlere yönelik taleplerde ne değişiklikler olacaktır?
- Kadınlar, ‘göçmenler’ ve dezavantajlı grupların yaptığı işler üzerindeki etkiler neler olacaktır?

Bu soruları yanıtlamak amacıyla, Türkiye için Yeşil İşler Değerlendirme Modeli (YİDM) geliştirerek elektrik üretiminde kömürün payının azaltılması ve enerji verimliliği ve rüzgâr ve güneşten üretilen elektriğe yönelik yatırımların artırılmasının etkilerini analiz ettik.

Yeşil İşler Değerlendirme Modelleri (YİDM’ler) iklim politikalarının işgücü piyasası üzerindeki çok boyutlu etkilerini değerlendirmeye yönelik bir araç sunmaktadır. Hane halkı ve işgücü anketlerinden elde edilen istihdamla ilgili ve diğer toplumsal veriler ve ulusal envanterlerdeki SG emisyonu verileriyle birlikte, Ulusal Hesaplar Sistemi (UHS), istatistik ve Girdi-Çıktı veya Tedarik ve Kullanım Tablolarını (GÇT’ler, TKT’ler) temel alan makro-ekonomik modelleme çerçevesidir. YİDM’nin amacı; işler, beceriler, cinsiyet ve gelir gibi sosyoekonomik göstergeler üzerindeki etkilerin karşılaştırılabilirliği

<sup>1</sup> Ek I ülkeleri 1992 yılında OECD (Ekonomik İş Birliği ve Kalkınma Örgütü) üyesi olan sanayileşmiş ülkeler ve geçiş ekonomisindeki ülkeleri içermektedir. Ek I ülkeleri BMİDÇS kapsamında emisyonların azaltılması, teknoloji ve finansman transferi ve iklim değişikliğiyle mücadelede öncülük etmek gibi ek yükümlülüklerle tabidir.

için alternatif politika senaryolarını modelleyerek politika oluşturma sürecini değerlendirmek ve rehberlik etmektir. Halihazırda 14 farklı ülke için YİDM geliştirilmiştir.<sup>2</sup>

Model, bir yandan iklim değişikliği etkilerinin azaltılması ve iklim değişikliğine uyum politikaları sonucunda meydana gelen yapısal ekonomik değişikliklerin istihdam açısından sonuçlarının tanımlanmasına imkân sağlarken, ekonomik kalkınmayı mümkün olduğunca basit ve şeffaf biçimde yansıtma felsefesini gütmektedir. Girdi-çıkıtı modeli olduğundan, YİDM, doğrudan etkilerin yanı sıra bunların üretime dönük, yani yapısal değişikliklerden şiddetli biçimde etkilenecek sektörlerin arzını karşılayan sektörlerdeki dolaylı etkilerini de yansıtmaktadır. Bu sonuçlar, Ekim 2021’de Paris Sözleşmesi’nin onaylanmasının ardından iklim ve enerji politikalarının tasarımında bilgi sağlamak için kullanılabilir.

### Yeşil İşler Nedir?

Bu raporda **Yeşil İşler**, yeşil politikalar sayesinde yaratılan işlerdir ve şunları içerir:

- Rüzgâr ve güneş enerjisi gibi yeşil sektörlerde yaratılan doğrudan işler,
- Yeşil politikalar ve yeşil sektörlerin büyümesi sonucunda oluşan mal ve hizmet talepleri nedeniyle ekonominin geri kalanında yaratılan dolaylı işler, ve
- Yeşil politikalar sonucunda oluşan ve hane halkı tüketimini artıran gelir artışı nedeniyle, tüm sektörlerde yaratılan tetiklenmiş işler.

## 1.2. Türkiye’de ekonomi, işgücü ve sera gazı emisyonlarına genel bakış

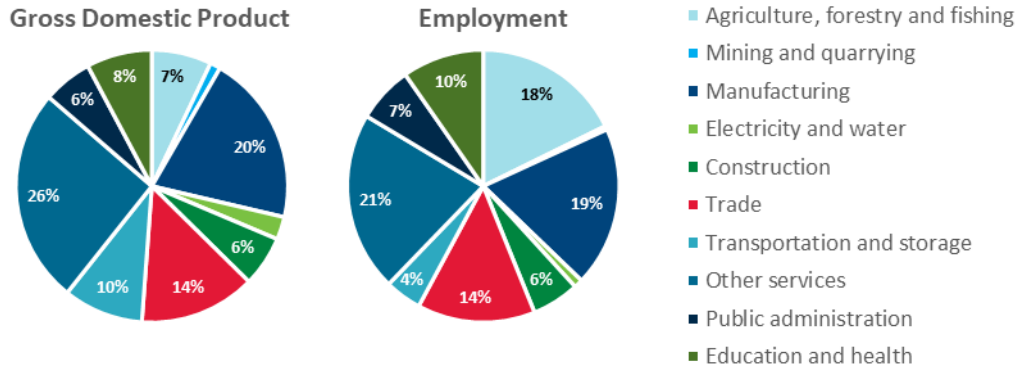
83,6 milyon nüfuslu<sup>6</sup> Türkiye 2020 yılında 8.538 ABD doları<sup>7</sup> kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasılası (GSYH) ile üst-orta gelirli ülke olarak sınıflandırılmıştır. Bu rapor kapsamındaki analizde, Türk ekonomisinin hem ulusal hem de uluslararası piyasa ve işleri aksatan COVID-19 ekonomik krizinden önceki yapısına odaklanarak, referans yılı olarak 2019 yılı kullanılmıştır. Bu bölümde 2019 yılında Türkiye’de ekonomi, işgücü dağılımı ve SG emisyonlarına yönelik genel bakış sunulmuştur.

Türkiye’nin GSYH’sine<sup>3</sup> (Şekil 1, sol) katkı sağlayan en büyük sektörler hizmet, bunun ardından ise imalat, ticaret ve ulaşım ve depolama sektörleriydi. Hizmet sektörü aynı zamanda, her ne kadar kayıt dışılık düzeyi yüksek de olsa istihdamın yarısından fazlasını barındırmaktaydı. İmalat sektörleri 2019 yılında Türkiye’nin GSYH’sinin %20’si ve istihdamın %34’ünü oluşturmaktaydı. Gıda ürünleri, tekstil ve giyim eşyaları hep birlikte imalat sektörlerinin GSYH’sinin %35’ine tekabül ederken, aynı zamanda imalat sektöründeki tüm işçilerin yarısını oluşturmaktaydı. Kimya sektörleri, mineraller ve metallerin rafine edilmesi ve işlenmesi, metal ürünleri dökümhaneleri, makine, ve ulaşım ekipmanı gibi enerji yoğun sektörler ise imalat sektörlerinin GSYH’sinin yaklaşık yarısına tekabül etmekte, söz edilen ürünler ise Türkiye’nin ihracatının yaklaşık üçte ikisini oluşturmaktaydı<sup>8</sup>. Türk ekonomisinde önemli role sahip bir başka sektör olan tarım, her ne kadar katma değerinin %7’sini oluştursa da işgücünün yaklaşık %18’ini istihdam etmekteydi ve toplam SG emisyonlarının %13,4’ünden sorumluydu<sup>4</sup>. Gıda ürünleri (tarım ve gıda işleme sektörleri dahil) Türkiye’nin 2019’daki ihracatının %11,7’sini oluşturmaktaydı.

<sup>2</sup> Yayınların tam listesi için bkz.: <https://www.ilo.org/global/topics/green-jobs/publications/assessments/lang--en/index.htm>

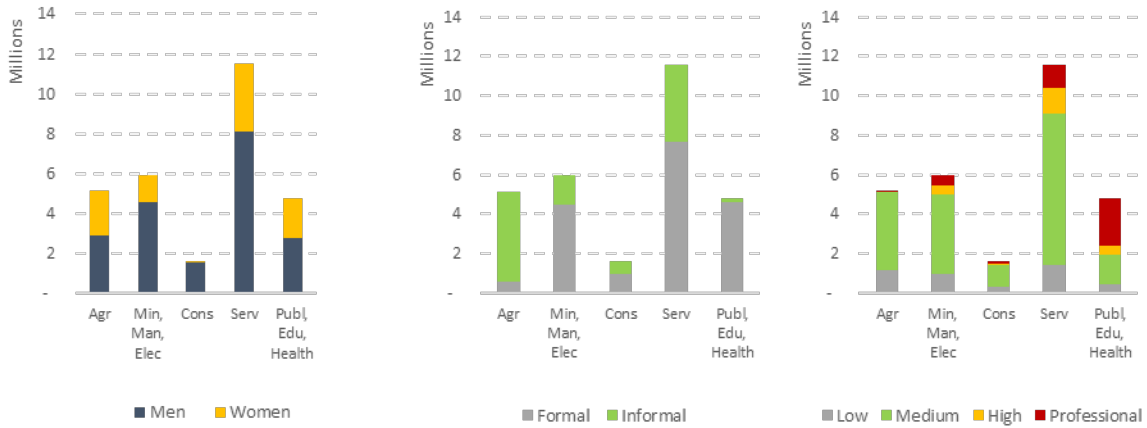
<sup>3</sup> Sübvansiyonlar düşüldükten sonra vergiler hariç, 2020’de Türkiye’nin GSYH’sinin %11,1’ini oluşturmuştur<sup>9</sup>

<sup>4</sup> AKAKDO hariç



**Şekil 1. 2019'da ekonomik faaliyetlere göre, sübvansiyonlar düştükten sonra vergiler hariç<sup>9</sup> gayrisafi yurtiçi hasıla (sol) ve istihdam<sup>10</sup> (sağ)**

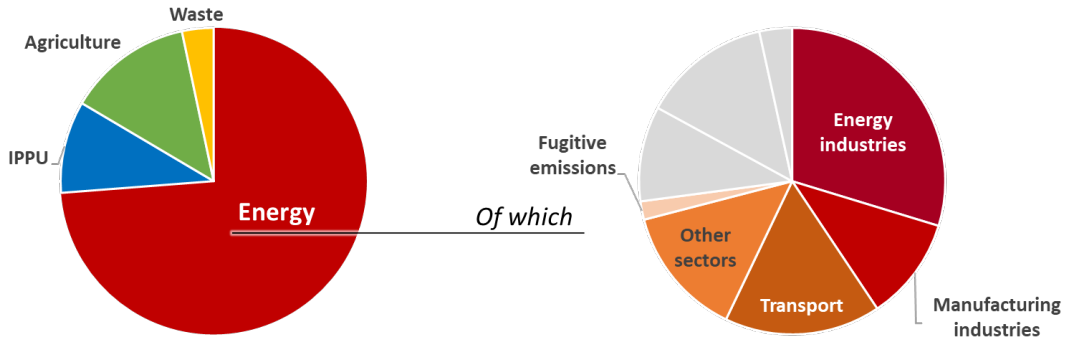
2019'da Türkiye'nin işgücü piyasasında ağırlıklı olarak erkek işçiler bulunmakta, kadınlar ise işçilerin üçte birinden azını oluşturmaktaydı. Cinsiyetler arası bu dengesizlik tarımda ve kadınların işgücünün neredeyse yarısını oluşturduğu kamu yönetimi, eğitim ve sağlık sektörlerinde daha azdı. Diğer taraftan ise, inşaat işlerinin yalnız %4'ü kadınlar tarafından yapılmaktaydı. Türkiye'nin işgücü piyasasında kayıt dışı çalışma oldukça yaygın olup işçilerin yalnız üçte ikisi kayıtlı istihdamdadır. Kayıt dışı istihdam çoğunlukla tarım, gıda ürünlerinin işlenmesi, ticaret, inşaat, konaklama ve gıda hizmetlerinde gerçekleşmektedir.



**Şekil 2. Toplulaştırılmış sektörlerde işgücü piyasası özellikleri, 2019. Her cinsiyet için istihdam dağılımı (sol); kayıtlılık durumuna göre istihdam (orta); ve vasıflı işgücünün dağılımı (sağ).**

Toplulaştırılmış sektörler: Tar = Tarım, ormancılık ve balıkçılık. Mad, İma, Elek = Madencilik ve taş ocaklığı; imalat, elektrik ve su. İnş = İnşaat. Hizm = Hizmetler. Kam, Eğ, Sağ = Kamu yönetimi ve savunma, eğitim, sağlık ve sosyal hizmetler.

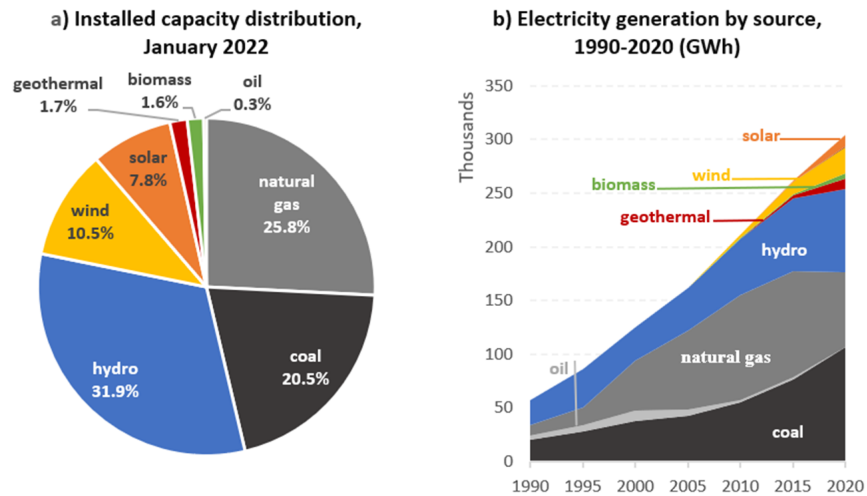
2019'da Türkiye'nin SG emisyonları 506,1 milyon ton CO<sub>2</sub>e değerindeydi. Türkiye'de SG emisyonları ağırlıklı olarak enerji sektöründe yoğunlaşmış (Şekil 3) olup tüm emisyonların neredeyse dörtte üçü fosil yakıtların yakılmasıyla bağlantılıdır; bu durum ise düşük karbonlu ekonomiye geçişte enerji sisteminin karbonsuzlaştırılmasını son derece önemli kılmaktadır.



Şekil 3. 2019 yılında faaliyetlere göre sera gazı emisyonları<sup>5</sup> ve enerjile ilişkili emisyonların ayrıntıları<sup>12</sup>.

### 1.3. Elektrik sektörü

Türkiye'de enerji temini yüksek ölçüde fosil yakıtlara bağımlıdır – toplam enerji tüketiminin %27'si kömür ve linyit, %30'u petrol ürünleri, %30'u doğalgazdan ve yalnız %12'si yenilenebilir ve biyoyakıtlara dayalıdır<sup>13</sup>. Elektrik üretim kaynaklarının yaklaşık yarısı yenilenebilir olmakla birlikte, Türkiye'nin elektrik üretiminde hala doğalgaz ve kömür hakimdir<sup>12</sup>.



Şekil 4. a) Ocak 2022'de elektrik üretimi amaçlı kurulu kapasitenin kaynaklara göre dağılımı<sup>14</sup> (sol); b) 1990 ve 2020 arasında, elektrik üretiminin kaynaklara göre, 5 yıllık aralıklarla ve GWh cinsinden dağılımı<sup>15</sup> (sağ)

Ocak 2022'de, Şekil 4'te gösterildiği gibi, Türkiye'nin elektrik üretimi amaçlı kurulu kapasitesi 99 GW'dir<sup>14</sup>. Mevcut elektrik üretim kapasitesinin yarısından fazlası, Türkiye'de tüm üretim kapasitesinin yaklaşık üçte birine ve Türkiye'de üretilen tüm elektriğin yaklaşık %25'ine tekabül eden<sup>15</sup>, çoğunlukla hidroelektrik olmak üzere yenilenebilir enerjiden gelmektedir. Jeotermal, güneş ve rüzgâr enerjisi başta olmak üzere yenilenebilir enerjinin payı geçtiğimiz on yılda önemli ölçüde artmıştır. 2010'da toplam elektrik üretiminin %0,3'ünü, 2020'de ise %3,3'ünü oluşturan jeotermal enerji 14 kattan fazla artmıştır. Rüzgâr enerjisi üretimi ise 2010'da %1,4'ten 2020'de %8,1'e sıçrayarak 8 kattan fazla artmıştır. 2015'te yalnız %0,1 paya sahip güneş enerjisi 2020'de %3,7'ye yükselmiştir. Kurulu kapasite ve üretilen elektriğin içinde yenilenebilir enerjinin payı istikrarlı büyüme gösterse de elektrik üretimi ve elektrik ithalatında hala ağırlıklı olarak fosil yakıtlar hakimdir.

<sup>5</sup> Arazi kullanımı, arazi kullanım değişimi ve ormancılıktan kaynaklanan emisyonlar ve yutaklar hariç (AKAKDO)

SG emisyonlarının azaltılmasının yanı sıra, yenilenebilir enerji kaynaklarının artırılması adil geçiş katkı sağlayacak başka yararlar da sahiptir. Kaynakların çeşitlendirilmesi elektrik sistemini daha güvenilir kılmakta ve kuraklıklar ve iklim değişikliği ve iklim politikalarından etkilenmesi muhtemel olan fosil yakıt fiyatları gibi dış etkenlere karşı daha dayanıklı hale getirmektedir. Yerli enerji üretiminin artırılması arz güvenliğini artırmakla kalmamakta, aynı zamanda yurtiçinde hem enerji üreten sektörlerde hem de imalat ve katma değeri yüksek hizmetlerdeki de dahil olmak üzere üretime dönük değer zincirlerinde daha fazla ekonomik faaliyet yaratarak ekonomiyi desteklemektedir. Yenilenebilir enerjilerin payının artırılması fosil yakıtların ithalatına bağımlılığını da azaltmaktadır; Türkiye'de tüketilen kömürün %60'ı, petrolün %93'ü, ve doğalgazın %99'u ithal edilmektedir<sup>16</sup>.

Son on yılda Türkiye, BMİDÇS'ye sunduğu INDC<sup>17</sup>, İklim Değişikliği Stratejisi<sup>18</sup>, ve daha yakın tarihte Glasgow'da düzenlenen COP26 sırasında kömüre dayalı elektriği aşamalı olarak kullanımdan kaldırma taahhüdü ve kömür yakıtlı termik santrallere yeni yatırımların yapılmamasına yönelik kararı gibi, özellikle güneş ve rüzgâr olmak üzere yenilenebilir elektrik teknolojilerinin büyümesine yönelik çeşitli politika ve hedefleri uygulamaya koymuştur. Bu büyüme için hükümet desteği son derece önemlidir ve bu noktada iki program öne çıkmaktadır<sup>16</sup>. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizması (YEKDEM) tarife garantili fiyatlar ve Türkiye'de imal edilen bileşenlere yönelik ek destek ile, yenilenebilir enerjiler için istikrarlı bir finansman ortamı sağlamıştır. Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanlarındaki (YEKA) daha büyük yenilenebilir enerji projeleri için açılan kamu ihaleleri ise büyük ölçekli yenilenebilir enerji projelerini daha rekabetçi hale getirmenin yanı sıra teknoloji transferini ve yerli ekipman ve bileşen kullanımını teşvik etmektedir<sup>19</sup>.

Bununla birlikte, yenilenebilir enerjiler yerel kaynaklardan elektrik (ve enerji) üretilmesinde denklemin yalnız tek bir parçasını oluşturmaktadır. Türkiye hükümetinin enerji ithalatını azaltmaya yönelik mevcut stratejilerinin arasında petrol ve gaz üretiminin artırılmasına yönelik destekler (2023'te Karadeniz'de bulunan Sakarya sahası gibi yeni doğalgaz sahalarının keşfedilmesine yönelik planlar dahil<sup>16</sup>) ve sanayide ve enerji üretiminde kullanılmak üzere linyit madenciliğinin artırılması yer almaktadır. Mevcut durumda elektrik üretiminde kullanılan kömürün büyük bölümü ithal edilmektedir. Dolayısıyla elektrik üretiminin - yenilenebilir kaynaklar veya yenilenebilir olmayan yakıtlar gibi - yerli kaynaklarla artırılması, yurtiçindeki sektörler tarafından üretilen ürün ve hizmetlere yönelik talebi artırarak Türk ekonomisini destekleyebilir. Bununla birlikte, elektrik sektörünün karbonsuzlaştırılması, Türkiye'nin, Avrupa Yeşil Mutabakat<sup>22</sup> gibi politikalar kapsamında uygulanan sınırdan karbon vergileri gibi araçlarla karbon ayak izinin azaltımına giderek daha fazla değer veren küresel ekonomiye katılımı için son derece önemlidir<sup>20,21</sup>.

Türkiye'nin yenilenebilir elektrik potansiyeli son derece yüksektir. Mevcut durumda, Türkiye'de yenilenebilir elektriğin büyük bölümü hidroelektrik enerjiden elde edilmektedir. Bununla birlikte, mevcut kurulu hidroelektrik enerji kapasitesi Türkiye'nin teknik potansiyeline yakın olmakla birlikte 2023 sonrasında hidroelektrik enerjinin sınırlı düzeyde büyüyeceği tahmin edilmektedir<sup>16</sup>. Dolayısıyla bu rapor, 2022 ve 2030 yılları arasında Türkiye'nin elektrik talebinde beklenen artışı karşılamak üzere yalnız rüzgâr ve güneşten elektrik üretiminin artırılmasını değerlendirmektedir.

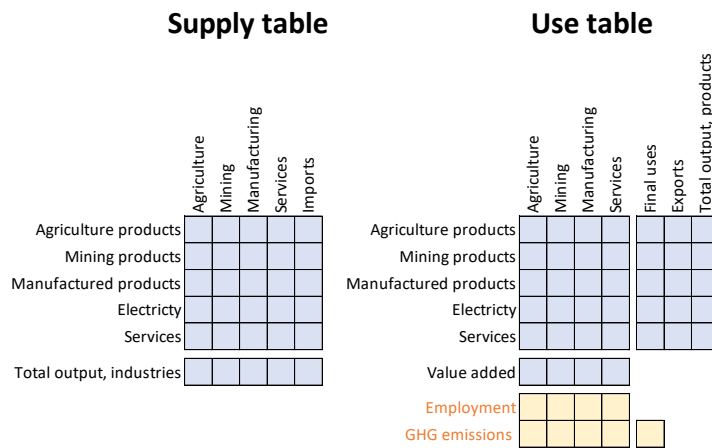
## ► 2. Yöntem ve veriler

### 2.1. Politika analizi için arz ve kullanım tablolarının kullanılması

Politikalar ekonomi genelinde çeşitli etkilere sahiptir. Örneğin kömür yakıtlı termik santraller gibi, bir sektörü etkileyen iklim veya enerji politikası ekonomi genelinde dalga etkisi yaratır. Kömür talebindeki azalma, kömür madenciliği sektöründeki ürünlere ve aynı zamanda kömür madenciliğiyle ilgili makine ve mali hizmetlere yönelik talebi de etkileyecektir. Bunun karşılığında makineye yönelik taleplerdeki azalma metal ve parçalara yönelik talebi, bu da demir cevherine yönelik talebi etkileyecektir. Elektrik üretimi amacıyla kömür yakıtlı termik santrallerin güneş enerjisi santralleriyle ikame edilmesi, fotovoltaik paneller ve elektrik invertörlerine yönelik talebi artıracaktır. Bunlar ise elektronik parçalar, bakır madenciliği ve rafinesi ve bu yeni ürünlere yönelik mal ve hizmet sağlayan diğer sektörler için talebi artıracaktır. Bu politikaların doğrudan etkileri – yani kömür yakıtlı termik santrallerde üretilen elektriğin azaltılması ve güneşten üretilen elektriğin artırılması – dolayısıyla doğrudan etkilenen sektörlerden elde edilen mal ve hizmetlere yönelik talep değişimleri nedeniyle farklı sektörlerde dolaylı ekonomik etkiler yaratacak, aynı zamanda bu sektörlerin tedarikçilerini ve tedarikçilerin tedarikçilerini, vb. etkileyecektir.

Ekonomik faaliyetlerde artış veya azalma işleri de etkileyecektir. Herhangi bir politika ile, ekonomik çıktıları ve dolayısıyla işçi talebini artıracak sektörler olacaktır; ancak bazı sektörlerde ise ekonomik çıktılar azaldığından iş kayıpları yaşanacaktır. Dolayısıyla potansiyel yararları en üst düzeye çıkarmak ve ekonomik, toplumsal ve çevresel açılardan potansiyel olumsuz sonuçları en aza indirmek için politikaların olumlu ve olumsuz etkilerinin değerlendirilmesi gerekir.

YİDM'ler iklim politikaları ve yeşil yapısal değişikliğin yarattığı dalga etkilerini rakamsallaştırmak üzere tasarlanmıştır. Ekonomik verileri işler ve SG emisyonlarıyla ilgili verilerle entegre eden GÇT ve AKT'leri temel alan makro-ekonomik modeller olan YİDM'lerin başlangıç noktası, istatistik büroları tarafından derlenen ekonomik AKT'lerdir. Bu tablolar, sektörler arasında ürün alışverişlerinin, nihai tüketiciler tarafından alımların ve uluslararası ticaret kapsamındaki alım ve satımların miktarını belirleyerek ekonomideki mal ve hizmetlerin toplam tedariki ve toplam kullanımını göstermektedir. Arz tabloları sektörlerin ne ürettiğini ve her ürünün ne kadarının ithal edildiğini açıklar. Aynı zamanda, üretim (temel) fiyatları ve nihai tüketici (alım) fiyatları arasındaki farkı yansıtan, ürünlerin ticaret ve ulaştırma marjlarını ve sübvansiyonlar düşülmüş olarak ürünler üzerindeki vergileri de içerir. Kullanım tabloları ise ülkedeki sektörler tarafından kullanılan tüm ürünlerin yanı sıra nihai tüketiciler tarafından satın alınan ve ihraç edilen ve sektörler için yaratılan brüt katma değeri (KD) tanımlar.



