



SHURA Enerji Dönüşümü Merkezi Hakkında

European Climate Foundation (ECF), Agora Energiewende ve Sabancı Üniversitesi İstanbul Politikalar Merkezi (IPM) tarafından kurulan SHURA Enerji Dönüşümü Merkezi, yenilikçi bir enerji dönüşüm platformu olarak enerji sektörünün karbonsuzlaştırılmasına katkıda bulunmayı amaçlamaktadır. Aynı zamanda Türkiye'deki enerji sektörünün politik, teknolojik ve ekonomik yönleri üzerine yapılan tartışmalarda sürdürülebilir ve kabul görmüş bir ortak zemine olan ihtiyacı karşılamayı hedeflemektedir. SHURA gerçeklere dayalı analizler ve en güncel veriler ışığında, enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji üzerinden düşük karbonlu bir enerji sistemine geçişi desteklemeyi odağına almaktadır. Farklı paydaşların bakış açılarını göz önünde bulundurarak bu geçişin ekonomik potansiyeli, teknik fizibilitesi ve ilgili politika araçlarına yönelik bir anlayışın oluşturulmasına yardımcı olmaktadır.

Yazarlar

Elif Düşmez Tek, Mehmet Yusuf Çakmak, Caner Kahraman (Deloitte), Alper Uğural, Mert Kekevi (Energy Pool), Friedrich Seefeldt (Prognos), Ayşe Ceren Sarı (SHURA Enerji Dönüşümü Merkezi)

Teşekkürler

Raporun içeriği ve yapısı, ayrıca çalışmanın hazırlanmasında genel yönlendirme ve değerlendirme yapan SHURA Enerji Dönüşümü Merkezi direktörü Dr. Değer Saygın tarafından yapılmıştır. Raporun hazırlanması esnasında görüşme yapılarak çok değerli görüş, inceleme ve yorumlarını sunan kişi ve kuruluşlara teşekkür ederiz. Çalışmayı yönlendirmek üzere oluşturulan Uzman Çalışma Grubunda yer alan Alexandra Langenheld, Ali Hakan Everekli, Alper Terciyanlı, Arif Künar, Can Gülcan, Emre Oğuzöncül, Erdem Sezer, Hakan Olcay, Hülya Akinç, Jan Rosenow, Naci Işıklı, Sermin Onaygil ve Servet Akgün yönlendirmeleriyle katkıda bulunmuştur. SHURA Enerji Dönüşümü Merkezi Yönlendirme Komitesi Başkanı Selahattin Hakman raporu inceleyerek geri bildirimde bulunmuştur.

SHURA Enerji Dönüşümü Merkezi, Almanya Federal Cumhuriyeti Parlamentosu'nun kararı doğrultusunda finansman sağlayan Almanya Federal Ekonomi ve Enerji Bakanlığı'na müteşekkirdir.

Bu rapor, www.shura.org.tr sitesinden indirilebilir.

Daha ayrıntılı bilgi almak veya geri bildirimde bulunmak için info@shura.org.tr adresinden SHURA ekibiyle temasa geçiniz.

Tasarım

Tasarımhane Tanıtım Ltd. Şti.

Telif Hakkı © 2020 Sabancı Üniversitesi

ISBN 978-605-70031-0-2

Sorumluluk Reddi

Bu rapor ve içeriği, çalışma kapsamında göz önünde bulundurulmuş kabuller, senaryolar ve 2019 yıl sonu itibarıyla mevcut olan piyasa koşulları doğrultusunda hazırlanmıştır. Bu kabullerin, senaryolar ve piyasa koşullarının değişime açık olması nedeniyle, rapor kapsamındaki gelecek dönem öngörülerinin, gerçekleşecek sonuçlarla aynı olacağı garanti edilemez. Bu raporun hazırlanmasına katkı yapan kurum ya da kişiler, raporda sunulan öngörülerin gerçekleşmemesi ya da farklı şekilde gerçekleşmesinden dolayı oluşabilecek ticari kazanç ya da kayıplardan sorumlu tutulamazlar.

Deloitte.

prognos

**Energy
Pool**

Supported by:

 Federal Ministry
for Economic Affairs
and Energy

on the basis of a decision
by the German Bundestag

**Türkiye Elektrik Sistemi için En
Ekonomik Katkı:** Enerji Verimliliği ve
Yeni İş Modelleri





Küresel enerji dönüşümü eğilimini yakalayan Türkiye

İklim değişikliğinin etkilerinin en kısa sürede en aza indirilmesi için sera gazlarının toplam üçte ikisine sebep olan enerji sektörünün enerji verimliliği, yenilenebilir enerji ve elektrifikasyon yoluyla dönüşümü her geçen gün daha fazla önem kazanmaktadır. Sera gazları içerisindeki karbondioksit (CO₂) emisyonlarının kaynağı olarak ise yine enerji tüketimi ve üretimi en büyük paya sahip olarak ön plana çıkmaktadır. Uluslararası Enerji Ajansı'nın (IEA) eylül ayı başında yayımlanmış olduğu fosil yakıtların kullanımından kaynaklanan CO₂ emisyonu istatistiklerine göre 2019 yılı sonunda küresel enerji sektörü 33 milyar ton (t) seviyesinde emisyonu sebep olmuştur. Küresel enerji sektörü kaynaklı CO₂ emisyonu seviyeleri 2019 yılında tavan seviyesine ulaşmıştır, son iki senedir sabit seyrederken COVID-19 etkisiyle düşme eğilimine girmiştir. Bunu altında yatan en önemli neden, elektrik sektöründe yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanan elektrik üretiminin artan talebi daha fazla karşılıyor olarak karşımıza çıkıyor olmasıdır.

Türkiye'de ise 2019 yılı üretim verilerine göre toplam elektrik üretiminin %44'ü yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmıştır. Bu kaynakların içerisinde rüzgâr ve güneş enerjisinin payı da hızla artarak toplam üretimin %10'u seviyelerine ulaşmıştır. Son dört senedir, Türkiye'deki yenilenebilir enerji kapasite artışı yıllık net kurulu güç artışının yarısından fazlasını temsil etmektedir. Düşük karbonlu bir ekonomiye geçişte yenilenebilir elektriğin payının artması büyük önem arz etse de tam bir dönüşüm için eşit derecede önemli olan diğer husus Türkiye'nin barındırdığı muazzam enerji verimliliği potansiyeli fırsatlarından yararlanmasıdır.

Son yıllarda Türkiye enerji stratejisinde önemli bir yer edinen yenilenebilir enerji kaynaklarına kıyasla enerji verimliliği, uzun yıllardan beri Türkiye'nin en öncelikli yerel enerji kaynağı olarak tüm stratejilerin merkezinde yer almaktadır. Bunun nedeni enerji verimliliği teknoloji ve çözümlerinin çeşitliliğinin yüksek, maliyetlerinin düşük olması ve enerji tasarruflarına ilave birçok yan faydayı da beraberinde getirmesidir. Aynı zamanda enerji tüketimi hızla büyüyen Türkiye gibi ülkeler için yeni santral, sanayi tesisi ve bina yatırımlarının enerji konusunda daha verimli olması teknik açıdan çok daha kolaydır ancak yatırım maliyeti kısmen yüksek olabilmektedir.

Türkiye'nin enerji tüketimine baktığımızda 2002 ile 2018 yılları arasında %90 oranında bir artışın yaşandığı görülmektedir. Bu artışın içerisinde elektrik tüketiminin nüfus artışı ve ekonomik büyümeyle orantılı olarak önemli bir paya sahip olduğu ortaya çıkmaktadır. Aynı dönemde Türkiye'nin enerji yoğunluğu yani gayrisafi yurtiçi hasıla (GSYH) başına enerji tüketimi yılda ortalama %1,5'ten daha fazla bir oranda iyileşme göstermiştir. Ekonomi ve sektörlerdeki yapısal değişikliklerin yanında bu iyileşmenin altında yatan asıl neden enerjiyi son tüketen sektörlerdeki enerji verimliliği teknoloji yatırımlarıdır. Türkiye'deki eğilim küresel seviyede yaşanan enerji verimliliği iyileşmeleriyle benzer devam etmektedir. Küresel birincil enerji yoğunluğunda 2017 yılında %1,7, 2018 yılında ise %1,2 oranında iyileşme kaydedilmiştir.

Diğer ülkelere kıyasla Türkiye'nin kişi başına elektrik tüketimi daha düşük bir seviyededir. Bununla birlikte enerji yoğunluğunda orta-yüksek seviyelerde bulunmaktadır. 2018 yılı itibarıyla Türkiye'nin enerji yoğunluğu 1000 ABD doları (ABD\$) (2011) başına 800 kilovat-saat (kWh) seviyesine ulaşmıştır.

Enerji dönüşümünün merkezinde yer alan elektrik sektörü

Türkiye'nin birincil enerji arzı 2000 ile 2018 yılları arasında %3,3 yıllık bileşik büyüme oranı (YBBO) ile artarak 79 milyon ton eşdeğer petrol (Mtep) seviyesinden 144 Mtep seviyesine ulaşmıştır. Nihai enerji tüketimi de yine aynı dönemde %3,3'lük büyüme oranıyla 62 Mtep'ten 109 Mtep seviyesine gelmiştir. Nihai enerji tüketiminin birincil enerji arzına olan oranı dörtte üç olmakla birlikte, elektrik sektörü 2018 yılı itibarıyla nihai enerji tüketimi içerisinde sadece %20'lik bir paya sahiptir.

Günümüzde Türkiye'nin toplam elektrik üretimi yılda neredeyse 305 teravat-saat (TWh) seviyesine gelmiş durumdadır. Göz ardı edilebilir seviyedeki sınır ötesi elektrik ticareti sebebiyle, toplam elektrik üretiminin neredeyse tamamı ülke içerisindeki son tüketiciye yönlendirilmektedir. Binalarda sektörde tüketilen elektrik toplam tüketimin içerisinde %42 gibi bir paya sahipken, sanayinin payı %39 civarındadır. Kalan %19'luk payın büyük bir kısmı santrallerin kendi iç tüketimleri ve iletim ve dağıtım şebekesindeki kayıplar sebebiyle son tüketiciye ulaşmamaktadır.

2000 yılında elektrik üretim santrallerinin iç tüketimi ve şebeke kayıplarının toplam değeri Türkiye'nin toplam brüt elektrik üretimine kıyasla %24,4 (30,0 TWh) seviyelerinde gerçekleşmiştir. Bu oran 2018 yılında %16,6 seviyesine (49,3 TWh) düşmüştür. Benzer şekilde üretim kısmında 2000-2018 döneminde fosil yakıtlarla çalışan elektrik üretim santrallerinin verimlilikleri ortalama 5 puan artarak %40 seviyesinin üzerine çıkmıştır. Kayıplardaki düşüş ve elektrik üretiminde verimliliğin artışı Türkiye'nin ithalata bağımlı sektör yapısı açısından büyük önem arz etse de yerli kaynak kullanımı hala sınırlı seviyededir. 2018 yılında %20'si hidroelektrik, %15'i linyit, %7'si rüzgâr, %3'ü güneş, %2'si jeotermal enerji ve %2'si diğer kömür santrallerinden olmak üzere toplamda 149 TWh elektrik yerli kaynaklar kullanılarak üretilmiştir. Bir diğer deyişle yerli kaynakların payı toplam elektrik üretiminin sadece yarısına eşit olmuştur. Bu oran 2019 yılında yenilenebilir kaynakların artan payıyla daha da yükselmiş olsa da Türkiye elektrik üretimi açısından dışa bağımlı bir ülke olmaya devam etmektedir.

Elektrik sektörü, dışa bağımlılığın yanı sıra iklim değişikliği ve sera gazı emisyonları açısından da ayrı bir önem arz etmektedir ve Türkiye'nin 2018 yılı sonu toplam emisyonlarının içerisinde %40'tan yüksek bir paya sahip olmuştur. Günümüzde bir kWh elektrik üretmek için salınan CO₂ miktarı 450 gram (g) seviyesindedir. Ortalama verimliliğe sahip bir kömür santrali kWh başına bunun iki katı daha fazla salıma sebep olabilmektedir. Tüm bu nedenlerden dolayı elektrik sektörünün yenilenebilir enerji, enerji verimliliği ve enerji dönüşümünün iki temel ayağını oluşturan bu iki teknolojiye sinerjiler yaratan elektrifikasyon sayesinde dönüşmesi, bu dönüşümün elektrik sisteminin yönetimi için ihtiyacı hızla artan dijitalleşme ve bilgi işlem teknolojileri sayesinde hızlandırılması, düşük karbonlu ekonomiye geçişte kilit rol oynamaktadır.

SHURA'nın "Türkiye Elektrik Sistemi için En Ekonomik Katkı: Enerji Verimliliği ve Yeni İş Modelleri" çalışmasının kapsamı ve amacı

Düşük karbonlu enerji sistemine dönüşümde elektrik üretiminde yenilenebilir enerjinin payını artırmak, konvansiyonel fosil yakıtlardan elde edilen enerjinin üretim kapasitesini azaltmak, iletim ve dağıtım şebekesindeki talebi ve kayıpları azaltmak, tüketim tarafında ise elektriği verimli kullanarak talebi azaltmak ve şebekenin esneklik potansiyelini artırarak daha fazla yenilenebilir enerjinin devreye

girebilmesini sağlamak hedeflenmektedir. Tüm bunların içerisinde enerji verimliliği, yerel ve geri ödeme açısından bakıldığında düşük maliyetli bir kaynak olarak ilk seçenek olmaktadır. Türkiye'nin uzun yıllara dayanan enerji verimliliği çalışmaları sebebiyle kamu, özel sektör ve akademi üçgeninde çok güçlü bir bilgi ve analitik altyapısı oluşmuştur. Ülkenin sektör ve teknoloji başına enerji verimliliği potansiyeli ve bunların ilgili fayda ve maliyetleri birçok kuruluş tarafından farklı çalışmalar nezdinde değerlendirilmiştir. Fakat bu incelemelerden ortaya çıkan potansiyelin nasıl hayata geçebileceği bir soru işareti olarak kalmıştır.

Enerji verimliliği mevzuatının AB mevzuatı ile uyumlaştırma çalışmalarının yanı sıra Türkiye'nin enerji verimliliği stratejilerinin hayata geçirilmesi açısından çalışmalar çok önceden başlamıştır. Bununla birlikte 2018 yılı başından beri yürürlükte olan ve Türkiye'nin 2023 yılı hedefleri içerisinde büyük öneme sahip Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı (UEVEP) 2017-2023'ün uygulanabilirliğinin artırılması oldukça önem arz etmektedir. UEVEP 6 sektörde 55 eylem ile 2023 yılında birincil enerji tüketiminde 2017'ye kıyasla %14'lük bir iyileşmeyi hedeflemektedir. Bu hedefe ulaşabilmek için yapılacak yatırımların toplam maliyetinin 10,9 milyar ABD\$ ve yatırımların geri ödeme sürelerinin 7 seneden daha kısa bir süre olması beklenmektedir. 55 eylemden 31 tanesi elektrik sektörünün farklı aşamalarında enerji verimliliğinin artırılmasıyla ilgili olarak ön plana çıkmaktadır.

Bu çalışmanın öncelikli amacı, 2030 yılına kadar, Türkiye'de enerji verimliliğinin UEVEP 2017-2023'ün devamındaki teknik ve ekonomik potansiyelinin değerlendirilmesi, bu potansiyelin hayata geçirilmesi için gerekli olan iş, politika ve finansman modellerinin belirlenmesi ve bu modellerin ticarileşme potansiyelinin analiz edilmesidir. Çalışmada Türkiye'nin elektrik sisteminin, dağıtım şebekesi dâhil olmak üzere, son tüketiciye kadar olan değer zincirindeki 2030 yılına kadarki toplam enerji verimliliği potansiyeli sektör ve teknolojiler açısından değerlendirilmiş, bu potansiyelin sisteme olan maliyet ve faydaları özel ve kamu sektörü perspektifinden hesaplanmıştır. Ayrıca enerji verimliliği potansiyelini harekete geçirmek için teknoloji dışında yer alan mevzuat, piyasa temelli politika mekanizması araçları, iş modelleri, finansal mekanizmalar ve sistem verimliliğini artırıcı önlemler kategorilerindeki sistemik yatay konular incelenmiş, bu çözümlerin fayda ve maliyetleriyle birlikte yatırım fırsatları ve ticarileşme yol haritaları da çalışmaya dâhil edilmiştir.

Çalışmanın eldeki bu ana raporu analiz sonuçlarının yanında kullanılan verileri, yapılan varsayımları ve bu çalışma için geliştirilmiş metodolojiyi detaylı bir şekilde sunmaktadır. Türkiye'de enerji verimliliğinin artırılmasına yardımcı olabilecek 16 farklı Enerji Verimliliği Çözümü 5 yatay alanda fayda, maliyet ve tasarruf potansiyeli açısından incelenmiş, 120'den fazla uluslararası en iyi uygulama örneği gözden geçirilmiş ve her çözüm için bir ticarileşme potansiyeli belirlenmiştir. Her bir Enerji Verimliliği Çözüm alanını detaylı bir şekilde anlatan destekleyici birer rapor ise bu ana raporla birlikte yayımlanmıştır.

	Mevzuat	Piyasa Temelli Politika Mekanizması Araçları	İş Modelleri	Finansman Mekanizmaları	Sistem Verimliliği
Enerji Verimliliği Çözümleri	<ul style="list-style-type: none"> Standartlar ve Sertifikasyon Enerji Verimliliği Etütleri Enerji Yönetimi 	<ul style="list-style-type: none"> Enerji Verimliliği Yükümlülükleri Enerji Verimliliği Yarışmaları Enerji Verimliliği Ağları 	<ul style="list-style-type: none"> Talep Tarafı Katılımı ve Talep Toplayıcıları Akıllı Sayaçlar 	<ul style="list-style-type: none"> Enerji Verimliliği Fonları Enerji Hizmet Şirketleri (ESCO) Diğer Finansal Destek Sistemleri 	<ul style="list-style-type: none"> Akıllı Tarifeler EDAŞ'lar için Yeni İş Modelleri TEİAŞ-EDAŞ İş Birliği Dağıtık Üretimin Piyasa ve Şebeke Entegrasyonu Dağıtık Üretim Modelleri

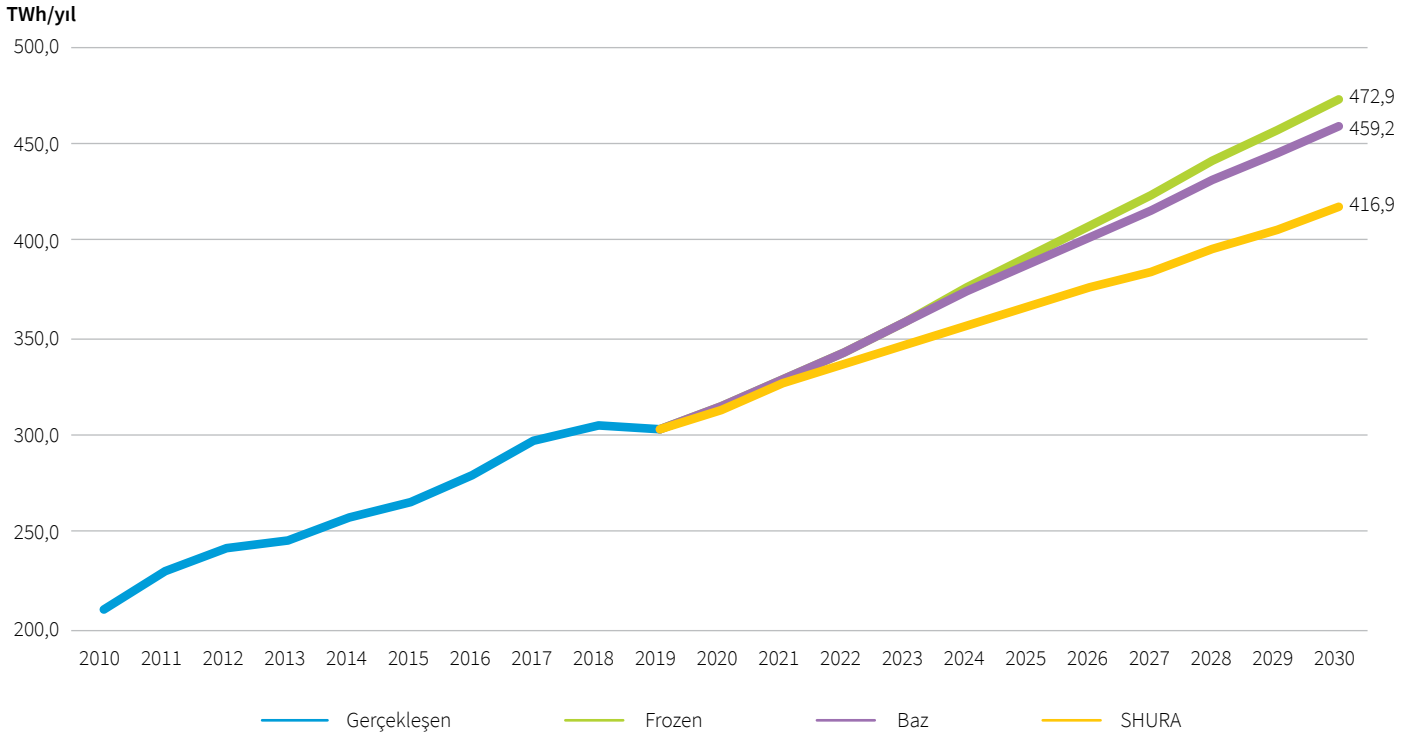
Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı'nın devamında neler yapılabilir?

Analiz, enerji verimliliği yatırımlarının farklılaştığı Baz senaryo ve SHURA senaryosu olarak isimlendirilen iki ana senaryo üzerinden gerçekleştirilmiştir. Baz senaryo, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) tarafından hazırlanan "Türkiye Elektrik Enerjisi Talep Projeksiyonu Raporu" temel alınarak oluşturulmuştur. 21 adet elektriğin son tüketildiği alanın incelenmiş olduğu SHURA senaryosu ise önerilen Enerji Verimliliği Çözümlerinin hayata geçirilmesiyle ulaşılabilecek yüksek enerji verimli bir senaryodur.

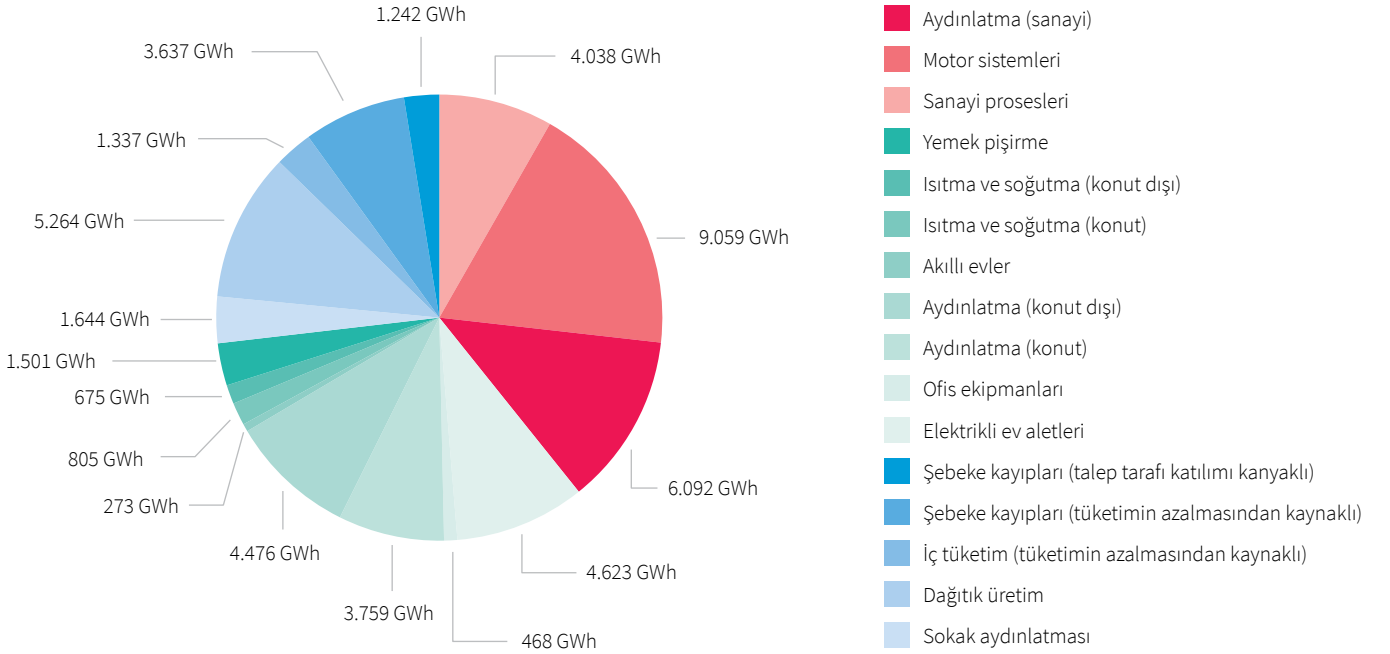
Baz senaryoda 459,2 TWh olan 2030 yılı elektrik talebi, SHURA senaryosunda 416,9 TWh seviyesine düşmektedir. 2030 yılında toplam 48,9 TWh tasarruf ve 6,6 TWh elektrifikasyon ile net 42,3 TWh tasarruf sağlanmaktadır. Potansiyeli hesaplanan tasarruf miktarı bir diğer değişle Türkiye'deki 18 milyon hanenin veya ülkenin tekstil ve ana metal sanayi sektörlerinin günümüzdeki toplam elektrik tüketimiyle eşdeğerdir.

SHURA senaryosuyla ulaşılabilecek toplam tasarrufun 19,2 TWh'i sanayiden, 16,6 TWh'i ise binalardan gelmektedir. Yani yeni toplam tasarruf potansiyelinin çoğunluğu binalarda ve neredeyse %50'si motor sistemleri başta olmak üzere sanayi son tüketim alanında bulunmaktadır. Teknoloji grupları içerisinde benzer bir oranla yüksek tasarruf potansiyeli LED aydınlatma teknolojilerindedir. İletim ve dağıtım şebekelerindeki kayıplar ise 2030 yılında, Baz senaryoya kıyasla 7,2 TWh azaltılabilir (son tüketimde tasarruf, dağıtık enerji ve talep tarafı katılımı sayesinde). Bu tasarrufun büyük çoğunluğuna enerji verimliliğini artıracak teknoloji ve önlemler sayesinde erişilebilecektir. Bunun dışında talep tarafında enerji tüketiminin yönetimi ve optimizasyonu gibi yöntemlerle önemli kazançlar elde edilebilecektir. Bu çalışma kapsamına nispeten daha az detayda incelenen bu kazançlar da dâhil edildiği takdirde toplam tasarruf miktarının daha yüksek seviyede olması beklenmektedir.

Şekil 1: Senaryoların elektrik talebi gelişimi, 2010-2030



Şekil 2: SHURA senaryosundaki elektrik tasarruf miktarı, 2030



Enerji verimliliğini artırmanın maliyetleri ve yatırım ihtiyacı

SHURA senaryosunun hayata geçmesi için 2020-2030 döneminde 54 milyar ABD\$ eşdeğerinde bir yatırıma ihtiyaç duyulacağı hesaplanmıştır. Yatırım ihtiyacının 30 milyar ABD\$'ını enerji verimliliği, 11 milyar ABD\$'ını dağıtık üretim, 13 milyar ABD\$'ını ise elektrifikasyon (ısı pompaları dâhil) oluşturmaktadır. 30 milyar ABD\$ seviyesindeki enerji verimliliği yatırımlarının 15 milyar ABD\$'ını elektrikli ev aletleri, 5 milyar ABD\$'ını sanayideki enerji verimliliği yatırımları, 3 milyar ABD\$'ını akıllı evler, 2 milyar ABD\$'ını klimalar, 2 milyar ABD\$'ını yemek pişirme ve kalan 3 milyar ABD\$ değerindeki miktarını ise diğer son tüketim alanları oluşturmaktadır. 2020 ila 2030 yılları arasında SHURA senaryosunda hesaplanan potansiyelin hayata geçmesi için Baz senaryoda gerçekleşmesi tahmin edilen enerji verimliliği yatırımlarının 4 katına eşit miktarda yatırım yapılması gerekmektedir. Gelecek 10 sene için belirlenen yatırım miktarı, 2002 ila 2018 yılları arasında Türkiye'nin tüm sektörlerinde enerji verimliliği için yapılmış olan 10 milyar ABD\$ ve UEVEP kapsamında 2023 yılı sonuna kadar yapılması hedeflenen 11 milyar ABD\$ değerindeki yatırımların yaklaşık 3 katı kadardır.