**Şekil 5. Arz tablosu (sol) ve kullanım tablosunun (sağ) basitleştirilmiş ve her sektör için istihdam ve SG emisyonu verileriyle genişletilmiş çizimi.**

AKT'ye dayalı modeller farklı politikaların farklı sektörlerin ekonomik çıktıları üzerindeki doğrudan ve dolaylı etkilerini simüle edebilmektedir. Bununla kalmayarak, arz ve kullanım ve girdi-çıktı tabloları, her sektörün işçileri ve çevre üzerindeki doğrudan etkilerini tanımlayan (eklentiler adı verilen) toplumsal ve çevresel göstergelerle ilişkilendirilebilir. Şekil 5'te



basitleştirilmiş bir arz ve kullanım tablosu çizimi verilmiştir. Burada enflasyonun modellenmediğine dikkat edilmelidir. Modellenen tek fiyat değişiklikleri, sabit fiyat olarak raporlanan, senaryolarda değişen teknoloji üretiminden kaynaklanan değişikliklerdir.

YİDM Türkiye, politikaların aşağıdakiler üzerindeki etkilerini rakamlara dökmektedir:

- **Ekonomi.** Brüt katma değer, sektörler için GSYH’ye karşılık gelmekte ve iklim politikalarının ulusal GSYH artışı ve her sektörün ekonomik faaliyetlerinin artması veya azalması üzerindeki etkileri hakkında içgörüler sağlamaktadır.
- **Sera gazı emisyonları.** Kömür yakıtlı termik santrallerde üretilen elektriğin azaltılması gibi doğrudan değişikliklerin yanında, altyapı yatırımlarından ve diğer sektörlerde ekonomik faaliyetlerin artması veya azalmasından kaynaklanan emisyon artışları da dahil olmak üzere, emisyonlardaki net değişiklikleri değerlendirmektedir.
- **İstihdam.** Model, farklı sektörlerde işçilere yönelik taleplerde potansiyel artış veya azalmalara yönelik içgörüler sağlamaktadır. Her sektördeki işçilerin – cinsiyet, beceri düzeyi ve kayıtlılık durumu açılarından – yapısı hakkında bilgileri dahil ederek becerilere yönelik taleplerin ekonomide nasıl değişeceğini ve bunun dezavantajlı gruplardaki işçileri nasıl etkileyebileceğini ölçmektedir.

YİDM’lerin ekonomik öngörü modelleri olmadığını dikkate almak gerekmektedir. Bu modeller daha ziyade, ekonominin diğer kısımlarının sabit kalacağı farz edilerek, sektörler için emisyonlar ve işgücü taleplerine ilişkin “varsayımsal” senaryoların olası etkileri hakkında bilgi sağlamaya yönelik araçlardır. Sonuçları, tek tek ekonomik faaliyetlerdeki değişikliklerin ekonomik yapıyı nasıl etkilediğini göstermekte ve doğrudan, dolaylı ve tetiklenmiş etkiler üzerinde düşünülmektedir. Modele ilişkin teknik açıklama ekte, Bölüm A.1’de verilmiştir.

### Yeşil İşler Değerlendirme Modelleri nasıl çalışır?

Yeşil İşler Değerlendirme Modelleri tek bir temel soruyu yanıtlamak üzere tasarlanmıştır: **İklim politikaları ve diğer yeşil politikalar işçileri nasıl etkiler?**

Model böyle çalışır:

İlk olarak politika soruları, bu politikaların aşağıdaki gibi değerlerle tanımlandığı senaryolara dönüştürülür:

- Doğrudan etkilenen sektörler hangileridir? Örneğin, kömür yakıtlı termik santrallerde üretilen elektrikten güneş ve rüzgârdan üretilen elektriğe geçilirken bu sektörler elektrik üretim sektörleridir.
- Yeşil sektörler ne kadar hızlı ve kadar fazla büyümektedir? Örneğin yeşil elektriğin payı artırılarak ve kömürün payı azaltılarak, elektrik bileşenleri yıldan yıla nasıl değişim göstermektedir?
- Bu geçiş için ihtiyaç duyulan yatırımlar nelerdir? Yatırımlar mallar, hizmetler, araştırma ve eğitimi, vb. içerir.

Daha sonra bu senaryolar model üzerinden uygulanır:

- Ekonomik büyüme ve nüfus artışına yönelik makro-ekonometrik parametreler kullanılarak, ekonomik büyüme için bir Referans Senaryo oluşturulur
- Arz ve kullanım tablosuna yeni yeşil sektörler eklenir
- Yeşil sektörlerin büyümesine göre ürün tedarik eden yeşil ve geleneksel sektörlerin pazar paylarındaki yıllık değişimler
- Ürünlere, ekonomiye yönelik ek yatırımlar veya geleneksel sektörlerdeki (kömür gibi) ikame eden yatırımlar olarak dağıtılan, yeşil sektörler için yapılan yıllık yatırımlar.

Model son olarak, etkilenen sektörler üzerindeki doğrudan etkileri ve bu değişikliklerin başka sektörlerden mal ve hizmet taleplerini nasıl etkilediğini (ve bu sektörlerden elde edilen çıktılardaki artış veya azalmaların diğer sektörleri vb. nasıl etkilediğini) rakamsallaştırır.

Böylelikle, YİDM’nin sonuçları, ulusal ekonomide yer alan tüm sektörlerin ekonomik çıktılarına ilişkin modellenen politikaların (doğrudan ve dolaylı) tüm etkilerini ve bunların her sektördeki işçileri ve sera gazı emisyonlarını nasıl etkilediğini kapsar.

## 2.2. Yeşil İşler Değerlendirme Modelinde kullanılan veriler

Bu bölümde YİDM'nin geliştirilmesi için gereken veri kaynakları tanımlanmıştır.

Raporda TÜİK'e ait, 64 ürün ve sektör için 2012'deki ekonomiyi tanımlayan **mevcut en yeni AKT** kullanılmış ve 2019 yılına ait AKT, yine TÜİK'ten elde edilen makro-ekonomik veriler temel alınarak güncellenmiştir (sektör ve ürünlere ilişkin ayrıntıların tamamı için ekte yer alan Tablo A1 ve Tablo A2'ye bakınız). Dolayısıyla rapordaki analizde baz yıl olarak 2019 kullanılmış ve tüm ekonomik büyümeler 2019 sabit fiyatlarına göre tahmin edilmiştir. 2019 AKT'sinin tahmininde kullanılan yöntem ve veriler ekte yer alan Bölüm A.2'de ayrıntılarıyla açıklanmıştır.

Kullanılan **işgücü verileri** TÜİK'ten alınan ve ILO tarafından işlenen ve uyumlaştırılan işgücü anketlerinde yer alan mikro verilerden oluşmaktadır. AKT ile aynı sektör sınıflandırması ve yıl için mevcuttur (yeşil elektrik sektörleri hariç), ve modeldeki esas sektörlerle tamamen tahsis edilmiştir. Cinsiyet, beceri düzeyi ve kayıtlılığa göre istihdamı tanımlayan, işgücünün yapısına ilişkin ayrıntılı göstergelerde de mevcuttur. Aynı zamanda ILO'nun, Türkiye'deki Suriyeli nüfusun<sup>6</sup> cinsiyet, beceri düzeyi ve kayıtlılığa göre istihdamına ilişkin tahminlerini de içermektedir. YİDM Türkiye modelinde mevcut olan istihdam göstergelerinin tamamı ekte yer alan Tablo A6'da verilmiştir.

Kullanılan **SG emisyon verileri** 2019 yılına ait resmi Ulusal Sera Gazı Emisyon Envanterini içermektedir. SG envanteri, SG envanterlerine yönelik IPCC rehberinde<sup>23</sup> tanımlanan geniş kapsamlı ve ayrıntılı faaliyetlere göre, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> ve N<sub>2</sub>O<sup>7</sup> hakkında bilgi sağlamaktadır. Bununla birlikte, IPCC'nin sektör sınıflandırması AKT ISIC sınıflandırmasına uymadığından, emisyonların AKT sektörlerine tahsis edilebilmesi için uyum tablosu hazırlanması gerektirmiştir. Enerjiyle ilgili olmayan emisyonlar içinse, emisyonların %99'u AKT'de yer alan belirli bir sektöre tahsis edilebilmiş ve hiçbir varsayımın kullanılması gerekmemiştir. Fosil yakıtların yanmasından kaynaklanan emisyonlar için, envantere yer alan bir faaliyet (örneğin, 1.A.2.C Kimya sanayiinde yakıt yanmasından kaynaklanan emisyonlar) ve AKT'de yer alan iki veya daha fazla sektör (bu durumda, C20 Kimyasallar ve kimyasal ürünler, C21 Temel eczacılık ürünleri ve eczacılığa ilişkin malzemeler) arasında tahsis yapılması gerektiğinde, emisyonlar sektörlerle göre fosil enerji kullanımının kullanım tablosundaki payına göre tahsis edilmiştir. Mevcut SG emisyon göstergeleri ve SG envanterindeki esas faaliyet ile 2019 AKT sektörlerine tahsis arasındaki bağlantı ekte yer alan Tablo A7 ve A8'de verilmiştir.

Yeşil elektriğin büyümesinin yaratacağı etkileri modellemek için **esas elektrik üretim sektörünün** rüzgâr enerjisinden elektrik, güneşten üretilen elektrik ve geri kalan elektrik üretim teknolojileri olarak **bölümlenmesi** gerekmektedir. Bunun için, kullanım tablosunda yeşil elektriğe ilişkin sektörün yapısını tahmin edebilmek amacıyla rüzgâr ve güneşten elektrik üretimine yönelik girdilerin kullanımı<sup>24,25</sup> (yani, inşaat ve yatırımlar sayılmadan, santrallerin işletilmesi) hakkında veriler kullanılmıştır ve arz tablosunda elektrik arzı, 2019'daki toplam elektrik üretiminde rüzgâr ve güneşten üretilen elektriğin payına uymaktadır<sup>26</sup>.

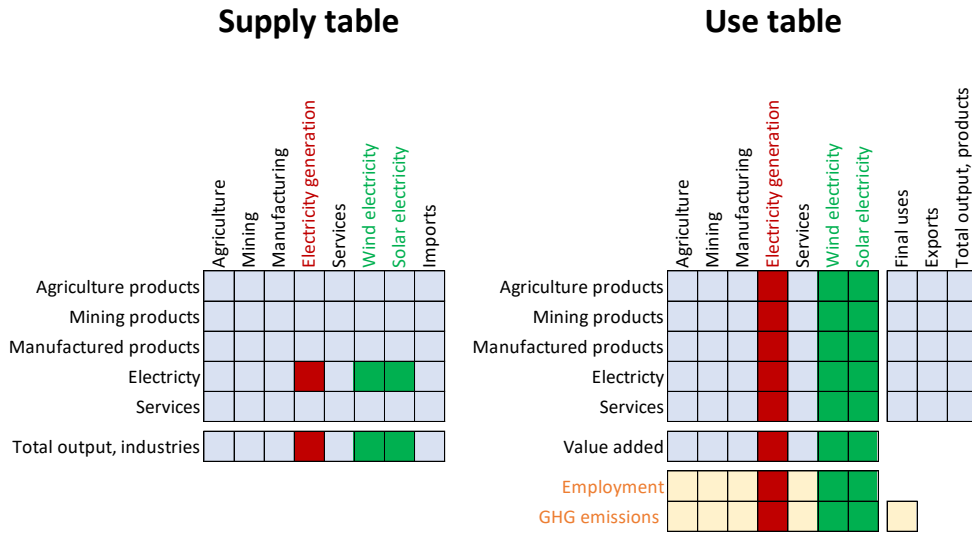
Referans Senaryo için baz yıl olarak alınan 2019 ile 2030 arasındaki yıllık tabloları derlemek amacıyla, Türkiye Ulusal Hesaplar Sistemi'nden<sup>9</sup> elde edilen, Bölüm 3'te tanımlandığı gibi makro-ekonomik büyüme ve nüfus artışına ilişkin öngörülerle tamamlanmış tarihsel zaman serisi kullanılmıştır.

## 2.3. Yeşil sektörlerin arz ve kullanım tablolarında modellenmesi

YİDM, **yeni bir AKT**'yi temel almıştır. YİDM, baz yılı AKT'ye iki boyut eklenerek oluşturulmuştur. İlk olarak **işgücü ve SG verileri** (Şekil 6, turuncu kullanım tablosunda turuncu ile gösterilmiştir) AKT'ye eklenti olarak tahsis edilmiştir. Daha sonra 2019 yılına ait AKT, **yeşil elektrik sektörleri**, yani bu durumda karadaki ve güneş fotovoltaikleri (Şekil 6, AKT'lerde yeşil ile gösterilmiştir) eklenerek ve bunları esas elektrik üretim sektöründen ayırarak (Şekil 6, AKT'lerde kırmızı ile gösterilmiştir) genişletilmiştir.

<sup>6</sup> "Türkiye'de geçici koruma altındaki Suriyeli nüfus" terimi, Türk vatandaşlığı edinen Suriyelileri, oturma iznine sahip Suriyelileri ve Türkiye'de ikamet eden geçici koruma altındaki Suriyelileri kapsayacak şekilde kullanılmıştır.

<sup>7</sup> HFC'ler, PFC'ler ve SF<sub>6</sub>, ağırlıklı olarak soğutmada ozon tabakasını incelten maddeleri ikame etmek üzere kullanılan ürünlerden oluşan, Türkiye'nin SG Envanterinde endüstriyel işlem ve ürün kullanımından kaynaklanan emisyonlar için mevcuttur. Ancak bu çalışmada, AKT'de yer alan sektörlerle tahsis etmeye yetecek bilgi bulunmaması nedeniyle bu emisyonlar kullanılmamıştır. Bu emisyonlar, Türkiye'de 2019 yılındaki SG emisyonlarının %1,2'sini temsil etmektedir.



Şekil 6. YİDM için baz yıl tablosunun basitleştirilmiş çizimi.

NOT: Arz tablosu (sol) ve kullanım tablosundan (sağ) oluşmaktadır; her sektör için istihdam ve SG emisyon verileriyle ve esas elektrik üretim sektörü (kırmızı hücreler) ve yeni rüzgâr ve güneş enerjili fotovoltaik elektrik sektörleri (yeşil hücreler) arasında arz ve ürün kullanımı ve eklentilerin ayrılmasına göre kapsamı genişletilmiştir. Mavi hücreler 2019 AKT'lerine yönelik esas değerleri içerir.

Yeşil elektrik sektörleri, elektrik üretiminde ve güneşten üretilen elektriğin payı ile karadaki rüzgâr santralleri ve güneş enerjisi santrallerinin işletilmesi için ihtiyaç duyulan mal ve hizmetlerin dağılımıyla birleştirilerek bölümlenmiştir. Elektrik sektörü çıktıları ise toplam elektrik üretiminde ve güneş enerjisinin payına göre ayrılmıştır. 2019 yılında elektrik sektöründen elde edilen çıktıların %7'si rüzgâr, %3'ü ise güneş enerjisine tahsis edilmiştir<sup>26</sup>.

Rüzgâr/güneş temelli olmayan elektrik üretmek için gereken mal ve hizmet girdileri AKT'den alınmış, rüzgâr ve güneş teknolojilerine yönelik gereksinimler ise "Düşük karbonlu üretim teknolojilerinin maliyetleri"<sup>24,25</sup> raporuna dayalı olup Tablo 1'de gösterilmiştir. Tabloda yalnız teknolojilerden en az biri için girdilerin %5'ten yüksek olduğu ürünleri göstermektedir; geri kalanlar ise "Diğer ürünler" olarak gruplandırılmıştır.

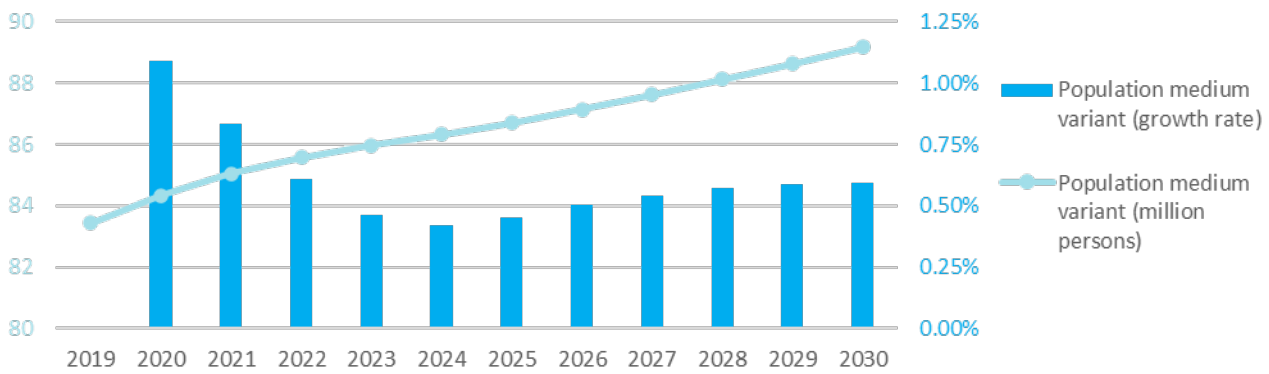
Tablo 1. Esas elektrik ve gaz sektörü ve yeni yeşil elektrik sektörleri Rüzgâr ve Güneş için girdilerin dağılımı

Ürünler	Elektrik ve gaz	Rüzgâr enerjisi	Güneş enerjisi
Enerji ürünlerinin madencilik	%21	%0	%0
Kimyasallar ve kimyasal ürünler	%0	%2,9	%7,9
Makinalar ve ekipman hariç, üretilmiş metal ürünler	%0	%11	%8,2
Bilgisayar, elektronik ve optik ürünler	%0,2	%3,1	%12
Elektrikli ekipman	%0,2	%11	%14
Makineler ve ekipman (b.y.s)	%0	%7,2	%0,2
Diğer taşıma ekipmanı	%0	%8,4	%0
Elektrik, gaz, buhar ve havalandırma sistemi	%48	%0,5	%0,4
İnşaatlar ve inşaat işleri	%0,2	%1,4	%7,5
Finansal ve sigorta; Gayrimenkul; Mesleki, bilimsel ve teknik faaliyetler; İdari ve destek hizmet faaliyetleri	%2,8	%16,0	%7,3
Diğer ürünler	%2,2	%8,4	%8,3
Katma değer	%25	%30	%34
<b>Toplam çıktı</b>	<b>%100</b>	<b>%100</b>	<b>%100</b>

NOT: Daha koyu maviler girdilerin payının daha yüksek olduğunu göstermektedir.

### ► 3. Senaryolar ve varsayımlar

Bu bölümde her senaryonun temelini oluşturan varsayımlar daha ayrıntılı biçimde açıklanmıştır. Modelde baz yıl olarak, Bölüm 2.2'de açıklanan tarihsel verilerin kullanıldığı 2019 yılı kullanılmıştır. Model, 2020 ila 2030 dönemine yönelik öngörüler için başlangıç yılı olarak 2019'u kullanmıştır. 2020 ila 2023 yılları içinse, 2019'dan sonra yeni ekonomik kalkınmaya yönelik modelin kalibre edilmesi için ek olarak OECD Ekonomik Görünümü'nden<sup>27</sup> elde edilen veriler kullanılmıştır. Ayrıca, yıllık %3,4 oranında ekonomik büyümenin öngörüldüğü OECD Uzun Vadeli Değerlendirme<sup>28</sup> belgesinden 2020 ila 2030 yılları için nüfus artışına (UNDESA Dünya Nüfus Tahminleri<sup>29</sup>, orta doğurganlık beklentisi, bkz. Şekil 7) ve küresel ekonomik kalkınmaya ilişkin model dışı (dış kaynaklı) bilgiler kullanılmıştır.



Şekil 7. Türkiye'de nüfus gelişimi, 2019-2030

### 3.1. Referans Senaryo: Ekonomik büyüme ve yeni kömür yakıtlı termik santrallerden sağlanan ek elektrik

Bu Referans Senaryo, Yeşil Senaryoda gerçekleşen kalkınmanın karşılaştırılabileceği başlangıç durumu işlevi görecektür ekonomik kalkınmayı göstermeyi amaçlamaktadır. Bu senaryoda ekonominin (aşağıdaki paragraflarda belirtildiği gibi) ekonominin büyüdüğü, ancak yapısının değişmediği varsayılmıştır. Yani sektörler aynı üretim teknolojileriyle üretmeye devam etmekte ve ürünlerin ithalat payları sabit kalmaktadır.

Tablo 2'de gösterildiği gibi, Referans Senaryoda model *envanterler*, *ihracat*, *devlet harcamaları* ve *gayrisafi sabit sermaye oluşumundaki* talep tarafı değişkenlerde gerçekleşen değişikliklere ilişkin olarak, OECD Ekonomik Görünüm'den<sup>27</sup> elde edilen 2022 yılına kadarki makro-ekonomik trendleri izleyecek biçimde kalibre edilmiştir.

Tablo 2. OECD Ekonomik Görünümüne göre 2020-2023 için model dışı değişkenlerin değerleri<sup>27</sup>

Seçili değişkenler: Mevcut büyüme oranları (% 2009)		2020	2021	2022	2023
Envanter değişimi, reel GSYH'de değişikliklere katkılar	CIESR	%0,05	%-0,04	%-0,01	%0,00
Mal ve hizmet ihracatı, hacim (ulusal hesaplar temelinde) <sup>1)</sup>	EXPR	%-14,80	%16,92	%6,98	%6,10
Devletin nihai tüketim harcamaları, hacim	GOVR	%2,09	%2,78	%2,50	%1,69
Gayrisafi sabit sermaye oluşumu	GFCFR	%7,25	%8,95	%5,11	%6,75
Gayrisafi yurtiçi hasıla, hacim, büyüme		%1,79	%9,04	%3,29	%3,92

<sup>1)</sup> Modelin istikrarlı olmasını sağlamak için ihracat büyüme oranının 2020'de bu tablodaki değerlerin %30'una, 2021'de ise %50'sine düşürülmesi gerekmektedir. İthalat, model içi değişkendir ve buna uygun olarak daha az değiştirilmiştir, bu nedenle net ihracat değerleri hemen hemen aynıdır.

2022 yılından sonra:

- Devlet harcamaları (model dışı değişken olarak) nüfus artış oranıyla birlikte artmaktadır
- Gayrisafi sabit sermaye oluşumu (mevcut yıl için model dışı değişken olarak) önceki yılın GSYH artış oranıyla birlikte artmaktadır ve yeni kömür yakıtlı termik santrallere yönelik yatırımlar model dışı değişken olarak verilmiştir (daha fazla bilgi için aşağıya bakınız)
- İhracat (model dışı değişken olarak) küresel GSYH artış oranıyla birlikte artmaktadır
- Envanter değişimi (model dışı değişken olarak) yılda %1 azalmaktadır.

Her iki dönem (2023’e kadarki ve 2023’ten sonraki dönemler) için de bu değişkenlerin toplam içindeki ürün payları sabittir.

Tıpkı GSYH (tüm sektörlerin katma değerlerinin toplamı) gibi hane halkı tüketimi de model içi değişkendir. Hane halkı tüketim modeli, dokuz tüketim kategorisi için (bkz. Tablo 3) ABD Tarım Bakanlığı’nın uluslararası gıda karşılaştırma programından<sup>30,31</sup> elde edilen gelir esnekliklerini kullanmaktadır. Tüketim modeli için hane halkı gelirindeki değişiklik GSYH’deki değişiklik üzerinden tahmin edilmiştir.

**Tablo 3. ABD Tarım Bakanlığı uluslararası gıda karşılaştırma programına göre, Türkiye için gelir esneklikleri<sup>30,31</sup>**

144 ülke için genel tüketim kategorilerine yönelik gelir esneklikleri, 2005								
Yiyecek- içecek ve tütün	Giyim ve ayakkabı	Konut	Ev dekorasyon	Tıbbi ve sağlık	Ulaştırma ve iletişim	Dinlenme	Eğitim	Diğer
0,691	0,966	1,067	1,05	1,333	1,16	1,447	0,922	1,337

Ekonomik yapı (2019 arz tablosundan hesaplanan pazar payı matrisi  $D$  ile tanımlanmıştır) ve teknoloji katsayısı matrisi  $B$  (2019 kullanım tablosundan hesaplanmıştır) 2020-2030 yılları için sabit tutulmuştur. Bu, ekonominin teknolojik değişiklik veya herhangi bir ölçek ekonomisi veya fiyat etkisi olmaksızın durağan Leontief üretim fonksiyonuna sahip olduğunun varsayılmasını gerektirmektedir. Ürün başına ithalat payları sabittir. Birincil girdilerin (katma değerli bileşenlerin) yapısında teknolojik değişiklik veya değişiklikler olmadığından, fiyatlar da sabittir.

Sektöre göre üretim  $g$ , sektör-mal olmak üzere mal talebi eksenli AKT modeli<sup>32</sup>  $g = D(I - BD)^{-1}y$  kullanılarak hesaplanmıştır. Talep eksenli bu modelde bu, örneğin elektrik üretiminin parasal açıdan elektrik talebiyle birlikte artmasıyla sonuçlanmaktadır.

Teknoloji katsayısı  $B$  matrisi sabit olduğundan, toplam sektör çıktısında katma değer payı da sabittir. Sektör başına katma değer ise, çıktı paylarındaki katma değer sektör başına çıktı ile çarpılmasıyla model içinde belirlenir. Daha sonra ise tüm sektörlerin katma değerinin toplamına eşit olan toplam GSYH, hane halkı tüketim harcamalarının gelişiminin belirlenmesinde kullanılır. Hem katma değer toplamı/GSYH hem de hane halkı tüketim harcamaları model içi değişkenler olduğundan, öngörülen değere tam olarak eşit değildir; büyüme oranı OECD Ekonomik Görünüm’e göre 2021’de biraz daha düşük (%9,0’a karşılık %8,0), 2022’de ise daha yüksektir (%3,3 yerine %5,6) (modeldeki projeksiyonlar için Şekil 11’in sağ alt paneline, OECD Ekonomik Görünüm projeksiyonları için Tablo 2’nin son satırına bakınız). Bu farklılıklar, modelin istikrarlı olmasını sağlamak için ihracat büyüme oranına yönelik değişikliklerden kaynaklanmaktadır; bunun için Tablo 2’nin altındaki nota bakınız.

Bu Referans Senaryoda işgücü verimliliğinin (her birim sektör çıktısı için istihdam edilen kişi) sabit olduğu varsayılmıştır. İstihdam gereklerini tahmin edebilmek için, her birim sektör çıktısına tekabül eden (sabit) sayı sektöre göre parasal açıdan öngörülen çıktı ile çarpılmıştır. SG emisyonları için de aynı yöntem kullanılmıştır. Modelin (diğer makro-ekonomik modellere benzer biçimde<sup>33</sup>) arazi kullanımı, arazi kullanım değişimi ve ormancılık (AKAKDO) emisyonlarını içermediğine dikkat edilmelidir.

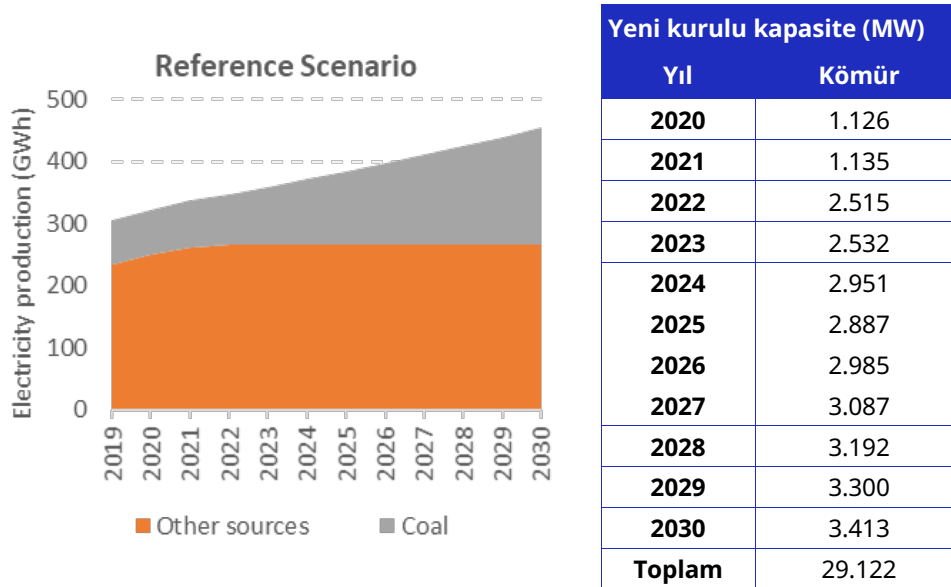
### Referans Senaryoda kömür yakıtlı termik santrallere yatırımlar

Türkiye’nin elektrik talebi hızla artmaktadır; öngörülere göre, 2025 yılında 2020’ye göre %20 artacaktır<sup>26</sup>. 2030’a kadar gereken kurulu kapasiteye ilişkin öngörülede bulunabilmek için, elektrik talebi benzer bir artış olacağı varsayılarak 2030’a göre doğrusal dışsal kestirim (ekstrapolasyon) ile tahmin edilmiştir. Referans Senaryoda, bu artışın yalnız yeni kömür yakıtlı

termik santrallerden, Yeşil Senaryoda ise yeni ve güneş enerjisi santrallerinden karşılanacağı varsayılmıştır. Bu da diğer tüm elektrik kaynaklarından (bkz. Şekil 4) üretilen toplam (GWh cinsinden) elektriğin sabit kalacağı, ancak toplam elektrik üretiminde (Referans Senaryoda) kömürün ve (Yeşil Senaryoda) rüzgâr ve güneş enerjisinin paylarının artacağı anlamına gelmektedir. Şekil 8'de (sol) 2030'a kadar elektrik talebinde tahmin edilen artış ve toplam elektrik üretimine kömürün katılımı ve bu yeni enerji talebini karşılayabilmek için gereken, MW cinsinden yeni kurulu kapasite (Şekil 8, sağ) gösterilmiştir. Yeni kömür yakıtlı termik santrallerin, Türkiye'de mevcut termik santraller ile aynı, %42'lik ortalama kapasite faktörüyle çalıştırılacağı tahmin edilmektedir<sup>26</sup>.

Bununla birlikte, elektrik talebi model içi değişkendir. Elektrik üretim teknolojilerine yönelik yatırımlar faaliyete geçiş ve elektrik üretimine kadar planlama, ruhsatlandırma, proje geliştirme ve inşaat için zaman gerektirdiğinden, bu raporda modellenen yatırımlar modelden elde edilen yıllık elektrik talebine bağımlı değildir. Ekonomik büyümeye karşı doğrusal tahmin edilen GWh cinsinden elektrik talebine ilişkin varsayımlar nedeniyle, 2026 yılından sonra, (GWh cinsinden) elektrik üretiminde gerçekleşen dışsal büyüme elektrik sektöründe (TL cinsinden) parasal açıdan çıktı artışından daha büyüktür.

Yeni santrallere yönelik yatırımlar aşağıdaki gibi dağıtılmıştır. Yeni kömür yakıtlı termik santrallere yönelik yatırımlar, tamamen santrallerin faaliyete girmesinden bir yıl öncesine tahsis edilmiştir. 2023'ten itibaren ek kapasite elde edilmesi için yatırımlar 2022'de başlamaktadır. 2019 yılı için 5,7 TL/ABD Doları<sup>35</sup> ortalama kuru üzerinden, Kurulu kapasite için 3.676 ABD Doları/kW yatırım maliyeti olmak üzere, karbon yakalamasız ve depolamasız<sup>34</sup> yeni ultra-süper kritik kömür yakıtlı termik santraller için ortalama maliyetler varsayılmıştır. Modele yönelik toplam ek yatırımlar Referans Senaryo ve Yeşil Senaryoda aynıdır ve 2022 ile 2029 arasında kömür yakıtlı termik santrallere yönelik yeni yatırımların maliyetini ifade etmektedir. Bu yatırımlar her dönem için 89,5 milyar ABD dolarına (yılda 9,3 ila 12,5 milyar ABD doları, bkz. Şekil 10), (2019 sabit fiyatlarıyla) veya 510 milyar TL'ye tekabül etmektedir.



Şekil 8. Referans Senaryoda tahmini elektrik üretimi ve kömür yakıtlı termik santrallerde üretilen elektriğin katılımı (sol) ve yeni kömür yakıtlı termik santraller için yıllık yeni kurulu kapasite (sağ)

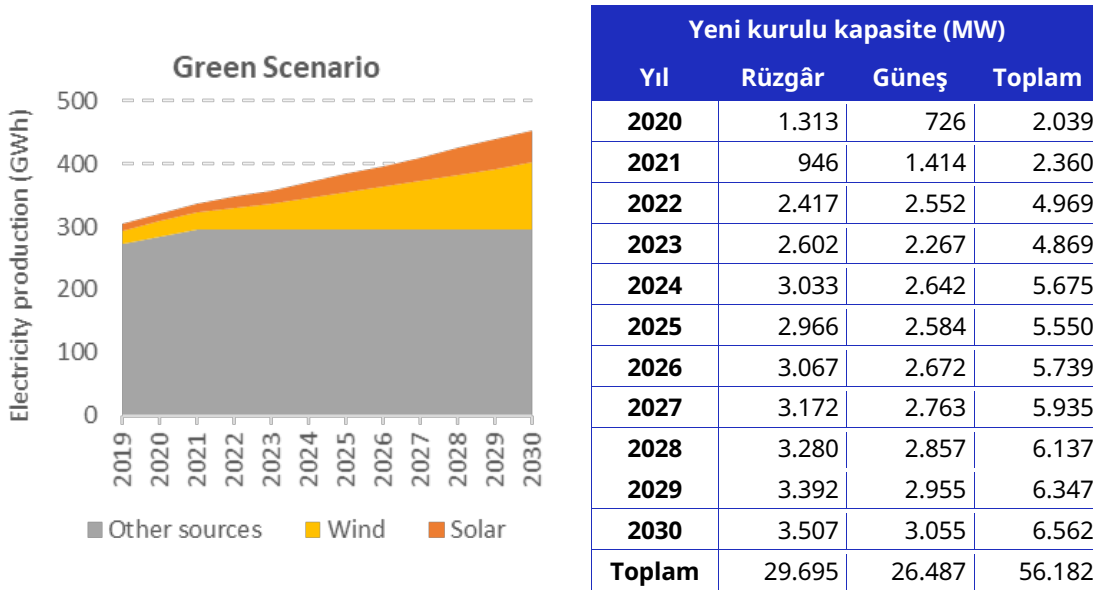
### 3.2. Yeşil Senaryo: Rüzgâr ve güneşten elektrik üretiminin artırılması, enerji verimliliği ve elektrik şebekelerine yatırım yapılması

Yeşil Senaryoda Referans Senaryodakilerle aynı girdiler kullanılmış, ancak elektrik sektöründe aşağıdaki özel değişiklikler uygulanmıştır:

- Elektrik üreten sektörlerin pazar paylarındaki değişiklikler

- Yeni ve güneş enerjisi santrallerine yönelik yatırımlar. Bu yatırımlar Referans Senaryodaki kömür yakıtlı termik santrallere yatırımların yerini almış, ancak diğer sektörlerdeki mevcut yatırımları ikame etmemiştir.
- Kömür yakıtlı termik santrallerin inşası, üretilen GWh başına ve güneş enerjisi santrallerine göre daha pahalıdır. Dolayısıyla, Referans Senaryoda kömür yakıtlı termik santrallere yatırımlarla karşılaştırıldığında, rüzgâr ve güneş enerjisine yatırım yapıldıktan sonra geriye başka amaçlarla kullanılmak üzere para kalmaktadır. Elektrik sistemine ilişkin olarak Yeşil Senaryo kapsamında, kullanılabilir bu ilave yatırımın hane halklarının enerji verimliliğinin artırılması ve elektrik şebekesinin daha fazla kesikli ve dağıtılmış yenilenebilir elektriği içine alacak şekilde modernleştirilmesi için kullanılacağı varsayılmıştır.

Yeşil Senaryoda, elektrik talebi artışının yalnız yeni rüzgâr ve güneş enerjisi santrallerinden karşılanacağı varsayılmıştır. Bu da Şekil 9'da gösterildiği gibi, diğer tüm elektrik kaynaklarından üretilen toplam (GWh cinsinden) elektriğin sabit kalacağı, ancak toplam elektrik üretiminde rüzgâr ve güneş enerjisinin payının artacağı anlamına gelmektedir. GWh cinsinden toplam elektrik üretimi Referans Senaryodakiyle aynıdır. Yeni elektrik üretiminin rüzgâr ve güneş enerjisi santralleri arasındaki dağılımı, %67 rüzgâr ve %33 güneş olmak üzere bu iki teknoloji için 2022'de yapılan tahminlerin oranını izlemektedir. 2019 ila 2030 arasında rüzgâr ve güneş enerjisinden üretilen elektriğe yönelik kapasite faktörünün, rüzgâr için %32,8 ve güneş için %18,2 olmak üzere, 2019 yılındakiyle aynı olacağı varsayılmıştır<sup>26</sup>. 2030 yılına kadar, toplam elektrik bileşenlerinde rüzgâr ve güneş enerjisinin payı %10'dan %35'e yükselmektedir; bu artış kesikli elektrik üretimi nedeniyle teknik engel teşkil etmeyecektir. Şekil 9'da (sağ panel) 2020 ile 2030 arasında rüzgâr ve güneş enerjisi santralleri için tahmin edilen yeni toplam kurulu kapasite gösterilmektedir.



**Şekil 9. Yeşil Senaryoda tahmini elektrik üretimi ve rüzgâr ve güneşten üretilen elektriğin katılımı (sol) ve yeni rüzgâr ve güneş enerjisi santralleri için yıllık yeni kurulu kapasite (sağ)**

Bölüm 3.1'de açıklandığı gibi, elektrik üretimindeki artış model içi değişken değildir. Modellenen bu enerji çıktısı Şekil 9'da (sol) gösterilen toplam elektrik üretimindeki paylarına göre – rüzgâr, güneş ve geri kalan elektrik sektörleri gibi – elektrik üreten sektörlerle dağıtılmıştır. Pazar paylarındaki değişiklikler yalnız 2022'den 2030'a kadar uygulanmıştır.

Yeni santrallere yönelik yatırımlar aşağıdaki gibi dağıtılmıştır. Yeni rüzgâr enerjisi santrallerine yönelik yatırımlar, kurulu kapasite faaliyete geçirilmeden iki yıl öncesine eşit olarak dağıtılmış, yeni güneş enerjisi santrallerine yönelik yatırımların tamamıysa bir önceki yıla tahsis edilmiştir. Referans Senaryoda olduğu gibi 2019 yılı için 5,7 TL/ABD Doları<sup>35</sup> ortalama kuru üzerinden, rüzgâr için 1.355 ABD Doları/kW ve güneş için 883 ABD Doları/kW yatırım maliyeti olmak üzere, yeni rüzgâr ve güneş teknolojileri<sup>36</sup> için küresel ortalama maliyetler varsayılmıştır.

Referans ve Yeşil Senaryolarda toplam yatırımların dağılımı Tablo 4 ve Şekil 10'da gösterilmiştir. Tablo 4, senaryolarda yatırımların farklı teknolojiler arasında nasıl dağıtıldığını (Referans Senaryoda kömür yakıtlı termik santrallerde üretilen elektriğe yönelik toplam yatırımlar, Yeşil Senaryoda ise her yeşil teknolojiye yönelik yatırımların üçte biri) ve her teknolojiye

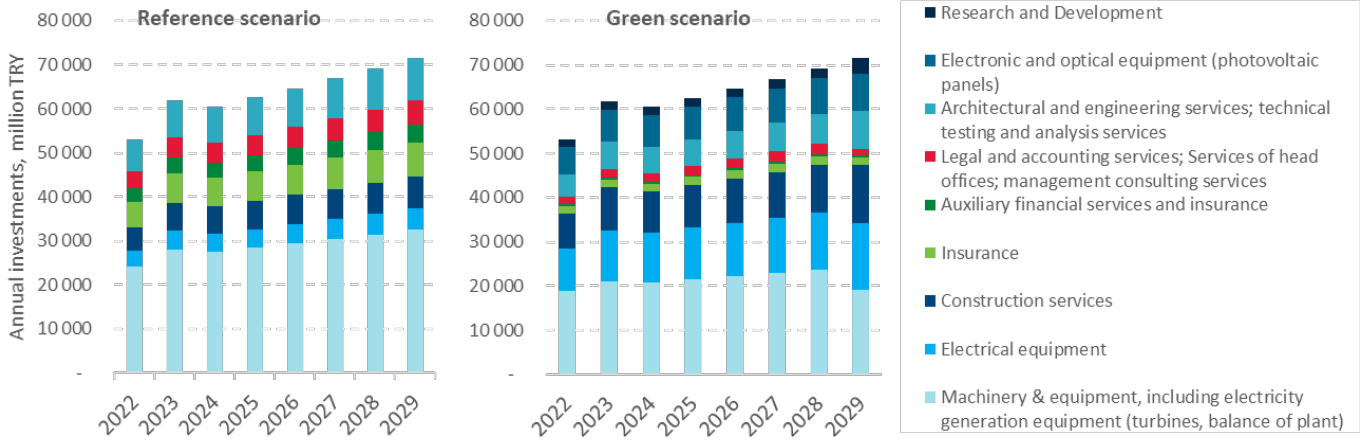
yönelik yatırımların Türkiye için AKT’de yer alan ürünlerdeki dağılımını göstermektedir<sup>34</sup>. Elektrik üretimi ekipmanının yerli içeriğinin, %55 yerli içerik olmak üzere YEKA tekliflerine katılıma yönelik mevzuata uygun olduğu varsayılmıştır<sup>37</sup>. Yerli içeriğe yönelik talep, başta makine ve ekipman sektörleri olmak üzere Türk sanayiinin desteklenmesinde temel bir politika teşvikidir. İmalat sektörüne sağlanan bu ilave yararlar bu senaryoda açık bir şekilde modellenmemiştir. Yani rüzgâr türbini veya güneş paneli imalat sektörlerinin büyümesi modellenmemiş, ancak elektrik üretim ekipmanı ve elektronik ve optik ekipman üreten sektörlerin artan talepleri nedeniyle bunların etkileri dolaylı olarak modellenmiştir.

Yeni rüzgâr ve güneş enerjisi santrallerinin inşa edilmesi için gereken yatırımların miktarı – hem kurulu kapasite hem de üretilen elektrik açısından – kömür yakıtlı termik santrallerin inşası için gereken sermaye yatırımlarından daha düşüktür<sup>34,36</sup>. Dolayısıyla, aynı elektriğin yeşil teknolojiler ile üretilmesi için, enerjinin yeni kömür yakıtlı termik santrallerden temin edilmesine göre daha az yatırım gerekmektedir. Referans Senaryoda kömür ve Yeşil Senaryoda yeşil elektrik için gereken yatırımlardaki farkın, başka yeşil teknolojilere yatırımda kullanılabileceği değerlendirilmiştir. Bu nedenle, bu ilave sermaye hanelerde enerji verimliliğinin artırılmasına ve elektrik şebekesinin modernleştirilmesine yönelik çeşitli yatırımlara dağıtılmıştır. Bu yatırımların makine ve ekipman, elektrikli ekipman, inşaat hizmetleri, mühendislik ve teknik hizmetler ve araştırma ve geliştirme arasında dağıtılacağı varsayılmıştır. Burada muhafazakâr bir yaklaşım kullanılmış ve enerji verimliliğinin diğer mal ve hizmetlere harcanan, artan hane halkı gelirleri gibi çıktıları modellenmemiştir. Bu senaryoda hane halkları daha iyi ısıtma ve soğutma ve beyaz eşyaların kullanımının artması gibi parasal olmayan, daha iyi yaşam koşullarından yararlanacaktır<sup>38</sup>.

**Tablo 4. Referans Senaryoda (gri) ve Yeşil Senaryoda (yeşil) her teknolojiye yönelik yatırımların dağılımı**

Ürünler	Kömür	Rüzgâr	Güneş Fotovoltaik	Enerji verimliliği ve elektrik şebekesi
Elektrik üretim ekipmanı (türbinler, santral dengesi) dahil olmak üzere, makine ve ekipman	%45	%61	%18	%20
Elektrikli ekipman	%7	%7	%30	%20
İnşaat hizmetleri	%10	%13	%4	%30
Sigorta faaliyetleri	%11	%4	%5	%0
Yardımcı finansal hizmet ve sigorta faaliyetleri	%6	%0	%2	%0
Hukuk ve muhasebe hizmetleri; İdari merkez hizmetleri; İdari danışmanlık hizmetleri	%8	%7	%3	%0
Mimarlık ve mühendislik hizmetleri; teknik test ve analiz hizmetleri	%14	%8	%1	%20
Elektronik ve optik ekipman (fotovoltaik paneller)	%0	%0	%37	%0
Araştırma ve Geliştirme	%0	%0	%0	%10
<b>Toplam yatırım (milyar TL)</b>	<b>510</b>	<b>171</b>	<b>163</b>	<b>176</b>





**Şekil 10. Yeşil Senaryoda rüzgâr ve güneş enerjisi santralleri için kurulu MW başına yatırımların dağılımı (sol) ve yılda yapılan toplam yatırım**

[Ç.N. Şeklin orijinal İngilizce adı da değiştirilerek şöyle olmalı: Rüzgâr ve güneş enerjisi santralleri için kurulu MW başına yatırımların dağılımı: Referans Senaryo (sol) ve Yeşil Senaryo (sağ)]

Her iki senaryoda da yatırımlar 2022 yılından önce gerçekleştirilmemektedir. 2030'da yapılan yatırımlar senaryonun zaman çerçevesinden sonra, 2031-2032 yıllarında hayata geçirileceğinden, 2030'daki yatırımlar modellenmemiştir. Bu, sonuçlar yorumlanırken iki şeyin dikkate alınması gerektiği anlamına gelmektedir:

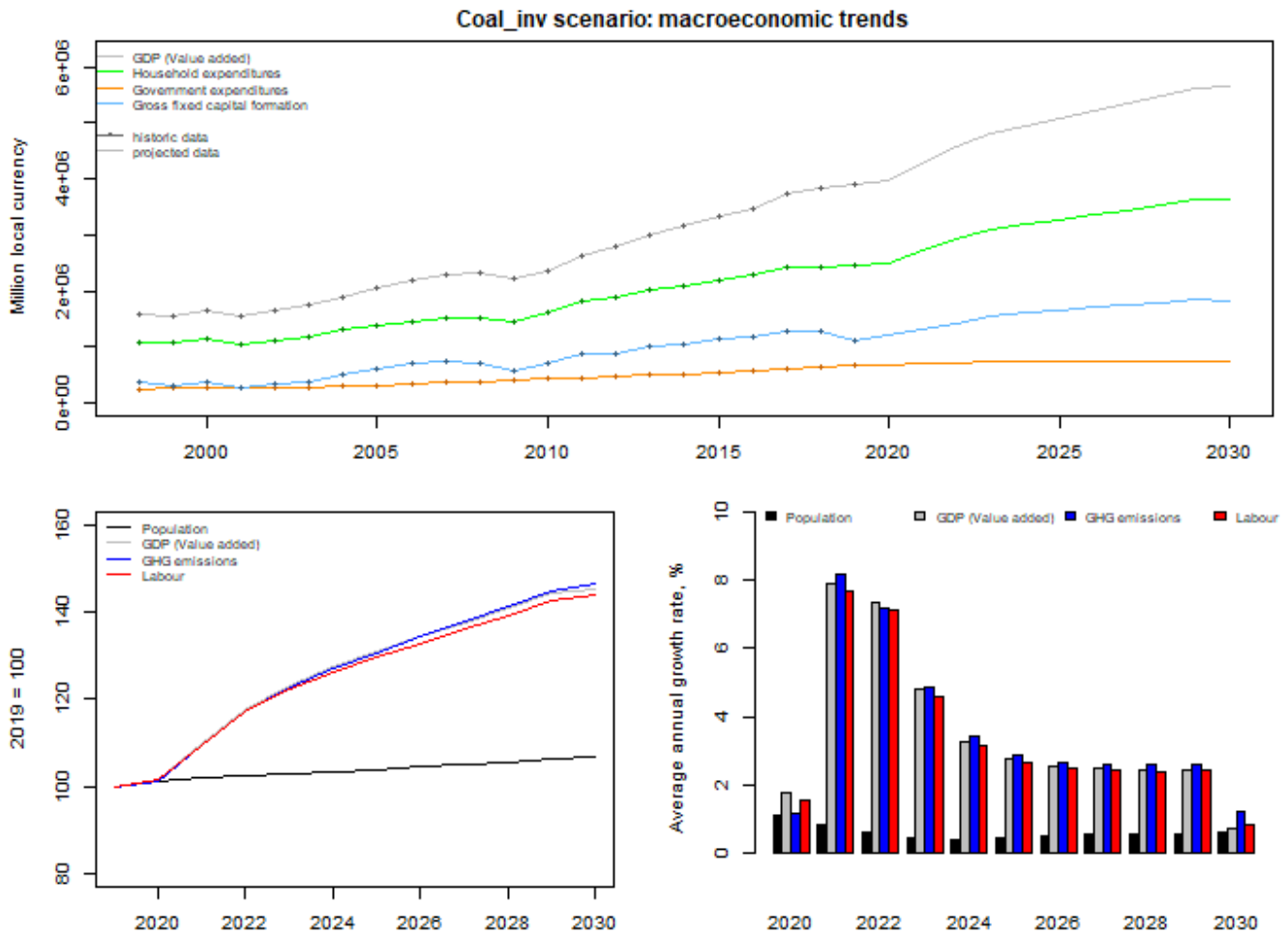
- 2029 yılına göre 2030'da katma değerdeki düşüş, yatırımların 2029'da durdurulmasından kaynaklanmaktadır. Elbette, elektrik kapasitesini daha da artırabilmek için yatırımlara devam edilmesi gerekmektedir. Bununla birlikte, analiz amaçları doğrultusunda, 2030 yılı için raporda gösterilen sonuçlar ekonomideki uzun vadeli yapısal değişikliğin etkilerini belirtmekte, 2029 yılı da dahil olmak üzere 2029'a kadar için sonuçlar ise hem kısa vadeli yatırımların etkisini hem de yenilenebilir enerji üretimine yönelik yapısal değişikliğin etkisini göstermektedir.
- 2030'daki etkiler, ekonomideki doğrudan ve dolaylı yapısal değişikliklerden kaynaklanan ekonomik ve işgücü değişikliklerini yansıtmaktadır. Bunlar yeşil yatırımlar nedeniyle ekonomideki büyüme, rüzgâr ve güneş enerjisi sektörlerinin büyümesinden ve yeşil elektrik sektörlerinin mal ve hizmet taleplerin (ve fosil yakıt ithalatına yönelik talebin azalması) yarattığı dolaylı etkilerden kaynaklanmaktadır. Bu dolaylı etkiler sürekli yatırım akışına bağımlı olmayan uzun vadeli etkiler olarak değerlendirilmektedir.

Hem "Referans Senaryo" hem de "Yeşil Senaryo"nun muhafazakâr olarak değerlendirilebileceğini belirtmek gerekir. Bunun amacı, bir yanda kömüre ve diğer yanda rüzgâr ve güneş enerjisine yönelik yatırımların doğrudan ve dolaylı etkilerini karşılaştırabilmektir. Referans Senaryo, yenilenebilir enerji kaynaklarına kısmen odaklanan mevcut enerji yatırımlarına göre kömür yakıtlı termik santrallere daha fazla yatırım içermektedir. Diğer yandan, kömür yakıtlı termik santrallerde üretilen elektrikte net-sıfır hedefine geçiş ile tutarlı bir mutlak azalma öngörmediğinden, Yeşil Senaryo da muhafazakâr olarak değerlendirilebilir.