2020 ila 2030 yılları için hesaplanan yatırımlar belirli bir iskonto oranıyla yıllara indirgenmiş ve yıllık bakım, onarım ve yakıt maliyetleri de göz önünde bulundurularak çalışmada değerlendirilen enerji verimliliği teknoloji portföyünün seviyelendirilmiş maliyeti hesaplanmıştır. Bu maliyet kWh elektrik tasarrufu başına 9 ila 14 ABD\$ sent arasındadır. Uygulanması gereken politikaların hayata geçirilmesi için gerekli maliyetler ise toplam maliyetin yaklaşık %1'ine denk gelmektedir. Toplam maliyet seviyesi, elektrik tasarrufundan elde edilen kazançları içermemektedir.

2030 yılı için hesaplanan toplam yıllık 48,9 TWh enerji verimliliği tasarrufu için çalışma kapsamında incelenen enerji verimliliği teknolojilerinin %82'sinin maliyetinin aynı yıl için tahmin edilen elektrik tarifesinden daha düşük seviyede olduğu gözlenmiştir. Bir diğer deyişle, bu teknolojiler yatırımcıya doğrudan fayda sağlamaktadır. Tasarrufların kalan %18'i ise yatırımcı açısından daha cazip hale gelebilmesi için ilave destek veya teşvike ihtiyaç duyacaktır. Maliyeti elektrik tarifesinden daha düşük enerji verimliliği teknolojileri olarak aydınlatma, sanayide proses ısıtma ve soğutma, değişken hız sürücüsü uygulamaları, dağıtık elektrik üretim teknolojileri, elektrikli ark ocaklarında ekipman ve süreç iyileştirmeleri, çimento sektörlerindeki verimlilik artırıcı uygulamalar öne çıkmaktadır. Talep tarafı katılımı, konutlarda verimli iklimlendirme sistemleri, bazı verimli elektrikli ev aletleri ve akıllı ev teknolojileri ise elektrik tarifesine kıyasla daha yüksek maliyeti olan teknolojiler olarak değerlendirilmektedir.

Enerji verimliliğini artırmanın Türkiye ekonomisi ve çevresine olan faydaları

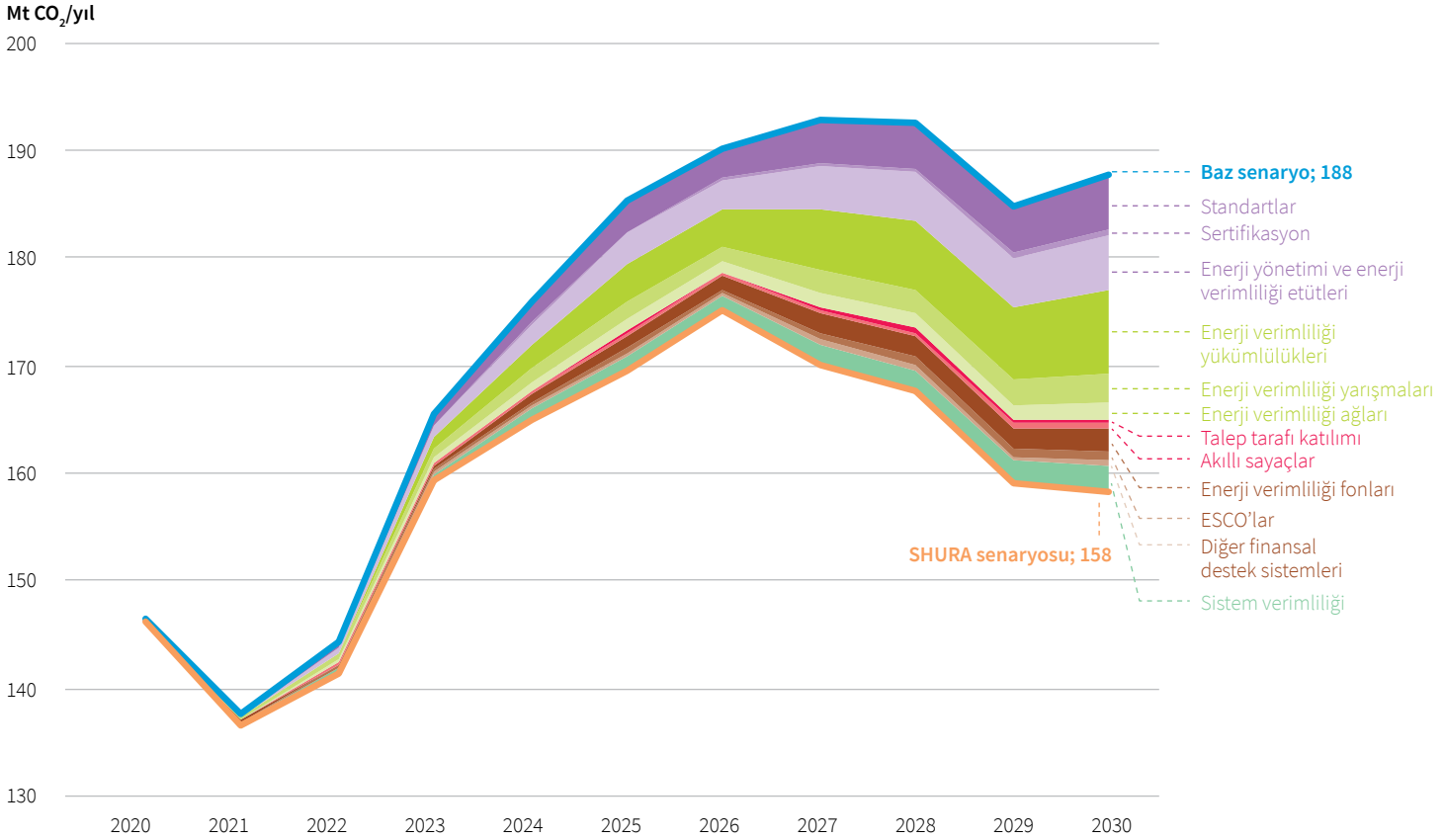
Çalışma kapsamında değerlendirilen teknolojilerin uygulanması için harcanan 1 ABD\$'ın karşılığında yatırımcıya sağlanan mali fayda 1,2 ila 1,5 ABD\$ arasındadır.

2030 yılında Baz senaryoda kişi başına brüt elektrik tüketimi 4.920 kWh iken SHURA senaryosunda bu göstergenin 4.467 kWh'e düşmesi beklenmektedir. Kişi başına brüt elektrik tüketiminin 2019 yılında 3.652 kWh olduğu düşünüldüğünde Baz ve SHURA senaryolarında kişi başı brüt elektrik tüketiminin 2030 yılında 2019 yılına kıyasla sırasıyla %35 ve %22 artacağı görülmektedir.

SHURA senaryosunda belirlenen tasarruf potansiyeli doğal gaza olan elektrik talebini neredeyse yarı yarıya indirmekte, ithal kömüre olan bağımlılığı ise %10 oranında azaltmaktadır. Baz senaryoda 2030 yılında elektrik santrallerinin doğal gaz tüketiminin 19,7 milyar m³ olması tahmin edilirken SHURA senaryosunda elektrik talebinin azalmasıyla birlikte bu miktar 8,7 milyar m³'e düşmektedir. Kojenerasyon kapasitesindeki artış gibi uygulamalar sonucunda 2030 yılı doğal gaz tüketiminin 2,3 milyar m³ artması beklenmektedir. Doğal gaz tüketimindeki 8,7 milyar m³ net azalmanın 2030 yılında yaklaşık olarak 2,4 milyar ABD\$ faydası olacağı tahmin edilmektedir. Baz senaryoda 2030 yılında elektrik santrallerinin kömür tüketiminin 111,8 milyon ton (Mt) olması beklenirken bu değer SHURA senaryosunda %3 azalarak 108,2 Mt'ye düşmektedir. İthal kömüre olan bağımlılığın azalmasından gelen tasarruflar da buna eklendiğinde, toplam fayda 2,7 milyar ABD\$'ına eşdeğeridir.

Elektrik sektörüyle ilgili yıllık CO₂ emisyonları, 2030 yılında SHURA senaryosunda Baz senaryoya kıyasla 25,1 Mt azalmaktadır. 2026 yılından sonra azalması beklenen konvansiyonel elektrik üretimi amaçlı kömür tüketimi CO₂ emisyonlarında ciddi bir etki yaratmaktadır. Bu sayede 2020 yılında 1 kWh elektrik üretiminin 465-466 g CO₂ emisyonuna sebep olması beklenirken bu değer 2030 yılında Baz ve SHURA senaryolarında sırasıyla 409 g ve 380 g seviyelerine düşeceği öngörülmektedir. Ayrıca elektrik sektörü kaynaklı CO₂ salımları 2018 yılına oranla olan artışı %5'lik bir büyümeyle sınırlandırılabilir.

Şekil 3: Elektrik santrallerinden kaynaklanan CO₂ emisyonlarının değişimi, 2020-2030



Enerji verimliliği, mali faydalarına ek olarak yenilenebilir enerjinin payının artışına katkıda bulunması, CO₂ emisyonlarını azaltma ve enerji tedarik güvenliğini güçlendirme gibi çalışma kapsamında değerlendirilen ek faydalar sağlayacaktır. Enerji verimliliği ayrıca Türkiye'nin kaynaklarını araştırıyor olduğu doğal gaz gibi yerli kaynakların kullanımını daha etkin kılarak, bu kaynakların Türkiye'nin enerji ihtiyacını daha uzun yıllar karşılamasını destekleyecektir. Çalışma kapsamı dışında bırakılan yeni istihdam alanlarının yaratılması, araştırma ve geliştirme çalışmalarının artırılması, hava kalitesi ve insan sağlığının iyileştirilmesi, ham madde verimliliğinin artırılması ve son ürün kalitesindeki iyileşmeler gibi enerji verimliliğinin enerji dışı etkilerinin değerlendirilmesi ile ortaya çıkacak faydanın, mali faydalardan çok daha yüksek seviyede olacağı göz önünde bulundurulmalıdır. SHURA senaryosu teknoloji portföyünün maliyetleri, yaratabileceği enerji dışı faydalarla birlikte değerlendirilmelidir.

SHURA senaryosundaki enerji verimliliği potansiyeline ulaşmanın yolları nelerdir?

SHURA senaryosunda yapılacak yatırımlarla birlikte 2030 yılında 48,9 TWh elektrik tasarrufuna ve 6,6 TWh elektrifikasyona ulaşılarak, aynı yıldaki elektrik talebinin Baz senaryoya kıyasla 42,3 TWh düşürülebileceği görülmüştür.

Bu çalışmada 5 yatay alanda olmak üzere 16 Enerji Verimliliği Çözümü mevzuat, piyasa temelli politika mekanizması araçları, iş modelleri, finansman mekanizmaları ve sistem verimliliğini artıracak önlemler açısından incelenmiş, sektörlerle ilişkisi ve etki gücü analiz edilmiştir.

Şekil 4: Enerji Verimliliği Çözümlerinin sektörlere etkisi

	Mevzuat		Piyasa Temelli Politika Mekanizması Araçları				İş Modelleri		Finansman Mekanizmaları		Sistem Verimliliği
	Standartlar	Sertifikasyon	Enerji Verimliliği Etütleri ve Enerji Yönetimi	Enerji Verimliliği Yükümlülükleri	Enerji Verimliliği Yarışmaları	Enerji Verimliliği Ağları	Akıllı Sayaçlar	Enerji Verimliliği Fonları	ESCO Modeli Çerçevesinde Finansman	Diğer Finansal Destek Mekanizmaları	Dağıtık Enerji Modelleri
Sanayi	Ortalama Etki		Ortalama Etki	Çok Yüksek Etki	Ortalama Etki	Ortalama Etki	Ortalama Etki	Ortalama Etki	Ortalama Etki	Ortalama Etki	
Konutlar	Çok Yüksek Etki	Ortalama Etki		Ortalama Etki	Ortalama Etki			Ortalama Etki		Ortalama Etki	
Ticari Binalar	Ortalama Etki	Ortalama Etki	Ortalama Etki	Ortalama Etki	Ortalama Etki	Ortalama Etki	Ortalama Etki	Ortalama Etki		Ortalama Etki	
Kamu Binaları	Ortalama Etki	Ortalama Etki	Ortalama Etki	Ortalama Etki		Ortalama Etki	Ortalama Etki		Ortalama Etki		
Dağıtık Üretim			Ortalama Etki	Ortalama Etki	Ortalama Etki	Ortalama Etki	Ortalama Etki		Ortalama Etki		Çok Yüksek Etki

● Çok Yüksek Etki
 ◐ Yüksek Etki
 ◑ Ortalama Etki
 ◒ Düşük Etki

Mevzuat, piyasa temelli politika mekanizması araçları, iş modelleri, finansman mekanizmaları ve sistem verimliliğini artırıcı Enerji Verimliliği Çözümleri için hazırlanan 5 destekleyici rapor içerisinde genel ve detaylı politika önerileri geliştirilmiştir.

Mevzuat, piyasa temelli politika mekanizması araçları, iş modelleri, finansman mekanizmaları ve sistem verimliliğini artırıcı Enerji Verimliliği Çözümleri için hazırlanan 5 destekleyici rapor içerisinde genel ve detaylı politika önerileri geliştirilmiştir. Enerji dönüşümünün hızlandırılmasında tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de enerji verimliliğinin en öncelikli olduğu göz önünde bulundurularak geliştirilen genel politika önerileri aşağıdaki gibi sıralanmıştır:

- Bu çalışmanın sonuçlarının da işaret ettiği gibi enerji verimliliğinin yaygınlaştırılması için uzun vadeli strateji ve hedeflerin, sektörel hedefler ile paralel bir şekilde belirlenmesi önem arz etmektedir. Tüm bu hedeflere ulaşmak için uygun Enerji Verimliliği Çözümlerinin belirlenip uygulanması ve bu uygulamaların yönetilmesi için görev ve sorumlulukların gözden geçirilerek gerekirse yeniden tanımlanması gerekmektedir. Teknolojik gelişmelere paralel olarak, verimli teknolojilerin kullanımını artıracak ve enerji verimliliğinin bütün sektörlerde yaygınlaşmasına olanak sağlayacak şekilde mevcutta uygulanan Enerji Verimliliği Çözümleri sürekli gözden geçirilmeli, gerekirse yeniden tanımlanmalı ve iyileştirilmelidir.
- Belirlenen hedeflere ulaşılması, enerji verimliliğinin doğru bir şekilde uygulanıp yönetilebilmesi için teknik ve idari yetkinlikler artırılmalı ve mevcut uygulamalar geliştirilmelidir. Enerji Verimliliği Çözüm paydaşlarının teknik ve idari yetkinlikleri artırılmalı, uygulamaların sonucunda elde edilen faydalar takip edilerek uygulama süreçleri iyileştirilmelidir. Uygulamaların takip edilip yönetilmesi için uygun ölçme, raporlama ve doğrulama sistemlerinin geliştirilmesi elzemdir.
- Sektör paydaşları enerji verimliliği dönüşümü hakkında bilgilendirilmeli, enerji verimliliğinin ekonomik katkıları ve diğer faydaları hakkında farkındalıkları artırılmalı ve enerji verimliliğine yatırım yapmak üzere bilinçlendirilmelidir.

Bu önerilerden daha spesifik olarak Türkiye'nin sahip olduğu detaylı ve kapsayıcı mevcut enerji verimliliği mevzuat uygulamaları 2023 yılına kadar UEVEP ve sonrasında daha yüksek potansiyellere ulaşılmasını sağlayacak şekilde devam ettirilmeli ve güçlendirilmelidir. Mevzuatı destekleyecek şekilde, düşük maliyetli ve etkin teknoloji uygulamalarının sağlanması için piyasa temelli politika mekanizması araçları bir an önce hayata geçirilmelidir. Özellikle uygulama maliyeti düşük ve enerji verimliliğine katkısı yüksek olan yatırımlar bu mekanizma araçları arasındaki enerji verimliliği yükümlülükleri ve enerji verimliliği yarışmaları vasıtasıyla faaliyete geçirilmeli, bu faaliyetler enerji verimliliği ağlarıyla desteklenmelidir.

Mevzuatın, piyasa temelli politika mekanizması araçlarının ve diğer verimlilik artırıcı eylemlerin daha az maliyetli ve daha hızlı hayata geçirilmesini sağlayacak finansman mekanizmaları ve araçları geliştirilmeli ve uygulanmalıdır. Finansman süreçlerinde enerji dönüşümü, alt başlıklarıyla birlikte ayrı bir şekilde tanımlanmalıdır.

Enerji verimliliğinin artırılması için talep tarafını ve dağıtım şebekelerini sisteme daha fazla entegre edebilecek iş modelleri geliştirilmeli ve uygulanmalıdır. Bu kapsamda akıllı sayaç kullanımı mevcut akıllı şebekeler yol haritasıyla paralel olarak artırılmalı ve devamında şebekenin esneklik potansiyelini artıran talep tarafı katılımı çeşitli piyasalar aracılığıyla faaliyete alınmalıdır. Tüketiciyi güçlendirecek, tüm sistemin daha entegre ve verimli çalışmasını sağlayacak ve dağıtık enerjiden ortaya çıkan fırsatları hayata geçirecek sistem verimliliği mekanizma ve modelleri araştırılmalı ve uygulanmalıdır.

SHURA Enerji Dönüşümü Merkezi'nin 2020 yılının ekim ayında yayımladığı altı rapordan oluşan bu kapsamlı çalışmanın sonuçları başta UEVEP hedeflerinin 2023 yılına kadar hayata geçirilmesini desteklemenin yanında, 2030 yılı ve sonrası için belirlenecek enerji verimliliği strateji ve hedefleri için önemli bir başlangıç noktası olabilir.

Enerji verimliliğinin Türkiye ekonomisi ve toplumu için olan faydaları nelerdir?

Türkiye enerji sektörünün bugün vereceği kararlar, bu çalışmada öngörülen enerji verimliliği başta olmak üzere yenilenebilir enerji ve elektrifikasyon ile enerji sisteminin gelecek 10 sene içerisinde daha temiz, daha az maliyetli ve tedarik açısından daha güvenli bir hale dönüşmesi için kilit öneme sahip olacaktır.

Enerji sisteminin güçlenmesini sağlayan enerji verimliliği önlemleri, bu çalışmada da gösterildiği gibi Türkiye'nin hala devam etmekte olan enerji ithalatı bağımlılığına getirdiği çözümlerin yanı sıra sera gazı emisyonlarının en büyük sorumlusu olan elektrik sektörünün CO₂ salımlarının artmasının büyük ölçüde önüne geçecek, iklim değişikliğiyle mücadelede ana rolü oynayacaktır.

Bu dönüşüm için gerekli enerji verimliliği, elektrifikasyon ve dağıtık enerji hayata geçerken, gelecek 10 sene içerisinde 54 milyar ABD\$ değerinde bir yatırım ortamının oluşturulması, ekonomik aktivitenin artırılması için önem arz edecektir. Bu yatırımların özellikle Türkiye'de üretilen teknoloji ve ekipmanla yapılmasının da dış ticaret bağımlılığının azaltılmasında büyük bir rol oynayacağı beklenmektedir. Yatırımlar ve yerli üretimdeki artış istihdama yeni fırsatlar olarak yansımaktadır. Daha fazla yenilenebilir enerji payına sahip ve enerji verimliliği artan bir sektör için gerekli teknoloji ve hizmetlerin tedarik edilmesi mevcut istihdam seviyesini de daha yukarılara taşıyacaktır. Daha temiz kaynaklardan enerji sağlayan bir Türkiye'nin sanayisi de daha

düşük maliyetli ve değer zincirinde daha az emisyonlu ürünleri piyasaya sunarak, aynı zamanda ülkenin ihracat gücüne de destek sağlayabilecektir. Ekonomik faydaların yanında, enerji verimliliği ülke nüfusumuzun büyük çoğunluğunun maruz kaldığı hava kirletici emisyonlarının azaltılmasına da büyük oranda katkı sağlayacaktır.

Türkiye'nin gelecek 10 yılda enerji sektörü dönüşümünü hızlandırabilmesi adına önünde çok büyük fırsatlar mevcuttur ve bu fırsatlardan yararlanmak için kamu sektörü başta olmak üzere bütün sektör paydaşları son yıllarda önemli yol kat etmişlerdir. Bu çalışmada değerlendirilen maliyeti etkin potansiyelin de hayata geçirilmesi için bu çabaların devam etmesi gerekecektir. COVID-19 salgınının başladığı dönemden itibaren düşen enerji fiyatlarıyla birlikte enerji verimliliği yatırımları farklı sektörlerde önceliğini kısa süreliğine de olsa yitiriyor gibi düşünülebilir. Fakat Türkiye'nin özellikle 2020 yılı başında uygulanmasını hızlandırmak için birçok atılım yaptığı UEVEP'in uzun vadedeki olumlu etkileri göz önünde bulundurulmalıdır. Bu kadar kapsamlı ve detaylı bir planın uygulanmasında talep ve enerji fiyatlarındaki düşüş sebebiyle yaşanabilecek bir gecikmenin önüne geçilmesi, başta Türkiye'nin ithal yakıtlara olan bağımlılık sorununa yönelik çözümlerin de ertelenmeden uygulanmaya başlanması ve enerji dönüşümünün sosyal ve ekonomik faydalarından azami derecede yararlanılmasını sağlayacaktır.

Bu bağlamda, COVID-19 salgınıyla birlikte 2020 yılının başından beri enerji sektörünün küresel ekonomideki gelişmelerin de dâhil olduğu farklı nedenlerden dolayı daha da fazla hissetmeye başladığı yatırım, finansman ve enerji fiyatlarındaki değişimlerle ilgili zorlukların üstesinden gelinirken, enerji verimliliği öncülüğünde enerji dönüşümü sayesinde ekonomisi daha da güçlenecek olan Türkiye, aynı zamanda daha ucuz, daha temiz ve daha güvenli bir enerji sistemine de sahip olarak toplum refahını artırmada önemli bir yol kat edebilecektir. Tüm bu fırsatların bu çalışmada olduğu gibi bugünden araştırılmaya başlanması ve sonuçların orta ve uzun vadeli planlara dahil edilmesi büyük önem arz etmektedir.



Yönetici Özeti	3
Şekiller Listesi	16
Tablolar Listesi	17
Bilgi Kutusu Listesi	18
Kısaltma Listesi	19
1. Giriş	21
2. Türkiye'deki Enerji Verimliliğinin Mevcut Durumu	25
2.1. Dünyadaki Gelişmeler	25
2.2. Türkiye Enerji Verimliliği Gelişimi	26
2.2.1. Elektrik Sektörü	29
2.3. Mevcut Durumda Türkiye'nin Enerji Verimliliği Vizyonu ve Hedefleri	33
2.3.1. Türkiye'de Enerji Verimliliğini İlgilendiren Stratejilerdeki Önemli Gelişmeler	34
2.3.2. UEVEP Genel Bakış	37
2.4. Türkiye Elektrik Sektörü ve Aktörleri	40
2.4.1. Elektrik Sektörünün Kapsamı	40
2.4.2. Elektrik Sektöründe Enerji Verimliliği Sağlayacak Uygulamalar	42
2.5. Türkiye Elektrik Sisteminin Enerji Verimliliğini Artırmak için SHURA çalışmasında değerlendirilen Enerji Verimliliği Çözümleri	46
2.5.1. Enerji Verimliliği Çözümleri için Dünya'dan En İyi Uygulama Örnekleri	47
2.6. Enerji Verimliliği Mevzuatının, İş Modellerinin ve Finansman Seçeneklerinin Türkiye'deki Mevcut Durum	49
3. Elektrik Tasarrufu Analizi için Referans Senaryolarının Geliştirilmesi	55
3.1. Baz Senaryoda Elektrik Talebi Gelişimi	57
3.2. Baz senaryoda Sektör ve Son Tüketim Alanları Bazında Elektrik Tüketimi	58
4. Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı'nın Devamındaki Fırsatlar: SHURA Senaryosu	61
4.1. Elektrik Talebi	61
4.2. Elektrik Tasarruf Potansiyeline Ulaşmada Enerji Verimliliği Çözümlerinin Rolü	70
4.2.1. Mevzuat	75
4.2.2. Piyasa Temelli Politika Mekanizması Araçları	76
4.2.3. İş Modelleri	77
4.2.4. Finansman Mekanizmaları	79
4.2.5. Sistem Verimliliği	80
4.3. SHURA Senaryosu Fayda ve Maliyetleri	81
4.3.1. Yatırım İhtiyacı	82
4.3.2. Elektrik Tüketimindeki Değişim	83
4.3.3. 2030 Yılındaki Fayda ve Maliyetlerin Değerlendirilmesi	84
4.3.4. Enerji Verimliliği Çözümlerinin Fayda ve Maliyetleri	86

4.3.5. Elektrik Tasarrufunun Teknoloji Başına Maliyetleri	87
4.3.6. Fosil Yakıt Tüketimi	88
4.3.7. CO ₂ Emisyonları	92
4.3.8. Elektrik Üretimi ve Yenilenebilir Enerjinin Payı	94
4.4. Çalışmanın Türkiye Elektrik Sektörüne Katkısı, Veri ve Varsayım Kısıtları ile Sonuçların Yorumlanması	96
5. Öncelik Alanları	99
Kaynakça	102
Ek A: Frozen Senaryonun Oluşturulma Metodolojisi	109
Ek B: SHURA Senaryosunun Oluşturulma Metodolojisi	115
Verimlilik ve Tüketim Varsayımları	115
Uygulama Hızları	118
Ek C: Fayda Maliyet Analizi Metodolojisi ve Sonuçları	120
Ek D: Fundamental Model	127
Modelin Amacı	127
Problem Tanımı	127
Model Metodolojisi	128
Girdiler	128
Model Çözünürlüğü	130
Merit Order Eğrisi ve Model Mantiği	130
Çıktılar	130
EK E: Görüşme Yapılan Kişi ve Kurumlar	

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Senaryoların elektrik talebi gelişimi, 2010-2030	7
Şekil 2: SHURA senaryosundaki elektrik tasarruf miktarı, 2030	7
Şekil 3: Elektrik santrallerinden kaynaklanan CO ₂ emisyonlarının değişimi, 2020-2030	9
Şekil 4: Enerji Verimliliği Çözümlerinin sektörlere etkisi	11
Şekil 5: Sektörlerin dünyadaki CO ₂ emisyonlarındaki payları, 2017	21
Şekil 6: Dünyada ve bazı seçili ülkelerdeki birincil enerji yoğunluğu gelişimi, 2000-2018	25
Şekil 7: Teknik verimliliklerin küresel enerji yoğunluğu gelişimine katkısı, 2011-2018	26
Şekil 8: Çeşitli ülkelerin enerji yoğunluğu ve birincil enerji tüketimi, 2018	27
Şekil 9: Türkiye birincil enerji arzı ve nihai enerji tüketiminin sektörlere göre kısıtları, 2000-2018	28
Şekil 10: Türkiye birincil enerji yoğunluğu ve CO ₂ emisyonu yoğunluğu gelişimi, 2000-2018	28
Şekil 11: Brüt elektrik tüketiminin sektörlere göre dağılımı, 2000-2018	29
Şekil 12: Fosil yakıtlı elektrik üretim santrallerinin verimlilikleri, 2000-2018	30
Şekil 13: İç tüketim, iletim ve dağıtım kayıplarının gelişimi, 2000-2018	31
Şekil 14: Dünyanın en büyük 10 elektrik üreticisi ve Türkiye'nin iletim ve dağıtım şebeke kayıpları, 2010-2016	31
Şekil 15: Elektrik ve enerjide yerli kaynakların miktar ve payları, 2000-2018	32
Şekil 16: Sektörlerin CO ₂ emisyon payları, 2018	32

Şekil 17: Elektrik üretiminde yenilenebilir enerji payı ve birim elektrik üretimi başına CO ₂ emisyonu, 2000-2019	33
Şekil 18: Türkiye enerji verimliliği mevzuat yapısı	34
Şekil 19: Enerji verimliliği stratejisinde önemli gelişmeler	35
Şekil 20: Elektrik sektörünün kapsamı	41
Şekil 21: Çalışmada değerlendirilen dünyada uygulanan Enerji Verimliliği Çözümlerinden örnekler	48
Şekil 22: Çalışmada değerlendirilen dünyadaki Talep Tarafı Katılımı uygulamalarından örnekler	49
Şekil 23: Çalışmada değerlendirilen dünyadaki Talep Tarafı Katılımı uygulamalarından örnekler	56
Şekil 24: Hane başı elektrikli ev aleti endeksi, 2020-2030	56
Şekil 25: Frozen ve Baz senaryoları elektrik tüketim projeksiyonları, 2020-2030	57
Şekil 26: Baz senaryoda son tüketim alanlarına göre elektrik tüketimi, 2020, 2023, 2030	58
Şekil 27: Baz senaryodaki elektrik tüketiminin sektör ve son tüketim alanı kısımları, 2020-2030	59
Şekil 28: Senaryoların elektrik talebi gelişimi, 2010-2030	62
Şekil 29: SHURA senaryosunda elektrik tüketiminin sektör ve son tüketim alanı kısımları, 2020-2030	63
Şekil 30: SHURA senaryosundaki elektrik tasarruf miktarı, 2023	67
Şekil 31: SHURA senaryosundaki elektrifikasyon miktarı, 2023	68
Şekil 32: SHURA senaryosundaki elektrik tasarruf miktarı, 2030	69
Şekil 33: SHURA senaryosundaki elektrifikasyon miktarı, 2030	69
Şekil 34: Enerji Verimliliği Çözümlerinin sektörler üzerindeki etkisi	71
Şekil 35: Elektrik tüketim saatlerinin CO ₂ emisyonları üzerindeki etkileri	77
Şekil 36: Kamu perspektifine göre elektrik tasarrufunun maliyeti, 2030	90
Şekil 37: Özel sektör perspektifine göre elektrik tasarrufunun maliyeti, 2030	91
Şekil 38: Elektrik santrallerinin doğal gaz tüketimi, 2020-2030	92
Şekil 39: Elektrik santrallerinin kömür tüketimi, 2020-2030	93
Şekil 40: Son tüketim alanlarındaki doğal gaz tüketimindeki değişim, 2020-2030	94
Şekil 41: SHURA senaryosunda CO ₂ emisyonlarının Baz senaryoya göre değişimi, 2020-2030	95
Şekil 42: Hidroelektrik santralleri için karar ağacı	129

TABLORAR LİSTESİ

Tablo 1: Çalışma kapsamıyla ilgili UEVEP eylemleri	38
Tablo 2: Çalışma kapsamında değerlendirilen sektörler ve son tüketim alanları	43
Tablo 3: SHURA senaryosunda değerlendirilen enerji verimliliğini artırıcı çözümler	46
Tablo 4: Enerji Verimliliği Çözümlerinin açıklamaları, Türkiye'deki mevcut durumu, çözümlerle ilgili UEVEP eylemleri ve çözümlerin etkilediği sektörler ve son tüketim alanları	50
Tablo 5: Senaryoların yıllık talep artış oranları, 2020-2030	62
Tablo 6: Tüm senaryolarda son tüketici bazında elektrik tüketimleri, 2023	64
Tablo 7: Tüm senaryolarda son tüketici bazında elektrik tüketimleri, 2030	65
Tablo 8: Enerji Verimliliği Çözümlerinin elektrik tasarruflarına olan etkileri, 2030	72
Tablo 9: Enerji Verimliliği Çözümlerinin son tüketim alanlarına olan etkisi, 2030	74
Tablo 10: SHURA ve Baz senaryolarındaki yatırım ihtiyacı, 2020-2030	83
Tablo 11: Senaryoların elektrik enerjisi taleplerindeki değişim miktarları, 2030	83

Tablo 12: Ekonomik göstergelerin açıklamaları	84
Tablo 13: SHURA senaryosundaki maliyet ve faydalar, 2030	85
Tablo 14: Özel sektör perspektifinden Enerji Verimliliği Çözümlerinin fayda ve maliyetleri, 2030	86
Tablo 15: SHURA senaryosunda Baz senaryoya kıyasla CO ₂ emisyonlarındaki değişim miktarları, 2030	92
Tablo 16: Baz ve SHURA senaryolarında elektrik üretim ve tüketimiyle ilgili çeşitli göstergeler, 2020, 2023, 2030	95
Tablo 17: Frozen senaryo talep gelişimi, 2020-2030	109
Tablo 18: Frozen senaryoda sanayideki elektrik tüketiminin hesaplanmasında kullanılan parametreler	109
Tablo 19: Frozen senaryoda binalardaki elektrik tüketiminin hesaplanmasında kullanılan parametreler	111
Tablo 20: Frozen senaryoda diğer sektörlerdeki elektrik tüketiminin hesaplanmasında kullanılan parametreler	114
Tablo 21: SHURA senaryosunda sanayideki elektrik tasarruf potansiyelinin hesaplanmasında kullanılan verimlilik ve tasarruf parametreleri	115
Tablo 22: SHURA senaryosunda binalardaki elektrik tasarruf potansiyelinin hesaplanmasında kullanılan verimlilik ve tasarruf parametreleri	116
Tablo 23: SHURA senaryosunda diğer sektörlerdeki elektrik tasarruf potansiyelinin hesaplanmasında kullanılan verimlilik ve tasarruf parametreleri	118
Tablo 24: SHURA senaryosunda uygulama hızları	119
Tablo 25: Enerji verimliliği yatırımlarının ek işletme ve bakım maliyeti	121
Tablo 26: SHURA senaryosu enerji verimliliği uygulamaları – sanayi, 2030	124
Tablo 27: SHURA senaryosu enerji verimliliği uygulamaları – binalar, 2030	125
Tablo 28: SHURA senaryosu enerji verimliliği uygulamaları – diğer sektörler, 2030	126
Tablo 29: Fundamental model çıktı örneği: Santral tipine göre elektrik üretimi	129
Tablo 30: Fundamental model çıktı örneği: Birincil enerji tüketimi	130
Tablo 31: Fundamental model çıktı örneği: Elektrik fiyatı	130

BİLGİ KUTULARI LİSTESİ

Bilgi Kutusu 1: Türkiye'nin İthal Yakıt Bağımlılığı	32
Bilgi Kutusu 2: Türkiye Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı İlerleme Süreci (2017-2018)	39
Bilgi Kutusu 3: Elektrifikasyonun Enerji Dönüşümündeki Yeri	41
Bilgi Kutusu 4: Türkiye'de Uygulanan Enerji Verimliliği Çözümleri	47
Bilgi Kutusu 5: Senaryoların Oluşturulması	55
Bilgi Kutusu 6: Elektrikli Araçların Fayda ve Maliyetleri	67
Bilgi Kutusu 7: Enerji Verimliliğinin Enerji Arzı Tarafındaki Faydaları	70
Bilgi Kutusu 8: VAP	76
Bilgi Kutusu 9: Enerji Verimliliği Yükümlükleri ve Yarışmaları	76
Bilgi Kutusu 10: Elektrik Tüketim Zamanının CO ₂ Emisyonlarına Etkisi	77
Bilgi Kutusu 11: Talep Tarafı Katılımının Ekonomik Katkısı	78
Bilgi Kutusu 12: Enerji Hizmet Şirketlerinin Enerji Verimliliğindeki Rolü	79
Bilgi Kutusu 13: Elektrik Sisteminde Dijitalleşme	80
Bilgi Kutusu 14: SHURA Senaryosunun Değerlendirilmesinde Kullanılan	84
Bilgi Kutusu 15: Dağıtık Üretim Potansiyeli	87
Bilgi Kutusu 16: Enerji Verimliliği ve Elektrifikasyonun Rüzgâr ve Güneş Entegrasyonuna Katkısı	95

KISALTMA LİSTESİ

AB	Avrupa Birliği
ABD\$	Amerika Birleşik Devletleri doları
AVM	alışveriş merkezi
STB	T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı
CO ₂	karbondioksit
ÇŞB	T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
EDAŞ	elektrik dağıtım anonim şirketi
EER	ortalama soğutma verimi
EIU	Economist Intelligence Unit
EİGM	Enerji İşleri Genel Müdürlüğü
ESCO	enerji hizmet şirketi
ETKB	T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
EVÇED	Enerji Verimliliği ve Çevre Dairesi Başkanlığı
EVD	Enerji Verimliliği Danışmanlık Şirketi
g	gram
GSYH	gayrisafi yurtiçi hasıla
Gt	giga ton
GW	gigavat
GWh	gigavat-saat
IEA	Uluslararası Enerji Ajansı
INDC	Ulusal Katkı Niyet Beyanı
kWh	kilovat-saat
M	milyon
MJ	mega jul
Mt	milyon ton
MW	megavat
MWh	megavat-saat
sm ³	standart metreküp
t	ton
TEDAŞ	Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi
TEİAŞ	Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi
tep	ton eşdeğer petrol
TWh	teravat-saat
UEVEP	Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı
VAP	Verimlilik Artırıcı Projeler
W	vat
Wh	vat-saat
YBBO	yıllık bileşik büyüme oranı

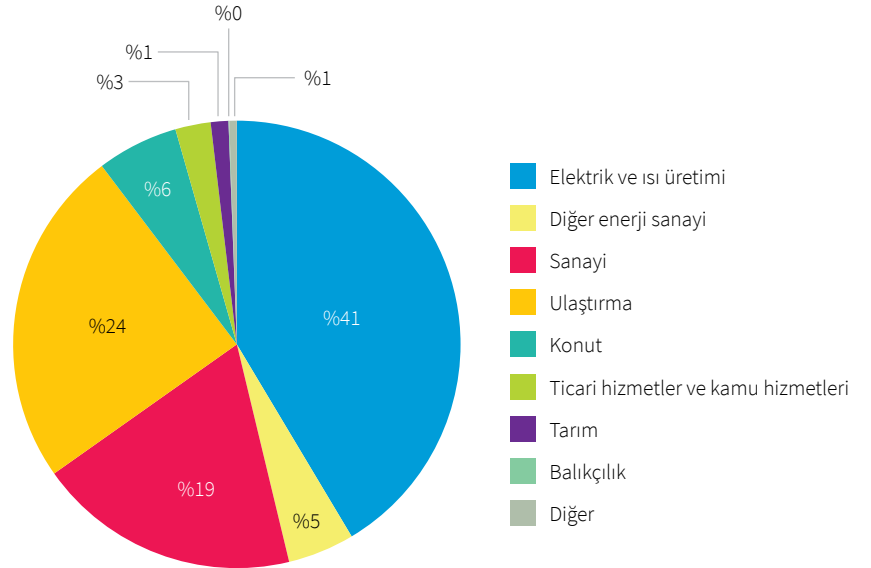


1. Giriş

IEA'nın 2020 yılı Şubat ayı başında yayınlamış olduğu fosil yakıtların kullanımından kaynaklanan CO₂ emisyonu istatistiklerine göre 2019 yılı sonunda küresel enerji sektörü 33 gigaton (Gt) seviyesinde emisyonu sebep olmuştur. Son iki sene boyunca yaşanan artışa kıyasla emisyonların 2019 yılıyla birlikte sabit seyretmesinin altında yatan en önemli neden, elektrik sektöründe yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanan elektrik üretiminin artışı olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunun yanında küresel ekonominin de bir önceki yıla kıyasla %2,9 büyümüş olması, emisyonların ekonomik gelişmeyi yavaşlatmadan azaltılabileceğine işaret eden olumlu bir göstergedir (IEA, 2020).

Dünyada yaşanan bu gelişmeler ve küresel ekonominin karbonsuzlaşma ihtiyacının Türkiye için ne anlama geldiğini anlamak büyük önem arz etmektedir. Türkiye'nin sera gazı emisyonları dünya toplamının %1'ini temsil ediyor olsa da, Türkiye sera gazı artışı açısından en hızlı büyüyen ülkelerden biridir. Bu büyümenin merkezinde ise toplam sera gazı emisyonlarının büyük bir payına sahip olan enerji sektörü yer almaktadır. Bir diğer deyişle, düşük karbonlu bir ekonomiye geçiş, enerji sektörünün dönüşümünün bir an önce hızlanmasıyla mümkün olacaktır. Birçok ülkeye kıyasla Türkiye'nin sahip olduğu avantaj ise, bu dönüşümün gerçekleşmesi için gerekli olan temiz enerji kaynakları açısından çok zengin bir ülke olması ve muazzam bir enerji verimliliği potansiyeli barındırıyor olmasıdır.

Şekil 5: Sektörlerin dünyadaki CO₂ emisyonlarındaki payları, 2017



Kaynak: (IEA, 2020)

Türkiye'nin enerji tüketimine baktığımızda 2002 ile 2018 yılları arasında %90 oranında bir artışın yaşandığı gözlemlenmektedir. Bu artışın içerisinde elektrik tüketiminin nüfus artışı ve ekonomik büyümeyle orantılı olarak önemli bir paya sahip olduğu ortaya çıkmaktadır. 2000'li yılların başında bu talebin çoğunlukla termik ve hidroelektrik santraller tarafından karşılandığı Türkiye'de, son 10 yılda rüzgâr ve güneş başta olmak üzere diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının öne çıkmaya başladığı görülmektedir. 2019 yılı üretim verilerine göre Türkiye toplam elektrik üretiminin %44'ü yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmıştır. Bu kaynakların içerisinde rüzgâr ve güneş enerjisinin payı da geçiş yıllara kıyasla hızla artarak toplam üretimin %10'u seviyelerine ulaşmıştır (TEİAŞ, 2020).

Türkiye’de 2000 ila 2018 yılları arasında enerji yoğunluğu yılda ortalama %1,5’den daha fazla bir oranda azalma gösterdi.

Düşük karbonlu bir ekonomiye geçişin bir tarafında yenilenebilir enerji yer alırken diğer tarafında enerji verimliliği ön plana çıkmaktadır. Son yıllarda Türkiye enerji stratejisinde önemli bir yer edinen yenilenebilir enerji kaynaklarına kıyasla enerji verimliliği, uzun yıllardan beri tüm stratejilerin merkezinde ve en üst sıralarda yer alan yerel kaynaklardan biridir. Bunun nedeni enerji verimliliği teknoloji ve çözümlerinin çeşitliliği ve maliyetlerinin düşük olmasıdır. Aynı zamanda enerji tüketimi hızla büyüyen Türkiye gibi ülkeler için yeni santral, sanayi tesisi ve bina yatırımlarının da enerji konusunda daha verimli olması teknik açıdan çok daha kolaydır. Türkiye’de 2000 ila 2018 yılları arasında enerji yoğunluğu yılda ortalama %1,5’den daha fazla bir oranda azalma gösterdi. Ekonomideki yapısal değişikliklerin yanında bunun altında yatan asıl neden enerjisi son tüketen sektörlerdeki enerji verimliliği teknoloji yatırımlarıdır.

2023 yılına doğru, Türkiye 2018 yılı başında uygulamaya koymuş olduğu UEVEP 2017-2023 sayesinde birincil enerji tüketiminde %14 seviyesinde bir tasarruf hedeflemektedir. Bu tasarrufa giderken de neredeyse 11 milyar ABD\$ eşdeğer bir yatırım yaratmak planlanmaktadır. Bu yatırım hacmi, son 17 yılda Türkiye enerji verimliliği sektöründe gerçekleşen 10 milyar ABD\$ eşdeğer yatırımdan biraz daha fazladır (SHURA, 2019).

Türkiye’nin enerji verimliliği strateji ve araştırmalarının odağında diğer ülkelerde olduğu gibi bugüne kadar çoğunlukla ısıtma sektörü olsa da elektrik sektörünün nihai enerji tüketimindeki payının giderek artması ve bu sektörün verimlilik açısından biraz daha arka planda kalması, sektörün hacmi ve sera gazı salımlarına olan katkısı nedeniyle öncelik arz etmektedir. Elektrik sektörünün üretimden son tüketiciye kadar olan tüm değer zincirinde herhangi bir potansiyel değerlendirme ve bu potansiyelin hayata geçmesi için gerekli olan iş modeli, finansal araçlar ve politikalarla ilgili bir araştırma olmaması sebebiyle de büyük bir boşluk bulunmaktadır. Aynı zamanda, Türkiye’nin 2023 yılı hedeflerine yaklaşırken, 2030 yılı ve hatta daha sonrası için orta ve uzun vadeli planlama ihtiyacı da önem kazanmaktadır.

Enerji verimliliğinin önemi günümüzde bu denli artmışken, SHURA Enerji Dönüşümü Merkezi detaylı bir değerlendirmeyle bu bilgi boşluklarını doldurmayı hedefleyen bir çalışma hazırladı. Bu çalışmanın amacı detaylı ve kapsayıcı hem sektör hem de teknoloji bazlı bir analiz sayesinde 2023 ve 2030 yılına kadar Türkiye elektrik sektöründeki enerji verimliliği potansiyelini teknik ve ekonomik açıdan UEVEP’in de dahil olduğu üç senaryo üzerinden değerlendirmektir. Ayrıca bu potansiyellere ulaşmak için gerekli olacak Enerji Verimliliği Çözümlerini mevzuat, piyasa temelli politika mekanizması araçları, iş modelleri, finansal mekanizmalar ve sistem verimliliğini artırıcı önlemler kategorisindeki yatay alanlarda inceleyerek, bu çözümlerin fayda, maliyet ve yatırım fırsatlarının ve ticarileşme yol haritalarının anlaşılmasıdır. Türkiye’de bugüne kadar yapılmış mevcut birçok değerlendirme potansiyelleri göz önüne koyuyor olsa da detaylı bir teknoloji analizini çözümlerle birleştiren SHURA’nın bu çalışması kamu sektöründen özel sektör paydaşlarına, elektrik üretim, iletim, dağıtım ve tüketimiyle ilgili tüm aktörler için enerji verimliliğinin fırsatlarını rakamsal bir dille göstermektedir.

Çalışmanın sonuçları ise bu raporla birlikte birbirini tamamlayan beş farklı raporda değerlendirilmiştir. Bu rapor, çalışmadan çıkan potansiyel, fayda, maliyet ve yatırımla ilgili sonuçları 2030 yılına kadar üç farklı senaryo üzerinden detaylı bir şekilde incelemektedir. SHURA senaryosunun en iddialı enerji verimliliği potansiyelini sunduğu durumda, bu potansiyelin hayata geçmesi için gereken her beş çözüm ana başlığı için

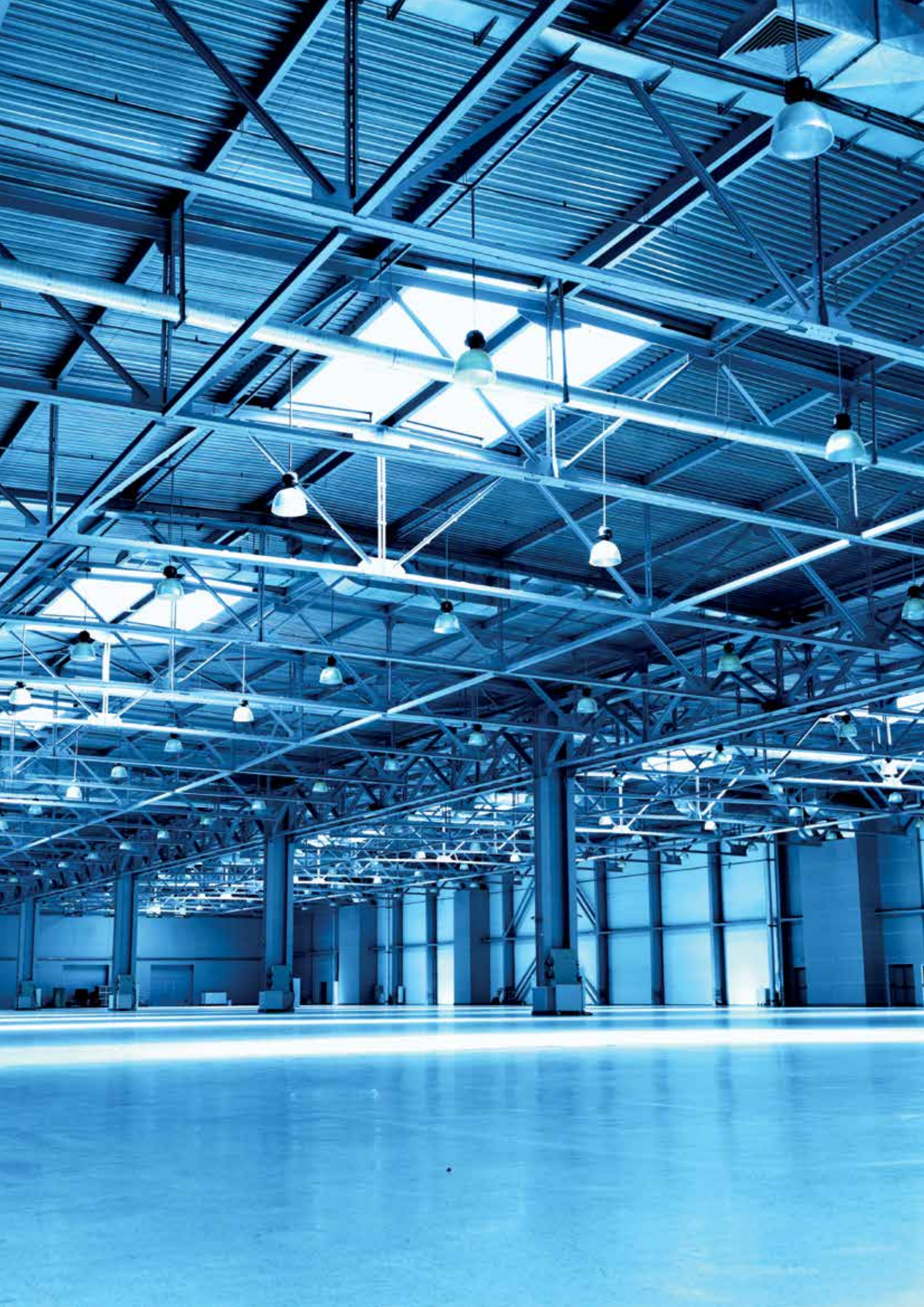
Çalışmanın amaçlarından biri enerji verimliliği potansiyellerine ulaşmak için gerekli olacak Enerji Verimliliği Çözümlerini mevzuat, piyasa temelli politika mekanizması araçları, iş modelleri, finansal mekanizmalar ve sistem verimliliğini artırıcı önlemler kategorisindeki yatay alanlarda inceleyerek, bu çözümlerin fayda, maliyet ve yatırım fırsatlarının ve ticarileşme yol haritalarının anlaşılması.

ise ayrı birer rapor hazırlanmıştır. Her çözüm grubu içerisinde de daha spesifik olmak üzere Türkiye’de mevcut uygulanan, uygulanması planlanan veya bugüne kadar daha uygulanmamış alt çözümler değerlendirilmiştir. Çözümlerin incelendiği detaylı raporlar ise birbiriyle tutarlı bir içerikle hazırlanarak: çözümlerin tanımı, enerji verimliliğinin iyileştirilmesine olan katkısı, önlerindeki engeller, bu engellerin üstesinden gelinmesi için gereksinimler ve kolaylaştırıcılar, uluslararası en iyi uygulama örnekleri, boşluk analizi, etki ve ticarileşme potansiyeli ve son olarak da politika önerilerini kapsamaktadır.

	Mevzuat	Piyasa Temelli Politika Mekanizması Araçları	İş Modelleri	Finansman Mekanizmaları	Sistem Verimliliği
Enerji Verimliliği Çözümleri	<ul style="list-style-type: none"> Standartlar ve Sertifikasyon Enerji Verimliliği Etütleri Enerji Yönetimi 	<ul style="list-style-type: none"> Enerji Verimliliği Yükümlülükleri Enerji Verimliliği Yarışmaları Enerji Verimliliği Ağları 	<ul style="list-style-type: none"> Talep Tarafı Katılımı ve Talep Toplayıcıları Akıllı Sayaçlar 	<ul style="list-style-type: none"> Enerji Verimliliği Fonları Enerji Hizmet Şirketleri Diğer Finansal Destek Sistemleri 	<ul style="list-style-type: none"> Akıllı Tarifeler EDAŞ’lar için Yeni İş Modelleri TEİAŞ-EDAŞ İş Birliği Dağıtık Üretim Piyasa ve Şebeke Entegrasyonu Dağıtık Üretim Modelleri

Bu raporun ilk kısmında Türkiye ve dünyada enerji verimliliğinin durumu incelenmektedir. Sonrasında, raporda Türkiye’de enerji verimliliğinde uygulanmakta olan kamu politikaları ve stratejiler mevcut iş modelleriyle birlikte değerlendirilmektedir. Sırasıyla Frozen, Baz ve SHURA senaryolarının detayları teknoloji uygulama, maliyet, fayda ve yatırımlar açısından değerlendirildikten sonra, her çözüm için belirlenen toplamda 5 öncelik alanıyla rapor sonuçlanmaktadır. Veri ve bu çalışma özelinde geliştirilen metodoloji ve yaklaşımlar ise detaylı bir şekilde raporun eklerinde yer almaktadır.





2. Türkiye'deki Enerji Verimliliğinin Mevcut Durumu

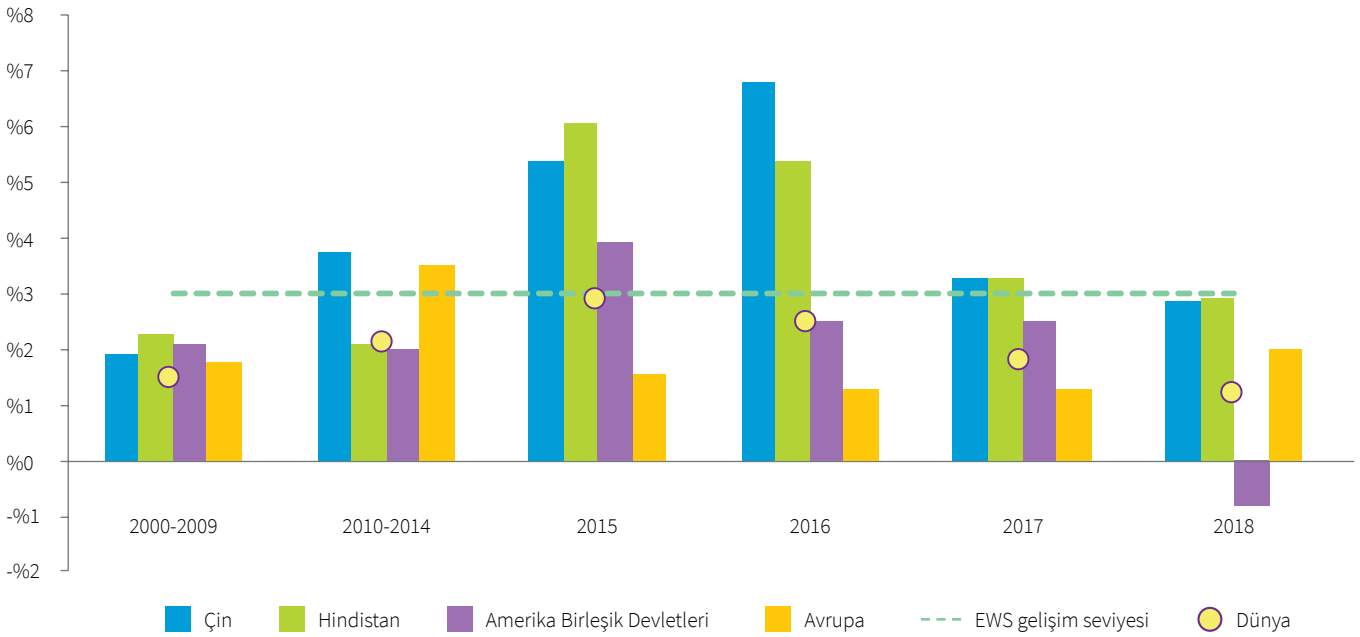
Raporun bu kısmında dünya ve Türkiye'deki enerji verimliliği konusunda yaşanan son gelişmelere yer verilmiştir. Öncelikle 2018 ve 2019 yılı verileri üstünden küresel enerji verimliliği eğilimleri tartışılmakta, sonrasında da Türkiye'deki durum anlatılmaktadır. Ayrıca Türkiye'deki mevcut enerji verimliliği strateji, mevzuat ve iş modellerinin yapısı kısaca incelenmekte, sektörde enerji verimliliğinin artırılmasında sorumluluk ve pay sahibi olan aktörlerin rol ve görevleri kısaca anlatılmaktadır.

2.1. Dünyadaki Gelişmeler

Dünyadaki enerji yoğunluğu 2017 yılında %1,7, 2018 yılında ise %1,2 oranında iyileştirilmiş, bu eğilim son üç yılda düşüş göstermiş, geçtiğimiz yıl 2010 yılından beri en düşük enerji verimliliği iyileşme oranı gözlemlenmiştir (bkz. Şekil 6). Enerji yoğunluğunun bu trendi, Paris Anlaşması'nda belirlenmiş olan 2050 yılına kadar dünya çapında CO₂ emisyonlarında yıllık ortalama %3'lük düşüş sağlanması hedefine kıyasla çok yavaş bir ilerleme sürecinin içerisinde bulunduğunu gözler önüne sermektedir (IEA, 2020).