## ► 4. Yeşil İşlerin Değerlendirilmesi

### 4.1. Referans Senaryo

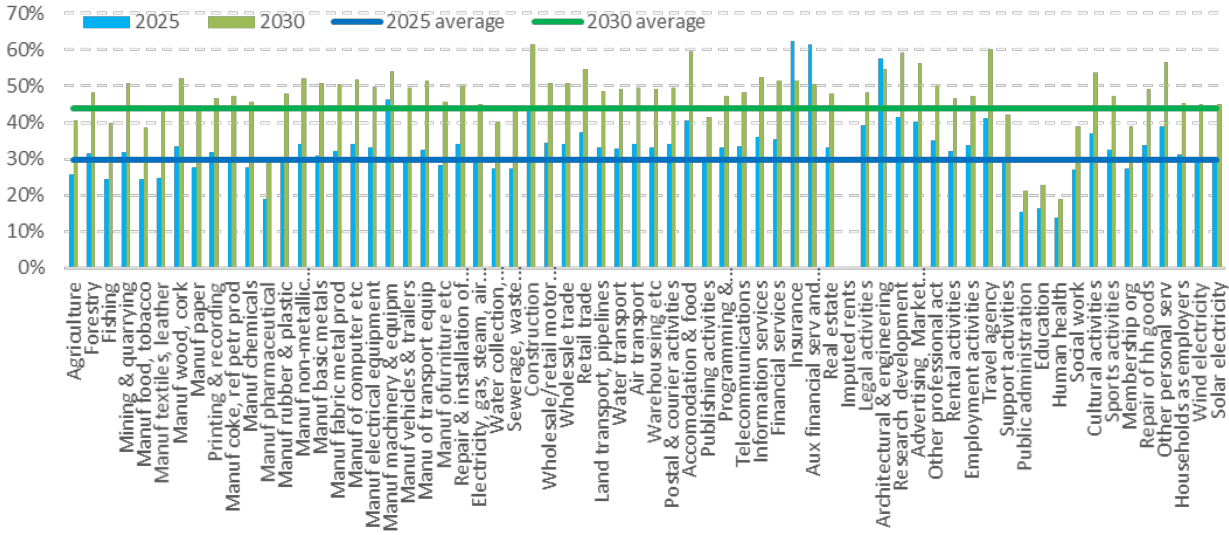
Burada, Referans Senaryodaki kalkınma kısaca özetlenmiştir. Bu, sonraki bölümde Yeşil Senaryodaki kalkınmayı karşılaştırdığımız senaryodur. Makro-ekonomik trendler Şekil 11'de gösterilmiştir. Bölüm 3.1'de açıklandığı gibi, model 2020-2022 için OECD Ekonomik Görünümü'ne<sup>27</sup> göre kalibre edilmiştir. Türk ekonomisi 2021 ve 2022 yıllarında önemli ölçüde büyümekte, bundan sonrasında ise büyüme oranı yaklaşık %3 düşmektedir. Yeni kömür yakıtlı termik santrallere yönelik yatırımların modellenmesine son verildiğinden, 2030'daki büyüme oranı diğer yıllara göre yapay olarak daha düşüktür. Bunun amacıysa, yatırımların kısa vadeli etkileri olmaksızın uzun vadeli yapısal değişikliğin etkilerini göstermektir. Bu Referans Senaryoda, ekonomide yer alan farklı sektörlerin büyüme oranlarındaki farklılıklar gelir artışı nedeniyle hane halkı tüketim yapısındaki değişikliklerden ve yeni kömür yakıtlı termik santrallere yönelik yatırımlardan kaynaklanmaktadır. (Sol alt panelde mavi çizgi ile belirtilen) SG emisyonları GSYH'den (gri çizgi), GSYH ise buna karşılık istihdamdan (kırmızı çizgi) biraz daha hızlı artmaktadır. Bu, aksi (karbon yoğunluğunun düşük ancak emek yoğunluğunun yüksek olduğu) duruma göre SG emisyon yoğunluğunun yüksek ve emek yoğunluğunun düşük olduğu ara ve nihai mal ve hizmetlere yönelik talebin daha yüksek olmasıyla açıklanabilir.



Şekil 11. Referans Senaryoda makro-ekonomik gelişim, 2019-2030

2019 yılıyla karşılaştırmalı olarak 2025 ve 2030 yılları için sektörlere göre katma değer Şekil 12'de gösterilmiştir. Temel ekonomik büyüme senaryosunda, tüm Türk ekonomisi için toplam KD (reel, sabit fiyatlar), ortalama olarak, 2019 yılına göre, 2025 yılında %30 ve 2030 yılında %44 daha yüksektir. Genel olarak tarım ve tekstil, kamu yönetimi, eğitim, sağlık ve

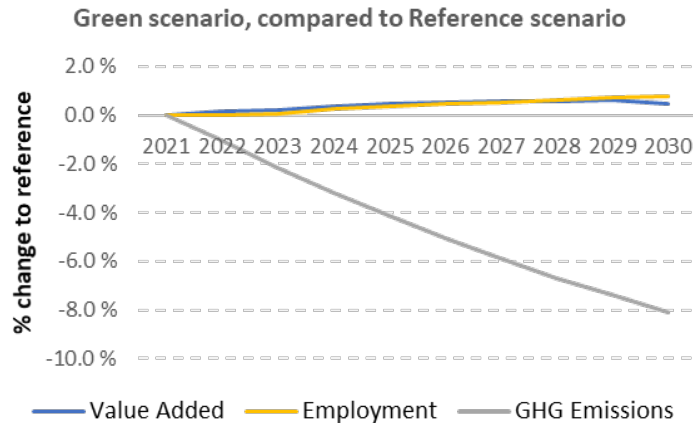
sosyal hizmetler gibi katma değeri düşük imalat sektörlerinin ekonomi ortalamasından daha yavaş büyüyeceği tahmin edilmektedir.



Şekil 12. 2019 yılına göre, 2025'te ve 2030'da sektörlere göre katma değer

## 4.2. Yeşil Senaryo

Hatırlayacağınız üzere, Yeşil Senaryoda Türkiye'nin yeni kömür yakıtlı termik santrallere yatırım yapmak yerine rüzgâr ve güneş enerjisine yatırım yapacağı varsayılmıştır. Buna ek olarak, bunlar (tahmini) üretilen her GWh başına kömür yakıtlı termik santrallerden daha düşük yatırım gerektireceğinden, binalarda enerji verimliliğine yatırım yapmak için kullanılabilecek para mevcuttur. Yeşil Senaryoda ekonomik kazançlar, istihdam ve SG emisyonlarının azaltılması açısından sonuçlar olumludur (Tablo 5) Yeşil yatırımlar ve yeşil elektrik sektörlerinin büyümesinden elde edilecek ekonomik ve istihdam açısından kazançlar, kömür yakıtlı termik santrallere yatırımlarından elde edilecek kazançlara göre ağır basmakta, yıllık SG emisyonları ise önemli ölçüde azalmaktadır.



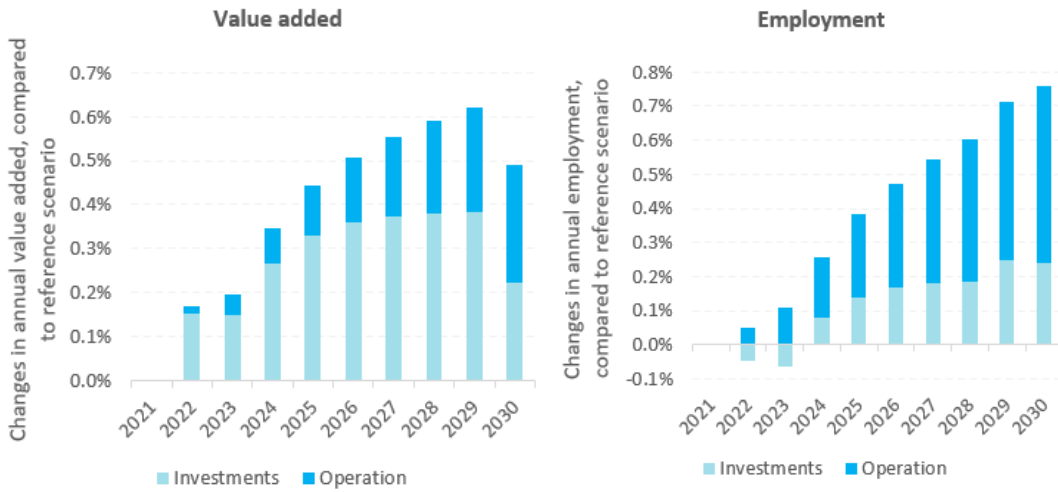
Şekil 13. Referans Senaryoyla karşılaştırmalı olarak, Yeşil Senaryoda yıllık katma değer, işgücü ve SG emisyonları açısından değişiklikler

Diğer şekil, yıllık katma değer, istihdam ve SG emisyonu açısından Referans Senaryo ve Yeşil Senaryo arasındaki değişiklikleri özetlemektedir. Yani, **‘Yeşil Senaryonun sonuçları Referans Senaryonun sonuçlarına göre nasıl farklılık göstermektedir?’** sorusunu yanıtlamaktadır. Bölüm 2’de söz edildiği gibi, YİDM’nin ekonominin geri kalanında neler olacağını değil, yalnız karşılaştırmalı olarak “varsayımsal” durumda neler olacağını yani kömür yakıtlı termik santrallerde üretilen elektriğe yönelik aynı yatırımlara karşılık yenilenebilir elektrik ve enerji verimliliğine yönelik yatırımların etkilerinin ne olacağını öngörmeye çalışması nedeniyle, Yeşil Senaryonun sonuçları daima Referans Senaryo ile karşılaştırılmalıdır. Tablo 5’te gösterilen sonuçlar yeni altyapılara yönelik **yatırımların**, elektrik sektöründe ve bu yeni santrallerin işletilmesi ve bakımının yapılmasına yönelik diğer sektörlerden talep edilen mal ve hizmetlerdeki **uzun vadeli yapısal değişikliklerin** etkilerinin birleşiminden kaynaklanmaktadır. Referans Senaryo ile karşılaştırıldığında, Yeşil Senaryo Türkiye’nin yıllık GSYH’sinde 10 ila 45 milyar TL arası ek artış, 2030 yılına kadar 300.000’i aşkın iş artışı ve 60.000 milyon ton CO<sub>2</sub>e azalışıyla Referans Senaryoya göre %8 daha düşük olmasıyla sonuçlanmaktadır.

**Tablo 5. Referans Senaryo ile karşılaştırmalı olarak Yeşil Senaryonun sonuçları**

	Katma değer		İstihdam		SG emisyonları	
	Milyon TL	% Fark	İşler	% Fark	Ton CO <sub>2</sub> e	% Fark
<b>2022</b>	10.135	%0,2	-179	%0,0	-6.277	%-1,1
<b>2023</b>	12.192	%0,2	15.934	%0,0	-13.405	%-2,2
<b>2024</b>	22.251	%0,3	91.579	%0,3	-20.323	%-3,2
<b>2025</b>	29.244	%0,4	139.465	%0,4	-27.085	%-4,1
<b>2026</b>	34.227	%0,5	176.129	%0,5	-33.887	%-5,0
<b>2027</b>	38.286	%0,6	207.515	%0,5	-40.654	%-5,9
<b>2028</b>	41.925	%0,6	236.389	%0,6	-47.372	%-6,7
<b>2029</b>	45.154	%0,6	286.836	%0,7	-53.614	%-7,4
<b>2030</b>	36.451	%0,5	311.262	%0,8	-60.364	%-8,1

Hem Referans Senaryoda hem de Yeşil Enerjili Senaryoda – yılda 9 ila 12 milyar ABD doları tutarındaki – toplam yatırımlar aynıdır ancak farklı dağıtılmıştır. Yeşil Senaryodaki toplam yatırımların ortalama üçte biri yeni rüzgâr enerjisi inşaatına, üçte biri yeni güneş enerjisi inşaatına, üçte biriyse enerji verimliliğinin artırılması ve elektrik altyapısının modernleştirilmesine yönelik önlemlere tahsis edilmiştir. Bu yatırımların Yeşil Senaryodaki dağılımı, Şekil 14’te sütunların açık renkli kısmında da gösterildiği gibi, kömür yakıtlı termik santrallere yapılacak aynı miktardaki yatırımlara göre hem istihdam hem de katma değer açısından daha iyi sonuçlar yaratmaktadır. Bu yatırımların katma değer açısından ekonomik faaliyetler üzerindeki etkileri (Şekil 14, sol) yatırım süreci boyunca artmaktadır. 2030 yılında yeni santrallere yönelik yatırım bulunmamaktadır. Bununla birlikte, ekonomi Referans Senaryoya göre daha ileri düzeyde bir büyüme yoluna girmiştir. Yani Yeşil Senaryoda yatırımların Türk ekonomisi üzerindeki uzun vadeli etkileri, aynı miktarın kömür yakıtlı termik santrallere harcanacağı bir senaryodaki yatırımlara göre daha yüksektir. Yatırımların istihdam üzerindeki etkileri (Şekil 14, sağ), kömür yakıtlı termik santrallere yönelik yatırımların etkisinin Yeşil Senaryodakilere göre daha yüksek olduğu ilk iki yıl kısmen negatiftir. Ancak ilk iki yıldan sonra yatırımların istihdam üzerinde yarattığı net etki pozitif hale gelmekte ve 2030 yılında Türk ekonomisinde yer alan toplam iş sayısı, kömür yakıtlı termik santrallere yatırım yapılan senaryoya göre yaklaşık %0,25 daha fazladır.



**Şekil 14. Referans Senaryoya karşılaştırmalı olarak ve yatırımların ve rüzgâr ve güneş enerjisi santrallerinin işletilmesinden kaynaklanan etkiler ile ayrıntılandırılmış şekilde, Yeşil Senaryonun katma değer (sol) ve istihdam (sağ) açısından sonuçları.**

Yeşil Senaryodaki farklı yatırım türlerinin ilk iki yılda Referans Senaryoya göre daha düşük istihdam oranları ile sonuçlanmaktadır. Ancak bu olumsuz etki, rüzgâr ve güneş enerjisi santrallerinin kullanımının artması ve kömür yakıtlı termik santrallerin kullanımının azalması nedeniyle ekonomide gerçekleşecek yapısal değişikliğin istihdam üzerindeki olumlu etkileriyle fazlasıyla telafi edilmektedir. Yapısal değişikliklerin elektrik üretimiyle ilgili olumlu etkileri ve ekonomide ortaya çıkan, yeni santrallerin işletilmesi ve bakımına yönelik dolaylı etkiler iki nedenden dolayı uzun vadede artış göstermektedir. Bunlardan ilki, kısmen rüzgâr ve güneş enerjisi santrallerinin termik santrallere göre daha dağıtık yapıda olması nedeniyle, yenilenebilir elektriği işletmenin fosil yakıttan üretilen elektriğe göre daha fazla sayıda iş yaratmasıdır. İkincisiyse, mevcut elektrik ve gaz sektörünün girdilerinin ağırlıklı olarak enerji ürünleri (kömür ve doğalgaz) ve elektrikten oluşmasıdır (bkz. Bölüm 2.3 Tablo 1). Termik santrallerin girdisi olan kömür ve doğalgaz çoğunlukla ithal edilmektedir. Dolayısıyla kömüre yönelik talebin azalması nedeniyle ekonomik çıktı ve iş kayıpları ağırlıklı olarak Türkiye dışındaki işçileri etkilemektedir. Bunun aksine, güneş ve rüzgâr enerji santrallerinin işletilmesi ve bakımı Türk sanayii tarafından üretilen mal ve hizmetlere yönelik talebi artırarak ekonomi üzerinde olumlu dolaylı etkilere yol açmaktadır.

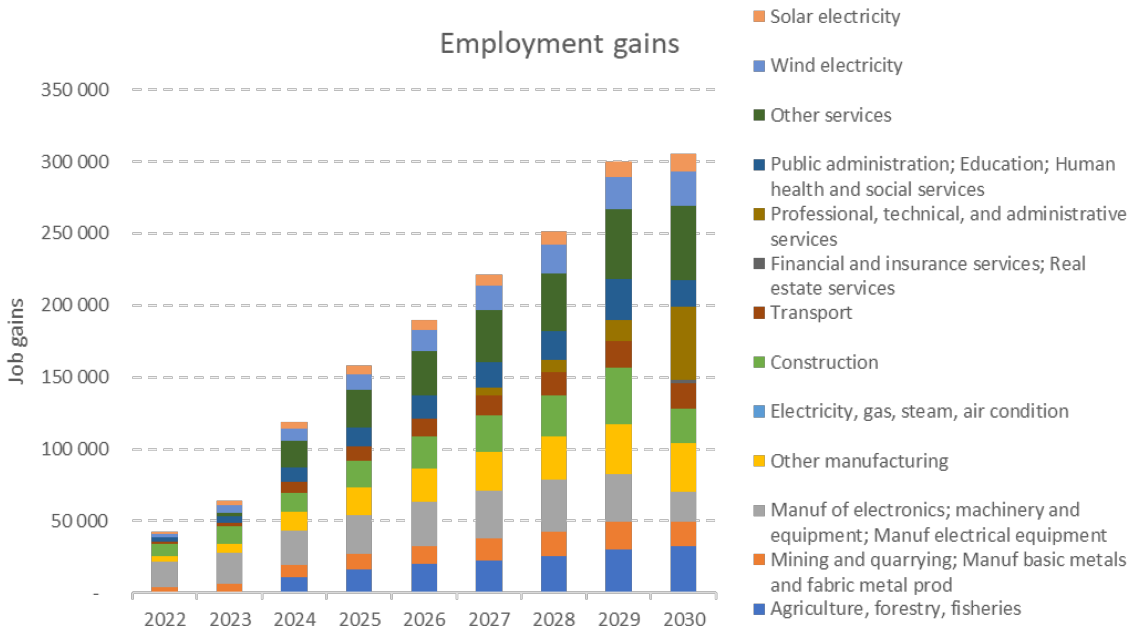
#### 4.2.1. İstihdam açısından kazanç ve kayıplar

Her ne kadar Yeşil Senaryonun işler üzerindeki net etkisi pozitif olsa da nerede ve hangi işlerin kazanılacağı ve hangilerinin kaybedileceğini tespit etmek önemlidir. Nerede yeni işlerin yaratılacağı ve nerede işlerin kaybedileceğinin öngörülmesi, iş yaratma ve insana yakışır işleri artırmanın yararlarını en üst düzeye çıkarmaya yönelik politika ve stratejilerin tasarlanmasına imkân tanıyacak ve etkilenen topluluklara yönelik iş geçişi fırsatları tespit edilerek iş kayıplarının olumsuz etkilerini hafifletecektir. Tablo 6'da Yeşil Senaryoda 2022 ve 2030 yılları arasındaki toplam iş kazanç ve kayıpları gösterilmektedir.

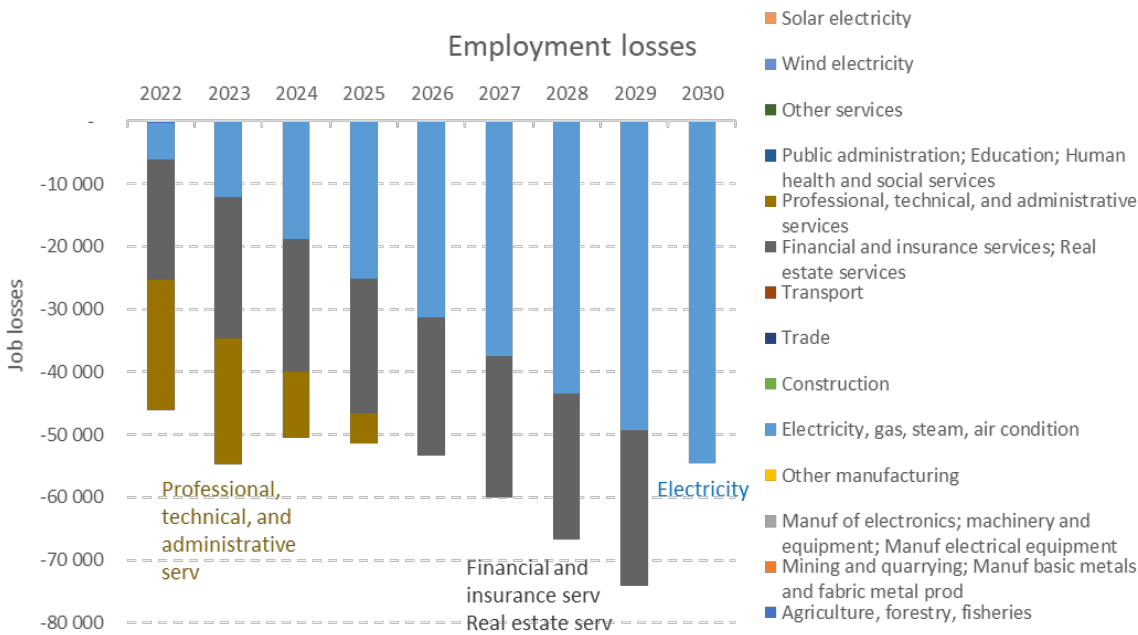
**Tablo 6. Referans Senaryoya göre, Yeşil Senaryoda toplam iş kazanç ve kayıpları**

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
İş kazançları	50.853	77.585	153.454	206.712	249.261	286.764	321.870	380.027	370.035
İş kayıpları	-51.033	-61.651	-61.876	-67.246	-73.132	-79.249	-85.481	-93.191	-58.774

Yeşil Senaryoda istihdam kazançları ekonomi geneline yayılmıştır. Referans Senaryoyla karşılaştırıldığında, AKT'de yer alan 66 alt sektörden yalnız sekizi 2025 yılında iş kaybı yaşayacak, 2030 yılına kadar ise yalnız üç sektörde net kayıplar olacaktır. Şekil 15 ve Şekil 16'da 14 genel sektör grubuna göre iş kazanç ve kayıpları gösterilmiştir. Beklendiği üzere, kaybedilen işlerin çoğunluğu geleneksel (fosil yakıtlı) elektrik sektöründe yer almaktadır. Buna ek olarak, yeşil yatırım portföyü mali hizmetler ve teknik ve idari faaliyetlerde (ağırlıklı olarak mühendislik ve danışmanlık hizmetleri) daha az iş yaratmaktadır. İşlerde gerçekleşecek bu potansiyel kayıplar çoğunlukla yüksek vasıflı ve profesyonel işçileri etkilemektedir; mevcut durumda daha düşük vasıflı işçiler, kayıt dışı işçiler ve Suriyeli işçilerin istihdam edildiği sektörler ise daha fazla istihdam fırsatıyla karşılaşmaktadır.