Şekil 6: Dünyada ve bazı seçili ülkelerdeki birincil enerji yoğunluğu gelişimi, 2000-2018

Birincil enerji yoğunluğu gelişimi



Kaynak: IEA, 2019

Not: Şekil 6'da IEA'nın Efficient World Strategy (EWS) çalışmasında enerji yoğunluğu gelişimi için ulaşılabilir olarak belirlediği değer gösterilmiştir.

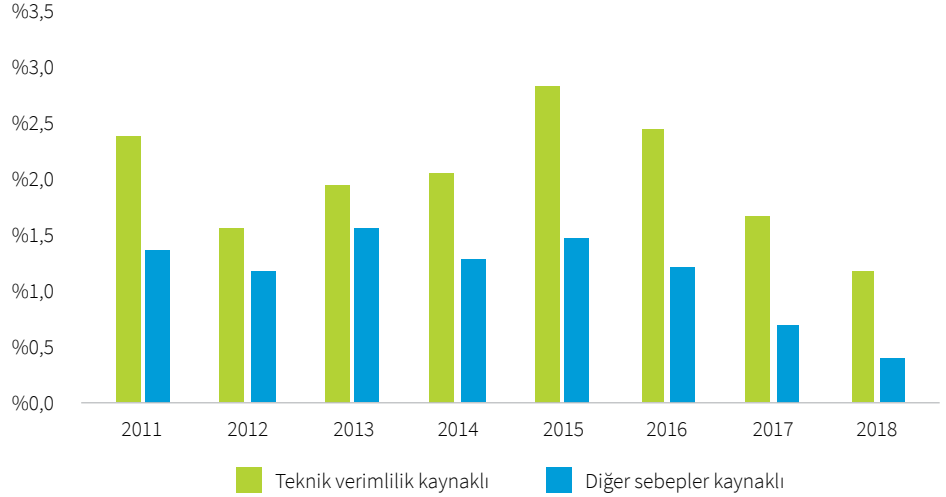
Teknolojik gelişmeler sayesinde elde edilen teknik verimlilikler¹, enerji yoğunluğu iyileşmelerinin en önemli unsuru olmaya devam etmektedir (bkz. Şekil 7). Dünya çapında 2015 ile 2018 yılları arasında gerçekleşen teknik verimlilikteki iyileşmeler 2018 yılındaki %4'lük fazladan enerji tüketiminin önüne geçmiştir. Bu kazanç yaklaşık olarak Fransa ve İtalya'nın toplam birincil enerji tüketimine eşittir. Bu teknik verimlilikler sayesinde küresel birincil enerji yoğunluğu 2018 yılında iki kattan fazla artmıştır.

¹ Teknik verimlilikler, birim aktivite başına tüketilen enerji miktarının değişimini göstermektedir.

Teknik verimlilik artışında yaşanan dünyadaki gelişmeler, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin azaltılmasına katkıda bulunmuş, ülke ekonomilerine ve enerji tüketicilerine çeşitli fayda sağlamıştır. 2015-2018 yılları arası yaşanan teknik verimlilik gelişmeleri ile 3,5 milyar ton CO₂ emisyonunun önüne geçilmiştir. Bu değer aynı süre zarfında örneğin dünyanın en sanayileşmiş ülkelerinden biri olan Japonya'da gerçekleşen toplam CO₂ emisyonundan daha yüksektir. Bu verimlilik artışları emisyon hedefleriyle gerçekleşen emisyonlar arasındaki farkın azalmasına önemli katkıda bulunmaktadır.

Şekil 7: Teknik verimliliklerin küresel enerji yoğunluğu gelişimine katkısı, 2011-2018

Birincil enerji yoğunluğu gelişimi



Kaynak: IEA, 2019

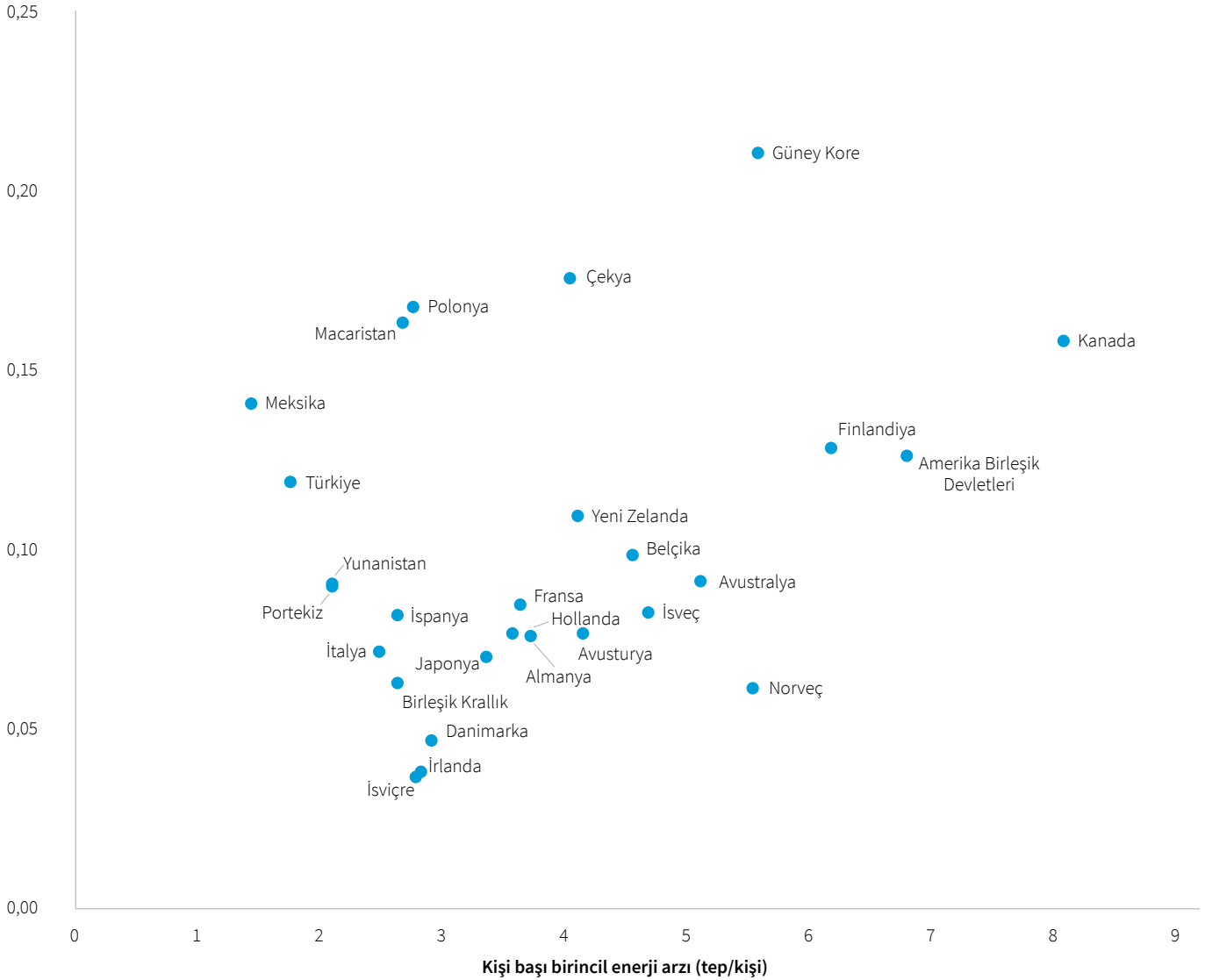
Türkiye kişi başına elektrik tüketiminde diğer ülkelere kıyasla daha düşük bir seviyededir. Bununla birlikte enerji yoğunluğunda yani GSYH başına enerji tüketiminde Türkiye orta-yüksek seviyelerde bulunmaktadır.

2.2. Türkiye Enerji Verimliliği Gelişimi

2018 yılı verilerine bakıldığında, Şekil 8'de de görülebileceği üzere, Türkiye kişi başına elektrik tüketiminde diğer ülkelere kıyasla daha düşük bir seviyededir. Bununla birlikte enerji yoğunluğunda yani GSYH başına enerji tüketiminde Türkiye orta-yüksek seviyelerde bulunmaktadır.

Şekil 8: Çeşitli ülkelerin enerji yoğunluğu ve birincil enerji tüketimi, 2018

Birincil enerji yoğunluğu (tep/'000 ABD\$2010)



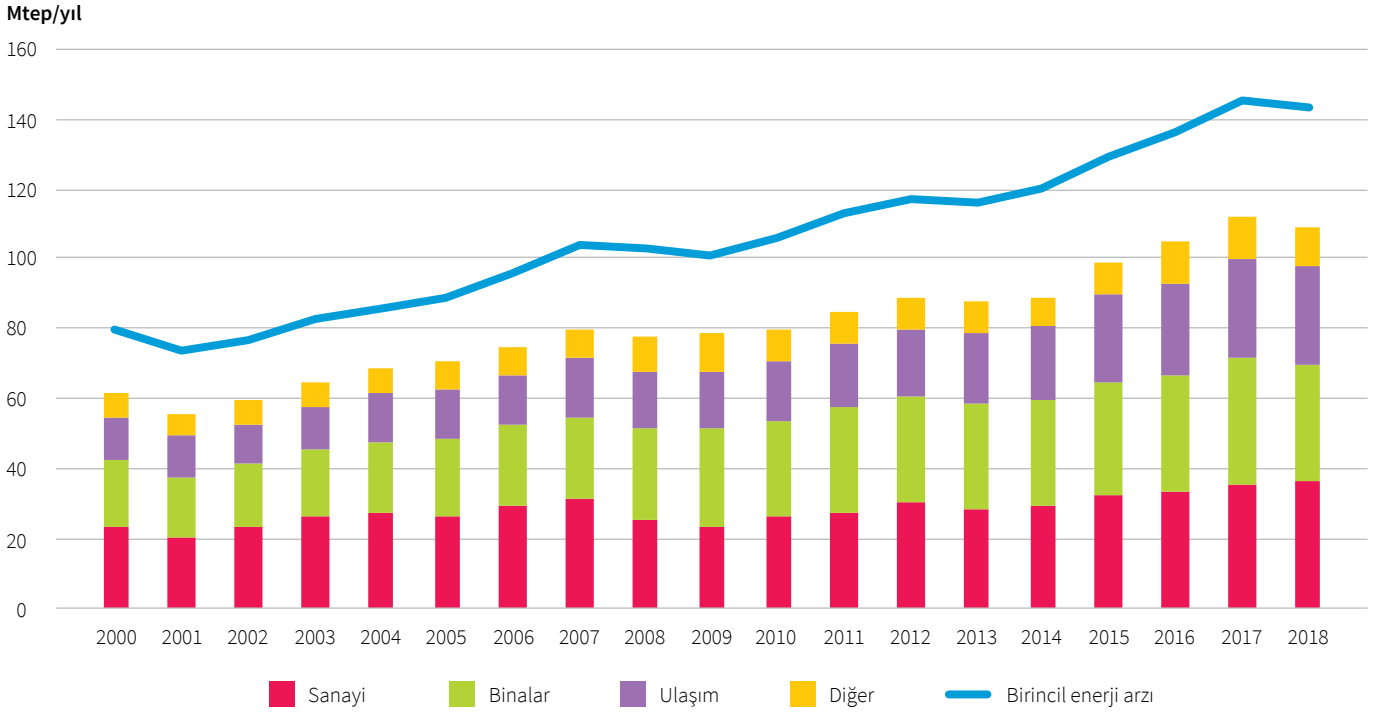
Kaynak: OECD, 2020; IMF, 2020; WB, 2019; SHURA analizi

**Birincil enerji tüketimi 2000
ila 2018 yılları arasında
%3,3 YBBO ile artarak 79
Mtep seviyesinden 144
Mtep'e gelmiştir. Nihai enerji
tüketimi de yine %3,3'lük
büyüme oranıyla 62
Mtep'den 109 milyon tep
seviyesine gelmiştir.**

Birincil enerji tüketimi toplam tüketilen enerjiyi gösterirken, son tüketicilerle birlikte, enerji dönüşümü ve iletimindeki kayıpları da dâhil etmektedir, nihai enerji tüketimi ise sadece son tüketicilerin enerji talebini göstermektedir. Gelişmekte olan bir ülke olarak Türkiye'nin birincil ve nihai enerji tüketimleri yıllar itibarıyla artmaktadır (bkz. Şekil 9). Birincil enerji tüketimi 2000 ila 2018 yılları arasında %3,3 YBBO ile artarak 79 Mtep seviyesinden 144 Mtep'e gelmiştir. Nihai enerji tüketimi de yine %3,3'lük büyüme oranıyla 62 Mtep'den 109 milyon tep seviyesine gelmiştir. Bir diğer deyişle nihai ve birincil enerji tüketimleri arasında üçte dört oranında bir fark vardır.

2018 yılında nihai enerji tüketiminin %33'ü sanayi sektöründe, %30'u bina ve hizmetler sektöründe ve %26'sı ulaşım sektöründe gerçekleşmiştir (bkz. Şekil 9). Tarım, hayvancılık ve enerji dışı tüketim, Şekil 9'da diğer kategorisi altında verilmiştir ve bu tüketim alanlarının paylarının toplamı %10'dur.

Şekil 9: Türkiye birincil enerji arzı ve nihai enerji tüketiminin sektörlere göre kırılımı, 2000-2018

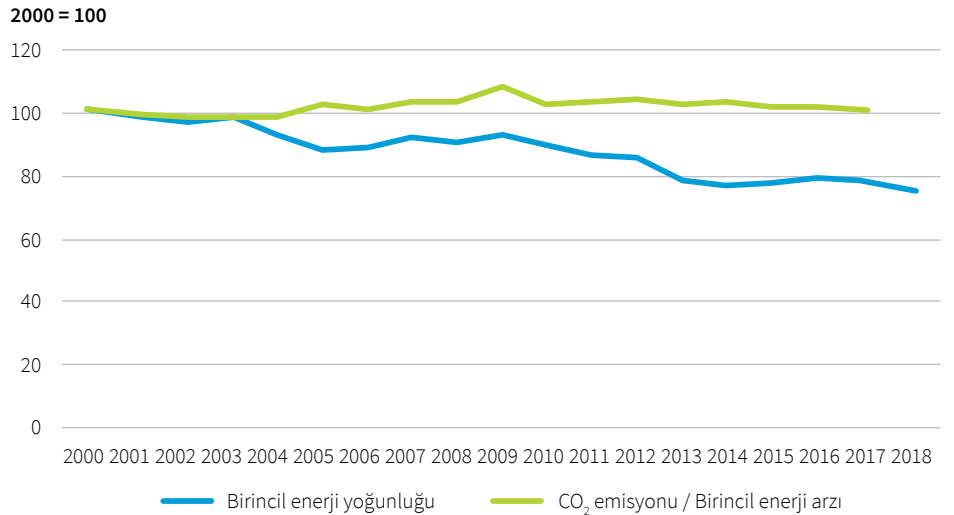


Kaynak: EİGM, 2020

Not: Tarım ve enerji dışı tüketim, diğer kategorisi altında verilmiştir.

Türkiye birincil enerji yoğunluğu 2000 yılından itibaren yıllık %1,52 oranında düşerek 2018 yılında birim ABD\$₍₂₀₁₁₎ başına 2,89 mega jul (MJ) olarak gerçekleşmiştir². Nihai enerji yoğunluğu ise aynı süre zarfında %1,63 oranında düşmüştür. CO₂ emisyonları 2000-2017 döneminde yılda ortalama %3,69 artış göstermiştir (bkz. Şekil 10).

Şekil 10: Türkiye birincil enerji yoğunluğu ve CO₂ emisyonu yoğunluğu gelişimi, 2000-2018



Kaynak: EİGM, 2020; TÜİK, 2020; SHURA analizi

Türkiye birincil enerji yoğunluğu 2000 yılından itibaren yıllık %1,52 oranında düşerek 2018 yılında birim ABD\$₍₂₀₁₁₎ başına 2,89 mega jul (MJ) olarak gerçekleşmiştir.

² 1 kilovat-saat 3,6 MJ'e eşittir.

2.2.1. Elektrik Sektörü

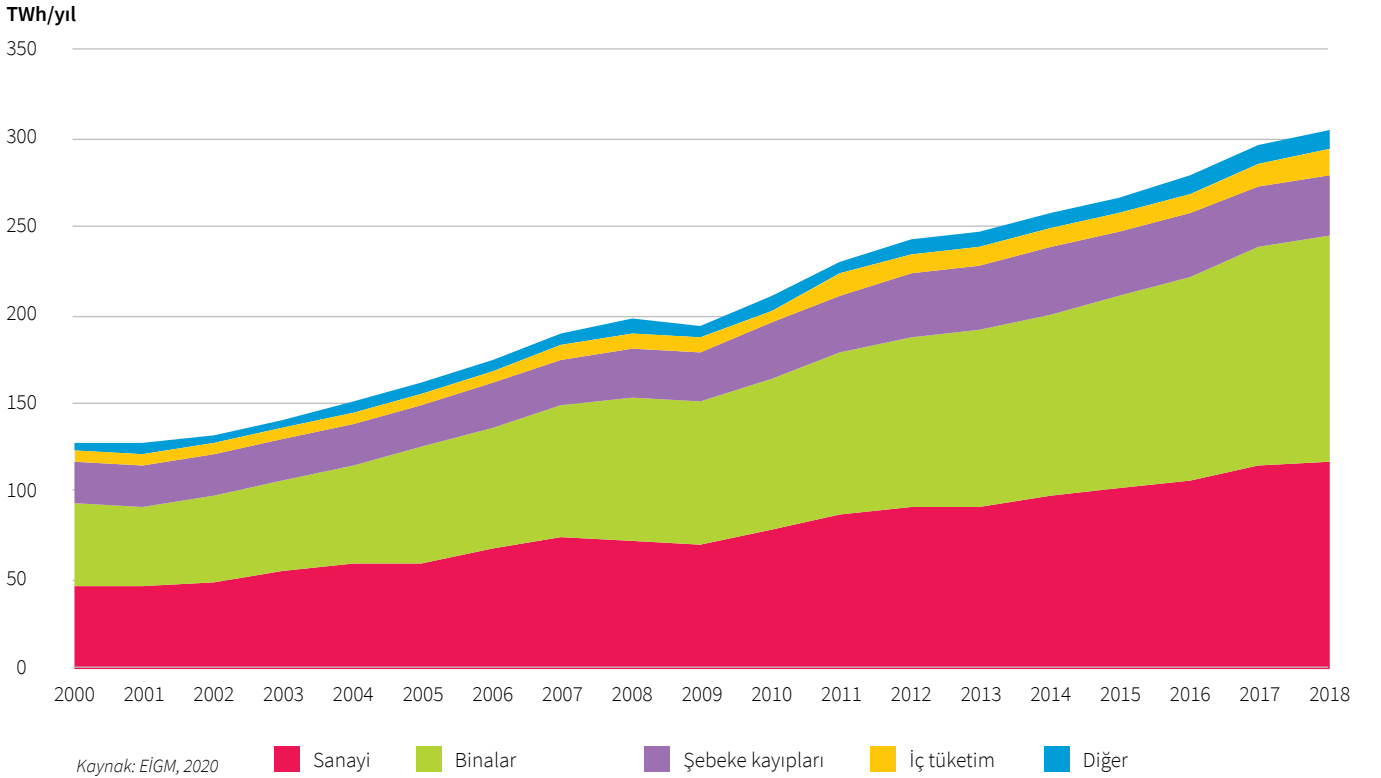
Elektrik tüketimi 2018 yılı itibariyle nihai enerji tüketimi içerisinde sadece %20'lik bir paya sahiptir.

Bu talebin %16'sını santrallerin iç tüketimi ve şebekedeki kayıplar oluşturmaktadır. Binalarda tüketilen elektriğin payı %42 seviyesindeyken sanayide tüketilen elektriğin payı %39 civarındadır.

Elektrik tüketimi 2018 yılı itibariyle nihai enerji tüketimi içerisinde sadece %2'lik bir paya sahiptir. %80'lik pay ise ulaştırma, sanayi ve binalarda tüketilen fosil yakıtlar ve yenilenebilir enerji kaynaklarının doğrudan kullanımıyla ilgilidir. Buna rağmen günümüzde yaşanan enerji dönüşümündeki gelişmelerin büyük çoğunluğu elektrik sektöründe gerçekleşmektedir. Elektriğin nihai enerji tüketimindeki payının giderek artmasından ve bununla beraber yenilenebilir enerji kurulu gücünü artırma çabalarına rağmen enerjide dışa bağımlılığın devam etmesinden dolayı Türkiye elektrik sektöründeki verimlilik potansiyelinin keşfedilerek anlamlandırılması büyük önem taşımaktadır.

Türkiye'nin brüt elektrik enerjisi talebi 2018 yılında 304,2 TWh olarak gerçekleşmiştir. Bu talebin %16'sını santrallerin iç tüketimi ve şebekedeki kayıplar oluşturmaktadır. Binalarda tüketilen elektriğin payı %42 seviyesindeyken sanayide tüketilen elektriğin payı %39 civarındadır. Diğer sektörlerin elektrik tüketimi toplam talebin %3'ü kadardır (bkz. Şekil 11).

Şekil 11: Brüt elektrik tüketiminin sektörlere göre dağılımı, 2000-2018

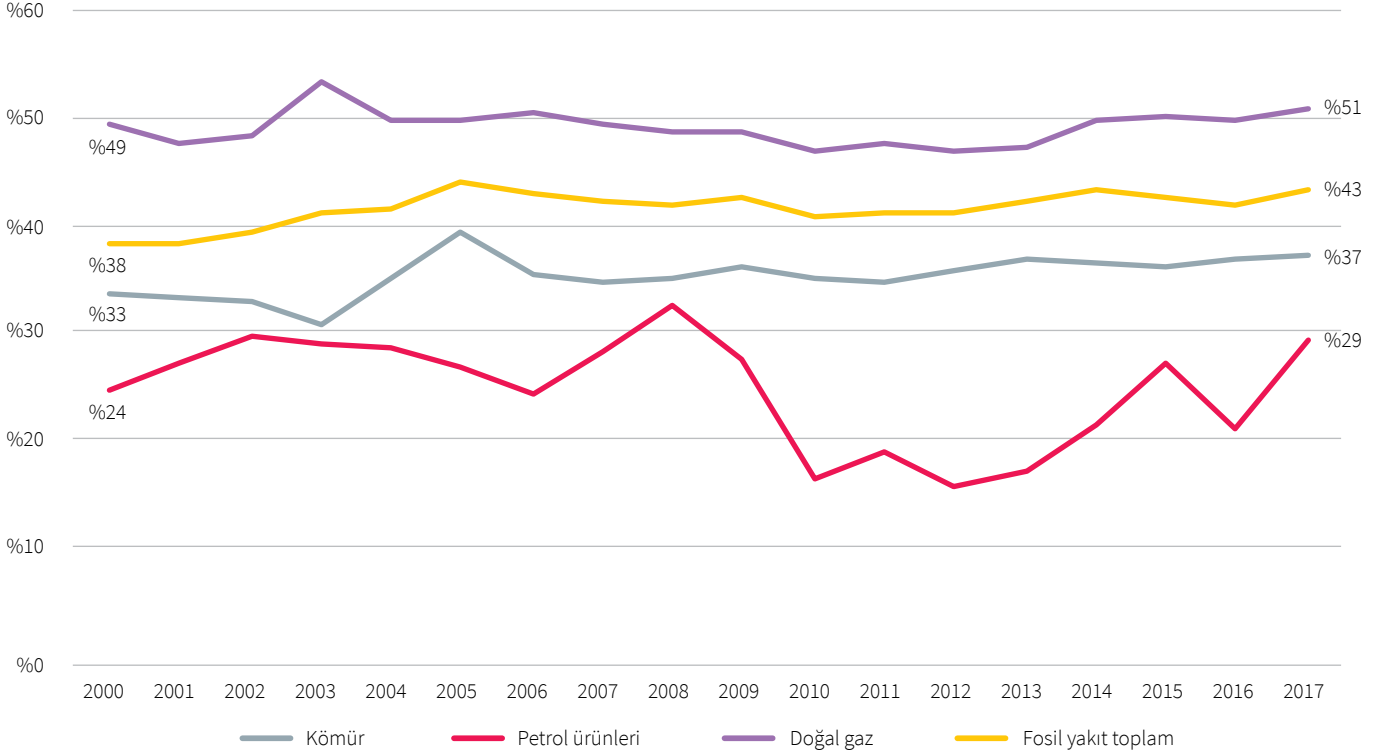


2000-2018 periyodunda kömür ve doğal gaz yakıtlı elektrik santrallerinin verimlilikleri ortalama 5 puan oranında artmıştır.

Türkiye'deki kömür ve doğal gaz yakıtlı elektrik santrallerinin verimliliğinde artış trendi gözlenmektedir (bkz. Şekil 12). 2000-2018 periyodunda kömür ve doğal gaz yakıtlı elektrik santrallerinin verimlilikleri ortalama 5 puan oranında artmıştır. Verimlilik artışının iki temel sebebi olduğu düşünülebilir: birincisi gelişen teknolojiyle birlikte elektrik santrallerinin üretim verimlerinin artması, ikincisi ise rekabetçi piyasa koşullarında yüksek verimli santrallerin düşük verimliliklere kıyasla daha fazla elektrik üreterek santrallerin ağırlıklı ortalama verimini yükseltmesi.

Şekil 12: Fosil yakıtlı elektrik üretim santrallerinin verimlilikleri, 2000-2018

Elektrik santrallerinin verimlilikleri



Kaynak: EİGM, 2020; TEİAŞ, 2020; SHURA analizi

Not: Verimlilikler hesaplanırken ısı ve elektrik arasındaki dönüşümde düzeltme faktörü 0,175 olarak kullanılmıştır.

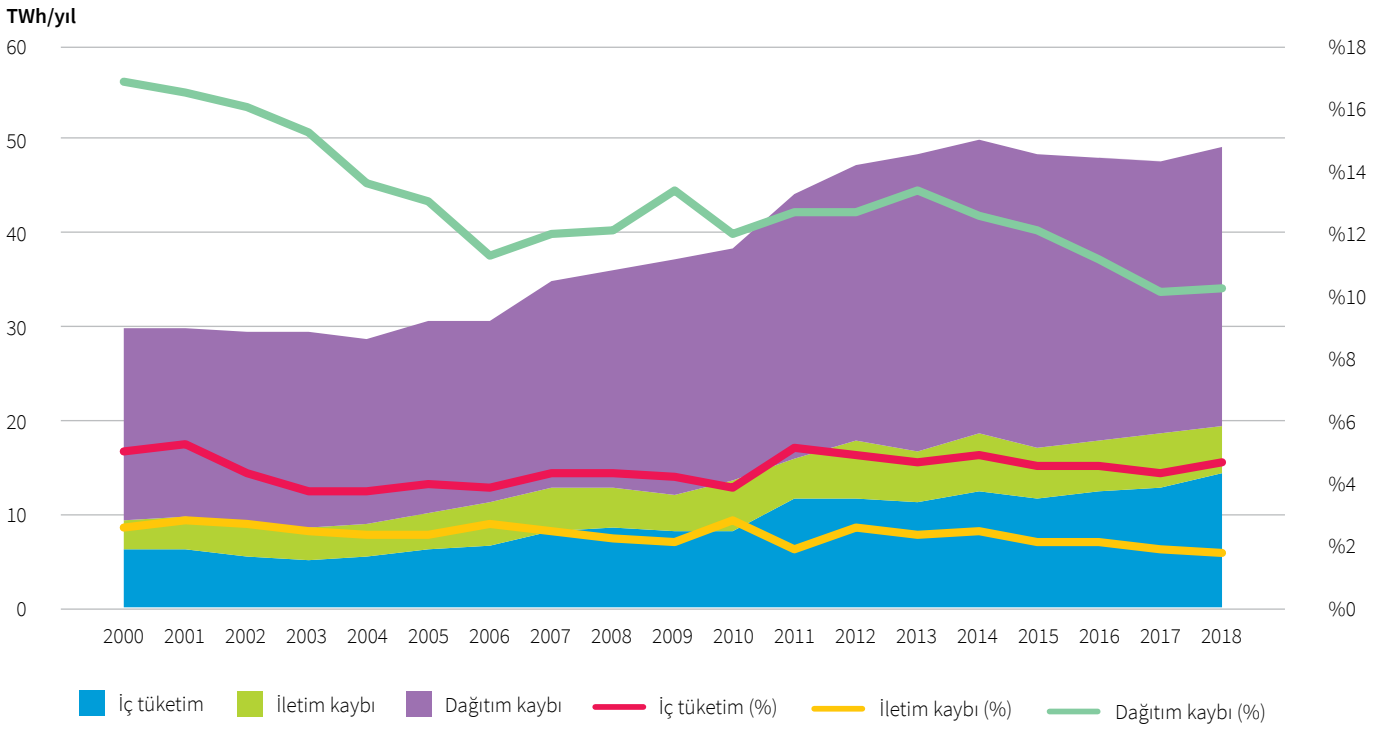
2000 yılında santral iç tüketimiyle şebeke kayıplarının toplamının brüt elektrik üretimine oranı %24,4 (30,0 TWh) seviyelerindeyken 2018 yılında bu oran %16,6'ya (49,3 TWh) düşmüştür.