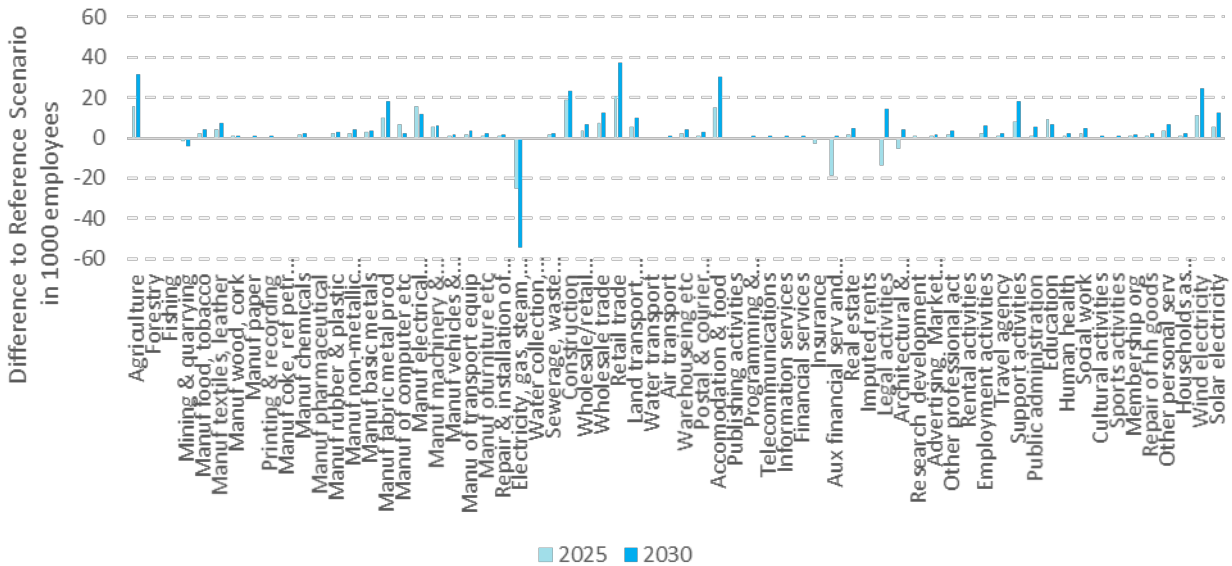
Şekil 15. Yeşil Senaryoda genel sektör gruplarına göre yıllık istihdam kazançları



Şekil 16. Yeşil Senaryoda genel sektör gruplarına göre yıllık istihdam kayıpları

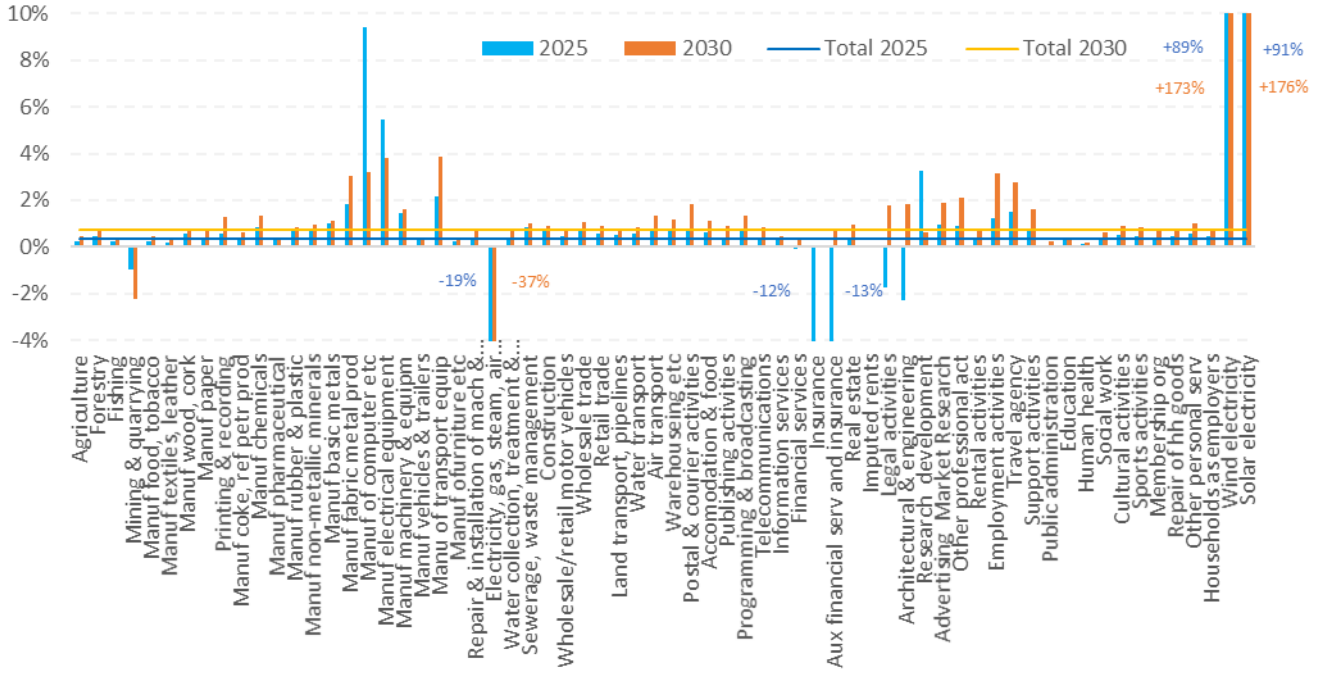
Şekil 17, 2025 (kısa vadeli yatırım etkileri dahil) ve 2030 (uzun vadeli yapısal değişikliğin etkileri dahil) yılları için iş kazanç ve kayıplarını özetlemektedir. Etkilerin yatırım dönemi ve uzun vadeli işletim dönemi arasında etkilerin farklılık gösterildiği hemen göze çarpmaktadır. Yeşil Senaryo ve Referans Senaryo arasındaki ortalama farklılıkların düzeyi uzun vadede daha düşük olsa da etkilerin sektörler arasında varyasyonu daha büyüktür. Fosil yakıtlardan elektrik üretiminde (sektör: Elektrik, gaz, buhar) ve en önemli tedarikçisinde (Madencilik ve taş ocaklığı) istihdam uzun vadede önemli ölçüde daha olumsuz etkilenirken, özellikle hizmet sektörleri daha olumlu etkilenmektedir. Uzun vadeli etkilerin kısa vadeli etkilere göre daha az olduğu sektörler ise, her ikisi de yenilenebilir enerji teknolojilerine önemli girdiler sağlayan elektronik ekipman (bilgisayar, vb.) ve elektrikli ekipman imalatıdır. Yardımcı finansal hizmetler, hukuki ve mimari faaliyetler üzerindeki kısa vadeli etkiler olumsuz, ancak uzun vadede olumludur. Bu, Referans Senaryoda daha büyük altyapı projelerine (kömür yakıtlı termik santraller) yapılan yatırımların daha büyük paya sahip olması, dolayısıyla mali ve hukuki hizmetlere daha fazla ihtiyaç duyulması ile açıklanabilir; güneş fotovoltaik yatırımları ise özellikle daha fazla ayrıntı içermektedir.

Şekil 18, Şekil 17 ile aynı göstergeleri göstermekte ancak iş kazanç ve kayıplarını görece olarak, yani Referans Senaryoda sektörlerin büyüklüğüne göre ifade etmektedir. Burada, yenilenebilir enerji teknolojilerine bileşen sağlayan imalat sektörlerinde istihdamın önemli ölçüde arttığı açıkça görülmektedir. Bu, yerli içerik gereklerinin olumlu bir etkisidir ve dolayısıyla hizmetlere yönelik talebin artarak olumlu istihdam fırsatlarının daha da artırılmasına yol açmaktadır.

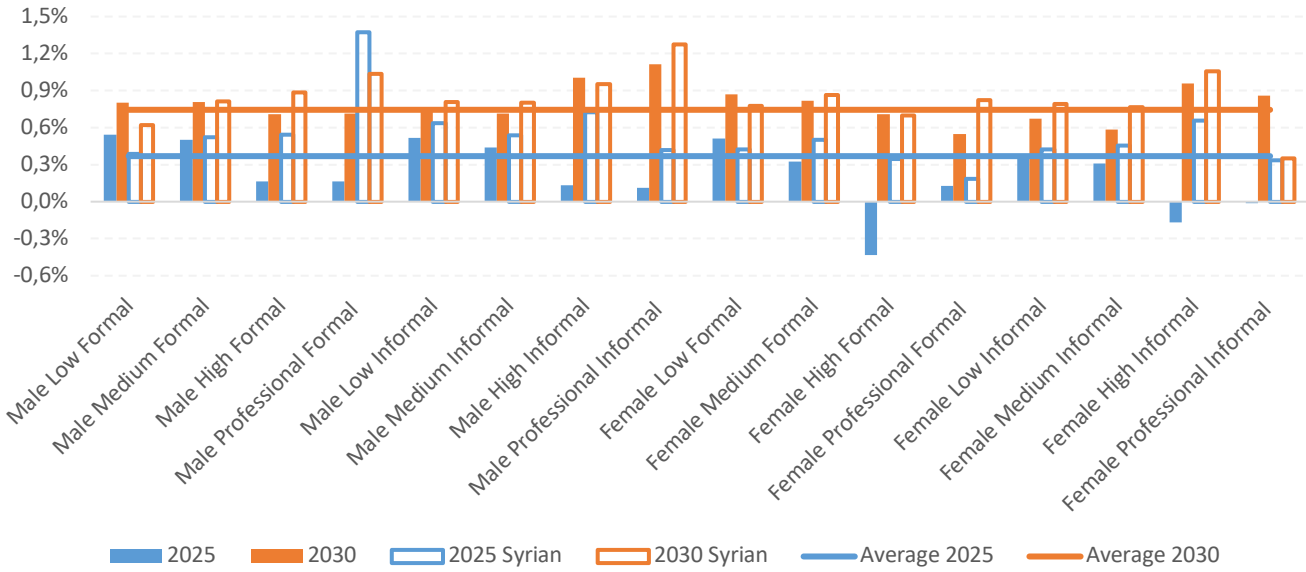


**Şekil 17. Sektörlere göre, Referans Senaryo ile istihdam açısından farklılıklar. 2025'teki kısa vadeli yatırım etkileri ve 2030'daki uzun vadeli yapısal değişiklik etkileri.**

Şekil 19, istihdam türüne göre (erkek/kadın, düşük/orta/yüksek vasıflı, kayıtlı/kayıt dışı) görece etkileri göstermektedir. Yüksek ve profesyonel vasıflı çalışanlar uzun vadede daha fazla talep görmektedir. Bu hem kayıtlı hem de kayıt dışı istihdamın yanı sıra tipik olarak erkekler ve kadınların yaptığı işleri de etkilemektedir. Bununla birlikte, kısa vadede bu kayıplar genellikle kadınların yaptığı işlerde (kayıtlı ve kayıt dışı istihdamda) gerçekleşmektedir. Bunun nedeni, yüksek vasıflı kadınların, yenilenebilir enerji teknolojilerine yönelik yatırım aşamasında kömür yakıtlı termik santrallere yönelik yatırımlara göre daha az talep gören sektörlerde daha fazla paya sahip olmasıdır. Uzun vadede ise, Yeşil Senaryoda bu beceri düzeyine yönelik işlerin sayısı, Referans Senaryoya göre önemli ölçüde artmaktadır. Yatırım aşamasında mesleki becerilere sahip geçici koruma altındaki Suriyelilerin (erkekler) yüksek paya sahip olduğu çok sayıda iş yaratılmaktadır. Bir sonraki bölümde, farklı gruplara yönelik beklenen iş sonuçları daha ayrıntılı biçimde açıklanmaktadır.



Şekil 18. Sektörlere göre, Referans Senaryo ile istihdam açısından göreceli farklılıklar



Şekil 19. Referans Senaryo ile karşılaştırıldığında, işgücü göstergelerinde göreceli farklılıklar

#### 4.2.2. Yeşil dönüşümün dezavantajlı gruplar üzerindeki etkileri

Referans Senaryo ile karşılaştırıldığında Yeşil Senaryoda istihdam üzerindeki net etkilerin toplamı uzun vadede tüm istihdam türleri için pozitifdir. Bununla birlikte, bazı işler kaybedilirken, muhtemelen farklı meslekler ve beceri düzeylerine yönelik başka fırsatlar yükselişe geçecektir.

Şekil 20, Şekil 21 ve Tablo 7'de Türkiye'nin toplam nüfusunda her işçi grubu için ortaya çıkacak etkiler özetlenmiştir. Bunlara göre en çok, genellikle erkekler (Şekil 21 sol panel), kayıtlı istihdamdakiler (Şekil 21 orta panel), ve orta vasıflı işçilerin (Şekil 21 sağ panel) çalıştığı işler yaratılacaktır. Bir istisna dışında, en fazla iş fırsatı kaybını yine bu gruplar yaşamaktadır: Kısa



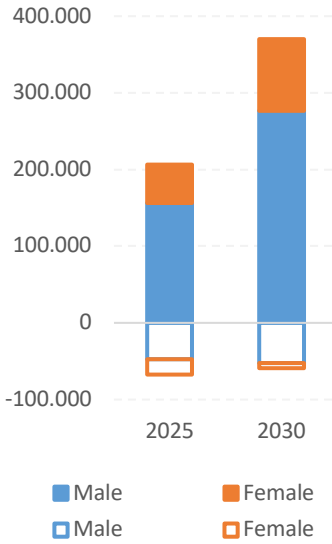
vadede iş kayıpları orta, yüksek ve profesyonel vasıflara sahip kişiler arasında neredeyse eşit olarak dağılmaktadır. Bunun nedeniye yardımcı mali, hukuki ve mimari hizmetlere yönelik talebin düşük olmasıdır.

**Tablo 7. Her işçi grubu için istihdam kazanç ve kayıpları**

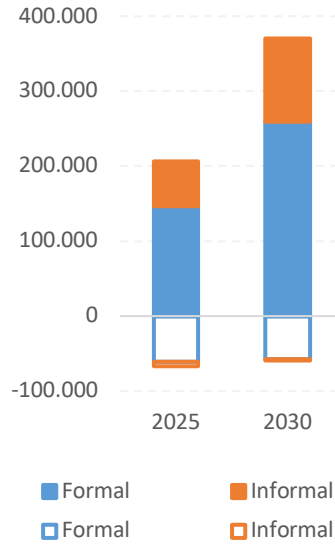
Not: Erkek + kadın = %100; kayıtlı + kayıt dışı = %100, beceri düzeylerinin toplamı = %100

	2025		2030	
	Kazançlar	Kayıplar	Kazançlar	Kayıplar
Erkek	156.596	-47.269	276.560	-52.800
Kadın	50.115	-19.977	93.476	-5.974
Kayıtlı	146.450	-61.097	258.945	-57.456
Kayıt dışı	60.262	-6.149	111.090	-1.318
Düşük	30.909	-3.776	53.539	-5.945
Orta	129.674	-25.614	230.964	-30.784
Yüksek	21.635	-20.947	41.532	-16.612
Profesyonel	24.493	-16.910	44.000	-5.433

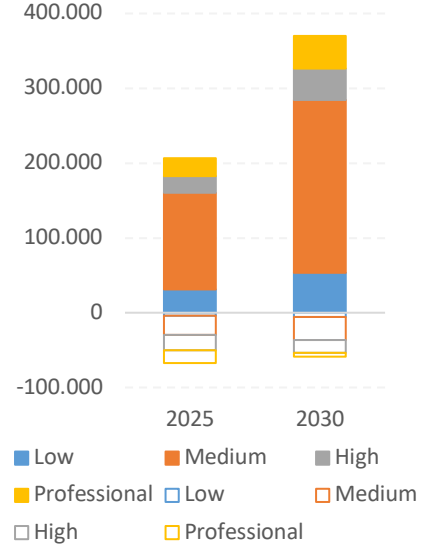
**Jobs gains and losses per gender**



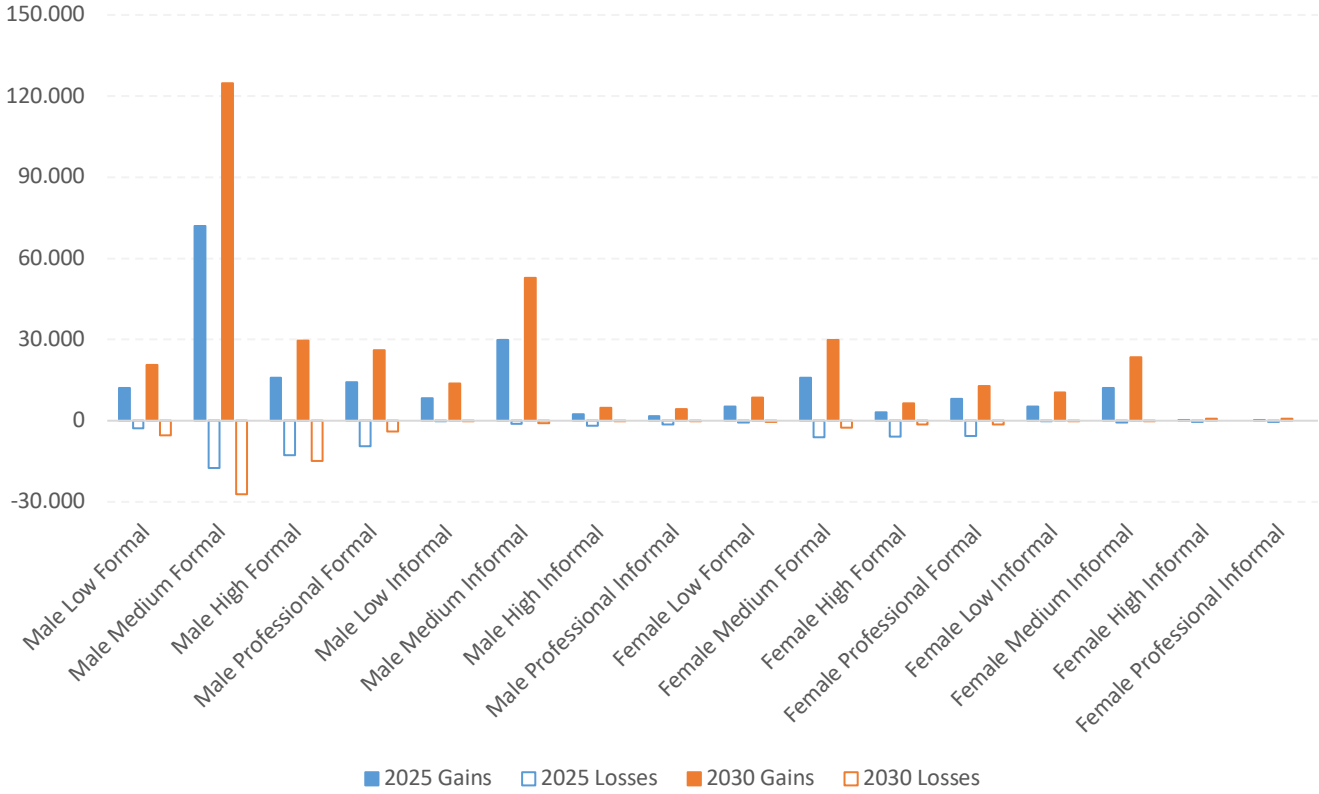
**Jobs gains and losses per formality status**



**Jobs gains and losses per skill level**



**Şekil 20. Referans Senaryo ile karşılaştırmalı olarak, Türkiye'nin toplam nüfusu için cinsiyet, kayıtlılık durumu ve beceri düzeyine göre işgücü göstergelerindeki mutlak farklılıklar**



**Şekil 21. Referans Senaryo ile karşılaştırmalı olarak, Türkiye'nin toplam nüfusu için işgücü göstergelerindeki mutlak farklılıklar**

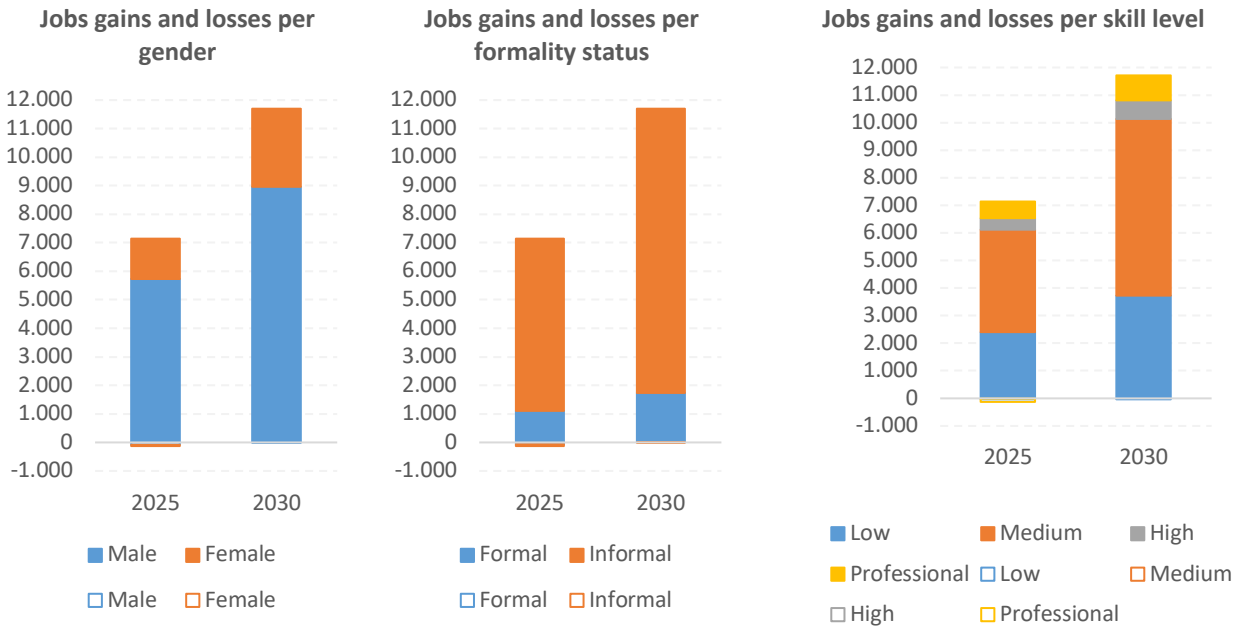
### **Geçici koruma altındaki Suriyeli nüfusu**

Şekil 22, Şekil 23 ve Tablo 8 geçici koruma altındaki Suriyelilerin çalıştığı işler üzerindeki etkileri özetlemektedir. Türkiye nüfusunun geneli üzerindeki etkilerin aksine, giderek daha fazla talep gören işler kayıt dışı işlerdir. Buna ek olarak düşük vasıflı işlere yönelik talepte de nispeten daha yüksek bir artış mevcuttur. Kısa veya uzun vadede iş kayıpları yaşayacak sektörlerde çok az sayıda geçici koruma altındaki Suriyelinin istihdam edilmiş olması da dikkat çekicidir.

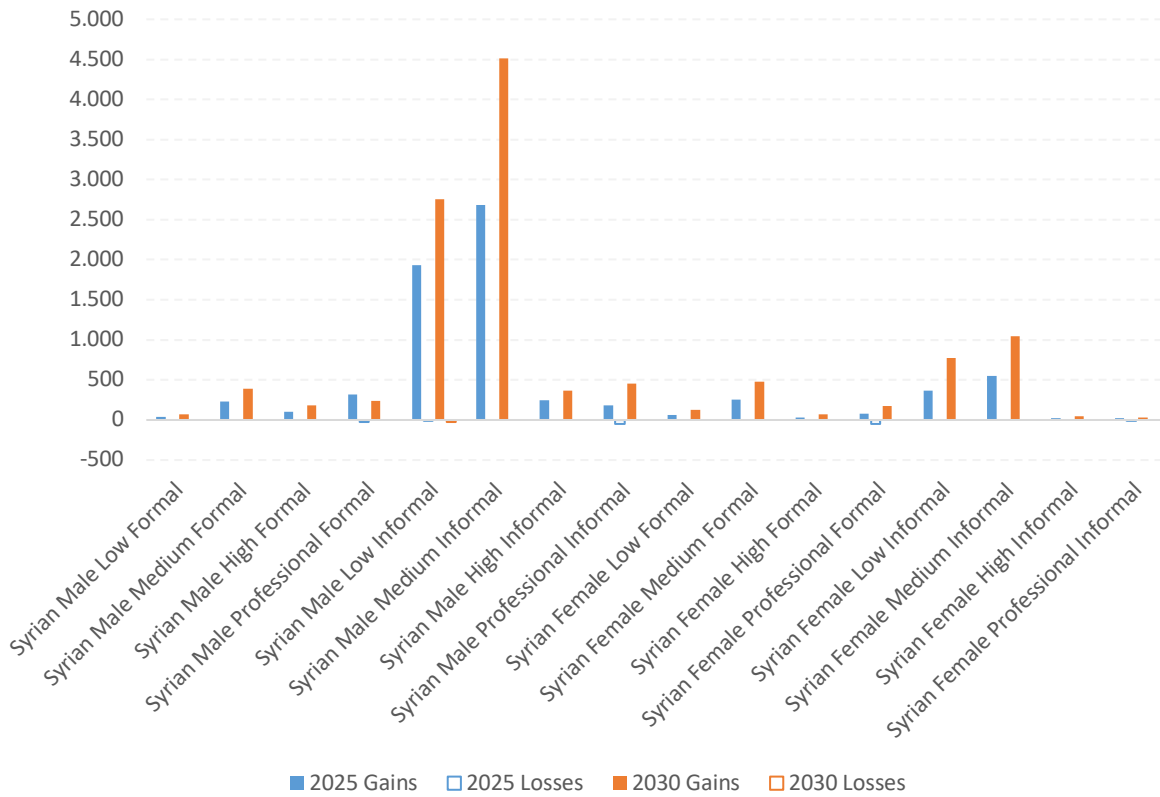
**Tablo 8. Her işçi grubu için, geçici koruma altındaki Suriyeli nüfusunda istihdam kazanç ve kayıpları**

Not: erkek + kadın = %100; kayıtlı + kayıt dışı = %100, beceri düzeylerinin toplamı = %100

	2025		2030	
	Kazançlar	Kayıplar	Kazançlar	Kayıplar
Erkek	5.734	-78	8.967	-22
Kadın	1.398	-47	2.737	0
Kayıtlı	1.113	-70	1.735	0
Kayıt dışı	6.020	-55	9.968	-22
Düşük	2.406	-8	3.722	-22
Orta	3.712	0	6.420	0
Yüksek	409	0	668	0
Profesyonel	605	-116	893	0



**Şekil 22. Referans Senaryo ile karşılaştırmalı olarak, geçici koruma altındaki Suriyeli nüfusunda cinsiyet, kayıtlılık durumu ve beceri düzeyine göre işgücü göstergelerindeki mutlak farklılıklar**



**Şekil 23. Referans Senaryo ile karşılaştırmalı olarak, geçici koruma altındaki Suriyeli nüfusu için işgücü göstergelerindeki mutlak farklılıklar**

## ► 5. Sonuç

Bu rapor Türkiye için Yeşil İş Modelinin bir uygulamasını göstermektedir. Model, bir Referans Senaryo ile karşılaştırmalı olarak Yeşil Senaryonun doğrudan, dolaylı ve tetiklenmiş etkilerini değerlendirmiştir. Elektrik tüketimi 2030 yılına kadar artmaktadır. Referans ve Yeşil Senaryolar arasındaki farklılık ise, bu artışı gerçekleştirmek üzere hangi teknolojilere öncelik verildiğidir. Referans Senaryoda artan elektrik talebi, büyük bölümü mevcut trendler izlenerek ithal edilmiş kömür yakıtlı termik santrallerde üretilen elektrik ile karşılanırken, Yeşil Senaryoda ek elektriğin tamamı rüzgâr ve güneş enerjisi ile karşılanmaktadır. Bu enerji ihtiyaçlarını karşılamak için gereken toplam ek yatırımların her iki senaryoda da aynı olduğu varsayılmıştır.

2030 yılına kadar, Yeşil Senaryonun sonuçları ekonomik büyüme, istihdam yaratma ve SG emisyonlarının azaltılması açısından olumludur. Referans Senaryo ile karşılaştırıldığında, Yeşil Senaryo yıllık GSYH’de (2019 sabit fiyatlarıyla) 10 ila 45 milyar TL arası ek artış, 2030 yılına kadar 300.000’i aşkın iş artışı ve 60.000 milyon ton CO<sub>2</sub>e azalışıyla Referans Senaryoya göre %8 daha düşük olmasıyla sonuçlanmaktadır. Uzun vadede, yatırımlara son verildiğinde dahi istihdam ve ekonomi üzerindeki etkiler olumludur. Bu etkiler, enerji ve elektrik sektöründeki uzun vadeli yapısal değişikliklerden ve bu değişikliklerin de Türk ekonomisindeki diğer sektörlerden yeni yeşil sektörlerin işletilmesi ve bakımına yönelik mal ve hizmet talebini artırmasından kaynaklanmaktadır. İkinci olarak, rüzgâr ve güneş enerjisi santrallerinin termik santrallere göre daha dağıtık yapıda olması nedeniyle fosil yakıtla üretilen elektriğe göre yenilenebilir elektriği işletmek daha fazla iş yaratmaktadır. Üçüncü olarak ise, mevcut elektrik ve gaz sektörü girdileri ağırlıklı olarak fosil yakıt temelli kömür ve doğalgazdan oluşmaktadır. Termik santrallerin girdisi olan kömür ve doğalgaz çoğunlukla ithal edilmektedir. Dolayısıyla kömüre yönelik talebin azalması nedeniyle ekonomik çıktı ve iş kayıpları ağırlıklı olarak Türkiye dışındaki işçileri etkilemektedir. Bunun aksine, güneş ve rüzgâr enerji santrallerinin işletilmesi ve bakımı Türk sanayii tarafından üretilen mal ve hizmetlere yönelik talebi artırarak ekonomi üzerinde olumlu dolaylı etkilere yol açmaktadır.