2000 yılında santral iç tüketimiyle şebeke kayıplarının toplamının brüt elektrik üretimine oranı %24,4 (30,0 TWh) seviyelerindeyken 2018 yılında bu oran %16,6'ya (49,3 TWh) düşmüştür. Bu yıldaki tüketimin çoğunluğunu 29,9 TWh ile dağıtım kayıpları³ oluşturmaktadır. İletimdeki kayıp ve iç tüketim miktarları ise sırasıyla 5,1 TWh ve 14,3 TWh seviyelerindedir.

Dağıtım kayıpları 2000 yılında %16,8 seviyesinden 2018 yılında %10,2 seviyesine, iletim kayıpları ise %2,6'dan %1,7'ye düşmüştür. İç tüketim kayıpları ise bu yıllarda %4-5 seviyelerinde dalgalanmıştır.

³ Dağıtım kayıpları teknik ve teknik olmayan kayıpları içermektedir.

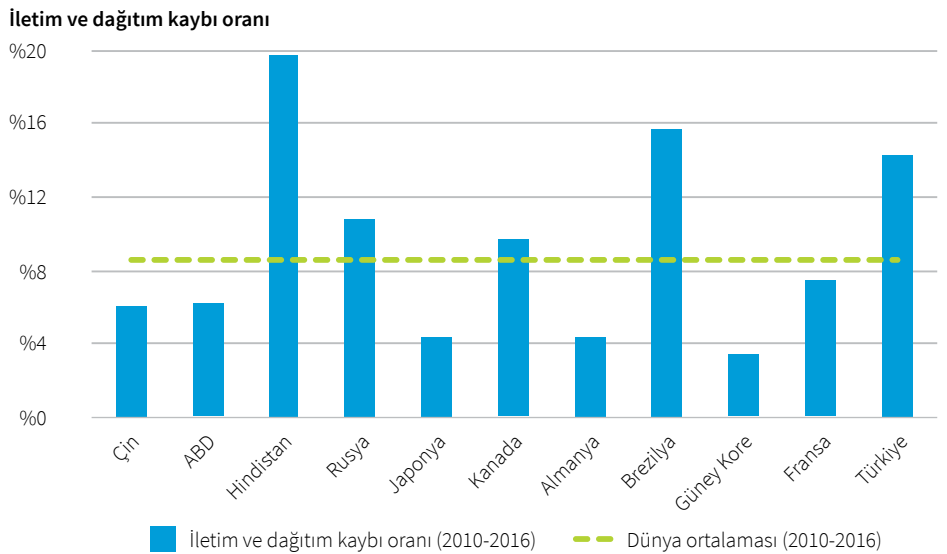
Şekil 13: İç tüketim, iletim ve dağıtım kayıplarının gelişimi, 2000-2018



Kaynak: TEİAŞ, 2020

Türkiye’de şebeke kayıp oranının hızla azalmasına rağmen dünya ortalamasıyla kıyaslandığında hâlen yüksek seviyelerde olduğu görülmektedir (bkz. Şekil 14). 2010-2016 dönemi için bakıldığında dünyadaki şebeke kayıp oranı ortalaması %8 ila %9 arasındayken Türkiye’de bu oran %13,8 olmuştur. Bu dönemdeki ortalama iletim kaybı oranı %2,2 iken ortalama dağıtım kaybı %11,6 olarak gerçekleşmiştir.⁴ 2018 yılında bu oranların sırasıyla %1,7 ve %9,8 seviyelerine düşmesi şebeke kayıplarının azaltılmasında kayda değer bir gelişme olduğunu göstermektedir.

Şekil 14: Dünyanın en büyük 10 elektrik üreticisi ve Türkiye’nin iletim ve dağıtım şebeke kayıpları, 2010-2016



Kaynak: IEA et al., 2019; TEİAŞ, 2020; SHURA analizi

Not: Ülkeler elektrik üretim miktarlarına göre sıralanmıştır.

⁴ 2010-2016 yılları arasındaki iletim ve dağıtım kayıplarının brüt üretime oranlarının aritmetik ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

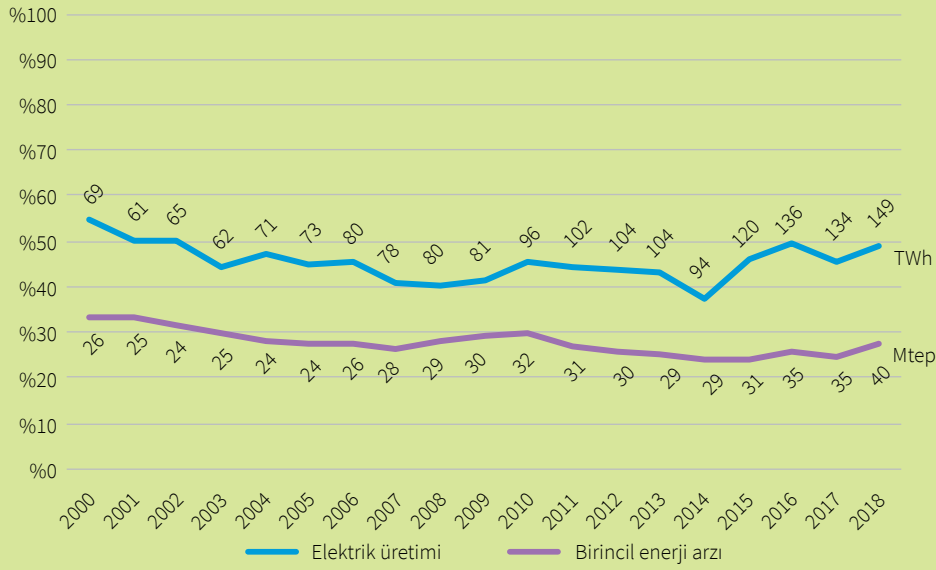
Bilgi Kutusu 1: Türkiye'nin İthal Yakıt Bağımlılığı

Türkiye elektrik ve enerji tüketiminde dışa bağımlılığı yüksek bir ülkedir (bkz. Şekil 15). 2018 yılında birincil enerji tüketiminin sadece %28'i yerli kaynaklardan karşılanmıştır. Enerjinin yerli üretimi artmakta olsa da talepteki yükselme hesaba katıldığında yerli enerji üretiminin toplam enerji tüketimindeki payı %25 ile %30 gibi düşük seviyelerde kalmaktadır.

ETKB'nin "daha çok yerli, daha çok yenilenebilir" hedefleri doğrultusunda verilen teşviklerle birlikte elektrik üretiminde yerli kaynak kullanımı artmaktadır. 2018 yılında Türkiye'de 304,8 TWh'lik elektrik üretiminin %20'si hidroelektrik, %15'i linyit, %7'si rüzgâr, %3'ü güneş, %2'si jeotermal enerji ve %2'si diğer kömür santrallerinden olmak üzere toplamda 149 TWh elektrik yerli kaynaklar kullanılarak üretilmiştir. 2019 yılı sonunda ise tamamı yerli kaynaklardan sağlanan yenilenebilir enerjinin payı toplam elektrik üretiminde %44 seviyesine ulaşmıştır.

Şekil 15: Elektrik ve enerjide yerli kaynakların miktar ve payları, 2000-2018

Yerli kaynakların oranı



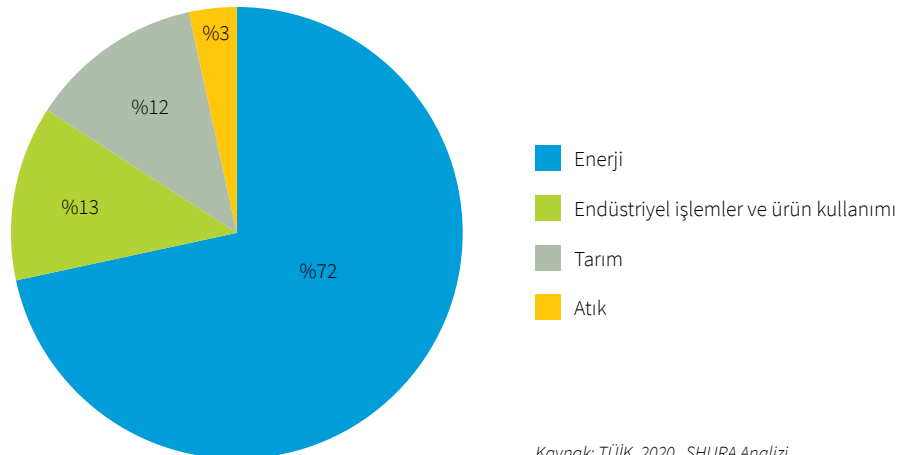
Kaynak: EİGM, 2020; TEİAŞ, 2020; SHURA analizi

Not: Şekil üzerindeki sayılar yerli kaynakların miktarlarını çizgiler ise toplam üretimin/arzın yerlilik oranını göstermektedir.

2018 yılında Türkiye'de 304,8 TWh'lik elektrik üretiminin %20'si hidroelektrik, %15'i linyit, %7'si rüzgâr, %3'ü güneş, %2'si jeotermal enerji ve %2'si diğer kömür santrallerinden olmak üzere toplamda 149 TWh elektrik yerli kaynaklar kullanılarak üretilmiştir.

TÜİK verilerine göre, 2018 yılında enerji sektörü ülkenin CO₂ emisyonlarında %72 ile en büyük paya sahiptir (bkz. Şekil 16). Aynı yılda, sanayi sektörü emisyonların %13'ünden, tarım sektörü %12'sinden, atık sektörü ise %3'ünden sorumlu olmuştur.

Şekil 16: Sektörlerin Türkiye'nin toplam CO₂ emisyonlarındaki payları, 2018



Kaynak: TÜİK, 2020, SHURA Analizi

Elektrik üretiminde yenilenebilir enerjinin payının artmasıyla birlikte birim elektrik üretimi başına CO₂ emisyon miktarı azalmaktadır. 2009 yılında yenilenebilir enerjinin elektrik üretimindeki payı %20 iken bir kWh elektrik üretiminin CO₂ emisyonu ortalama 591 g seviyesindeydi (bkz. Şekil 17). 2019 yılında ise yenilenebilir enerjinin payı %44'e çıkmış ve bir kWh elektrik üretmek için salımı yapılan CO₂ miktarı 493 g'ye düşmüştür. Son yıllarda yenilenebilir enerjinin elektrik üretimindeki payı arttıkça fosil yakıtlı santrallerin payı ve birim elektrik üretimi başına CO₂ emisyon miktarı azalmaktadır.

Şekil 17: Elektrik üretiminde yenilenebilir enerji payı ve birim elektrik üretimi başına CO₂ emisyonu, 2000-2019

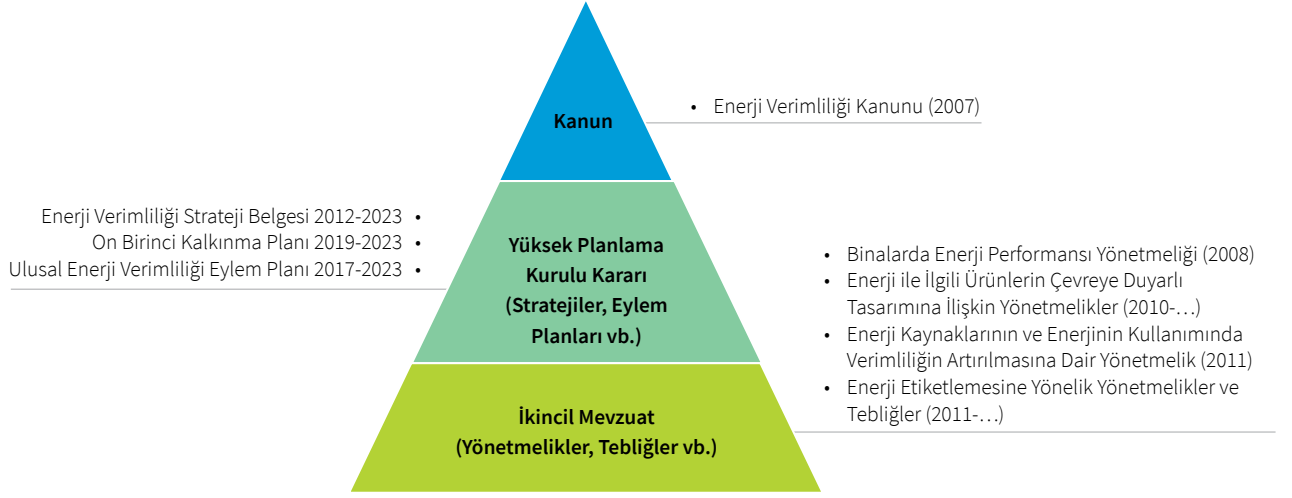


Kaynak: TEİAŞ, 2020; Eurostat, 2020; SHURA analizi

2.3. Mevcut Durumda Türkiye'nin Enerji Verimliliği Vizyonu ve Hedefleri

Türkiye'nin enerji dönüşümü kapsamında, enerji verimliliği ülkenin strateji ve hedeflerinin merkezinde olup uzun süredir enerji politikalarında detaylı bir şekilde kapsamaktadır. Enerji verimliliği alanında mevzuat, Enerji Verimliliği Kanunu'ndan ve bu kanuna bağlı destekleyici ikincil mevzuattan oluşmaktadır. Bakanlıklar ve kamu kurum ve kuruluşları mevzuatı revize etmekte ve strateji raporlarını periyodik olarak yayımlamaktadır. Enerji verimliliğiyle ilgili önemli bir değişiklik ihtiyacı doğduğunda, bu kurumlar konuyla ilgili eylem planları yayımlamaktadır. Eylem planları ve stratejiler doğrultusunda yeni mevzuat çıkarılmakta ve mevcut mevzuat revize edilmektedir.

Şekil 18: Türkiye enerji verimliliği mevzuat yapısı



2.3.1. Türkiye’de Enerji Verimliliğini İlgilendiren Stratejilerdeki Önemli Gelişmeler

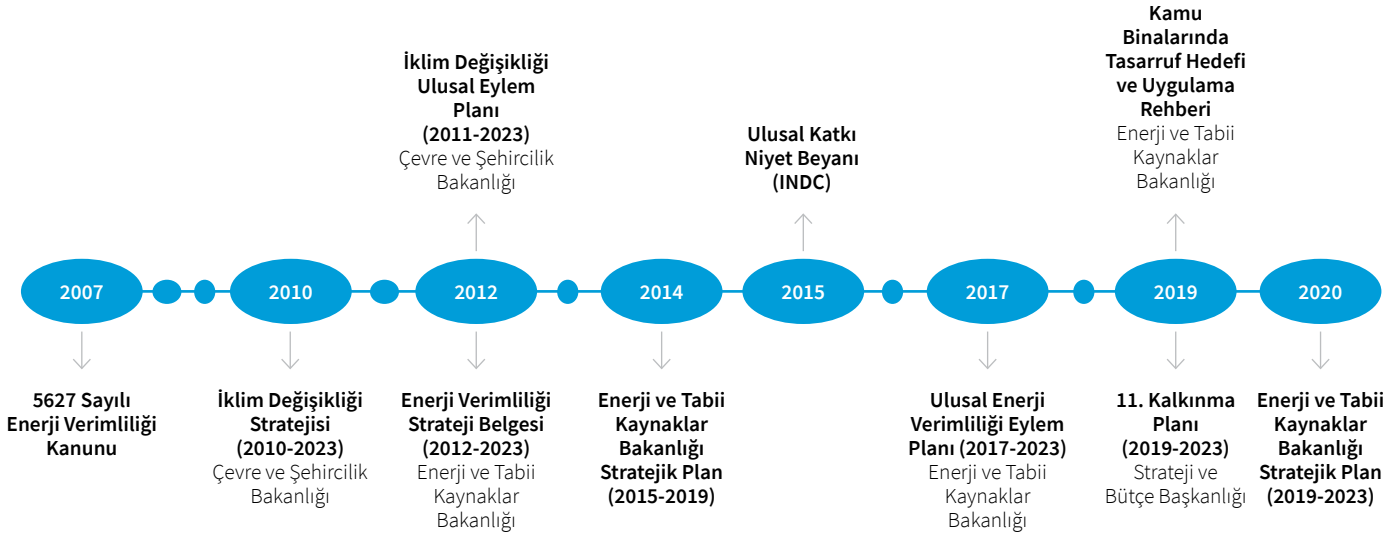
ETKB Türkiye’deki enerji ve doğal kaynaklarla alakalı bütün çalışmalardan sorumlu olduğu için enerji verimliliği çalışmaları da büyük oranda bu Bakanlığa bağlı olarak yürütülmektedir. Bununla birlikte enerji verimliliğinde elektrik tüketen cihazlar gibi bazı alanlarda Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı’nın (STB), binaların enerji tüketimi ve çevreye ilgili konularda Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’nın (ÇŞB) sorumlulukları bulunmaktadır.

2019 yılının Ocak ayında, enerji verimliliği, sürdürülebilirlik ve iklim değişikliği konularındaki çalışmaları yürütmek adına Enerji Verimliliği ve Çevre Dairesi Başkanlığı (EVÇED) kurulmuştur. Enerji verimliliği projelerinin gerçekleştirilmesi, sektör paydaşları arasında koordinasyonun sağlanması ve UEVEP sürecinin takip edilmesi EVÇED’in sorumlulukları arasında bulunmaktadır. EVÇED, ETKB’ye bağlı bir daire başkanlığı olarak hizmet vermektedir.

Türkiye’nin enerji sektöründeki stratejik hedeflerinden bir tanesi enerji ithalatına olan bağımlılığın azaltılmasıdır. ETKB’nin yayımladığı 2019-2023 Stratejik Planı’na göre Türkiye bu hedefe daha fazla yerli kaynak kullanarak ve daha fazla yenilenebilir enerji kapasitesi devreye sokarak ulaşmayı hedeflemektedir. Bununla birlikte gerekli mevzuat sistemiyle desteklendiği sürece enerji verimliliği de bu hedefe ve hatta ötesine ulaşmak için bir araç olarak kullanılabilir.

Türkiye’nin enerji verimliliği sürecinde resmi olarak ilk adım 2007 yılında 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu’nun yayımlanmasıyla atılmıştır. Bunun öncesinde 2004 yılında ETKB koordinatörlüğünde Avrupa Birliği (AB) müktesebatıyla uyumun sağlanması amacıyla Türkiye için Enerji Verimliliği Stratejisi hazırlanmıştır. Kanunda tanımlandığı üzere amaç; enerjinin etkin kullanılması, israfın önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılmasıdır. Bu amacı gerçekleştirebilmek için elektrik üretim, iletim, dağıtım ve sanayi tesisleri, binalar ve ulaşım başlıklarını kapsayan tüketim kısımlarında yapılması gerekli olan enerji verimliliği uygulamaları ve bu uygulamaları destekleyici mekanizmalar belirlenmektedir. Enerji Verimliliği Kanunu dâhil olmak üzere, kamu tarafında enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik önemli adımlardan bazıları Şekil 19’daki tarih şeridinde gösterilmiştir.

Şekil 19: Enerji verimliliği stratejisinde önemli gelişmeler



2007'de yayımlanan Enerji Verimliliği Kanunu'nu takiben 2010 yılında ÇŞB tarafından Türkiye İklim Değişikliği Stratejisi 2010-2023 yayımlanmıştır. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi bu strateji planına yol gösterici olarak kullanılmıştır. Strateji planı sera gazı emisyonlarını ve iklim değişikliğinin negatif etkisini azaltmayı amaçlamaktadır.

İklim Değişikliği Strateji Planı'ndaki hedefleri gerçekleştirebilmek için 2012 yılında İklim Değişikliği Ulusal Eylem Planı (2011-2020) hazırlanmıştır. Türkiye'nin ulusal vizyonu iklim değişikliği iyileştirme politikalarını uygulama, enerji verimliliği kapsamını geliştirme ve yenilenebilir enerji kullanımını artırmaktır. Bu konuları desteklemek için düşük CO₂ emisyonunu destekleyen ve iklim değişikliğine karşı eylemde bulunan sözleşmelerde yer alınması gerektiği belirtilmiştir. Bu eylem planının amaçları arasında enerji yoğunluğunu düşürmek, iletim ve dağıtım kayıplarını azaltmak, binalarda enerji verimliliğini artırmak, binalarda ve sanayide yenilenebilir enerji kullanımını artırmak, CO₂ yoğunluğunu azaltmak ve CO₂ piyasası mekanizmasını verimli bir şekilde hayata geçirmek yer almaktadır.

Enerji Verimliliği Kanunu'na paralel olarak hazırlanan iklim değişikliği stratejilerini ve eylem planlarını gerçekleştirebilmek adına enerji verimliliği konusundaki gereklilikleri içeren bir strateji dokümanına ihtiyaç duyulmuştur. Bunun üzerine 2012 yılında ETKB tarafından Enerji Verimliliği Strateji Belgesi (2012-2023) hazırlanmış ve Yüksek Planlama Kurulu tarafından Resmi Gazete'de yayımlanmıştır. Bu belge enerji verimliliğiyle ilgili sonuç odaklı politikaları, somut hedefleri, bu hedeflere ulaşmak için alınması gereken aksiyonları, sorumlu tarafları ve kamu-özel sektör işbirliğini tanımlamaktadır. Belgede belirtildiği üzere ana hedef, enerji ve elektrik yoğunluğunu (GSYH başına enerji tüketimi) ayrı ayrı olmak üzere 2023 itibarıyla 2011 yılına kıyasla %20 azaltmaktır.

Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, kamu ve sivil toplum kuruluşlarının geniş katılımıyla birlikte, periyodik olarak kalkınma planı yayımlamaktadır. En son yayımlanan On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023) enerji ve doğal kaynaklar alanında sürdürülebilirliğe vurgu yaparak yüksek ve sürekli bir büyüme amacını belirtmektedir. Plana göre, çeşitli Enerji Verimliliği Çözümlerinin geliştirilmesi ve enerji verimliliği sektörünün finanse edilmesi hedeflenmektedir. On Birinci Kalkınma Planı'na göre,

Türkiye'nin enerji verimliliği konusundaki öncelikli hedefleri arasında sanayide enerji verimliliğini artırmak, enerji verimliliği uygulamalarının yaygınlaştırılması amacıyla enerji verimliliği yarışmaları düzenlemek, bölgesel ısıtma ve soğutma sistemlerinin yaygınlaşmasını sağlayacak ısı piyasasını oluşturmak, elektrikli makineler ve beyaz eşya sektöründe enerji verimliliğini artırmaya yönelik yerli üretimi sağlamak, mevcut binalarda enerji verimliliğini teşvik etmek ve kamu binalarında enerji verimliliği projelerini uygulamak bulunmaktadır.

ETKB 2019-2023 Strateji Planı'nı yayımlayarak enerji sistemlerinin geliştirilmesi ve doğal kaynakların kullanılması konusunda çeşitli hedefler belirlemiştir. Toplamda 7 amaç, 31 hedef belirlenmiş ve bu hedeflere ilişkin 113 performans göstergesi oluşturularak altı aylık periyotlarla izleme, yıllık periyotlarla değerlendirme tasarlanmıştır. Planda temel olarak, dış kaynaklara bağımlılığın azaltılması, yerel kaynakların kullanılması, talep taraf katılımı ve sistem planlaması ile enerjinin verimli bir şekilde kullanılması hedeflenmiştir.

Takip eden 2019-2023 Strateji Planı'ndaki 7 amaçtan bir tanesi "Enerji Verimliliğini Önceliklendirmek ve Artırmak" olarak belirlenmiştir. Bu planla birlikte enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik çalışmaların sürdürülmesi, elektrik ve doğal gazda talep tarafı katılımı için piyasa altyapısı oluşturulması, enerji verimliliğine yönelik kamuoyu farkındalığını artıracak çalışmalar yapılması ve elektrikli araçlara yönelik enerji sistemi planlaması yapılması hedeflenmiştir.

2015 yılında, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi bütün dünya ülkelerini iklim değişikliği tehlikesine karşı durarak küresel ortalama sıcaklık artışı seviyesini 2°C'nin altında tutmak gibi tek bir amaç etrafında toplamıştır. Sözleşmeye katılan ülkeler en iyi çabaları ile bu amaca ne kadar katkı verilebileceklerini anlatan, Ulusal Katkı Niyet Beyanı (INDC) dokümanı hazırlamışlardır. Bu anlaşmayla Türkiye, sera gazı emisyon hedefini 2030 yılı itibarıyla referans senaryoya göre %21'e varan azaltım olarak açıklamıştır. INDC kapsamında enerji tedarik eden ve tüketen tüm sektörlerin emisyon azaltımı için gereken uygulamaların başında Enerji Verimliliği Çözümleri gelmektedir.

AB Enerji Verimliliği Direktifi'ne (2012/27/EU) ve Türkiye'nin sürdürülebilir gelişme hedeflerine paralel olarak ETKB, 2017 ve 2023 yılları arasında uygulamak üzere UEVEP'i hazırlamıştır. Bu eylem planı birincil enerji tüketiminde 2023 yılında 2017 yılına göre %14'lük bir azaltım hedeflemektedir. Bunun için üretim, iletim, dağıtım ve son tüketiciler olarak enerjinin tüm değer zincirine ve binalar ve servisler, enerji, ulaşım, sanayi ve teknoloji, tarım ve yatay sektörler olmak üzere 6 sektöre uzanan toplam 55 eylem belirlenmiştir. UEVEP kapsamlı yapısı, enerji verimliliği sürecinin ve potansiyelinin izlenmesi, gelecekteki iyileştirmelere olanak sağlaması için gerekli izleme sistemlerinin geliştirilmesi ve veri tabanlarının oluşturulmasını önermesi ile özel bir öneme sahiptir. UEVEP'in seçilen bazı eylemleri ve mevcut durumda gelişme süreci bir sonraki bölümde anlatılmıştır.

2019 yılının Ağustos ayında yayımlanan Cumhurbaşkanlığı Genelgesi'yle birlikte enerji yöneticisi görevlendirmekle yükümlü kamu binalarında 2023 yılına kadar %15 enerji tasarrufu hedeflenmiştir. Bir sonraki ay, bu hedefe ulaşmak için atılması gereken adımları gösteren Kamu Binalarında Tasarruf Hedefi ve Uygulama Rehberi yayımlanmıştır (ETKB, 2019). Rehberde, binaların referans tüketimlerinin hesaplanmasının yanı sıra ısıtma, soğutma, aydınlatma, motorlar gibi konularda nasıl

verimlilik sağlanacağına dair bilgiler yer almaktadır. Bu rehber enerji verimliliğinin artırılması konusunda kamu tarafında önemli bir gelişmedir.

2020 yılının başında ise Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Dair Yönetmelik'te yapılan değişiklikler ile enerji verimliliği etütlerine tabi tüketicilerin sayısının artırılması, etüt süreçlerinin kolaylaştırılması, enerji yöneticisi görevlendirmekle veya enerji yönetim birimi kurmakla yükümlü olan tesisler için ISO 50001 enerji yönetim sistemi kurma yükümlülüğü getirilmesi ve ölçme doğrulama uzmanlarının mevzuatta tanımlanması gerçekleşmiştir (ETKB, 2020). Aynı dönemde Verimlilik Artırıcı Projeler (VAP) kapsamında desteklenen projelerin listesi yayımlanmış, sektör oyuncularının iyi uygulamalarla ilgili bilgilendirilmesi konusunda önemli bir adım atılmıştır. Ağustos ayında yayımlanan Kamuda Enerji Performans Sözleşmelerine İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Karar ile birlikte Enerji Verimliliği Kanununda önu açılan kamuda enerji performans sözleşmelerinin uygulanmasına yönelik düzenlemeler yürürlüğe alınmıştır.