Tüm yapısal değişikliklerde olduğu gibi, Türk ekonomisinde net iş kazançları olmakla birlikte, bazı sektörlerde de iş kayıpları yaşanacaktır. Bu nedenle nerede hangi işlerin yaratılacağı ve hangi işlerin kaybedileceğinin tespit edilmesi önemlidir. Nerede yeni işlerin yaratılacağı ve nerede işlerin kaybedileceğinin öngörülmesi, iş yaratma ve insana yakışır işleri artırmanın yararlarını en üst düzeye çıkarmaya yönelik politika ve stratejilerin tasarlanmasına imkân tanıyacak ve etkilenen topluluklara yönelik iş geçiş fırsatları tespit edilerek iş kayıplarının olumsuz etkilerini hafifletecektir. Türkiye için Yeşil İşler Değerlendirme Modelinde ayrıntılandırılan 66 sektörün birçoğunda iş kazançları mevcut iken, rüzgâr ve güneş enerjisinden üretilen elektriğe geçiş ve santrallerin işletilmesi ve bakımına yönelik farklı girdilerde oluşan değişiklikler nedeniyle ağırlıklı olarak geleneksel (çoğunlukla fosil yakıtlı) elektrik sektörü olmak üzere, 2030 yılına kadar yalnız üç sektörde net kayıplar yaşanacaktır. Diğer yandan, yeşil enerjiye yönelik yatırımlar, yenilenebilir enerji teknolojilerine önemli girdiler sağlayan elektronik ve elektrikli ekipman imalatı gibi imalat sektörlerinde uzun vadeli istihdam fırsatları yaratmaktadır. Buna ek olarak, daha yüksek vasıflı kayıtlı işlerin yanı sıra kadınların çalıştığı işlere yönelik talep artacaktır.

Bu raporda, fosil yakıtlara yatırım yapmaya devam etmek yerine yenilenebilir enerjili bir geleceğe geçişin hem SG emisyonlarını azaltacağı, aynı zamanda da Türkiye’de ekonomi ve toplum için sosyal ve ekonomik yararlar sağlayacağı gösterilmiştir. Enerji kayıpları ve iklim politikalarının yaratacağı kazançların en üst düzeye çıkarılması ve kayıplarının en aza indirilmesine yönelik politikalar tasarlamak bu geçişin yalnız yeşil değil, aynı zamanda adil olmasını da sağlayacaktır.

## ► Kaynakça

- (1) Shepherd, T. G.; Boyd, E.; Calel, R. A.; Chapman, S. C.; Dessai, S.; Dima-West, I. M.; Fowler, H. J.; James, R.; Maraun, D.; Martius, O.; Senior, C. A.; Sobel, A. H.; Stainforth, D. A.; Tett, S. F. B.; Trenberth, K. E.; van den Hurk, B. J. J. M.; Watkins, N. W.; Wilby, R. L.; Zenghelis, D. A. Storylines: An Alternative Approach to Representing Uncertainty in Physical Aspects of Climate Change. *Clim. Change* **2018**, *151* (3–4), 555–571. <https://doi.org/10.1007/s10584-018-2317-9>.
- (2) United Nations. *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*; 2015.
- (3) UNFCCC. ADOPTION OF THE PARIS AGREEMENT. *Conf. Parties Twenty-first Sess.* **2015**, *FCCC/CP/20*. <https://doi.org/FCCC/CP/2015/L.9/Rev.1>.
- (4) Republic of Türkiye. *Intended Nationally Determined Contribution*; 2015.
- (5) MONTT, G.; WIEBE, K. S.; HARSDORFF, M.; SIMAS, M.; BONNET, A.; WOOD, R. Does Climate Action Destroy Jobs? An Assessment of the Employment Implications of the 2-degree Goal. *Int. Labour Rev.* **2018**, *157* (4), 519–556. <https://doi.org/10.1111/ilr.12118>.
- (6) TurkStat. Address Based Population Registration System Statistics <https://www.tuik.gov.tr/>.
- (7) The World Bank. World Bank Open Data | Data <https://data.worldbank.org/> (accessed Dec 23, 2020).
- (8) Simoes, A.; Hidalgo, C. A. The Economic Complexity Observatory: An Analytical Tool for Understanding the Dynamics of Economic Development. In *Workshops at the Twenty-Fifth AAAI Conference on Artificial Intelligence*; 2011.
- (9) TurkStat. Quarterly Gross Domestic Product <https://data.tuik.gov.tr/>.
- (10) TurkStat. Labour Force Statistics, 2020 <https://data.tuik.gov.tr/>.
- (11) UNHCR. Situation Syria Regional Refugee Response <https://data2.unhcr.org/en/situations/syria#> (accessed Mar 18, 2022).
- (12) TurkStat. *Turkish Greenhouse Gas Inventory 1990-2019*; Turkish Statistical Institute, Ministry of Energy and Natural Resources, Ministry of Transport and Infrastructure, Ministry of Environment and Urbanization, Ministry of Agriculture and Forestry, Eds.; 2021.
- (13) Eurostat. *Energy Balance Sheets 2017 Data. 2019 Edition*; 2019.
- (14) ElectricityMap. Production - Türkiye <https://app.electricitymap.org/zone/TR>.
- (15) IEA. Electricity generation by source - Türkiye <https://www.iea.org/countries/Türkiye>.
- (16) IEA. *Türkiye 2021 Energy Policy Review*; 2021.
- (17) Republic of Türkiye. *Intended Nationally Determined Contribution*; 2015. <https://doi.org/10.4324/9780429424908-14>.
- (18) Turkish Ministry of Environment and Urbanization. Climate Change Strategy 2010- 2023. **2010**, 26.
- (19) Sarı, A. C.; Saygın, D.; Lucas, H. *On the Way to Efficiently Supplying More than Half of Türkiye's Electricity from Renewables: Opportunities to Strengthen the YEKA Auction Model for Enhancing the Regulatory Framework of Türkiye's Power System Transformation*; 2019.
- (20) European Commission. *Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council Establishing a Carbon Border Adjustment Mechanism*; Brussels, 2021.
- (21) European Commission. *Carbon Border Adjustment Mechanism*; 2021. <https://doi.org/10.2778/584899>.
- (22) European Commission. The European Green Deal. *Eur. Comm.* **2019**, *53* (9), 24. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.
- (23) IPCC. *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*; Eggleston, S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K., Eds.; Institute for Global Environmental Strategies: Hayama, Japan, 2006. [https://doi.org/10.1016/S0167-5060\(08\)70670-8](https://doi.org/10.1016/S0167-5060(08)70670-8).

- (24) Committee on Climate Change. *Costs of Low-Carbon Generation Technologies - Technical Appendix*; 2011.
- (25) MacDonald, M. *Costs of Low-Carbon Generation Technologies*; 2011.
- (26) TÜRKİYE ELEKTRİK İLETİM A.Ş. *ÜRETİM KAPASİTE PROJESİYONU 2021-2025*; 2021.
- (27) OECD Statistics. Economic Outlook No 110 - December 2021 [https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=EO110\\_INTERNET](https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=EO110_INTERNET) (accessed Feb 22, 2022).
- (28) UN. World Population Prospects 2019, Online Edition. UN Population Division, Department of Economic and Social Affairs 2019.
- (29) Guillemette, Y.; Turner, D. The Long View: Scenarios for the World Economy to 2060. *OECD Econ. Policy Pap.* **2018**, No. 22. <https://doi.org/https://doi.org/10.1787/b4f4e03e-en>.
- (30) Muhammad, A.; Seale, J. L.; Meade, B.; Regmi, A. International Evidence on Food Consumption Patterns: An Update Using 2005 International Comparison Program Data. *Int. Food Consum. Patterns Glob. Drivers Agric. Prod.* **2015**, No. March, 1–104. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2114337>.
- (31) Meade, B.; Regmi, A.; Seale, J. L.; Muhammad, A. New International Evidence on Food Consumption Patterns: A Focus on Cross-Price Effects Based on 2005 International Comparison Program Data. *SSRN Electron. J.* **2014**. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2502881>.
- (32) Miller, R. E.; Blair, P. D. *Input - Output Analysis*, 2nd ed.; Cambridge University Press, 2009. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511626982>.
- (33) Rosendahl, K. E.; Bjørndal, M. H.; Fæn, T.; Kallbekken, S.; Madslien, A.; Sørensen, E.; Tomsgard. Makromodeller Til Bruk i Klimaanalyser. *Rapp. fra Tek. beregningsutvalg klima* **2021**, M-2110|202.
- (34) Sargent & Lundy. Capital Cost and Performance Characteristic Estimates for Utility Scale Electric Power Generating Technologies. *U.S Energy Inf. Adm.* **2020**, No. February, 212.
- (35) ExchangeRates.org.uk. US Dollar to Turkish Lira Spot Exchange Rates for 2019 <https://www.exchangerates.org.uk/USD-TRY-spot-exchange-rates-history-2019.html> (accessed Mar 1, 2022).
- (36) Renewable Energy Agency, I. *Renewable Power Generation Costs in 2019*; 2020.
- (37) Gönül, Ö.; Duman, A. C.; Deveci, K.; Güler, Ö. An Assessment of Wind Energy Status, Incentive Mechanisms and Market in Türkiye. *Eng. Sci. Technol. an Int. J.* **2021**, 24 (6), 1383–1395. <https://doi.org/10.1016/j.jestch.2021.03.016>.
- (38) Ugarte, S.; Ree, B. Van Der; Voogt, M.; Eichhammer, W.; José Antonio, Ordoñez, Matthias, R.; Schlomann, B.; Lloret, P.; Villafáfila, R. Energy Efficiency for Low-Income Households. *Energy Res. Soc. Sci.* **2016**, 10 (November), 123–132.
- (39) Aponte, F. R.; Andersen, T.; Nørstebø, V. S.; Uggen, K. T.; Bjelle, E. L.; Wiebe, K. S. Offshore Wind: Employment and Value Creation of EPCI Exports in Norway. *J. Phys. Conf. Ser.* **2021**, 2018 (1), 012004. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2018/1/012004>.
- (40) Wiebe, K. S.; Nørstebø, V. S.; Aponte, F. R.; Simas, M. S.; Andersen, T.; Perez-Valdes, G. A. Circular Economy and the Triple Bottom Line in Norway - Employment , Emissions , and Value Creation. *Circ. Econ. Sustain.* **2022**, *forthcomin*.
- (41) ILO; UNDP. Nigeria Green Jobs Assessment Report: Measuring the Socioeconomic Impacts of Climate Policies to Guide NDC Enhancement and a Just Transition. *UNDP NDC Support Program.* **2021**.
- (42) ILO; UNDP. Zimbabwe Green Jobs Assessment Report: Measuring the Socioeconomic Impacts of Climate Policies to Guide NDC Enhancement and a Just Transition. *UNDP NDC Support Program.* **2021**.
- (43) ILO. *How To Measure and Model Social and Employment Outcomes of Climate and Sustainable Development Policies*; International Labor Office (ILO), Green Jobs Assessment Institutions Network (GAIN), 2017.
- (44) Clopper, A. *The Craft of Economic Modeling, Part 1*; 2012.
- (45) West, G. R. Comparison of Input-Output, Input-Output + Econometric and Computable General Equilibrium Impact Models at the Regional Level. *Econ. Syst. Res.* **1995**, 7 (2), 209–227. <https://doi.org/10.1080/09535319500000021>.
- (46) Lewney, R.; Pollitt, H.; Mercure, J.-F. From Input-Output to Macro-Econometric Model. *Int. Input-Output Conf.* **2018**.
- (47) Pollitt, H.; Lewney, R.; Mercure, J.-F. Conceptual Differences between Macro-Econometric and CGE Models. *Int.*

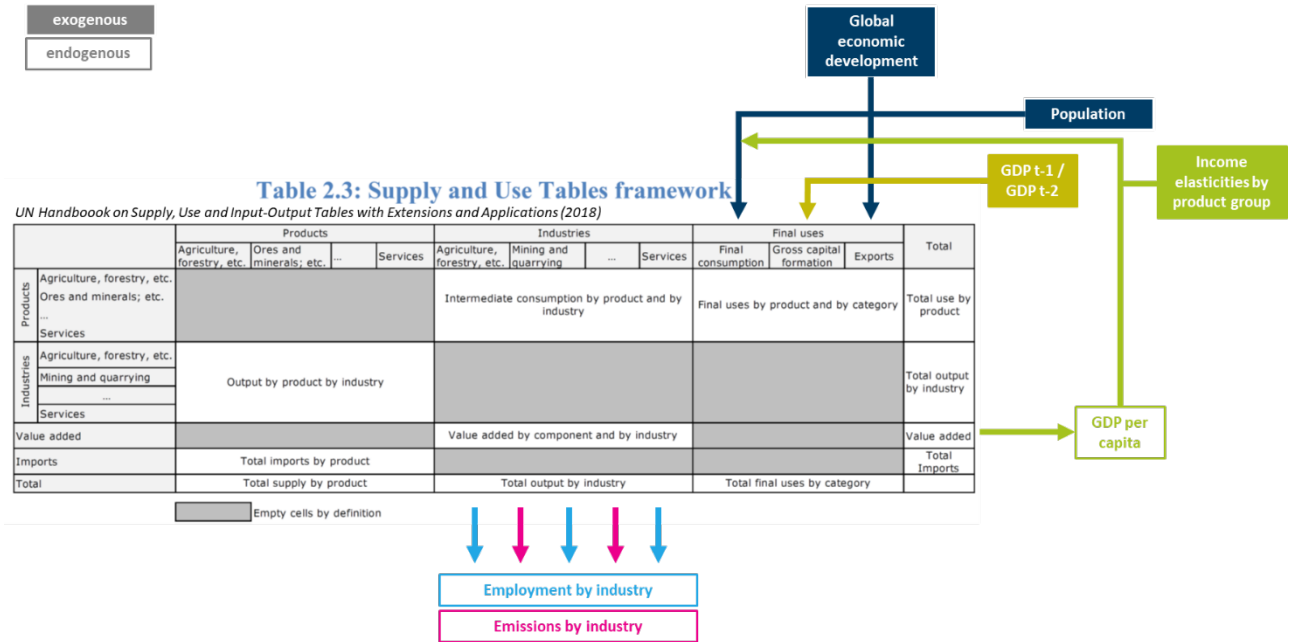
*Input-Output Conf.* **2018.**

- (48) Mercure, J. F.; Pollitt, H.; Viñuales, J. E.; Edwards, N. R.; Holden, P. B.; Chewpreecha, U.; Salas, P.; Sognaes, I.; Lam, A.; Knobloch, F. Macroeconomic Impact of Stranded Fossil Fuel Assets. *Nat. Clim. Chang.* **2018**, *8* (7), 588–593. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0182-1>.
- (49) Mönnig, A.; Maier, T.; Zika, G. Economy 4.0 - Digitalisation and Its Effect on Wage Inequality. *Jahrb. Natl. Okon. Stat.* **2019**, *239* (3), 363–398. <https://doi.org/10.1515/JBNST-2017-0151/MACHINEREADABLECITATION/RIS>.
- (50) Maier, T.; Mönnig, A.; Zika, G. LABOUR DEMAND IN GERMANY BY INDUSTRIAL SECTOR, OCCUPATIONAL FIELD AND QUALIFICATION UNTIL 2025 – MODEL CALCULATIONS USING THE IAB/INFORGE MODEL. <http://dx.doi.org/10.1080/09535314.2014.997678> **2015**, *27* (1), 19–42. <https://doi.org/10.1080/09535314.2014.997678>.
- (51) Valderas-Jaramillo, J. M.; Rueda-Cantuche, J. M.; Olmedo, E.; Beutel, J. Projecting Supply and Use Tables: New Variants and Fair Comparisons. *Econ. Syst. Res.* **2019**, *31* (3), 423–444. <https://doi.org/10.1080/09535314.2018.1545221>.
- (52) TurkStat. Annual Gross Domestic Product, 2020 <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Annual-Gross-Domestic-Product-2020-37184>.
- (53) TurkStat. Annual Industry and Service Statistics, 2020 <https://data.tuik.gov.tr/>.
- (54) TurkStat. Foreign Trade Statistics, December 2021 <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Foreign-Trade-Statistics-December-2021-45535>.
- (55) OECD. Inter-Country Input-Output (ICIO) Tables and CO2 and Employment Extensions. *oecd.stat, oe.cd/icio, oe.cd/io-co2, oe.cd/io-tim* **2018**.

## ► Ek

### A.1. Yeşil İşler Değerlendirme Modeli

Türkiye için geliştirilen YİDM'de MEGÇ Norveç<sup>39,40</sup>, YİDM Nijerya<sup>41</sup> ve YİDM Zimbabve<sup>42</sup> için kullanılan felsefe ve modelleme yaklaşımının aynısı uygulanmıştır. Uluslararası Çalışma Örgütü'nün GAIN Eğitim Kılavuzu'nda<sup>43</sup> önerilen modelin arz ve kullanım tablolarına göre uyarlanmış halini temel almaktadır. Ayrıca zaman içindeki dinamik kalkınma rotalarını yansıtabilmek için bazı temel makro-ekonomik değişkenlere model içi özellikler katılmıştır. Bu amaçla, Maryland Üniversitesi'nin Sektörler Arası Öngörü Projesi (Interindustry Forecasting Project)<sup>44</sup> tarafından öne sürülen görüşler izlenmiştir. Arz ve kullanım modeli, lineer makro-ekonomik denklemler kümesine yerleştirilmiştir; bkz. Şekil 1A. Nüfus ve ihracat model dışı faktörler iken, yatırımlar (gayrisafi sermaye oluşumu), hane halkı talebi ve GSYH (ve katma değer) ise model içi değişkenlerdir. Dinamik-özyinelemeli bu model, basit bir makro-ekonomik girdi-çıkıtı (MEGÇ) modeli olarak sınıflandırılabilir<sup>45,46</sup>. Bunlar hesaplanabilir genel denge (HGD) modelleriyle benzerlik göstermekle birlikte, aralarındaki en önemli fark MEGÇ modellerinin daha ampirik (davranışsal parametrelerin tahmini) temelli olması, tüm aktörlerin kısa vadeli öngörülerle hareket ettiğini varsayması, ve örneğin sabit ikame esnekliği (SİE) üretim fonksiyonunun aksine, Leontief üretim fonksiyonuna<sup>47</sup> sahip olmasıdır. YİDM familyasında bazı fiyat etkileri dikkate alınmakla birlikte, bu modeller günümüzde E3MG<sup>48</sup> ve ilgili modeller, veya Almanya için oluşturulan INFORGE<sup>49,50</sup> gibi INFORUM familyasına ait modeller gibi başka MEGÇ modellerine göre daha basittir.



Şekil A1. Arz ve kullanım tablosu temelli modelin şematik temsili



### Modelleme yaklaşımının genel sınırlamaları ve güçlü yönleri -

Ekonomik temel model yazılımına (SUT\_core) ait genel dokümanlardan alıntıdır

AKT temelli makro-ekonom(etr)ik GÇ modelleri / GAIN tipi Yeşil İşler Değerlendirme Modelleri ekonomik öngörü modelleri değildir. Bu modeller daha ziyade, ekonominin diğer kısımlarının sabit kalacağı farz edilerek, sektörlere göre emisyonlar ve işgücü taleplerine ilişkin "varsayımsal" senaryoların olası etkileri hakkında bilgi sağlamaya yönelik araçlardır.

Sonuçlar Referans Senaryoya göre değerlendirilmelidir. Etkilerin yönünü ve olası büyüklüğünü belirten bu sonuçlar gösterge niteliğinde tahminler olarak görülmelidir.

Sonuçlar, bireysel ekonomik faaliyetlerdeki değişikliklerin ekonomik yapıyı nasıl etkilediğini göstermektedir. Teknolojik değişiklikler ve hane halkları, hükümet ve yatırım yapısındaki değişikliklerin doğrudan, dolaylı ve tetiklenmiş etkilerini yansıtmaktadır.

Modelleme yaklaşımına yönelik sınırlamaların (eksik) listesi

- Model, baz yılın ekonomik faaliyetleri, gelir ve tüketimi ve üretim yapısı (şu anda TÜİK verilerinin mevcut olduğu en son yıl 2012'dir) arasındaki tarihsel ilişkiye dayanmaktadır; bunlar ise daha eski arz ve kullanım tablolarına göre tahmin edilebilmektedir. Bazı ülkeler için mevcut en yeni AKT 2010 veya 2012'ye ait olabilirken, başka ülkelerde ise 2019 yılına ait daha yeni tablolar olabilir. Bu verilere dayalı olarak önümüzdeki on yıl için anlam çıkarmak her zaman tam tabloyu göstermeyebilir, ancak "varsayımsal" analizler yoluyla iklim değişikliğinin azaltılması ve iklim değişikliğine uyumun ve diğer sürdürülebilirlik politikalarının etkilerinin değerlendirilmesinde önemli bir başlangıç noktası oluşturmaktadır.
- Fiyat değişikliklerine yönelik opsiyon verilmekle birlikte, üretim yapısı veya yatırımlar fiyat değişikliklerine dayalı olarak düzeltilmemiştir. Bununla birlikte, farklı ürün gruplarına yönelik hane halkı talepleri mal fiyatı ve çapraz fiyat esneklikleri kullanılarak modellenmiştir.
- Yatırımlar önceki yılın artış oranı ile artmakta ve bir istisna hariç olmak üzere yatırımların yapısı aynı kalmaktadır: bireysel senaryolar için, genel yatırımlara ek olarak gelen ve model dışı değişken olarak yapılan yatırımlar. Bu, senaryolarda yapılan ek yatırımların diğer yatırımlara yer bırakmayacak şekilde değil, ek bir ekonomik canlandırma olarak gerçekleştirilmesini gerektirmektedir.
- Sonuçlar, hangi sektörlerin işgücü talebinin muhtemelen artacağı ve hangi sektörlerin daralabileceğini göstermektedir. Gerçek işgücü piyasası sonuçları, ücretlerde düzeltmeler, işgücü mevcudiyeti, işgücü verimliliğindeki değişiklikler gibi, burada değerlendirilmeyen dinamik işgücü piyasa düzenlemelerinin yanı sıra başka etkenlere de bağlıdır.
- Uluslararası ticaret için yapılan mevcut modelleme son derece basitleştirilmiştir. Ürünlere göre ithalat payları baz yıla ait arz tablosuna dayalıdır. İhracat ise IMF veya OECD'nin küresel GSYH projeksiyonlarına göre artmaktadır.

Bu sınırlamalar iyice anlaşıldıktan sonra, **modelin en güçlü yönü olan sadelik ve şeffaflığa** katkıda bulunmaktadır. Bunlar başka güçlü yönlerle desteklenmektedir:

- Model, birkaç denklem ile, tutarlı tek bir çerçevede birleştirilebilecek çok az sayıda veri türüne bağlıdır.
- Model verilere dayalıdır ve ülkeye özgü özellikleri çok iyi yansıtmaktadır.
- Senaryolar tek bir Excel sayfası kullanılarak uygulanmıştır; model ise sadece birkaç saniyede çalışmakta, böylelikle çok sayıda senaryo hesaplanabilmekte ve farklı senaryo varsayımlarının geçerliliği değerlendirilebilmektedir.
- Her sonuç için, verilerde veya modelin temelinde yatan çok az sayıda varsayımlardan birinde mevcut olan bir açıklama bulunabilmektedir.

## Modellemenin Özeti ve Analizi

Türkiye için Yeşil İşler Değerlendirme Modeli (YİDM Türkiye), makro-ekonomik denklemleri arz ve kullanım tablosu sistemiyle birleştiren dinamik-özyinelemeli bir modeldir. 2019 sabit fiyatlarına göre oluşturulmuştur. Söz konusu makro-ekonomik denklemler aşağıdaki gibidir:

- Model dışı değişken olarak varsayılan GSYH büyüme oranı ile artan ihracat<sup>8</sup>.
- Geçtiğimiz yıla ait büyüme oranı ile artan gayrisafi sermaye oluşumu (yatırımlar). Bu, bir yandan senaryolar arasında farklı kalkınma rotalarına imkân tanırken, mevcut yıl için çözüm bulunurken yatırımları dışsallaştırarak modeli istikrarlı hale getirmektedir.
- Nüfus artışı ve gecikmeli GSYH’ye bağlı olan ve ulusal hesaplar sisteminden alınan zaman serisi verileri temelinde ekonometrik olarak tahmin edilen devlet harcamaları. (Not: Modelin bu ilk versiyonunda, devlet harcamaları ekonometrik olarak tahmin edilen parametrelere dayanmamakta, nüfus ile aynı oranda arttığı varsayılmaktadır).
- Nüfusun, UNDESA’nın dünya nüfus tahminlerinde<sup>28</sup> yer alan orta doğurganlık senaryosunu izlediği varsayılmaktadır.

Her ürünün toplam ihracat, toplam yatırımlar ve toplam devlet harcamaları içindeki payının Referans Senaryoda aynı kalacağı varsayılmıştır, ancak yeşil dönüşüm senaryolarında model dışı değişken olarak değişebilmektedir.

Hane halklarının tüketim harcamaları, ürünlere (*prod*) göre hane halkı tüketiminin toplam gelire (GDP/GSYH) ve gelir (*eI*), mal fiyatı (*eop*) ve çapraz fiyat (*ecp*) esnekliklerine bağlı olduğu **talep sistemi** kullanılarak modellenmiştir; *grX* ise *X* değişkenindeki (%olarak) artışı ifade etmektedir:

$$HHEprod_t = HHEprod_{t-1} + (el \times grGDP) + (eop \times grOwnPrice) + (ecp \times grOtherPrices)$$

Burada gelir, mal fiyatı ve çapraz fiyat esneklikleri ABD Tarım Bakanlığı’nın Uluslararası Gıda Karşılaştırma Programı’ndan<sup>30,31</sup> alınmakla birlikte, yeterli sayıda gözlemin var olduğu zaman serileri mevcut ise ekonometrik olarak da tahmin edilebilir. Ürün fiyatlarındaki değişiklikler, Leontief fiyat modeli kullanılarak girdi-çıkıtı temelinde belirlenmiştir. Modelde enflasyonun modellenmediğine dikkat edilmelidir. Modellenebilen tek fiyat değişiklikleri, senaryolarda üretim teknolojilerinin değişmesinden kaynaklanan değişikliklerdir. Referans Senaryoda ve mevcut Yeşil Senaryoda yer alan fiyatlar sabittir.

Şekil A1, ürünlere göre nihai talep ile sektörlere göre katma değer arasındaki döngüsel akışı göstermektedir; bu akış, vergiler ve diğer akışları hesaba katarak kişi başına GSYH’yi belirlemekte, bu da nihai talebi modellemekte kullanılmaktadır. Matematiksel terimlerle, kullanım matrisi *U* ile ifade edilmiştir ve arz matrisi, *V* ile ifade edilen yapım matrisinin devrik (transpoz) matrisini oluşturmaktadır. Sektör-mal olmak üzere mal talebi eksenli AKT modeli<sup>32</sup> aşağıdaki gibidir:

$$g = D(I - BD)^{-1}y$$

Burada *y* ürünlere göre nihai talebi (bireysel nihai talep vektörlerinin toplanmasıyla elde edilir), *B* ise katsayı matrisinin kullanımını ifade etmektedir:

$$B = U \text{diag}(g)^{-1}$$

Burada *g* sektör çıktısının vektörü, *D* ise pazar payı matrisidir:

$$D = V \text{diag}(q)^{-1}$$

Burada *q* ürün çıktısının vektörüdür.

Model, bir yinelemeden sonrakine kadar nihai hane halkı talebindeki değişiklik belirli bir eşiğin altında kalana kadar her yıl yenilenmektedir. Daha sonra ise model dışı değişkenler mevcut yıla ait çözüme ayarlanması ve model dışı değişkenlerin ve senaryo girdilerinin bir sonraki yılın değerlerini alması ile bir sonraki yıl başlatılır.

Senaryolar için aşağıdakileri modellemek mümkündür:

- Ürünlere göre ek yatırımlar
- Hane halkı ve devlet talebinin yapısındaki değişiklikler

<sup>8</sup> Gelecekte bu model daha da geliştirilirken, ihracat artışı ekonometrik olarak tahmin edilmiş parametrelerin kullanıldığı bir denklem ile tahmin edilecektir.

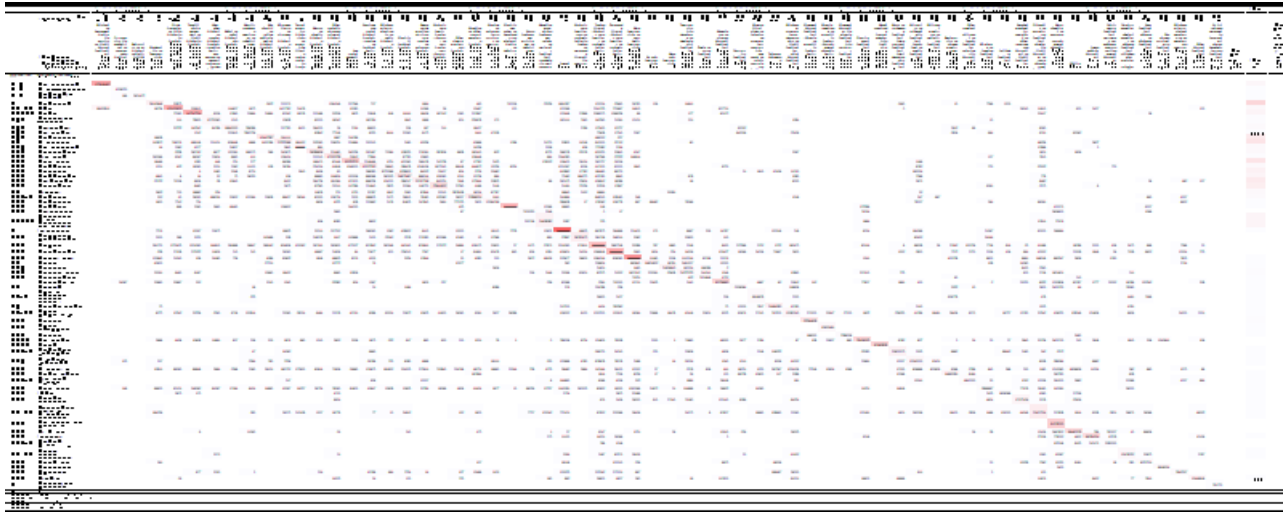
- Katsayı matrisindeki değişiklikler, yani bir sektörün hangi teknolojiyle üretim yaptığı
- Pazar payı matrisindeki değişiklikler, yani hangi sektörlerin ürettiği ürünlerin payı
- Ürünlere göre ithalat paylarındaki değişiklikler
- Sektörlerin emisyon yoğunluklarındaki değişiklikler

Üretim ve katma değer daima model içi değişkenlerdir. Buradan yola çıkılarak, sabit emek yoğunluğu (yani, sektörler için her katma değer birimi başına becerilere ve cinsiyete göre sabit işçi sayısı) ile sektörler için yeni katma değer için çarpımı ile istihdamdaki değişiklikler tahmin edilebilir.

## A.2. Türkiye için arz ve kullanım tablosu

Türkiye için AKT, 2012 yılının tamamı için sektörler ve nihai tüketiciler arasındaki mal ve hizmet akışını TL cinsinden göstermektedir. Her sektörde hacim ve katma değer dağılımının (Tablo A4) yanı sıra, 64 ürün ve sektör (Tablo A1 ve Tablo A2) ve mal ve hizmetlerin nihai kullanıcıları (Tablo A3) bakımından Türkiye'nin tüm üretim ekonomisini betimlemektedir.

Arz tablosu, ekonomide yer alan 64 ürün için toplam arzı ve bu ürünlerin 64 tedarikçi sektöre ve ithalata göre dağılımını açıklamaktadır. Şekil A2'de, 2012 yılına ait arz tablosu özetlenmiştir; renk tonları parasal değerleri belirtmekte, kırmızının daha koyu tonları daha yüksek değerlere, beyaz renk ise 0'a tekabül etmektedir. Birçok sektörün çok çeşitli ürünleri tedarik etmesine rağmen, ekonomideki sektörler ve arz edilen ürünler arasında uyumluluk düzeyinin yüksek olduğu çapraz şekilde görülmektedir; örneğin, *bitkisel ve hayvansal üretim, avcılık ve ilgili hizmet faaliyetleri* (birinci sütun) esas olarak *tarım ürünleri, avcılık ve ilgili hizmetler* (birinci satır) için arz sağlamaktadır. Tablonun en sonunda yer alan renkli sütun ise ürünlerin ithalatını göstermektedir.



Şekil A2. 2012 yılı için Türkiye Arz Tablosunun özeti

NOT: Sektörler arası matriste ve ithalat sütununda renklendirilmiş değerler parasal hacme tekabül etmektedir.

Kullanım tablosu bu 64 ürünün ekonomide yer alan 64 sektör ve nihai kullanıcılar tarafından nasıl kullanıldığını ve sektörlerin her birinde ne kadar katma değer<sup>9</sup> yaratıldığını açıklamaktadır. Şekil A3'te 2012 yılına ait kullanım tablosu özetlenmiştir; renk tonları parasal değerlerini belirlemekte, kırmızının daha koyu tonları daha yüksek değerlere, beyaz ise 0'a tekabül etmektedir. Boyalı alanlar sektörler arası akışları (yani, kendi mal ve hizmetlerini üretmek için ülkedeki her sektöre ait mal ve hizmet girdileri), sağ taraftaki sütunlar ise haneler, devlet, gayrisafi sabit sermaye oluşumu, envanter

<sup>9</sup> Gayrisafi Milli Hasılayı hesaplamaya yönelik bir ölçümdür. GSYH, her sektörün katma değerinin toplamı artı toplam ihracat, eksi toplam ithalat şeklinde hesaplanabilir.

değişimi ve ihracatı göstermektedir. Kullanım tablosundan farklı olarak, her sektör tarafından çok çeşitli mal ve hizmetler tüketilmektedir.

**Şekil A3. 2012 yılı için Türkiye Arz Tablosunun özeti**

NOT: Sektörler arası matris ve nihai kullanımlar sütunlarında renklendirilmiş değerler parasal hacme tekabül etmektedir.

### A.2.1. 2012 ile 2019 arasına ait arz ve kullanım tablosunun güncellenmesi

YİDM modeli için daha yeni bir baz yılı yansıtabilmek amacıyla AKT, SG emisyonları envanteri için verilerin mevcut olduğu son yıl olan 2019'a göre güncellenmiştir. Bunun için hem arz hem de kullanım tablosu AKT-RAS algoritması<sup>51</sup> kullanılarak, TÜİK'ten alınan 2019 makro-ekonomik değişkenlere eşleşecek şekilde ölçeklendirilmiştir. Güncelleme için kullanılan veriler şunlardır:<sup>10</sup> (a) Sektörlere göre toplam KD, (b) Sektörlere göre toplam çıktı, (c) Ürünlere göre ithalat ve ihracat ve (d) Ürünlere göre, her nihai talep kategorisi (Tablo A3) için ürünlere yönelik nihai talep. Bunları tahmin etmek için kullanılan veri kaynakları ve varsayımlar aşağıda ayrıntılarıyla açıklanmıştır.

**Sektörlere göre katma değer:** 2019 yılına ait sektörler göre GSYH verileri, 20 sektörü kapsayan 1 basamaklı NACE kodu şeklinde TÜİK'in<sup>52</sup> *Yıllık Gayrisafi Yurtiçi Hasıla* veri tabanında mevcuttur. En fazla 4 basamağa kadar NACE kodlu madencilik, imalat ve hizmet sektörlerine (mali hizmetler hariç) ilişkin veriler *Yıllık Sanayi ve Hizmet İstatistikleri*'nde<sup>53</sup> mevcuttur. Her alt sektör başına KD tahminleri aşağıdaki varsayımlara göre yapılmıştır:

- Tarım sektörleri (A01-A03), finansal hizmetler ve sigorta faaliyetleri (K64-K66), ve Gayrimenkul Hizmetleri (L68A-L68B) için, ilgili 1 basamaklı NACE sektörünün her birinde yer alan alt sektörlerde, daha fazla veri mevcut olmadığından, GSYH dağılımının sabit kaldığı varsayılmıştır. Örneğin *Bitkisel ve hayvansal üretim, avcılık ve ilgili hizmet faaliyetleri* 2012 yılında genel *Tarım, ormancılık ve balıkçılık* sektöründeki KD'nin %95'ini oluşturmaktadır ve 2019 yılında da aynı paya sahip olacağı varsayılmıştır. Daha sonra ise toplam KD, 2019 yılı için *Tarım, ormancılık ve balıkçılığa* ilişkin GSYH verilerinin %95'ine tekabül edecek şekilde ölçeklenmiştir.
- Madencilik ve taş ocaklığı (B); elektrik, gaz, buhar ve havalandırma sistemi üretimi ve dağıtımı (D35); inşaat (F), konaklama ve gıda hizmetleri faaliyetleri (I), kamu yönetimi ve savunma (O84), eğitim (P), ve hane halklarının işveren olarak faaliyetleri (T) için, AKT'de yer alan sektörler doğrudan 2019 yılına ait sektörler göre GSYH verilerindeki 1 basamaklı sektör detayına tekabül ettiğinden hiçbir tahsise gerek kalmamıştır.
- Sektörlerin geri kalanı için, ilgili 1 basamaklı NACE sektörünün KD'sinde her sektörün dağılımı, *Yıllık Sanayi ve Hizmet İstatistikleri*'nde mevcut olan sektörler göre detaylı katma değerlerden alınarak 2019 yılına ait sektörler göre GSYH verilerine ölçeklendirilmiştir.

<sup>10</sup> Tüm 2019 verileri, 2012 AKT'de yer alan aynı sektör/ürün sınıflandırmasına sahiptir.

Bu raporda katma değer’in tüm unsurları analiz edilmediğinden, her katma değer kategorisi için toplam KD’nin sektör başına bölümlenmesinin (Tablo A4) 2012 yılı ile aynı olacağı varsayılmıştır.

**Sektörlere göre toplam çıktı:** TÜİK’te ulusal hesaplar veri tabanında sektörler’e göre toplam çıktı verileri mevcut değildir. En fazla 4 basamağa kadar NACE kodlu madencilik, imalat ve hizmet sektörlerine (mali hizmetler hariç) ilişkin toplam çıktı (üretim değeri) verileri *Yıllık Sanayi ve Hizmet İstatistikleri*’nde<sup>53</sup> mevcuttur. Her alt sektör başına toplam çıktı tahminleri aşağıdaki varsayımlara göre yapılmıştır:

- Tarım sektörleri (A01-A03), finansal hizmetler ve sigorta faaliyetleri (K64-K66), gayrimenkul hizmetleri (L68A-L68B), kamu yönetimi ve savunma (O84), ve hane halklarının işveren olarak faaliyetleri (T) için, toplam çıktılara ait katma değer payının 2012 AKT’si ile aynı olduğu varsayılmıştır. Daha sonra ise 2019 yılı için toplam çıktı, 2019 yılına ait yeni KD verilerine göre ölçeklendirilmiştir.
- Diğer tüm sektörler için, *Yıllık Sanayi ve Hizmet İstatistikleri*’nden alınan 2012 ile 2018 yılları arasında toplam çıktılara ait katma değer payındaki değişiklikler, toplam çıktılara ait KD’nin 2012 yılındaki payına uygulanmıştır. Daha sonra ise 2019 yılı için toplam çıktı, 2019 yılına ait yeni KD verilerine göre ölçeklendirilmiştir.

**Ürönlere göre ithalat ve ihracat:** Ürönlere göre ithalat ve ihracat verileri TÜİK’in *Dış Ticaret İstatistikleri*’nde<sup>54</sup> mevcuttur. Hem ithalat hem de ihracat için, ithal/ihrac edilen malların dağılımı *Yıllık Gayrisafi Yurtiçi Hasıla* veri tabanından alınan 2019 yılına ait toplam ithalat ve ihracat değerlerine göre ölçeklendirilmiştir.

**Ürönlere göre nihai talep:** Kategorilere (hane halkları, devlet harcamaları, gayrisafi sermaye oluşumu, envanter değişimi) göre toplam nihai talep verileri *Yıllık Gayrisafi Yurtiçi Hasıla* veri tabanında mevcuttur. 2012 yılına ait AKT’de hane halkları tarafından tüketilen ürünlerin dağılımındaki değişiklikler, *Yıllık Gayrisafi Yurtiçi Hasıla* veri tabanında yer alan *Amaca Göre Bireysel Tüketimin Sınıflanmasına (COICOP) göre hane halklarının nihai tüketimi*’ndeki genel ürün gruplarında 2012 ile 2019’daki değişiklikleri temel almıştır. Ana gayrisafi sabit sermaye oluşumu ürün türlerinde (inşaat, makine ve ekipman, diğer varlıklar) 2019 yılı için harcama dağılımı ise, 2012 ile 2019’da ürün dağılımındaki farklılıklara göre tahmin edilmiştir. Devlet harcamaları ve envanter değişimi için, daha fazla veri mevcut olmadığından, ürün dağılımlarının 2012 ile aynı olduğu varsayılmıştır. Nihai talep kategorilerine göre tüketilen ürünlerin yeni dağılımı ise *Yıllık Gayrisafi Yurtiçi Hasıla* veri tabanında 2019 yılına ait toplam değerlere göre ölçeklendirilmiştir.

## A.2.2. Madencilik ürünlerinin bölümlenmesi

Elektrik üretiminde fosil yakıtların payındaki azalmanın ekonomide yarattığı önemli etkiler, fosil yakıtlara yönelik akış yukarısı talep üzerinde gerçekleşmektedir. Bununla birlikte, Türkiye AKT’sinde yer alan asıl ürün sınıflandırması, enerji ürünleri madenciliği ile diğer madencilik ve taş ocakçılığı faaliyetler arasında ayırım yapmamaktadır. Ancak YİDM ve Yeşil Senaryonun özellikleri, bu ürünlerin ayrı ayrı tanımlanmasını gerektirmektedir. Bunun temel nedeni, kömür ve doğalgaz taleplerindeki değişikliklerin, diğer madencilik ürünlerine yönelik taleplerdeki değişikliklere göre ekonomi (ve dolayısıyla işgücü ve emisyonlar) üzerinde farklı etkiler yaratmasıdır. Bunun nedeniyse, enerji dışı madencilik ürünleriyle karşılaştırıldığında, enerji ürünlerinin ithalat payının yüksek olmasıdır. Yakıtlarda ithalat oranının daha yüksek olması, elektrik üretimi amacıyla fosil yakıtlara yönelik talebin azalması nedeniyle Türkiye’de daha az GSYH ve istihdam kaybı ile sonuçlanacaktır.

Madencilik ürünlerinin bölümlenmesinde, dünya ekonomisini 1995’ten 2018’e kadar yıllık tablolar halinde, 66 ülke için ve 45 ayrıntılı sektör ile tanımlayan Ülkelerarası Girdi-Çıktı (ICIO) Veritabanı’nda<sup>55</sup> yer alan, 2018 yılı için enerji ve enerji dışı madencilikten elde edilen çıktıların dağılımı kullanılmıştır.

Madencilik ürünlerinin bölümlenmesinde veri noktalarından oluşan üç küme kullanılmıştır. Bunlardan ilki, Türkiye’de sektörler ve nihai tüketiciler için girdi olarak kullanılan tüm enerji ve enerji dışı (yerli ve ithal edilen) madencilik ürünlerinin dağılımıdır. Örneğin bu veri tabanına göre, madencilik ürünlerinin petrokimyasal sektöre sağladığı girdilerin %98’i enerji ürünleri, %2’siyse enerji dışı ürünlerdir; makinelerin imalatına yönelik girdilerde ise bu oranlar %30 enerji, %70 enerji dışı ürönlere tekabül etmektedir. İkincisi, madencilik ürünlerinin toplam ithalatı ve ihracatına her ürünün katılımıdır: Madencilikte tüm ürünlerin ithalatının %98’sini, ihracatının ise %39’unu enerji ürünleri oluşturmaktadır.

Arz tablosu için, enerji ürünlerinin *Madencilik ve Taş Ocakçılığı* ve *Elektrik, gaz, buhar ve havalandırma sistemi üretimi ve dağıtımı* sektörlerinden tedarik edildiği varsayılmıştır. Diğer sektörlerden tedarik edilen madencilik ürünlerinin tümü enerji dışı ürünlere tahsis edilmiştir.

2019 için tahmini AKT’ye göre, madencilik ürünlerinin ithalattaki toplam payı %56’dır. Bu yüzde, Türkiye’deki sektörler ve nihai tüketiciler tarafından kullanılan ancak Türkiye’de üretilmeyen madencilik ürünlerin toplamını ifade etmektedir. Ürünlerin bölümlenmesi göz önüne alındığında yeni ithalat payları enerji ürünleri için %85 ve enerji dışı ürünler için %3’tür.

### A.2.3. AKT’de yer alan sektörler, ürünler, katma değer kategorileri ve nihai tüketicilerin listesi

**Tablo A1. Türkiye için arz ve kullanım tablosunda yer alan sektörler, yeni yeşil elektrik sektörleri en sonda mavi renk ile gösterilmiştir**

NACE Kodu	Sektör adı	Kısa adı
A01	Bitkisel ve hayvansal üretim ile avcılık ve ilgili hizmet faaliyetleri	Tarım
A02	Ormancılık ile endüstriyel ve yakacak odun üretimi	Ormancılık
A03	Balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliği	Balıkçılık
B	Madencilik ve taş ocakçılığı	Madencilik ve taş ocakçılığı
C10-C12	Gıda ürünleri; içecekler ve tütün ürünlerinin imalatı	Gıda, tütün imal.
C13-C15	Tekstil, giyim eşyaları, deri ve ilgili ürünlerin imalatı	Tekstil, deri ürünleri imal.
C16	Ağaç, ağaç ürünleri ve mantar ürünleri imalatı (mobilya hariç); saz, saman ve benzeri malzemelerden örülerek yapılan eşyaların imalatı	Ağaç, mantar imal.
C17	Kâğıt ve kâğıt ürünlerinin imalatı	Kâğıt imal.
C18	Kayıtlı medyanın basılması ve çoğaltılması	Baskı ve kayıt
C19	Kok kömürü ve rafine edilmiş petrol ürünleri imalatı	Kok, raf. petr. ür. imal.
C20	Kimyasalların ve kimyasal ürünlerin imalatı	Kimyasal imal.
C21	Temel eczacılık ürünlerinin ve eczacılığa ilişkin malzemelerin imalatı	Eczacılık imal.
C22	Kauçuk ve plastik ürünlerin imalatı	Kauçuk ve plastik imal.
C23	Diğer metalik olmayan mineral ürünlerin imalatı	Metalik olmayan mineral ürünleri imal.
C24	Ana metal sanayii	Ana metal imal.
C25	Fabrikasyon metal ürünleri imalatı (makine ve teçhizat hariç)	Fabrikasyon metal ürün imal.
C26	Bilgisayarların, elektronik ve optik ürünlerin imalatı	Bilgisayar vb. imal.
C27	Elektrikli teçhizat imalatı	Elektrikli teçhizat imal.
C28	Başka yerde sınıflandırılmamış makine ve ekipman imalatı	Makine ve ekipman imal.
C29	Motorlu kara taşıtı, treyler (römork) ve yarı treyler (yarı römork) imalatı	Motorlu taşıt ve treyler imal.
C30	Diğer ulaşım araçlarının imalatı	Ulaşım ekip. imal.
C31_C32	Mobilya imalatı; diğer imalatlar	Mobilya vb. imal.
C33	Makine ve ekipmanların kurulumu ve onarımı	Mak. ve ekip. onarım ve kurulumu
D35	Elektrik, gaz, buhar ve havalandırma sistemi üretim ve dağıtımı	Elektrik, gaz, buhar, havalandırma
E36	Suyun toplanması, arıtılması ve dağıtılması	Su toplama, arıtma ve dağıtımı
E37-E39	Kanalizasyon, atık yönetimi, iyileştirme faaliyetleri	Kanalizasyon, atık yönetimi
F	İnşaat	İnşaat
G45	Motorlu kara taşıtlarının ve motosikletlerin toptan ve perakende ticareti ile onarımı	Motorlu taşıtların toptan ve perakende ticareti
G46	Toptan ticaret (Motorlu kara taşıtları ve motosikletler hariç)	Toptan ticaret
G47	Perakende ticaret (Motorlu kara taşıtları ve motosikletler hariç)	Perakende ticaret
H49	Kara taşımacılığı ve boru hattı taşımacılığı	Kara taşımacılığı, boru hattı
H50	Su yolu taşımacılığı	Su yolu taşımacılığı
H51	Hava yolu taşımacılığı	Hava yolu taşımacılığı
H52	Taşımacılık için depolama ve destekleyici faaliyetler	Depolama vb.
H53	Posta ve kurye faaliyetleri	Posta ve kurye faaliyetleri
I	Konaklama ve yiyecek ve içecek hizmeti faaliyetleri	Konaklama ve yiyecek-içecek
J58	Yayıncılık faaliyetleri	Yayıncılık faaliyetleri
J59_J60	Sinema filmi, video ve televizyon programları yapımıcılığı; programcılık ve yayıncılık faaliyetleri	Programlama ve yayıncılık
J61	Telekomünikasyon	Telekomünikasyon

J62_J63	Bilgisayar programlama, danışmanlık ve bilgi hizmet faaliyetleri	Bilgi hizmetleri
K64	Finansal hizmet faaliyetleri (Sigorta ve emeklilik fonları hariç)	Finansal hizmetler
K65	Sigorta, reasürans ve emeklilik fonları (Zorunlu sosyal güvenlik hariç)	Sigorta
K66	Finansal hizmetler ile sigorta faaliyetleri için yardımcı faaliyetler	Yard. finansal hizm. ve sigorta
L68B	Gayrimenkul faaliyetleri (atfedilen kiralara hariç)	Gayrimenkul
L68A	Malikin kullandığı konutlara atfedilen kiralara	Atfedilen kiralara
M69_M70	Hukuk ve muhasebe faaliyetleri; idare merkezi faaliyetleri; idari danışmanlık faaliyetleri	Hukuk faaliyetleri
M71	Mimarlık ve mühendislik faaliyetleri; teknik test ve analiz faaliyetleri	Mimarlık ve mühendislik
M72	Bilimsel araştırma ve geliştirme faaliyetleri	Araştırma ve geliştirme
M73	Reklamcılık ve piyasa araştırması	Reklamcılık ve piyasa araştırması
M74_M75	Diğer mesleki, bilimsel ve teknik faaliyetler; veterinerlik hizmetleri	Diğer mesleki faal.
N77	Kiralama ve leasing faaliyetleri	Kiralama faaliyetleri
N78	İstihdam faaliyetleri	İstihdam faaliyetleri
N79	Seyahat acentesi, tur operatörü ve diğer rezervasyon hizmetleri ve ilgili faaliyetler	Seyahat acentesi
N80-N82	Güvenlik ve soruşturma faaliyetleri; Binalarla ilgili hizmetler ve çevre düzenlemesi faaliyetleri; Büro yönetimi ve destek faaliyetleri	Destek faaliyetleri
O84	Kamu yönetimi ve savunma; zorunlu sosyal güvenlik	Kamu yönetimi
P85	Eğitim	Eğitim
Q86	İnsan sağlığı hizmetleri	İnsan sağlığı
Q87_Q88	Yatılı bakım faaliyetleri ve barınacak yer sağlanmaksızın verilen sosyal hizmetler	Sosyal hizmetler
R90-R92	Yaratıcı sanatlar, gösteri sanatları ve eğlence faaliyetleri; Kütüphaneler, arşivler, müzeler ve diğer kültürel faaliyetler; Kumar ve müşterek bahis faaliyetleri	Kültürel faaliyetler
R93	Spor faaliyetleri, eğlence ve dinlence faaliyetleri	Spor faaliyetleri
S94	Üye olunan kuruluşların faaliyetleri	Üye olunan kuruluşlar
S95	Bilgisayarların, kişisel eşyaların ve ev eşyalarının onarımı	Ev eşyalarının onarımı
S96	Diğer hizmet faaliyetleri	Diğer kişisel hizm.
T	İşveren olarak hane halklarının faaliyetleri; Hane halkları tarafından kendi kullanımlarına yönelik olarak üretilen ayırım yapılmamış mallar ve hizmetler	İşveren olarak hane halkları
D35wind	Rüzgâr enerjisi üretimi	Rüzgâr enerjisi üretimi
D35solar	Güneş enerjisi üretimi	Güneş enerjisi üretimi

**Tablo A2. Türkiye için arz ve kullanım tablosunda yer alan ürünler; yeni madencilik ürünleri mavi renk ile gösterilmiştir**

CPA Kodu	Sektör adı	Kısa adı
A01	Bitkisel ve hayvansal üretim ile avcılık ve ilgili hizmet faaliyetleri	Tarım ürünleri
A02	Ormancılık ile endüstriyel ve yakacak odun üretimi	Ormancılık ürünleri
A03	Balık ve diğer balıkçılık ürünleri; su ürünleri; balıkçılık için destekleyici hizmetler	Balık
B05_06	Enerji ürünlerinin çıkartılması	Enerji ürünlerinin çıkartılması
B07-B09	Diğer madencilik ve taş ocakçılığı	Madencilik ve taş ocakçılığı
C10-C12	Gıda ürünleri; içecekler ve tütün ürünlerinin imalatı	Gıda, tütün
C13-C15	Tekstil, giyim eşyaları, deri ve ilgili ürünlerin imalatı	Tekstil, deri
C16	Ağaç, ağaç ürünleri ve mantar ürünleri imalatı (mobilya hariç); saz, saman ve benzeri malzemelerden örülerek yapılan eşyaların imalatı	Ağaç, mantar
C17	Kâğıt ve kâğıt ürünlerinin imalatı	Kâğıt
C18	Kayıtlı medyanın basılması ve çoğaltılması	Baskı ve kayıt
C19	Kok kömürü ve rafine edilmiş petrol ürünleri imalatı	Kok kömürü, raf. petr. ür.
C20	Kimyasalların ve kimyasal ürünlerin imalatı	Kimyasallar
C21	Temel eczacılık ürünlerinin ve eczacılığa ilişkin malzemelerin imalatı	Eczacılık
C22	Kauçuk ve plastik ürünlerin imalatı	Kauçuk ve plastik
C23	Diğer metalik olmayan mineral ürünlerin imalatı	Metalik olmayan mineral ürünler
C24	Ana metal sanayii	Ana metaller
C25	Fabrikasyon metal ürünleri imalatı (makine ve teçhizat hariç)	Fabrikasyon metal ür.
C26	Bilgisayarların, elektronik ve optik ürünlerin imalatı	Bilgisayar vb.