Tüm bu önemli gelişmelerin yanında, ETKB düzenli olarak enerji verimliliğini ilgilendiren sektör ve teknoloji konularıyla ilgili ilerleme ve değerlendirme raporları yayımlamaktadır. Örneğin, yakın tarihte Enerji Verimliliği Danışmanlık Şirketlerinin (EVD) faaliyetlerinin incelendiği "Enerji Verimliliği Danışmanlık Şirketleri 2015-2018 Dönemi Faaliyet Raporu", kojenerasyon sistemlerinin incelendiği "Kojenerasyon Değerlendirme Raporu", kamuoyunun enerji verimliliği konusunda bilgi, ilgi ve davranış düzeyini ölçen "Enerji Verimliliği Bilinç Endeksi Kantitatif Araştırma Raporu 2020", Türkiye'nin enerji verimliliği amaç ve hedeflerine ulaşmak üzere gerçekleştirilmesi öngörülen iletişim faaliyetlerinin planlanmasına yönelik olan "Enerji Verimliliği Stratejik İletişim Planı" yayımlanmıştır.

2.3.2. Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı'na Genel Bakış

UEVEP, Türkiye'nin enerji verimliliğindeki mevcut durumunu ve kamunun enerji verimliliğine bakış açısını anlamak için oldukça faydalı ve önemli bir kaynaktır. 6 sektörde 55 eylem ile birincil enerji tüketiminde 2023 yılında 2017'ye kıyasla %14'lük bir iyileşme hedeflenmektedir. Bu hedefe ulaşabilmek için yapılacak yatırımların toplam maliyetinin 10,9 milyar ABD\$ ve yatırımların geri ödeme sürelerinin 7 seneden daha kısa bir süre olması beklenmektedir.

SHURA'nın bu çalışması kapsamında değerlendirilen ve elektrik sektörünü kapsayan UEVEP eylemleri Tablo 1'de gösterilmiştir. Bu eylemler, elektrik tedarik eden ve son tüketici olan tüm sektörlerin dışında, yatay alanları da kapsamaktadır.

6 sektörde 55 eylem ile birincil enerji tüketiminde 2023 yılında 2017'ye kıyasla %14'lük bir iyileşme hedeflenmektedir. Bu hedefe ulaşabilmek için yapılacak yatırımların toplam maliyetinin 10,9 milyar ABD\$ ve yatırımların geri ödeme sürelerinin 7 seneden daha kısa bir süre olması beklenmektedir.

Tablo 1 : Çalışma kapsamıyla ilgili UEVEP eylemleri

Yatay Eylemler	Binalar	Sanayi ve Teknoloji	Enerji
Y1. Enerji Yönetim Sistemlerinin Kurulması ve Etkinliğinin Artırılması	B5. Mevcut Binaların Rehabilitasyonu ve Enerji Verimliliğinin Geliştirilmesi	S1. Isı Kullanan Büyük Endüstriyel Tesislerde Kojenerasyon Sistemlerinin Yaygınlaştırılması	E1. Kojenerasyon ve Bölgesel Isıtma-Soğutma Sistemlerinin Potansiyelinin Belirlenmesi ve Yol Haritasının Hazırlanması
Y2. Ulusal Enerji Verimliliği Finansman Mekanizmasının Geliştirilmesi	B6. Merkezi ve Bölgesel Isıtma/Soğutma Sistemlerinin Kullanımının Özendirilmesi	S2. Sanayide Enerji Verimliliği Projelerini ve Çeşitliliğini Artırmak İçin Destek Sağlanması	E4. Elektrik Sayaçlarının Okunması ile İlgili Düzenleyici Çerçevenin AB Müktesebatı ile Belirlenen Ana Esaslarla Uyumlaştırılması (Akıllı Sayaçların Yaygınlaştırılması)
Y3. Enerji Verimliliği Projelerinin Enerji Verimliliği Yarışmaları ile Desteklenmesi	B7. Mevcut Binaların Enerji Kimlik Belgesi Sahiplik Oranının Artırılması	S3. Sanayi Sektöründe Verimliliği Artırmak	E5. Transformatörlerde Asgari Performans Standartlarının Uygulanması
Y4. Enerji Verimliliği Projelerinde Teknik, Hukuki ve Finansal Hususları İçeren Kılavuz, Tip Sözleşme vb. Altlıkların Oluşturulması	B8. Sürdürülebilir Yeşil Binalar ile Yerleşmelerin Belgelendirilmesinin Özendirilmesi	S4. Cihazlarda Enerji Verimliliği Performans Standartları ve Çevre Duyarlı Tasarım, Üretim, Etiketleme Sisteminin Uygulanması	E6. Isıtma ve Soğutma Kaynaklı Puant Yükün Yönetilmesi
Y5. Enerji Verimliliği Faaliyetlerinde Kayıt, Veri Tabanı ve Raporlama Sistemlerinin Geliştirilmesi	B9. Yeni Binalarda Enerji Verimliliğinin Özendirilmesi		E7. Genel Aydınlatmada Enerji Verimliliğinin Artırılması
Y6. Uluslararası Enerji Verimliliği Finansman İmkânlarının ve Etkinliğinin Artırılması, Koordinasyon ve Kontrolü	B10. Mevcut Kamu Binalarında Enerji Performansının İyileştirilmesi		E8. Elektrik İletim ve Dağıtım Faaliyetleri Verimlilik Artışının Geliştirilmesi
Y9. Enerji Verimliliği Etütleri	B11. Binalarda Yenilenebilir Enerji ve Kojenerasyon Sistemlerinin Kullanımının Yaygınlaştırılması		E10. Talep Tarafı Katılımı (Demand Side Response) Uygulaması İçin Piyasa Altyapısının Oluşturulması
Y10. Kamuda Sürdürülebilir İşletme ve Satın Alma Yaklaşımının Benimsenmesi	B12. Kobi Niteliğindeki Binalara Yönelik Enerji Verimliliği Etüt Programları ve Etütler için Kaynak Tahsisi		
Y11. Enerji Dağıtım veya Perakende Şirketlerine Yönelik Enerji Verimliliği Yükümlülük Programı			

Bilgi Kutusu 2: Türkiye UEVEP İlerleme Süreci (2017-2018)

2019 yılının mayıs ayında, EVÇED UEVEP'le ilgili gelişmeleri özetleyen kapsamlı bir rapor yayımlamıştır. Rapor, farklı sektörlerde 2017 ila 2018 yılları arasında yaşanan mevzuat, teknoloji ve finansman alanlarındaki gelişmeleri detaylı bir şekilde paylaşmıştır (ETKB, 2019).

Binalar

- A ve B sınıfı Enerji Kimlik Belgesine sahip binalara teşvikler getirildi.
- Enerji Verimliliği Kanunu'nda yapılan değişiklik ile kamu kurum ve kuruluşlarına, enerji tüketimlerini veya enerji giderlerini düşürmek üzere on beş yıla kadar enerji performans sözleşmeleri yapabilme imkânı sağlandı.
- Belediyelerde enerji verimliliğine odaklanmak üzere İller Bankası, personel ve cihaz altyapısını tamamlayarak EVD olarak yetkilendirildi.

Sanayi

- Ulusal ve uluslararası yeni işbirlikleri ile proses verimliliği, enerji yönetimi, endüstriyel simbiyoz, yeşil Organize Sanayi Bölgeleri'nin (OSB'lerin) oluşturulması gibi başlıklarda çalışmalar gerçekleştirildi.
- Ar-Ge faaliyetlerinde kullanılacak makine, teçhizat ve ekipman alımlarına teşvikler getirildi.
- VAP'a 2011-2018 yılları arasında 23,1 milyon Türk Lirası (TL) destek ödemesi yapılarak sanayide yaklaşık 100 milyon TL'lik enerji verimliliği yatırımının gerçekleştirilmesi sağlandı. Söz konusu yatırımlarla yıllık 84 milyon TL tasarruf sağlanmaktadır.

Elektrik Sistemi (Üretim/İletim/Dağıtım/Tüketim)

- Elektrik üretiminde lisanssız güneş ve kojenerasyon tesisleri gibi dağıtık üretim kaynakları ülke genelinde artarak yaygınlaştı.
- 2017 ve 2018 yıllarında sırasıyla 2.583 megavat (MW) ve 1.578 MW lisanssız güneş enerjisi santrali kuruldu; aynı dönemde toplamda 198 MW kurulu gücüne sahip kojenerasyon tesisleri yüksek verim belgesi aldı.
- %15 seviyelerinde olan kayıp-kaçak oranları %11,8'e kadar düşürüldü.
- Kamu santrallerinde verimlilik hareketi başlatan Türkiye Elektrik Üretim Anonim Şirketi, enerji verimliliği odaklı bir yapılanma ile 2023 hedefini elektrik üretim tesislerindeki verimlilikte 5 yıl içinde yıllık %1, toplamda %5 oranında artış sağlanması olarak belirledi.
- Avrupa Birliği destekli projeler ile sadece elektrik şebekesinde değil aynı zamanda doğal gaz şebekesinde de enerji verimliliği çalışmalarına başlandı.
- Elektrik depolama ve talep tarafı katılımına yönelik mevzuat düzenlemeleri gerçekleştirildi.

Isıtma ve Soğutma

- Verimli bölgesel ısıtma ve soğutma sistemlerinin yaygınlaştırılmasına yönelik ısı mevzuatı çalışmaları, fayda-maliyet analizleri ve coğrafi bilgi sistemleri tabanlı ısı talebi haritalandırması çalışmaları yürütüldü.

Ulaşım

- Ulaştırma sektöründe hibrit ve elektrikli araçlara yönelik düzenlemeler ve teşvikler getirildi. Belirli büyüklükteki otoparklarda elektrikli araç, bisiklet ve motosikletler için özel alanların tahsis edilmesine yönelik düzenlemeler yapıldı. Hurda teşviki ile 16 yaş ve üzerindeki araçlara 10 bin TL'ye kadar Özel Tüketim Vergisi indirimi uygulandı. Yeşil Liman Projesi ile çevre dostu limanlar yaygınlaştırıldı.

Tarım

- Tarım sektöründe traktör, basınçlı sulama ve ekipman alımlarında düşük faizli krediler hayata geçirildi.
- Şanlıurfa, Mardin, Diyarbakır, Adıyaman, Gaziantep, Kilis, Siirt ve Batman illerinde Güneydoğu Anadolu Projesi "Sulama Pompalarında Enerji Verimliliğinin Arttırılması Pilot Projesi" başlatıldı.
- Kırsal Kalkınma Destekleri Bireysel Sulama Sistemlerinin Desteklenmesi ile Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından 9.093 projeye yaklaşık 200 Milyon TL hibe verilerek 865 bin dekar alanda basınçlı sulama sistemlerinin kurulumu sağlandı.
- 8,2 milyon hektar alanda arazi toplulaştırma çalışmaları gerçekleştirildi.
- Su ürünleri sektöründe enerji tüketim envanter çalışması yapılarak 164 adet işletme tarandı.

Genel Görünüm

- Bütün bu sektörlerde enerji verimliliği çalışmalarının koordine edilmesi ve Milli Enerji ve Maden Politikası ile belirlenen hedeflere ulaşılması için Bakanlığımızda müstakil bir daire başkanlığı olarak EVÇED kuruldu.
- Özel sektör tarafında da kaliteli insan kaynağının geliştirilmesi amacıyla 2018 yılında 177 kişinin katıldığı eğitimlere devam edildi. 2007-2019 yılları arasında 9.523 enerji yöneticisi yetiştirildi.
- Enerji Verimliliği Denetim Yönetmeliği yayımlandı. İlk denetimlerin 2019 yılında gerçekleştirilmesi planlandı.

Yapılan analizlerde ülkemizde 2017 ve 2018 yıllarında enerji verimliliğine 1,35 milyar ABD\$ yatırım yapıldığı ve bunun sonucunda yaklaşık 0,9 Mtep enerji tasarrufu sağlandığı hesaplanmıştır. Bununla birlikte, planlanan 18 eylemin 2017-2018 döneminde tamamlanmadığı görülmektedir.

2.4. Türkiye Elektrik Sektörü ve Aktörleri

2.4.1. Elektrik Sektörünün Kapsamı

Temel olarak elektrik sistemi üç bölümde incelenmektedir: elektrik üretimi, elektrik iletim ve dağıtımı ve son olarak elektrik tüketimi.

Elektrik üretimi tarafında özel sektör ve kamunun sahip olduğu, farklı kaynak, yakıt tipi ve teknolojilerle üretim gerçekleştiren çeşitli büyüklük ve kapasitede elektrik üretim santralleri bulunmaktadır. Bu santrallerde üretilen elektrik enerjisi Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi (TEİAŞ) tarafından işletilen iletim şebekesi ve elektrik dağıtım anonim şirketleri (EDAŞ'lar) (EDAŞ) tarafından işletilen dağıtım şebekeleri aracılığıyla tüketicilere ulaştırılmaktadır. Elektrik üretiminin tüketimine kadar geçen süreçte sistemdeki elektrikliğin bir kısmı santrallerin kendi iç tüketimleri ve sonrasında teknik kayıplar ya da kaçak sebebiyle son tüketici tarafından tamamiyle kullanılamamaktadır.

Düşük karbonlu enerji sistemlerine dönüşümde elektrik üretiminde yenilenebilir enerjinin payını artırmak, iletim ve dağıtımda şebekedeki talebi ve kayıpları azaltmak, tüketim tarafında ise elektrikliği verimli kullanarak talebi azaltmak ve esneklik potansiyelini artırarak daha fazla yenilenebilir enerjinin devreye girebilmesini sağlamak hedeflenmektedir.

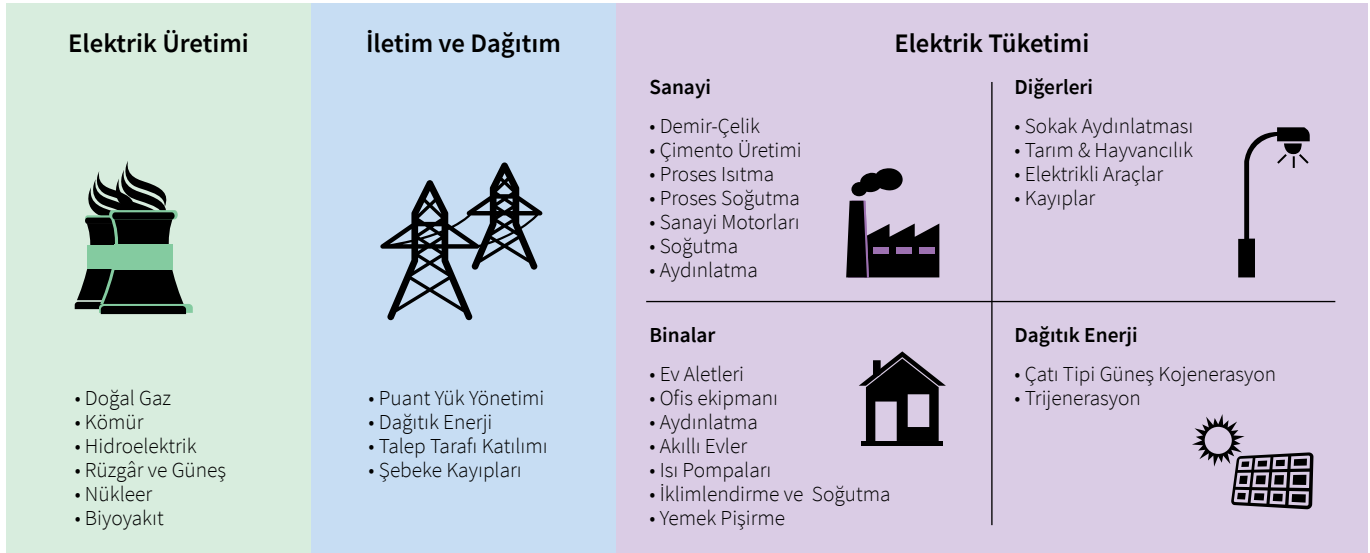
Çalışma kapsamında yukarıda da bahsedilen elektrik üretimi, iletimi-dağıtımı ve tüketimi alanlarındaki elektrik enerjisi verimliliği potansiyeli değerlendirilmiştir. Tasarruf potansiyelini belirleyebilmek için Şekil 20'de de görülebileceği üzere çeşitli sektörler çalışma kapsamında incelenmiştir. Elektrik tasarrufunun yanı sıra elektrik sisteminin yenilikçi dönüşümüne katkıda bulunabilecek alanlar ve teknolojiler belirlenmiş, çalışma kapsamında değerlendirilmiştir.

Düşük karbonlu enerji sistemlerine dönüşümde elektrik üretiminde yenilenebilir enerjinin payını artırmak, iletim ve dağıtımda şebekedeki talebi ve kayıpları azaltmak, tüketim tarafında ise elektrikliği verimli kullanarak talebi azaltmak ve esneklik potansiyelini artırarak daha fazla yenilenebilir enerjinin devreye girebilmesini sağlamak hedeflenmektedir.

Türkiye’de, 2018 yılında, 304 TWh olan brüt elektrik tüketiminin %16’sı santrallerin iç tüketiminde ve şebeke kayıplarında, %39’u sanayide gerçekleştirilmektedir. Binaların toplam tüketimdeki payı %40 (18 puanlık kısmı konutlarda olmak üzere) iken kalan sektörlerdeki tüketim %5 seviyesindedir (2 puanlık kısmı sokak aydınlatmasında olmak üzere).

Çalışmada üretimde yenilenebilir enerjinin ve dağıtık üretimin artırılması, elektriğin dağıtımında kayıpların azaltılması, talep tarafında ise sanayi, binalar ve diğer sektörlerdeki enerji verimliliği uygulamaları incelenmiştir. Talep tarafındaki sektörlerdeki verimlilik potansiyeli tüketim alanlarına göre ayrılmış, enerji verimliliğinin yanı sıra elektrik sektörünün dönüşümü için kilit önem arz eden yenilenebilir enerji ve dağıtık enerji sistemlerinin kullanımının artması için gerekli iş modelleri ve teknolojiler de çalışma kapsamında değerlendirilmiştir. Talep tarafında incelenen son tüketim alanları aşağıdaki şekilde görülebilmektedir. Son tüketim alanları bu raporun bir sonraki bölümünde detaylı olarak anlatılmıştır.

Şekil 20: Elektrik sektörünün kapsamı



Bilgi Kutusu 3: Elektrifikasyonun Enerji Dönüşümündeki Yeri

Elektrifikasyon, bir makine veya sistemin elektrik kullanır hale dönüşümü anlamına gelmektedir. Elektrifikasyona örnek olarak benzinli araçlardan elektrikli araçlara, doğal gaz ile çalışan kombilerden ısı pompalarına, doğal gaz ile çalışan ocaklardan elektrikli ocaklara geçiş verilebilir.

Enerji dönüşümünde elektrifikasyonu öne çıkaran husus, konvansiyonel sistemlerde fosil yakıt tüketilerek karşılanan enerji ihtiyacının yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektrik ile karşılanabilmesidir. Elektrifikasyon ile birlikte rüzgâr ve güneş enerjisi santrallerinin ürettiği elektrik kullanılarak elektrikli aracın şarj edilmesi, evin ısıtma ihtiyacının karşılanması, yemek pişirmenin elektrik ile yapılması mümkün olabilmektedir. Bu sayede fosil yakıt tüketimi ve dolayısıyla CO₂ emisyonları azaltılarak düşük karbonlu enerji sistemlerine doğru adımlar atılabilmektedir. Örneğin, bir konut tüketicisi doğal gaz ile çalışan ısıtma sistemi yerine çatıdaki güneş paneli ve bağlı olduğu depolama sisteminden güç alan ısı pompası ile enerji dönüşümüne katkı sağlayabilmektedir.

Sektörün tamamında enerji verimliliğinin yaygınlaştırılması ve yatırımların artması için evinde elektrik tüketen vatandaşın santral kuracak yatırımcıya kadar her bir kişi bu konuda bilinç ve sorumluluk sahibi olmalı, enerjinin verimli tüketilmesini tercih etmelidir.

Enerji verimliliği yatırımlarını hayata geçirmenin sorumluluğu büyük oranda sektör oyuncularında olsa da kamunun buradaki teşvik edici, düzenleyici, denetleyici ve takip edici rolü de büyük önem arz etmektedir. Mevcut durumda elektrik kullanımının, üretiminden tüketimine kadar, çeşitli alanlarından sorumlu düzenleyici rol üstlenen dört ana kamu kurumu bulunmaktadır: ETKB ve bağlı kurumları, STB, ÇŞB ve Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK). ETKB sektörün bütünüyle etkileşimdeyken STB daha çok elektrik tüketen cihazların düzenlenmesiyle ilgilenmekte, ÇŞB binalar, çevre ve CO₂ ve hava kirletici salımlarıyla ilgili konularda çalışmakta, EPDK ise elektrik üretim, iletim ve dağıtım kısımlarıyla ve piyasalarla ilgili düzenlemeler yapmaktadır.

2.4.2. Elektrik Sektöründe Enerji Verimliliği Sağlayacak Uygulamalar

Çalışmada enerji verimliliğinin ve elektrik sistemindeki yenilikçi uygulamaların hangi sektörlerde ve hangi teknolojiler kullanılarak sağlanacağını doğru bir şekilde anlayabilmek için bir önceki kısımda anlatılan elektrik sektörü kapsamı üzerinden son tüketim alanları belirlenmiş ve bir sınıflandırma yapılmıştır. Son tüketim alanlarındaki elektrik enerjisi verimlilik potansiyeli, ilgili son tüketim alanının elektrik talebinin büyüklüğüne ve oradaki elektriği tüketen teknolojilerin teknik özelliklerine bağlıdır. Bu bağlamda kategori başlıkları belirlenirken sektörlerin elektrik tüketim düzeyleri, kullanılan teknolojilerin teknik verimliliği ve sektör/teknoloji bazında Türkiye piyasasındaki gelişim potansiyeli dikkate alınmıştır. Buna göre sanayi (8), binalar (9) ve diğer (4) olmak üzere 3 ana kategoride toplam 21 adet son tüketim alanı belirlenmiştir. Sanayi sektörü aşağıdaki tabloda verildiği gibi ele alınırken konutlar konut tipi (müstakil veya apartman) ve iklim bölgesi kısımlarında, konut dışı binalar ise ticari binalar ve kamu binaları, eğitim binaları, oteller, hastaneler ve alışveriş merkezleri (AVM'ler) kısımlarında incelenmiştir. Sanayi sektörü kapsamında değerlendirilen demir-çelik sektörü, çimento üretimi, motor sistemleri ve aydınlatma, sektörün günümüzdeki toplam elektrik tüketiminin yüzde 80'den fazlasını kapsamaktadır. Tüketimin geri kalan kısmı ise diğer alt sektörlerdeki proses ısıtma ve soğutması için kullanılmaktadır.

Sektörün tamamında enerji verimliliğinin yaygınlaştırılması ve yatırımların artması için evinde elektrik tüketen vatandaşın santral kuracak yatırımcıya kadar her bir kişi bu konuda bilinç ve sorumluluk sahibi olmalı, enerjinin verimli tüketilmesini tercih etmelidir.

Tablo 2 : Çalışma kapsamında değerlendirilen sektörler ve son tüketim alanları

Yatay Eylemler	Binalar	Sanayi ve Teknoloji
Elektrikli Ark Ocakları	Elektrikli Ev Aletleri	Sokak Aydınlatması
Bazik Oksijen Fırınları	Ofis Ekipmanları	Tarım ve Hayvancılık
Çimento Üretimi	Aydınlatma	Elektrikli Araçlar
Motor Sistemleri	Konutlar için Isıtma Sistemleri	Elektrik Santrallerinin İç Tüketimi, İletim ve Dağıtım Kayıpları
Proses Isıtma	Konutlar için İklimlendirme ve Soğutma Sistemleri	
Proses Soğutma	Akıllı Evler	
Kojenerasyon ve Trijenerasyon	Yemek Pişirme	
Aydınlatma	Konut Dışı Binalar için Isıtma Sistemleri	
	Konut Dışı Binalar için İklimlendirme ve Soğutma Sistemleri	

Son tüketim alanlarındaki enerji verimliliği, aynı amaca hizmet eden daha verimli teknolojilerin kullanılmasıyla veya verim artırıcı tekniklerin kullanılmasıyla sağlanacaktır.

Demir-Çelik Üretimi (Elektrikli Ark Ocakları ve Bazik Oksijen Fırınları)

Sanayi tesislerinde en çok elektrik tüketimi elektrik ark ocaklarının kullanıldığı demir-çelik sektöründe tüketilmektedir. Türkiye'deki üretimin büyük çoğunluğu elektrik ark ocaklarında (toplam üretimin üçte ikisi oranında) ve geri kalanı da yüksek fırınlarla entegre bazik oksijen fırınlarında gerçekleşmektedir (Türkiye Çelik Üreticileri Derneği, 2015). Modern, verimli elektrik ark ocaklarının ve bazik oksijen fırınlarının kullanılmasının yanı sıra hurda ön ısıtması sisteminin kurulması demir-çelik sektöründe elektrik tasarrufu sağlayan unsurlardan bazılarıdır.

Çimento Üretimi

Sanayideki bir diğer önemli elektrik tüketim kalemi ise çimento üretim işlemidir. Çimento üretimi sürecinde tüketilen elektriğin çok yüksek bir kısmı farin değirmenleri, çimento öğütme değirmenleri ve klinker pişirme fırınlarında kullanılmaktadır. Valsli dik değirmen, horomill değirmen ve fırınlarda atık ısı geri kazanımı ile çimento sektöründe enerji verimliliği ve elektrik tasarrufu sağlanabilmektedir.

Motor Sistemleri

Sanayideki motor sistemleri sanayi sektöründeki en büyük elektrik tüketim kalemidir. Motorlar fanlar, kompresörler, pompalar gibi farklı hizmet veren birçok ekipman içerisinde kullanılmaktadır. Sanayi motorları için en verimsizden en verimliye doğru IE1, IE2, IE3 ve IE4 olmak üzere 4 verimlilik sınıfı belirlenmiştir. Türkiye'de büyük oranda IE1 ve IE2 motorları kullanılmaktadır (STB, 2016). Bu bağlamda IE3 ve IE4 motor kullanımı ve teknolojinin gelişmesiyle birlikte daha yüksek verimli motorların kullanımı verimlilik artırıcı etken konumundadır. Ayrıca değişken yüke sahip süreçlerde kullanılan motorların ve bağlı sistemlerin (fanlar, pompalar, kompresörler gibi) değişken hız sürücülerıyla kullanımı sistemlerin çalışma frekanslarını düzenleyerek enerjinin verimli kullanılmasını ve önemli bir miktarda elektrik tasarrufuna ulaşılmasını sağlamaktadır.

Proses Isıtma ve Soğutma (Kojenerasyon ve Trijenerasyon ile birlikte)

Sanayi tesislerinde üretim ve depolama süreçlerinde ısıtma ve soğutma sistemleri elektrik tüketiminde önemli bir kalem olarak öne çıkmaktadır. Proses ısıtma çoğunlukla fosil yakıtların kazan ve fırınlarda yanmasıyla ortaya çıkan ısı veya buradan üretilen buhar ile gerçekleştirilse de proses ısıtmada elektriğin kullanıldığı süreçler de mevcuttur. Soğutma ise tamamiyle elektrikle yapılmaktadır. Örneğin, gıda sektöründe gıdayı taze tutmak amacı ve hijyen kuralları sebebiyle kullanılan soğutma sistemleri çok yüksek miktarda elektrik tüketmektedir. Isı kaybının önlenmesi, ısıtma ve soğutma ihtiyacını karşılamak için yüksek verimli cihazların kullanılması, ısıtma ve soğutma yüklerinin doğru bir şekilde yönetilmesi önemli miktarlarda elektrik tasarrufu sağlamaktadır.

Kojenerasyon sistemleri ise proses sıcaklığı düşük olan sanayi tesisleri için kullanılabilen, tesisin hem elektrik hem ısı ihtiyacını kısmi olarak karşılayabilmektedir. Kojenerasyon sistemiyle dağıtık olarak üretilen elektrik şebekedeki talebi düşürerek şebeke kayıplarının da azalmasını sağlamaktadır. Kojenerasyon sistemlerinin absorpsiyonlu chiller (soğutucu) ile kullanılmasıyla kojenerasyon sistemlerinin verimi daha da artırılabilir. Kojenerasyon sistemlerinin absorpsiyonlu chiller ile kullanıldığı sistemler trijenerasyon sistemleri olarak adlandırılmaktadır.

Aydınlatma (Sanayi, Binalar, Sokak Aydınlatması)

LED tipi enerji verimli lamba kullanımı son yıllarda çok hızlı bir şekilde artmıştır ve artmaya devam etmektedir (ISO, 2019). LED lamba kullanımı sanayi, binalar ve sokak aydınlatması için yüksek elektrik tasarrufu potansiyeli barındırmaktadır.

Elektrikli Ev Aletleri ve Ofis Ekipmanları

Ev aletleri konutlarda tüketilen elektriğin büyük çoğunluğundan sorumludur. Buzdolabı, çamaşır makinesi, bulaşık makinesi ve dondurucuların enerji sınıfı yüksek aletler ile değişimi elektrik tasarrufu sağlamaktadır. Ev aletlerinin bekleme modundaki tüketimi de tasarruf potansiyelinin bulunduğu bir diğer kalemdir. Bekleme sürelerinin azaltılmasıyla elektriğin gereksiz tüketimi azaltılabilmektedir.

Ofislerde kullanılan bilgisayarlar yüksek elektrik tüketimine sahiptir. Bilgisayarların yüksek verimli güç üniteleriyle kullanımı ve uyku modlarının düzenlenerek gereksiz elektrik kullanımının azaltılmasıyla elektrik tasarrufu sağlanabilmektedir.

Binalarda Isıtma ve Soğutma Sistemleri (Yalıtım, Isı Pompaları, Klimalar ve Trijenerasyon)

Binalarda enerji en çok alan ısıtması ve su ısıtması için tüketilmektedir. Türkiye ısıtma ihtiyacına göre TS 825'de tanımlanmış olan dört iklim bölgesine ayrılmaktadır (TSE, 2009). Soğutma sistemleri ısıtma kadar olmasa da sıcak illerde önemli bir elektrik tüketim kalemi olarak ön plana çıkmakta, yıllar içerisinde toplam enerji tüketimi içerisindeki payı da artmaya devam etmektedir. Mevcut durumda çoğunlukla ısıtma için doğal gazlı kombiler ve merkezi kazanlar, soğutma için ise klimalar kullanılmaktadır. Gelecekte verimi artırıp CO₂ emisyonlarını düşürecek ısı pompası gibi daha yenilikçi teknolojiler ve geleneksel olarak kullanılması devam eden hem elektrik hem de ısı üreten kojenerasyon sistemlerinin ve elektrik, ısı ve soğutma ihtiyacını birlikte karşılayan trijenerasyon sistemlerinin kullanılması öngörülmektedir. Verimli teknolojilerin yanında, binaların ısı yalıtımlarının iyileştirilmesiyle ısıtma ve soğutma için harcanacak enerji miktarı azaltılabilmektedir.

Isı pompaları ise farklı kaynaklardan elde ettiği enerjiyle binalarda hem alan ve su ısıtması hem de soğutma ihtiyacını sağlayabilmektedir. Isı pompaları, ısıtma için kombiye, soğutma için ise klima kullanımına kıyasla yüksek verimlilik sağlayabilmektedir. Elektrik ile çalışan ve kombiyi ikame eden ısı pompaları, bir taraftan doğal gaz tüketimini azaltırken, diğer taraftan elektrik tüketimini artırmaktadır. Kojenerasyon sistemleri fosil yakıt yakarak (genellikle doğal gaz) ısıtma ihtiyacını, trijenerasyon sistemleri ise buna ek olarak soğutma ihtiyacını karşılayabilmektedir.

Kojenerasyon sistemleri ısının yanında elektrik üretimi de yaparak elektrik ile ısının ayrı ayrı üretilmesine kıyasla daha yüksek verim sağlamaktadır. Böylelikle elektrik talebinin üretildiği yerde karşılanmasını sağlamakta ve dağıtık üretim görevini üstlenerek şebekedeki yükü ve şebeke kayıplarını azaltmaktadır.

Akıllı Evler

Aydınlatma, ısıtma ve soğutma cihazlarının sensör veya otomasyon cihazlarıyla birlikte kullanılması enerjinin daha akılcı kullanılması sağlayabilmektedir. Bu cihazlar aydınlatma, ısıtma ve soğutma ihtiyaçlarına göre ilgili cihazların çalışmasını düzenleyerek toplam enerji tüketimini azaltabilmektedir. Ayrıca odada kimsenin olmadığı durumlarda ışığın kapanması, evin boş olduğu durumlarda ısıtma sisteminin yükünün düşürülmesi ve tüketicinin kullanım alışkanlıklarına göre cihazların çalışmasının düzenlenmesi gibi önlemler olarak enerji tasarrufu sağlayabilmektedir.

Yemek Pişirme

Yemek pişirme için mevcut durumda çok büyük oranda doğal gazlı ocak ve görece az oranda elektrikli ocak kullanılmaktadır. Elektrikli fırınların ve ocakların daha verimli fırın ve ocaklarla değiştirilmesi elektrik tasarrufu sağlayacaktır. İleride elektrikli ocakların kullanımının artacağı tahmin edilmektedir, bu ise elektrifikasyonu artıracaktır.

Elektrikli Araçlar

Elektrikli araç kullanımı tüm dünyada hızla yaygınlaşmaktadır ve 2019 yılı sonu itibariye yaklaşık 7 milyon elektrikli aracın kullanıldığı tahmin edilmektedir (SHURA, 2019). Elektrikli araçlar elektrik tüketimini artırmakla beraber, akıllı şarj teknikleriyle tüketim profilinin kaydırılabilir olması sayesinde elektrik sisteminde yük yönetimi ve yenilenebilir enerji kaynaklarının entegrasyonu için yük esnekliği sağlamaktadır.

İç Tüketim, İletim ve Dağıtım Kayıpları

Türkiye’de 2018 yılı itibariyle santrallerin iç tüketimi ve şebeke kayıpları elektrik üretiminin sırasıyla %4,7 ve %11,5’ine tekabül etmektedir. Türkiye’deki iletim ve dağıtım kayıpları artan altyapı yatırımları (şebeke yenileme) ile gitgide azalmaktadır. Şebekedeki talebin azalması santrallerin iç tüketimini ve iletim ve dağıtım kayıplarını da azaltabilmektedir. Şebekedeki talep ise enerji verimliliği yoluyla talebin düşürülmesi veya talebin dağıtık üretim ile yerinde karşılanmasıyla azaltılabilir. Ayrıca talep tarafı katılımı da dâhil olmak üzere dağıtık enerji kaynakları şebekeye esneklik kazandırarak, trafoların doluluk oranlarının ayarlanmasında ve bu sayede kayıpların azaltılmasında katkıda bulunmaktadır.

Son tüketim alanlarında sağlanacak enerji verimliliği ve elektrik tasarrufu, verimli teknolojilerin ve verimliliği artırıcı yeni tekniklerin ne kadar çok kullanıldığına bağlıdır. Enerji verimliliği ve elektrik sisteminin yenilikçi dönüşümü için gereken modernizasyon süreci ise yenilikçi politika mekanizması araçları, finansman modelleri ve iş modelleri

Bu çalışmanın amacı 2030 yılına kadar enerji verimliliğinin UEVEP üzerindeki teknik ve ekonomik potansiyellerinin değerlendirilmesi, UEVEP'in de ötesinde bulunan bu potansiyelleri hayata geçirecek olan iş, politika ve finansman modellerinin belirlenmesi ve bu modellerin ticarileşme potansiyellerinin analiz edilmesidir.

ile sağlanacaktır. Bir sonraki kısımda enerji verimliliği yatırımlarının artırılması ve hızlandırılması için ihtiyaç duyulan Enerji Verimliliği Çözümleri anlatılmaktadır.

2.5. Türkiye Elektrik Sisteminin Enerji Verimliliğini Artırmak için SHURA çalışmasında değerlendirilen Enerji Verimliliği Çözümleri

Bu çalışmanın amacı 2030 yılına kadar enerji verimliliğinin UEVEP üzerindeki teknik ve ekonomik potansiyellerinin değerlendirilmesi, UEVEP'in de ötesinde bulunan bu potansiyelleri hayata geçirecek olan iş, politika ve finansman modellerinin belirlenmesi ve bu modellerin ticarileşme potansiyellerinin analiz edilmesidir.

Bir önceki bölümde bahsedilen son tüketicilerdeki enerji yatırımlarını gerçekleştirmek ve/veya yapılan enerji verimliliği yatırımlarını artırmak için birtakım model veya mekanizmalar gerekmektedir. Çalışma kapsamında, Tablo 3'te görülebileceği üzere, 5 yatay alanda 16 Enerji Verimliliği Çözümü değerlendirilmiştir. Türkiye'de elektrifikasyon ve dağıtık üretimin potansiyelini kullanarak enerji verimliliğini yaygınlaştırmak ve sistem verimliliğini artırmak amacıyla mevzuatı, piyasa temelli politika mekanizması araçlarını, iş modellerini ve finansman mekanizmalarını içeren geniş kapsamlı bir çözüm dizisi sunulmuştur.

Belirtilen Enerji Verimliliği Çözümlerinden bazıları Türkiye'de başarılı olarak uygulanmakta, bazıları uygulanmamakta, bazıları erken uygulama aşamasında, bazıları da uygulamada olsa dahi etkin bir şekilde kullanılmamaktadır. Belirtilen Enerji Verimliliği Çözümlerinden bir kısmı UEVEP içerisinde değerlendirilmiş, neticesinde devreye alınmıştır. Çözümlerin bir kısmının ise devreye alınması için çalışmalar gerçekleştirilmektedir. Bu çalışmada UEVEP kapsamında planlanan eylemlerin bir kısmının nasıl gerçekleştirilmesi gerektiği ve UEVEP'in ötesinde de ne yapılabileceği anlatılmaktadır.

Tablo 3 : SHURA senaryosunda değerlendirilen enerji verimliliğini artırıcı çözümler

	Mevzuat	Piyasa Temelli Politika Mekanizması Araçları	İş Modelleri	Finansman Mekanizmaları	Sistem Verimliliği
Enerji Verimliliği Çözümleri	<ul style="list-style-type: none">Standartlar ve SertifikasyonEnerji Verimliliği EtütleriEnerji Yönetimi	<ul style="list-style-type: none">Enerji Verimliliği YükümlülükleriEnerji Verimliliği YarışmalarıEnerji Verimliliği Ağları	<ul style="list-style-type: none">Talep Tarafı Katılımı ve Talep ToplayıcılarıAkıllı Sayaçlar	<ul style="list-style-type: none">Enerji Verimliliği FonlarıEnerji Hizmet ŞirketleriDiğer Finansal Destek Sistemleri	<ul style="list-style-type: none">Akıllı TarifelerEDAŞ'lar için Yeni İş ModelleriTEİAŞ-EDAŞ İş BirliğiDağıtık Üretimin Piyasa ve Şebeke EntegrasyonuDağıtık Üretim Modelleri

Bilgi Kutusu 4: Türkiye’de Uygulanan Enerji Verimliliği Çözümleri

Buradaki bilgi kutusunda Türkiye’de uygulanan Enerji Verimliliği Çözümlerinden örnekler paylaşılmıştır. Bu raporla birlikte yayımlanan destekleyici raporlarda her bir Enerji Verimliliği Çözümüyle ilgili Türkiye’deki mevcut durum değerlendirilmiş ve dünyadaki iyi uygulamalardan örnekler verilmiştir.

Örnek 1: Enerji Etiketleri

AB Tüzüğüne paralel olarak hazırlanan enerji etiketi, enerji tüketen cihazların enerji tüketimlerinin standart bir şekilde ölçülmesini ve tüketicilere teşhir edilmesini düzenlemektedir. Bu sayede tüketicilerin enerji verimliliği hakkında bilgisi ve farkındalığı artırılabilir ve tüketiciler daha verimli ürünlere yönlendirilebilmektedir.

Örnek 2: Çevreye Duyarlı Tasarım Gereklileri

AB Tüzüğüne paralel olarak hazırlanan çevreye duyarlı tasarım gereklileri, ürünün çevresel performansını artırmak amacıyla ürünle ya da ürünün tasarımı ile ilgili her türlü gereği ya da ürünün çevresel boyutları ile ilgili bilgi temin etmek için ihtiyaç duyulan her türlü gereği⁵ düzenlemektedir. Çevreye duyarlı tasarım gereklileri sayesinde enerji tüketen ürünlerin verimsiz olanlarının piyasaya arz edilmesine izin verilmemekte, dolayısıyla enerjinin verimsiz olarak tüketilmesinin önüne geçilmektedir. Örneğin, ilgili mevzuat gereği A enerji sınıfından daha az verimli çamaşır makinesi satılmamaktadır.

Örnek 3: Aylık mahsuplaşma

Aylık mahsuplaşma mekanizması aracılığıyla çatı üstü güneş enerjisi santrali gibi küçük lisanssız yenilenebilir enerji yatırımları desteklenmektedir. Aylık mahsuplaşma kapsamında dağıtık üreticilerin (çatı üstü güneş enerjisi sistemleri, mikrokojenerasyon vb.) desteklenmesiyle birlikte lisans alma veya şirket kurma yükümlülüğü olmaksızın elektrik üretimiyle tüketiminin aynı yerde yapılması, öz-tüketim sonrası fazla elektriğin şebekeye satılması sağlanmaktadır. Elektrik üretimiyle tüketiminin aynı yerde yapılmasıyla şebeke kayıplarının önüne geçilebilmesi sistem verimliliğini ve buna ek olarak sistemin esneklik potansiyelini artıracaktır.

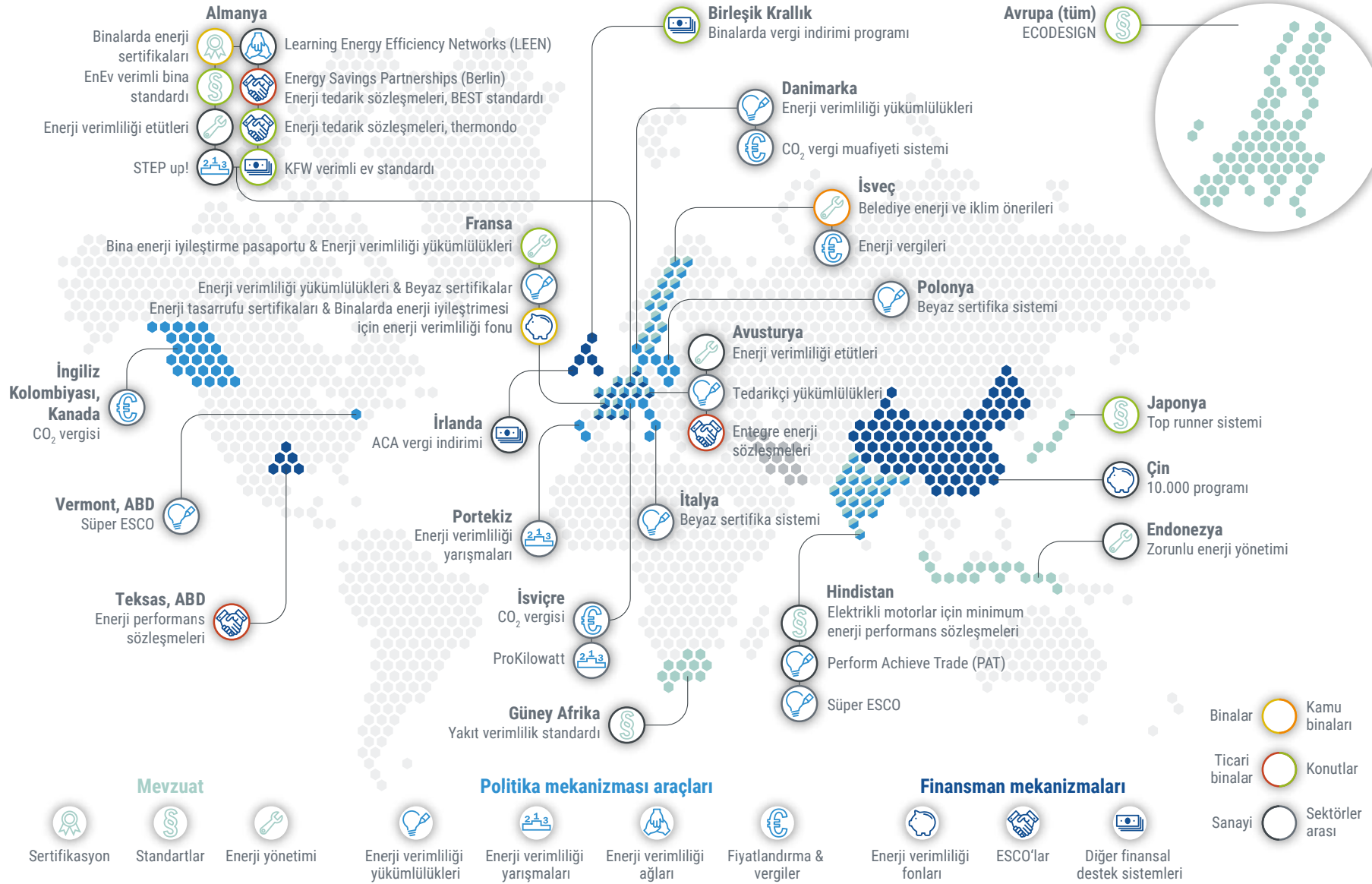
2.5.1. Enerji Verimliliği Çözümleri için Dünya’da En İyi Uygulama Örnekleri

Türkiye enerji piyasasına uyumlu olacak Enerji Verimliliği Çözümleri tasarlanırken dünyada uygulanan 120’den fazla iyi uygulama örneği incelenmiştir. Bu iyi uygulama örneklerinin yaklaşık 70 tanesi talep tarafı katılımı ve talep toplayıcıları ile ilgili diğer Enerji Verimliliği Çözümleriyle alakalıdır.

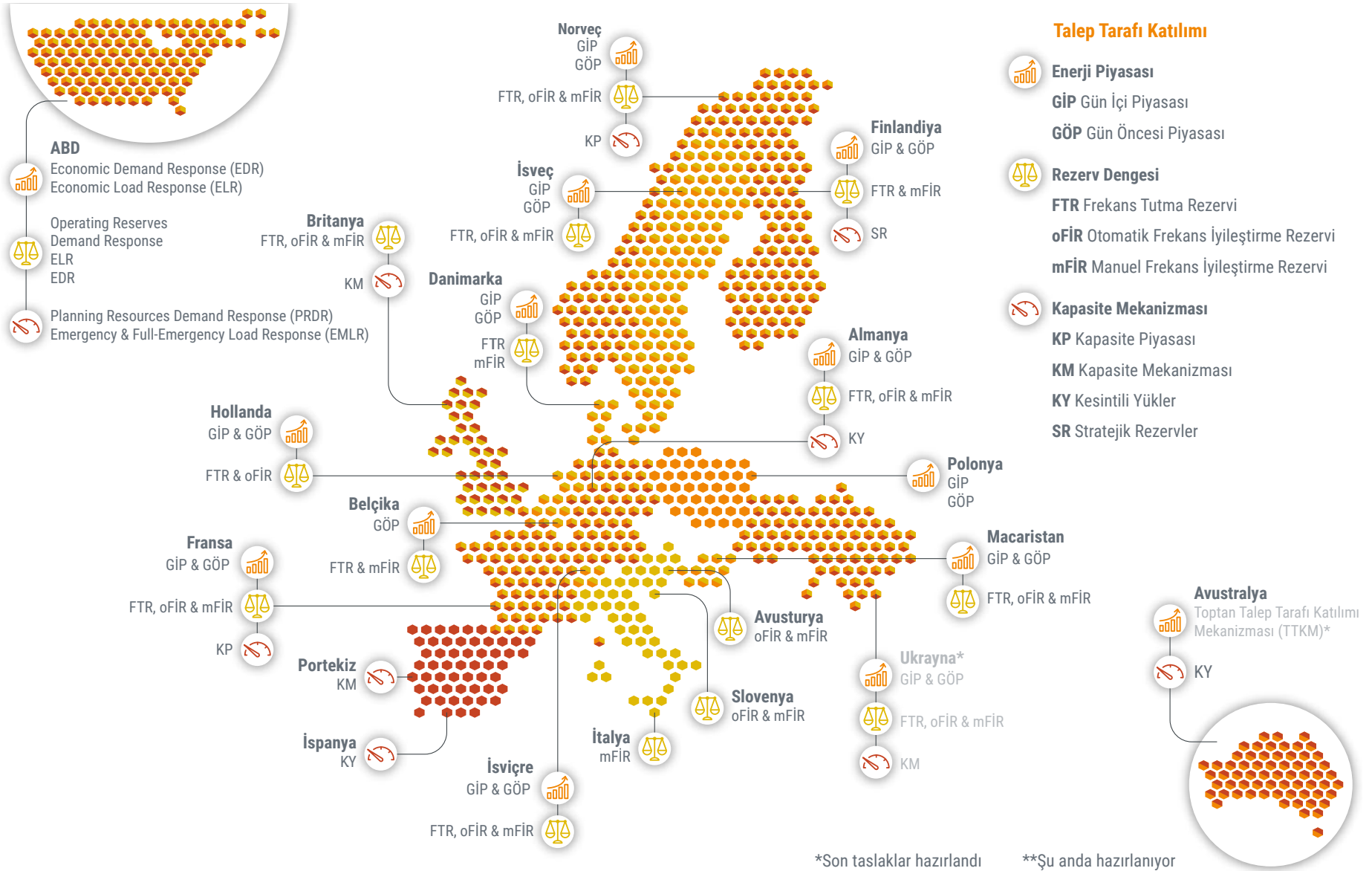
Türkiye enerji piyasasına uyumlu olacak Enerji Verimliliği Çözümleri tasarlanırken dünyada uygulanan 120’den fazla iyi uygulama örneği incelenmiştir. Bu iyi uygulama örneklerinin yaklaşık 70 tanesi talep tarafı katılımı ve talep toplayıcıları ile ilgili diğer Enerji Verimliliği Çözümleriyle alakalıdır. İncelenen iyi uygulama örnekleri, kullanılan Enerji Verimliliği Çözümleri ve etkilenen son kullanıcı sektörlerini kapsayacak şekilde Şekil 21 ve 22’de verilmiştir. Dünyanın çeşitli ülkelerinde farklı Enerji Verimliliği Çözümleri uygulanmakta, bu uygulamalar enerji ekosisteminin çeşitli aktörlerini etkilemekte ve enerji verimliliğini artırmaya yardımcı olmaktadır. Türkiye’nin bu örneklerin sonuçlarında öğrenebileceği çok değerli bilgiler ve çıkarımlar mevcut olup birçok örnek Türkiye piyasasına uygun hale getirilip uygulanabilir.

⁵ <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/10/20101007-7.htm>

Şekil 21: Çalışmada değerlendirilen dünyada uygulanan Enerji Verimliliği Çözümlerinden örnekler



Şekil 22: Çalışmada değerlendirilen dünyadaki Talep Tarafı Katılımı uygulamalarından örnekler



2.6. Enerji Verimliliği Mevzuatının, İş Modellerinin ve Finansman Seçeneklerinin Türkiye'deki Mevcut Durumu

Enerji Verimliliği Kanunu'ndaki düzenlemelerin uygulamasına yönelik ikincil mevzuat bulunmakta ve sektör ihtiyacına göre yenileri hazırlanarak yürürlüğe konmaktadır. Bu ikincil mevzuat yönetmelikler, tebliğler, usul ve esaslar ve genelgelerden oluşmaktadır. Çalışma kapsamında Enerji Verimliliği Kanunu ve Elektrik Piyasası Kanunu başta olmak üzere 7 kanun, binalarda enerji performansı, aydınlatma, binaların çevreye duyarlı tasarımı konularının da içinde bulunduğu 23 yönetmelik, ev aletleri, motor sistemleri ve son kaynak tedarik tarifesinin de içinde bulunduğu 10 tebliğ ve bunlara ek olarak 6 usul ve esas, 2 genelge, 1 kararname, 1 rehber incelenmiş ve değerlendirilmiştir. Mevzuatın incelenmesi ve sektör paydaşlarıyla yapılan görüşmeler Türkiye'nin enerji verimliliğindeki mevcut durumunun kapsamlı bir şekilde anlaşılmasını sağlamış ve enerji verimliliği yol haritasının geliştirilmesine yardımcı olmuştur. Çalışmada incelenen Enerji Verimliliği Çözümleri, bu çözümlerin Türkiye'de mevcut durumda nasıl uygulandığı, çözümlerin UEVEP'in hangi eylemleriyle bağlantılı olduğu ve çözümlerin etkilediği sektör ve son tüketim alanları Tablo 4'te özetlenmiştir.

SHURA'nın bu raporunu tamamlayıcı olarak, her bir Enerji Verimliliği Çözümünün potansiyelini, maliyet ve faydalarını, ticarileşmesi için gereken ihtiyaçları ve hayata geçirilmesi için gereken politika önerilerini derinlemesine anlatan 5 ayrı rapor hazırlanmıştır. Bu raporlara www.shura.org.tr'den ulaşılabilir.

SHURA'nın bu raporunu tamamlayıcı olarak, her bir Enerji Verimliliği Çözümünün potansiyelini, maliyet ve faydalarını, ticarileşmesi için gereken ihtiyaçları ve hayata geçirilmesi için gereken politika önerilerini derinlemesine anlatan 5 ayrı rapor hazırlanmıştır.