C27	Elektrikli teçhizat imalatı	Elektrikli teçhizat
C28	Başka yerde sınıflandırılmamış makine ve ekipman imalatı	Makine ve ekipman
C29	Motorlu kara taşıtı, treyler (römork) ve yarı treyler (yarı römork) imalatı	Motorlu taşıt ve treyler
C30	Diğer ulaşım araçlarının imalatı	Ulaştırma ekip.
C31_C32	Mobilya imalatı; diğer imalatlar	Mobilya vb.
C33	Makine ve ekipmanların kurulumu ve onarımı	Mak. ve ekip. onarım ve kurulumu
D35	Elektrik, gaz, buhar ve havalandırma sistemi üretim ve dağıtım	Elektrik, gaz, buhar, havalandırma
E36	Suyun toplanması, arıtılması ve dağıtılması	Su
E37-E39	Kanalizasyon, atık yönetimi, iyileştirme faaliyetleri	Kanalizasyon, atık yönetimi
F	İnşaat	İnşaat
G45	Motorlu kara taşıtlarının ve motosikletlerin toptan ve perakende ticareti ile onarımı	Motorlu taşıtların toptan ve perakende ticareti
G46	Toptan ticaret (Motorlu kara taşıtları ve motosikletler hariç)	Toptan ticaret
G47	Perakende ticaret (Motorlu kara taşıtları ve motosikletler hariç)	Perakende ticaret
H49	Kara taşımacılığı ve boru hattı taşımacılığı	Kara taşımacılığı, boru hattı
H50	Su yolu taşımacılığı	Su yolu taşımacılığı
H51	Hava yolu taşımacılığı	Hava yolu taşımacılığı
H52	Taşımacılık için depolama ve destekleyici faaliyetler	Depolama vb.
H53	Posta ve kurye faaliyetleri	Posta ve kurye faaliyetleri
I	Konaklama ve yiyecek ve içecek hizmeti faaliyetleri	Konaklama ve yiyecek-içecek
J58	Yayıncılık faaliyetleri	Yayıncılık faaliyetleri
J59_J60	Sinema filmi, video ve televizyon programları yapıcılığı; programcılık ve yayıncılık faaliyetleri	Programlama ve yayıncılık
J61	Telekomünikasyon	Telekomünikasyon
J62_J63	Bilgisayar programlama, danışmanlık ve bilgi hizmet faaliyetleri	Bilgi hizmetleri
K64	Finansal hizmet faaliyetleri (Sigorta ve emeklilik fonları hariç)	Finansal hizmetler
K65	Sigorta, reasürans ve emeklilik fonları (Zorunlu sosyal güvenlik hariç)	Sigorta
K66	Finansal hizmetler ile sigorta faaliyetleri için yardımcı faaliyetler	Yard. finansal hizm. ve sigorta
L68B	Gayrimenkul faaliyetleri (atfedilen kiralar hariç)	Gayrimenkul
L68A	Malikin kullandığı konutlara atfedilen kiralar	Atfedilen kiralar
M69_M70	Hukuk ve muhasebe faaliyetleri; idare merkezi faaliyetleri; idari danışmanlık faaliyetleri	Hukuk faaliyetleri
M71	Mimarlık ve mühendislik faaliyetleri; teknik test ve analiz faaliyetleri	Mimarlık ve mühendislik
M72	Bilimsel araştırma ve geliştirme faaliyetleri	Araştırma ve geliştirme
M73	Reklamcılık ve piyasa araştırması hizmetleri	Reklamcılık ve piyasa araştırması
M74_M75	Reklamcılık ve piyasa araştırması	Diğer mesleki faal.
N77	Diğer mesleki, bilimsel ve teknik faaliyetler; veterinerlik hizmetleri	Kiralama faaliyetleri
N78	Kiralama ve leasing faaliyetleri	İstihdam faaliyetleri
N79	İstihdam faaliyetleri	Seyahat acentesi
N80-N82	Seyahat acentesi, tur operatörü ve diğer rezervasyon hizmetleri ve ilgili faaliyetler	Destek faaliyetleri
O84	Güvenlik ve soruşturma faaliyetleri; Binalarla ilgili hizmetler ve çevre düzenlemesi faaliyetleri; Büro yönetimi ve destek faaliyetleri	Kamu yönetimi
P85	Kamu yönetimi ve savunma; zorunlu sosyal güvenlik	Eğitim
Q86	Eğitim	İnsan sağlığı
Q87_Q88	İnsan sağlığı hizmetleri	Sosyal hizmetler
R90-R92	Yatılı bakım faaliyetleri ve barınacak yer sağlanmaksızın verilen sosyal hizmetler	Kültürel faaliyetler
R93	Yaratıcı sanatlar, gösteri sanatları ve eğlence faaliyetleri; Kütüphaneler, arşivler, müzeler ve diğer kültürel faaliyetler; Kumar ve müşterek bahis faaliyetleri	Spor faaliyetleri
S94	Spor faaliyetleri, eğlence ve dinlenme faaliyetleri	Üye olunan kuruluşlar
S95	Üye olunan kuruluşların faaliyetleri	Ev eşyalarının onarımı
S96	Bilgisayarların, kişisel eşyaların ve ev eşyalarının onarımı	Diğer kişisel hizm.
T	Diğer hizmet faaliyetleri	İşveren olarak hane halkları

Tablo A3. Türkiye için arz ve kullanım tablosunda nihai talep kategorileri

## Nihai talep kategorileri



Hane halklarının ve hanelere hizmet eden kâr amacı gütmeyen kuruluşların nihai tüketim harcamaları
Devletin nihai tüketim harcamaları
Gayrisafi sabit sermaye oluşumu
Envanter değişimi
İhracat (FOB)

**Tablo A4. Türkiye için arz ve kullanım tablosunda katma değer kategorileri**

Katma değer kategorisi
İşgücü ödemeleri
Diğer üretim vergileri
Diğer üretim sübvansiyonları
Sabit sermayenin işletme artışı için tüketimi
İşletme artışı, net / karma gelir, net

### A.3. Yeşil elektrik sektörlerinin bölümlenmesi

YİDM Türkiye modelinde yer alan yeşil elektrik sektörleri karadaki rüzgâr ve güneş enerjisi santralleridir. Eski ve yeni sektörlerin yapısı, bu santrallerin işletilmesine, yani elektrik üretimi ve santrallerin işletilmesi ve bakımına yönelik girdi sağlamaktadır. Bu santrallerin inşası veya yenilenmesine yapılacak yatırımlar bu yapıya dahil edilmemiştir. Bu bölümlenme aşağıdaki bilgiler bir araya getirilerek gerçekleştirilmiştir.

İlk olarak, elektrik sektörü çıktılarının bölümlenmesi, 2019 yılı için kurulu kapasite ve kapasite faktörleri baz alınarak, 2019’daki toplam elektrik üretiminde rüzgâr ve güneş enerjilerinin payına göre gerçekleştirilmiştir<sup>26</sup>: Elektrik sektöründen elde edilen çıktıların %7,2’si rüzgâr, %3,1’i ise güneş enerjisine tahsis edilmiştir.

Rüzgâr ve güneş enerjisi üretimine yönelik mal ve hizmet girdilerinin yanı sıra işgücü ödemeleri ve diğer işletme artıkları şeklinde katma değere karşılık gelen toplam çıktı payı için “Düşük karbonlu üretim teknolojileri”<sup>24,25</sup> raporu temel alınmıştır. Aşağıda yer alan Tablo A5 esas elektrik ve gaz sektörüne ve yeni yeşil teknoloji sektörlerine yönelik girdilerin dağılımını göstermektedir. Tabloda gösterilen değerler sektörlerden birine yönelik sağlanan girdilerin en az %1’ine karşılık gelmektedir; tüm sektörler için %1’in altındaki değerler “Diğer ürünler” başlığı altında gruplanmıştır.

**Tablo A5. Esas elektrik ve gaz sektörü ve rüzgâr ve güneş enerjileri olmak üzere yeni yeşil elektrik sektörlerine yönelik girdilerin ayrıntılı dağılımı.**

Ürünler	Elektrik ve gaz	Rüzgâr enerjisi	Güneş enerjisi
Enerji ürünlerinin çıkartılması	%21	%0	%0
Kimyasallar ve kimyasal ürünler	%0	%2,9	%7,9
Diğer metalik olmayan mineral ürünleri	%0	%0	%2,6
Ana metaller	%0,1	%1,2	%0
Fabrikasyon metal ürünleri (makine ve teçhizat hariç)	%0,0	%11	%8
Bilgisayar, elektronik ve optik ürünler	%0	%3,1	%11,9
Elektrikli teçhizat	%0	%11,4	%14
Başka yerde sınıflandırılmamış makine ve ekipman	%0	%7,2	%0,2
Diğer ulaşım ekipmanı	%0,0	%8,4	%0,0
Elektrik, gaz, buhar ve havalandırma sistemi	%48,0	%0,5	%0,4
İnşaat ve inşaat işleri	%0,2	%1,4	%7,5

Toptan ticaret hizmetleri (Motorlu kara taşıtları ve motosikletler hariç)	%0	%3	%2
Finansal hizmetler (Sigorta ve emeklilik fonları hariç)	%2	%2	%0
Hukuk ve muhasebe hizmetleri; İdare merkezi hizmetleri; İdari danışmanlık hizmetleri	%0	%2,4	%1,1
Mimarlık ve mühendislik hizmetleri; teknik test ve analiz hizmetleri	%0	%1	%0,5
İstihdam hizmetleri	%0,0	%2,0	%1
Seyahat acentesi, tur operatörü ve diğer rezervasyon hizmetleri ve ilgili hizmetler	%0,0	%3	%2
Güvenlik ve soruşturma hizmetleri; Binalarla ilgili hizmetler ve çevre düzenlemesi; Büro yönetimi ve diğer iş destek faaliyetleri	%0	%2,7	%1,2
Diğer ürünler (girdilerin %1’den azı)	%2	%7,1	%5
Katma değer	%25	%30,2	%34,4
<b>Toplam çıktılar</b>	<b>%100</b>	<b>%100</b>	<b>%100</b>

NOT: Mavinin daha koyu tonları, girdi payının daha yüksek olduğunu göstermektedir.

#### A.4. İşgücü ve emisyon eklentileri

##### A.4.1. İşgücü eklentileri

İşgücü eklentileri İşgücü Anketlerinden (İA) alınan, AKT’de yer alan sektörlerin her birine tahsis edilen istihdam istatistikleri anlamına gelmektedir. Her sektör için cinsiyet, beceri düzeyi ve kayıtlılık durumuna göre istihdamdaki kişilerin sayısı mevcuttur. Türkiye’deki toplam istihdam ile aynı gösterge sınıflandırmasında aynı zamanda sektörlere göre istihdamda olan geçici koruma altındaki Suriyeli nüfusun dağılımına ilişkin veriler de yer almaktadır. YİDM Türkiye’de yer alan işgücü eklentileri, Tablo A6’da ayrıntılarıyla açıklanan 32 göstergeden oluşmaktadır.

Yeni yeşil elektrik sektörlerinde işgücü göstergelerinin bölümlenmesinde, esas elektrik, gaz, buhar ve havalandırma sistemi üretimi ve dağıtımında toplam KD (işgücü ödemeleri ve karma gelir dahil) başına istihdam edilen aynı kişi sayısının izleneceği varsayılmıştır. Sonrasında, esas Elektrik sektöründen rüzgâr ve güneş enerjilerinden elektrik üretimi sektöründeki tahmini istihdam çıkartılmıştır. İstihdam yapısının (cinsiyet, beceri düzeyi, kayıtlılık, geçici koruma altındaki Suriyeli nüfusun istihdamdaki payı) hem yeşil hem de geleneksel olmak üzere tüm elektrik sektörleri arasında aynı olduğu varsayılmıştır.

**Tablo A6. YİDM Türkiye’de işgücü eklentilerinde yer alan tüm göstergeler ve 2019’da istihdamın dağılımı**

Nüfus	Cinsiyet	Beceri düzeyi	Kayıtlılık	Pay
Türkiye Geneli	Erkek	Düşük	Kayıtlı	%5
Türkiye Geneli	Erkek	Orta	Kayıtlı	%28
Türkiye Geneli	Erkek	Yüksek	Kayıtlı	%5
Türkiye Geneli	Erkek	Profesyonel	Kayıtlı	%8
Türkiye Geneli	Erkek	Düşük	Kayıt dışı	%4
Türkiye Geneli	Erkek	Orta	Kayıt dışı	%17
Türkiye Geneli	Erkek	Yüksek	Kayıt dışı	%1
Türkiye Geneli	Erkek	Profesyonel	Kayıt dışı	%1
Türkiye Geneli	Kadın	Düşük	Kayıtlı	%2
Türkiye Geneli	Kadın	Orta	Kayıtlı	%8
Türkiye Geneli	Kadın	Yüksek	Kayıtlı	%2
Türkiye Geneli	Kadın	Profesyonel	Kayıtlı	%6
Türkiye Geneli	Kadın	Düşük	Kayıt dışı	%4

Türkiye Geneli	Kadın	Orta	Kayıt dışı	%10
Türkiye Geneli	Kadın	Yüksek	Kayıt dışı	%0,2
Türkiye Geneli	Kadın	Profesyonel	Kayıt dışı	%0,2

#### A.4.2. Sera gazı emisyon eklentileri

SG emisyon eklentileri, IPCC rehberini izleyen emisyon raporlamasını temel almaktadır<sup>23</sup>. Emisyon raporlaması dört temel faaliyeti izler: 1. *Enerji*; 2. *Sınai süreçler ve ürün kullanımı (Sanayi)*; 3. *Tarım, ormanlık ve diğer arazi kullanımları (AKAKDO)*; ve 4. *Atık yönetimi*.

YİDM Türkiye'de emisyonlar, üç temel SG emisyonlarına (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> ve N<sub>2</sub>O; diğer gazlar dahil edilmemiştir) göre ayrılmış ve yeşil elektrik senaryosunda farklı şekillerde etkilenecek enerji ve enerji dışı emisyonlar altında kategorize edilmiştir. Aşağıda ayrıntılı biçimde açıklanan emisyon kategorileri Tablo A7'de gösterilmiştir.

**Tablo A7. YİDM Türkiye'de Gg CO<sub>2</sub> eşdeğeri cinsinden SG emisyon göstergeleri ve emisyon envanter kategorileri ile eşleşmeleri**

	CO <sub>2</sub>				CH <sub>4</sub>				N <sub>2</sub> O			
	Enerji	Sanayi	AKAKDO	Atık	Enerji	Sanayi	AKAKDO	Atık	Enerji	Sanayi	AKAKDO	Atık
Enerji CO <sub>2</sub> emisyonları	X											
Enerji CH <sub>4</sub> emisyonları					X							
Enerji N <sub>2</sub> O emisyonları									X			
Enerji dışı CO <sub>2</sub> emisyonları		X	X	X								
Enerji dışı CH <sub>4</sub> emisyonları						X	X	X				
Enerji dışı N <sub>2</sub> O emisyonları										X	X	X

#### Enerji emisyonları

2006 IPCC rehberine<sup>23</sup> uygun olarak, üç gaz türü için enerjiden kaynaklanan emisyonlar raporlanmış ve ana enerji faaliyetleri ve yakıt kullanımına göre ayrılmıştır. Türkiye SG envanterindeki verilerde aşağıdaki kategoriler yer almaktadır:

**Yakıt yakma faaliyetlerinden kaynaklanan emisyonlar:** Yakıt yakma kaynaklı tüm emisyonları kapsar ve aşağıdaki gibi bölümlenir:

- **Enerji sektörleri:** Elektrik ve yakıt üretimi amacıyla, doğrudan **enerji dönüşüm sektörüne** tahsis edilen ve bu enerji ürünlerinin yakılmasını içermeyen emisyonlar. Şu faaliyetler altında ayrıntılandırılır; kamusal elektrik ve ısı üretimi, petrol artımı ve katı yakıtların imalatı ve diğer enerji sektörleri.
- **İmalat sektörleri ve inşaat:** Sektörlerde ve inşaat faaliyetlerinde **enerji ürünlerinin kullanımından** dolayı gerçekleşen emisyonlar. Envanterde şu sektörler için ayrıntılı şekilde tanımlanır: demir ve çelik; demir dışı metaller; kimyasallar; kâğıt hamuru, kâğıt ve baskı; gıda işleme, içecekler ve tütün; metal içermeyen mineraller; ve belirtilmemiş diğer sektörler.
- **Taşımacılık:** Sivil havacılık, karayolu taşımacılığı, demiryolları, denizyolları ve boru hatları ile taşımada yakıt kullanımından kaynaklanan emisyonlar.
- **Diğer sektörler:** Tarımda yakıt yakmadan (tarım makineleri ve arazi araçlarında kullanılan yakıtlar) kaynaklanan doğrudan emisyonlar, ticari ve kurumsal sektörler ve konut emisyonları. Konut emisyonlarına yakıtların ısınma ve yemek pişirme amaçlı kullanımı dahildir, ancak binek araçlarda kullanılan yakıtlar dahil değildir.

**Yakıtlardan kaynaklanan kaçak emisyonlar: Fosil yakıtların çıkartılmasına** tahsis edilen emisyonlar. Katı yakıtlardan (kömür madenciliği, elleçleme, depolama ve taşıma), ve petrol ve doğalgazın (petrol ve doğalgazın havalandırılması ve

alevlendirilmesi dahil) çıkartılmasından kaynaklanan kaçak emisyonları içerir. Boru hatları ile taşımada oluşan kaçak CO2 kayda değer düzeyde değildir.

Tablo A8 AKT’de yer alan sektörlerde emisyonların nasıl tahsis edildiğini göstermektedir. Tabloda yer alan ana emisyon kategorileri gri, her kategori altındaki bilgiler ise beyaz renk ile belirtilmiştir. Beyaz renkli detaylı kategorilerin toplamı ana kategorilere tekabül etmektedir. Enerji emisyonlarının %88,4’üne doğrudan karşılık gelen bir sektör mevcut iken, %11,6’sı ekonomik AKT’de yer alan enerji ürünlerinin tüketimine göre farklı sektörler arasında pay edilmiştir.

**Tablo A8. Ulusal envantere raporlanan esas faaliyetten kaynaklanan enerji emisyonlarının YİDM Türkiye’de yer alan sektör sınıflandırmasına göre tahsisi**

Envantere belirtilen faaliyet	Enerji emisyonlarında payı	AKT sektörlerine tahsisi
<b>Enerji Sektörleri</b>	<b>%39,0</b>	
Elektrik ve Isı Üretimi	%36,5	Elektrik, gaz, buhar ve havalandırma sistemi
Petrol arıtımı	%1,8	Kok kömürü ve rafine edilmiş petrol ürünleri
Katı yakıtların ve diğer enerji sektörlerinin imalatı	%0,6	Madencilik ve taş ocakçılığı
<b>İmalat</b>	<b>%14,3</b>	
Demir ve çelik	%1,2	Ana metaller
Demir dışı metaller	%0,2	Ana metaller
Kimyasallar	%1,7	AKT’deki enerji ürünlerinin kullanımına göre, Kimyasallar ve kimyasal ürünler ile Temel eczacılık ürünleri ve eczacılığa ilişkin malzemeler arasında pay edilmiştir.
Kâğıt hamuru, kâğıt ve baskı	%0,3	AKT’deki enerji ürünlerinin kullanımına göre, Kâğıt ve kâğıt ürünleri ile Kayıt hizmetleri arasında pay edilmiştir.
Gıda işleme, içecekler ve tütün	%1,4	Gıda ürünleri, içecekler ve tütün
Metal içermeyen mineraller	%6,7	Diğer metalik olmayan mineral ürünleri
Diğer sektörler	%2,9	AKT’deki enerji ürünlerinin kullanımına göre, tüm diğer imalat ve madencilik sektörlerine pay edilmiştir.
<b>Taşımacılık</b>	<b>%26,1</b>	
Sivil havacılık	%4,6	Hava yolu taşımacılığı hizmetleri
Karayolu taşımacılığı	%20,1	Karayolu taşımacılığı ve boru hatları ile taşımacılık hizmetleri
Demiryolları	%0,1	Karayolu taşımacılığı ve boru hatları ile taşımacılık hizmetleri
Denizyolları	%1,1	Su yolu taşımacılığı hizmetleri
Boru hatları ile taşıma	%0,2	Karayolu taşımacılığı ve boru hatları ile taşımacılık hizmetleri
Diğer sektörler	%18,1	
Ticari ve kamusal hizmetler	%3,8	AKT’deki enerji ürünlerinin kullanımına göre, Taşımacılık hariç tüm hizmet sektörlerine pay edilmiştir.
Konut	%11,4	Doğrudan hanelere tahsis edilmiştir
Tarım/Ormancılık/Balıkçılık	%2,8	AKT’deki enerji ürünlerinin kullanımına göre, Tarım, Hayvancılık, Avcılık ve ilgili Hizmetler; Ormancılık ve Yakacak Odun Üretimi, Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği arasında pay edilmiştir.
<b>Kaçak emisyonlar</b>	<b>%2,5</b>	
Katı yakıtlar	%1,8	Madencilik ve taş ocakçılığı
Petrol ve doğalgaz	%0,8	Madencilik ve taş ocakçılığı

### **Enerji dışı emisyonlar**

Enerji dışı emisyonlar Sanayi ve Atık yönetimi kategorilerine ayrılmaktadır. Toplamda Türkiye'de emisyonlarının %26,2'sini oluşturmaktadır.

Yeni yeşil elektrik sektörleri için emisyon eklentilerinin tahmininde, bunların doğrudan emisyonlardan sorumlu ürünlerin kullanımı ile orantılı olduğu varsayılmıştır. Enerjiyle ilgili emisyonlar için, burada kok kömürü, rafine edilmiş petrol ürünleri, madencilik ve taş ocakçılığı (kömür ve doğalgaz dahil) ürünleri olarak tanımlanan, sanayide fosil yakıtlı enerji ürünü girdilerini ifade etmektedir. Bu ise, rüzgâr ve güneş enerjisinden üretilen elektriğe atfedilen doğrudan emisyonların, toplam elektrik üretiminde fosil yakıtların tüketimine göre ifade edildiği anlamına gelmektedir. Söz konusu tüketim, örneğin, taşımacılık ve makinelerin işletilmesinde kullanılan yakıtlarda gerçekleştirilmektedir. Yeni yeşil elektrik sektörlerine tahsis edilen enerji dışı SG emisyonu mevcut değildir.