Tablo 4: Enerji Verimliliği Çözümlerinin açıklamaları, Türkiye’deki mevcut durumu, çözümlerle ilgili UEVEP eylemleri ve çözümlerin etkilediği sektörler ve son tüketim alanları

Enerji Verimliliği Çözümü	Açıklama ve Amacı	Mevcut Uygulama Örnekleri	UEVEP’in İlgili Eylemi	Etkilenecek sektörler	Enerji verimliliğinin artırılabileceği son tüketim alanları
Standartlar	Standartlar yetkili kuruluşlarca onaylanmış, sistemlerin, ürünlerin ve hizmetlerin özelliklerini belirleyen, belirli nitelik ve niceliklerin elde edilmesini amaçlayan kurallardır.	<ul style="list-style-type: none"> Çevreye duyarlı tasarım gerekleri (Ecodesign) Binalarda Enerji Performansı (BEP-TR) (binaların enerji performansının belirli bir eşik değerinde olması) TS 825, binalarda ısı yalıtım kuralları Sokak aydınlatmalarında Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi (TEDAŞ) onayı 	Y10, B5, B9, S3, S4, E5, E7, E8	Sanayi Konutlar Ticari binalar Kamu binaları Dağıtık üretim	Motor sistemleri Aydınlatma Ev aletleri Ofis ekipmanları Isıtma ve soğutma Elektrifikasyon Şebeke kayıpları
Sertifikasyon	Sertifikasyonlar ürün ve yöntemlerin belirli kriterler çerçevesinde değerlendirilerek standartlara uygunluğunu belirleyen belgeleme sistemleridir.	<ul style="list-style-type: none"> AB mevzuatı ile uyumlu olarak geliştirilen enerji etiketlemesi (Energy Label) Binalarda Enerji Performansı (BEP-TR) (binaların enerji performansının ölçülüp belgelendirilmesi) Yeşil Sertifika Sistemi (YeS-TR) 	Y5, B5, B6, B7, B8, B9, B10, B11, S3, S4	Sanayi Konutlar Ticari binalar Kamu binaları	Motor sistemleri Aydınlatma Ev aletleri Ofis ekipmanları Isıtma ve soğutma Elektrifikasyon Şebeke kayıpları
Enerji Verimliliği Etütleri	Enerji verimliliği etütleri enerji tüketiminin ve enerji verimliliği potansiyelinin ortaya çıkarılması için yapılan bilgi toplama, ölçüm, değerlendirme ve raporlama çalışmalarıdır.	<ul style="list-style-type: none"> Yıllık enerji tüketimi 1000 tep üzerinde olan endüstriyel işletmeler için zorunlu enerji etütleri İnşaat alanı 20 bin m² üzeri veya enerji tüketimi 500 tep üzeri olan ticari ve hizmet binaları ve inşaat alanı 10 bin m² üzeri veya enerji tüketimi 250 tep üzeri olan kamu binaları için zorunlu enerji etütleri Kurulu gücü 20 MW ve üzeri olan termik santraller için zorunlu enerji etütleri 	Y4, Y5, Y9, B5, B6, B9, B10, B11, B12, S1, S3, S6, E1	Sanayi Konutlar Ticari binalar Kamu binaları	Sanayi prosesleri Motor sistemleri Aydınlatma Ev aletleri Ofis ekipmanları Isıtma ve soğutma Dağıtık üretim
Enerji Yönetimi	Enerji yönetimi, belirli bir kapasite üzerinde enerji tüketen birimlerde zorunlu olmak üzere, tesislerin enerji performanslarının iyileştirilmesi amacıyla gerekli planlama, uygulama, denetim ve raporlamanın gerçekleştirilmesidir.	<ul style="list-style-type: none"> Yıllık enerji tüketimi 50 bin tep üzerinde olan endüstriyel işletmeler ve bazı OSB’ler için enerji yöneticisi görevlendirme yükümlülüğü Yıllık enerji tüketimi 1000 tep üzerinde olan endüstriyel işletmeler için enerji yöneticisi görevlendirme yükümlülüğü İnşaat alanı 20 bin m² üzeri veya enerji tüketimi 500 tep üzeri olan ticari ve hizmet binaları ve inşaat alanı 10 bin m² üzeri veya enerji tüketimi 250 tep üzeri olan kamu binaları için enerji yöneticisi görevlendirme yükümlülüğü Enerji yöneticisi görevlendirmeyle yükümlü olan taraflar için TR EN ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemini kurma ve belgelendirme yükümlülüğü 	Y1, Y4, Y5, B5, B10, S1, S3, S6, E1	Sanayi Ticari binalar Kamu binaları	Sanayi prosesleri Motor sistemleri Aydınlatma Ev aletleri Ofis ekipmanları Isıtma ve soğutma Dağıtık üretim

Enerji Verimliliği Çözümü	Açıklama ve Amacı	Mevcut Uygulama Örnekleri	UEVEP'in İlgili Eylemi	Etkilenecek sektörler	Enerji verimliliğinin artırılabileceği son tüketim alanları
Enerji Verimliliği Yükümlülükleri	Enerji verimliliği yükümlülükleri bir enerji tüketicisi, tedarikçisi veya dağıtıcısına tüketilen/ tedarik edilen/dağıtılan enerji miktarına bağlı olarak enerji verimliliği hedefi koyan, hedefin gerçekleşip gerçekleşmemesine bağlı olarak sorumlu tarafı ödüllendiren veya cezalandıran piyasa temelli bir politika mekanizması aracıdır.		Y2, Y4, Y5, Y11, B5, B9, S1, S2, S3, E7, E8	Sanayi Konutlar Ticari binalar Kamu binaları	Sanayi prosesleri Motor sistemleri Aydınlatma Ev aletleri Ofis ekipmanları Isıtma ve soğutma Şebeke kayıpları Dağıtık üretim
Enerji Verimliliği Yarışmaları	Enerji verimliliği yarışmaları belirli bir geri ödeme süresinin üzerindeki enerji verimliliği yatırımları destekleyen piyasa temelli bir politika mekanizması aracıdır. Yarışmalar aracılığıyla düşük bütçe ile yüksek miktarda enerji tasarrufuna ulaşılabilir.		Y3, Y4, B5, S1, S2, S3, S5	Sanayi Konutlar Ticari binalar	Sanayi prosesleri Motor sistemleri Aydınlatma Ev aletleri Ofis ekipmanları Isıtma ve soğutma
Enerji Verimliliği Ağları	Enerji verimliliği ağları aynı bölge veya sektörde faaliyet gösteren şirket temsilcileri ve enerji verimliliği uzmanlarından oluşan, deneyim paylaşımını ve bilginin yayılmasını amaçlayan bir gönüllü politika mekanizması aracıdır. Enerji verimliliği ağlarının yürütme maliyeti genellikle katılımcılar tarafından karşılanmaktadır. Mekanizma kapsamında katılımcıların bina veya tesislerinde enerji verimliliği etütleri yapılabilir.		B5, B10, B11, S1, S3	Sanayi Kamu binaları	Sanayi prosesleri Motor sistemleri Aydınlatma Ofis ekipmanları Isıtma ve soğutma Dağıtık üretim
Talep Tarafı Katılımı ve Talep Toplayıcıları	Talep tarafı katılımı, dağıtık enerji kaynaklarının, tüketicilerin ve enerji depolama sistemlerinin esneklik potansiyelinin sistem güvenilirliğini artırmak amacıyla kullanılmasıdır. Talep toplayıcıları ise dağıtık enerji kaynaklarını ve tüketicileri kümeleyip tek bir birim gibi yönetilmesini sağlayan aktörlerdir.	<ul style="list-style-type: none"> Elektrik Şebeke Yönetmeliği kapsamında yıllık 10 gigavat saat (GWh) üzeri elektrik tüketimine sahip tesisler talep tarafı katılım hizmeti sağlayabileceklerdir. 	B11, S1, E6, E8, E10	Sanayi Konutlar Ticari binalar Kamu binaları Dağıtık üretim	Elektrifikasyon Şebeke kayıpları Dağıtık üretim
Akıllı Sayaçlar	Akıllı sayaçlar enerji tüketimini anlık veya periyodik olarak ölçüp raporlayan cihazlardır. Enerji tüketiminin yönetilmesinde kilit bir rol oynamaktadır.	<ul style="list-style-type: none"> EPDK ve EDAŞ'lar tarafından belirlenen tüketim limitlerinin üzerindeki tüketiciler OSOS'a dâhil edilmektedir. Tüketim limitinden dolayı konutlar ve ticari binaların çoğu kapsam dışında kalmaktadır. 	Y5, B5, B10, B11, E4, E8	Sanayi Ticari binalar Kamu binaları Dağıtık üretim	Elektrifikasyon Şebeke kayıpları Dağıtık üretim

Enerji Verimliliği Çözümü	Açıklama ve Amacı	Mevcut Uygulama Örnekleri	UEVEP'in İlgili Eylemi	Etkilenecek sektörler	Enerji verimliliğinin artırılabileceği son tüketim alanları
Enerji Verimliliği Fonları	Enerji verimliliği fonu, enerji verimliliği yatırımlarına sağlanacak finansal destekleri kapsamaktadır.	<ul style="list-style-type: none"> VAP ile geri ödeme süresi kısa olan projeler desteklenmektedir. 	Y2, Y6, B5, B11, B12, S2, S3, S5	Sanayi Konutlar Ticari binalar Kamu binaları Dağıtık üretim	Sanayi prosesleri Motor sistemleri Aydınlatma Ev aletleri Ofis ekipmanları Isıtma ve soğutma Elektrifikasyon Şebeke kayıpları Dağıtık üretim
Enerji Hizmet Şirketleri (ESCO)	Enerji hizmet şirketleri, işletmelere çeşitli enerji çözümleri sunan şirketlerdir. Bu şirketler enerji verimliliği kapsamında projelerin tasarımı, uygulaması ve uygulama sonuçlarının ölçülmesi gibi hizmetleri sağlamaktadır.	<ul style="list-style-type: none"> EVD'ler bakanlık tarafından yetkilendirilmekte ve denetlenmektedir. EVD'ler eğitim, enerji yönetimi ve etüt gibi hizmetler sağlayabilmektedir. 	Y2, Y4, Y9, Y10, B5, B10, B11, B12, S1, S3	Sanayi Ticari binalar Kamu binaları Dağıtık üretim	Sanayi prosesleri Motor sistemleri Aydınlatma Isıtma ve soğutma Elektrifikasyon Şebeke kayıpları Dağıtık üretim
Diğer Finansman Mekanizmaları	Finansman mekanizmaları yatırımcılara çeşitli destekler sağlayarak yatırımların gerçekleşmesini veya hızlanmasını sağlamaktadır.	<ul style="list-style-type: none"> Tüketimini düşürme taahhüdü veren tüketiciler ETKB ile gönüllü anlaşma yaparak destek alabilmektedir. Atık ısı tesisleri ve enerji verimliliği yatırımları 5. bölge teşvikleri kapsamında desteklenmektedir. Enerji sınıfı yüksek olan binalara kredi desteği verilmektedir. Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı (KOSGEB) enerji verimliliği etütleri, VAP danışmanlığı ve enerji yöneticisi eğitimi için destekler vermektedir. Çeşitli bankalar enerji verimliliği projelerine özel krediler sunmaktadır. 	Y2, Y5, Y6, B5, S3, S7	Sanayi Konutlar Ticari binalar Kamu binaları Dağıtık üretim	Sanayi prosesleri Motor sistemleri Aydınlatma Ev aletleri Ofis ekipmanları Isıtma ve soğutma Elektrifikasyon Şebeke kayıpları Dağıtık üretim
Akıllı tarifeler	Akıllı tarifeler, zamana göre değişen fiyat yapısıyla birlikte tüketicilerin tüketim alışkanlıklarını değiştirmekte, genel olarak talebi talebin yüksek olduğu zamandan düşük olan zamana kaydırmayı sağlamaktadır.	<ul style="list-style-type: none"> Tarifeye tabi tüketiciler için üç zamanlı tarife seçeneği sunulmaktadır. Son kaynak tedarik tarifesi ile piyasa fiyatları yıllık elektrik tüketimi 10 GWh'in üzerinde olan tüketicilere yansıtılabilmektedir. 2020 yılı için yıllık elektrik tüketimi 1.400 kWh olan tüketiciler serbest tüketici olabilmekte ve kendi tedarikçisini seçebilmektedir. 	B11, E6, E8	Sanayi Konutlar Ticari binalar Kamu binaları Dağıtık üretim	Elektrifikasyon Şebeke kayıpları Dağıtık üretim

Enerji Verimliliği Çözümü	Açıklama ve Amacı	Mevcut Uygulama Örnekleri	UEVEP'in İlgili Eylemi	Etkilenecek sektörler	Enerji verimliliğinin artırılabileceği son tüketim alanları
EDAŞ'lar için Yeni İş Modelleri	EDAŞ'lar için yeni iş modelleri, EDAŞ'ların dağıtık enerji kaynaklarının esneklik potansiyelini kullanarak bütün şebeke paydaşlarına fayda sağladığı mekanizmalardır. Dağıtık enerji kaynaklarının esneklik potansiyelinin kullanılması yenilenebilir enerjinin sistem entegrasyonuna katkı sağlamaktadır.		B11, S1, E6	Sanayi Konutlar Ticari binalar Kamu binaları Dağıtık üretim	Elektrifikasyon Şebeke kayıpları Dağıtık üretim
TEİAŞ-EDAŞ İş Birliği	TEİAŞ-EDAŞ iş birliği dağıtım şebekesindeki dağıtık enerji kaynaklarının esneklik potansiyelinin iletim ve dağıtım şebekelerindeki çeşitli teknik problemlerin çözülmesi amacıyla kullanılmasına dayanan bilgi ve kaynak akış sistemidir. Dağıtım şebekesi bünyesindeki dağıtık enerji kaynaklarının esneklik potansiyelinin bütün şebekenin faydasına kullanılması yenilenebilir enerjinin şebeke entegrasyonuna fayda sağlayarak yaygınlaşmasının önünü açmaktadır.	<ul style="list-style-type: none"> Belirli bir kapasitenin üzerindeki üretim tesisleriyle ilgili bilgiler EDAŞ'lar tarafından TEİAŞ'a iletilmektedir. 	B11, S1, E6, E8	Sanayi Konutlar Ticari binalar Kamu binaları Dağıtık üretim	Elektrifikasyon Şebeke kayıpları Dağıtık üretim
Dağıtık Enerji Sistemlerinin Piyasa ve Şebeke Entegrasyonu	Dağıtık enerji sistemlerinin piyasa ve şebekeye entegre edilmesi dağıtık enerji sistemlerinin esneklik potansiyelinin kullanılarak iletim ve dağıtım şebekelerinin daha güvenli ve öngörülebilir olarak yönetilmesini sağlamaktadır. Bu sayede dağıtık enerji sistemleri şebekenin bütün paydaşlarına fayda sağlarken verdikleri hizmetlerle kendilerine kazanç sağlayabilmektedirler. Bu Enerji Verimliliği Çözümünün en önemli faydalarından birisi de kullanılan esneklik potansiyeli ile şebekeye daha fazla yenilenebilir enerji entegre edilmesinin önünün açılmasıdır.	<ul style="list-style-type: none"> Dağıtık enerji sistemleri görevli tedarik şirketleri aracılığıyla piyasaya katılmakta, kendi enerjisinin ticaretini direkt olarak yapmamaktadır. 	B11, S1, E6, E8, E10	Sanayi Ticari binalar Kamu binaları Dağıtık üretim	Elektrifikasyon Şebeke kayıpları Dağıtık üretim
Dağıtık Üretim Modelleri	Dağıtık üretim modelleri, kendi elektriğini üreten tüketicilerin güçlenmesini ve dağıtık üretimin yaygınlaşmasını sağlayan modellerdir.	<ul style="list-style-type: none"> Dağıtık üretim tesisleri Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizması (YEKDEM) kapsamında desteklenmektedir. 	B11, S1, E8	Konutlar Ticari binalar Dağıtık üretim	Dağıtık üretim

3. Elektrik Tasarrufu Analizi için Referans Senaryolarının Geliştirilmesi

Enerji verimliliği eylemlerinin uygulanması sonucunda ulaşılabilecek elektrik talep, tasarruf, maliyet, CO₂ emisyonu gibi göstergeleri sayısallaştırabilmek için çalışma kapsamında 2020 ila 2030 yılları arasını inceleyen üç senaryo oluşturulmuştur. Bu 3 senaryo elektrik talebi seviyesi çoktan aza doğru sıralanacak şekilde Frozen senaryo, Baz senaryo ve SHURA senaryosudur. Frozen senaryo mevcut spesifik enerji tüketimlerinin değişmediği varsayımıyla (örneğin, bir tane ürün üretilmesi için mevcutta on birim elektrik tüketiliyorsa 2030 yılında aynı ürünü üretmek için yine on birim elektrik tüketileceği varsayımıyla), Baz senaryo ETKB'nin 2019 yılının mart ayında yayımladığı projeksiyonlarının mevcut tüketim eğilimleri doğrultusunda tekrar düzenlenmesiyle oluşturulmuştur (ETKB, 2019). SHURA senaryosu ise önerilen Enerji Verimliliği Çözümlerinin hayata geçirilmesiyle ulaşılabilecek yüksek enerji verimli bir senaryodur. Türkiye'nin enerji verimliliği potansiyelini tümevarım yöntemiyle hesaplama amacıyla senaryolardaki talep, sektörlere ve son tüketim alanlarına bölünerek hesaplamalar yapılmıştır. Raporun bu bölümünde ve eklerinde bu senaryoların nasıl oluşturulduğu yapılan varsayımlarla birlikte anlatılmaktadır. SHURA senaryosu raporun bir sonraki bölümünde anlatılmıştır.

Bilgi Kutusu 5: Senaryoların Oluşturulması

Frozen ve SHURA senaryolarında elektrik tüketimi sektör, aktivite ve cihaz bazında modellenmiş, toplam elektrik tüketimi tümevarım (bottom-up) yöntemiyle hesaplanmıştır. Bu senaryoların tümevarım yöntemiyle hesaplanması ile elektrik tüketimindeki yapısal değişikliklerin (ülkenin gelişmesiyle birlikte konutlarda soğutma talebinin katlanarak artması, elektrikli araçların talebindeki değişimler gibi) etkisi senaryolara yansıtılabilmektedir. Ayrıca Türkiye'nin enerji verimliliği potansiyelinin ve bu potansiyele ulaşıldığı durumda fayda ve maliyetlerin ne olacağına tutarlı bir şekilde hesaplanabilmesi için tümevarım yönteminin kullanılması – yani Frozen senaryonun oluşturulması – büyük önem taşımaktadır.

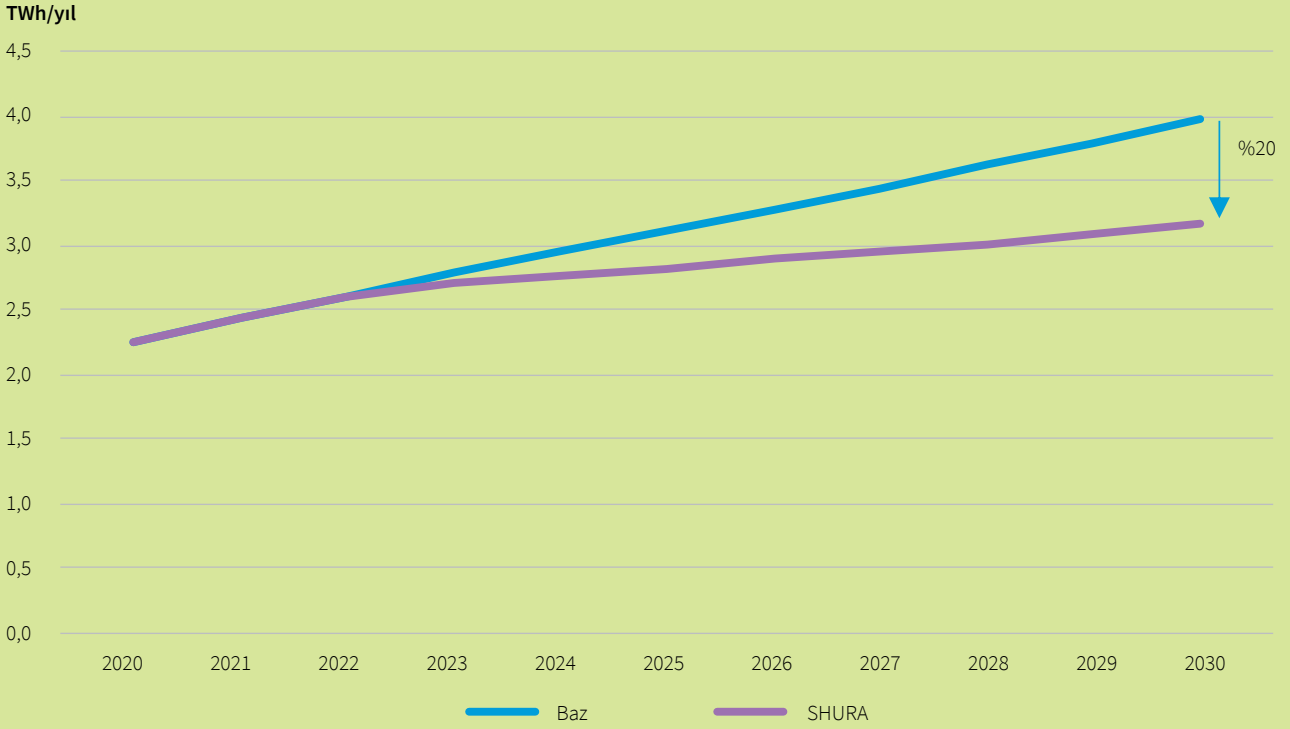
Baz senaryo ise ETKB tarafından yayımlanan elektrik enerjisi talep projeksiyonu temel alınarak tündengelim (top-down) yöntemiyle hesaplanmıştır. Bu senaryo sektör, aktivite ve cihaz kırılımında hesaplanmamış fakat diğer senaryolarla kıyaslama yapılabilmesi için bazı varsayımlarla birlikte bu senaryonun elektrik enerjisi talebi ilgili kırılımlara ayrılmıştır.

Soğutma Talebi

Dünyada konutlardaki elektrik tüketiminin yaklaşık %20'sini klima ve elektrikli fanlar oluşturmada ve soğutma talebi bireylerin gelir ve yaşam standartlarıyla birlikte artmaktadır. Elektrik tüketiminin artışına ek olarak soğutma talebinin mevsimsel artışı elektrik şebekesinde bölgesel yüklenmelere sebep olabilmektedir. Talepteki artış ve elektrik şebekesinde oluşabilecek problemler göz önünde bulundurulduğunda, konutlardaki alan soğutmasının enerji verimliliği kritik önem taşımaktadır. Konutlardaki alan soğutmasının enerji verimli olarak yapılması konfor, maliyet ve çevre açısından faydalar sağlayacaktır.

Türkiye'de konutlarda klimaların soğutma amaçlı kullanımı konutlardaki toplam elektrik tüketiminin yaklaşık %4'ünü oluşturmaktadır (bkz. Ek A). Türkiye'nin gelişmekte olan bir ülke olduğu, bireylerin gelir ve yaşam standartlarının artmakta olduğu düşünüldüğünde konutlardaki soğutma talebinin de artması beklenmektedir (Isaac & Vuuren, 2009) (IEA, 2018). Bu doğrultudaki büyüme beklentilerine dayanılarak konutlardaki klima sayısının 2030 yılına kadar yılda ortalama %8 artacağı varsayılmıştır. SHURA senaryosunda yapılacak verimlilik yatırımları ile birlikte 2030 yılında konutlardaki soğutma talebinin %20 oranında düşürüleceği hesaplanmıştır (bkz. Şekil 23).

Şekil 23: Baz ve SHURA senaryolarına göre konutlarda soğutma amaçlı klima kullanımının elektrik talebi üzerindeki etkisi, 2020-2030

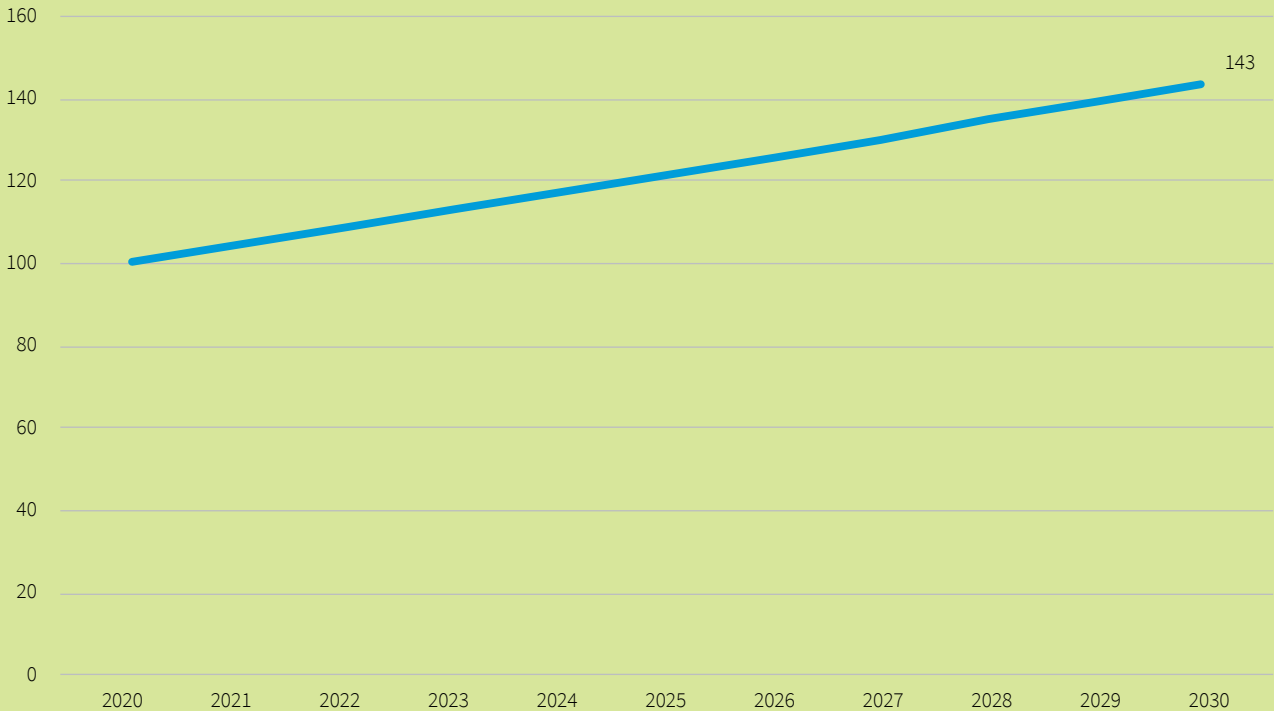


Elektrikli Ev Aletleri

Soğutma talebine benzer şekilde bireylerin gelir ve yaşam kalitesindeki artışla birlikte ev aletleri sahiplik oranının da artacağı öngörülmüştür. Baz senaryoya göre konutlardaki elektrikli ev aletlerinin elektrik talebinin %6 YBBO ile büyüyeceği tahmin edilmiştir. Senaryolarda değerlendirilen hane başına düşen elektrikli ev aleti sayısının endeksi Şekil 24’de verilmiştir.

Şekil 24: Hane başı elektrikli ev aleti endeksi, 2020-2030

2020 = 100



3.1. Baz Senaryoda Elektrik Talebi Gelişimi

Baz senaryo, ETKB tarafından paylaşılan "Türkiye Elektrik Enerjisi Talep Projeksiyonu Raporu" temel alınarak oluşturulmuştur (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2019).

Baz senaryoda mevcutta otonom olarak yapılan enerji verimliliği yatırımları sonucunda ulaşılabilecek talep öngörülmektedir.

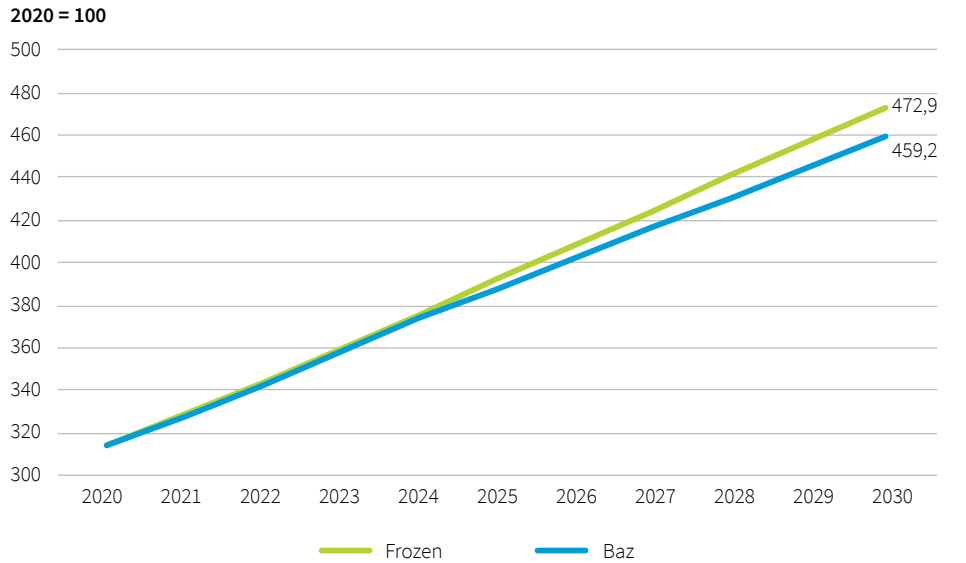
Baz senaryo, ETKB tarafından paylaşılan "Türkiye Elektrik Enerjisi Talep Projeksiyonu Raporu" temel alınarak oluşturulmuştur (ETKB, 2019). Bakanlık tarafından paylaşılan bu projeksiyon 2019-2039 yılları arasındaki elektrik talebini öngörmekte fakat talebin sektör ve teknoloji kırılımını içermemektedir. Mevcut ekonomik gelişmeler ve talep gelişimi de göz önünde bulundurulduğunda, ETKB projeksiyonundaki orta vadeli elektrik enerjisi talebini düzenlemeye ihtiyaç duyulmuştur. Bakanlık projeksiyonunda 2020 yılı için öngörülen talebin mevcut talep eğilimleriyle düzenlenmesi ve projeksiyondaki Referans Senaryo büyüme oranlarının kullanılmasıyla Baz senaryo oluşturulmuştur. Baz senaryo tahmininde bir miktar enerji verimliliği etkisi mevcuttur (bkz. Şekil 25).

Frozen senaryonun oluşturulma amacı, son tüketim alanlarında kullanılan teknolojilerin miktarları ve teknik özelliklerinin de olduğu oldukça detaylı bir veri çalışması yapılması, daha sonrasında enerji verimli teknoloji penetrasyon oranlarının değiştirilmesi yoluyla SHURA senaryosunun oluşturulmasıdır. Frozen senaryo, 21 adet son tüketim alanındaki elektrik tüketimlerinin 2020-2030 döneminde herhangi bir enerji verimliliği eforu olmadan gelişimini gösteren bir senaryodur.

Frozen senaryonun oluşturulma amacı, son tüketim alanlarında kullanılan teknolojilerin miktarları ve teknik özelliklerinin de olduğu oldukça detaylı bir veri çalışması yapılması, daha sonrasında enerji verimli teknoloji penetrasyon oranlarının değiştirilmesi yoluyla SHURA senaryosunun oluşturulmasıdır. Frozen senaryo, bölüm 2.4.2'de belirlenen 21 adet son tüketim alanlarında elektrik tüketimlerinin 2020-2030 döneminde herhangi bir enerji verimliliği eforu olmadan gelişimini gösteren bir senaryodur. Bu senaryoya göre günümüzde bir hizmet verilmesi veya bir ürün üretilmesi için harcanması gereken enerji miktarının gelecek 10 senede değişmeyeceği öngörülmektedir. Kullanılan veriler ve varsayımlar raporun Ek A bölümünde paylaşılmıştır.

Frozen senaryoda elektrik talebi 2023 yılında 359,4 TWh iken Baz senaryoda talep 358,2 TWh'e düşmektedir. 2030 yılı değerlerine bakıldığında Frozen senaryonun elektrik talebinin 472,9 TWh, Baz senaryonun elektrik talebinin ise 459,2 TWh olduğu görülmektedir.

Şekil 25: Frozen ve Baz senaryoları elektrik tüketim projeksiyonları, 2020-2030



3.2. Baz Senaryoda Sektör ve Son Tüketim Alanları Bazında Elektrik Tüketimi

2030 yılında sanayide 177,3 TWh, binalarda 190,4 TWh, sokak aydınlatmasında 6,7 TWh, elektrikli araçlarda 0,9 TWh ve tarım ve hayvancılıkta 11,3 TWh elektrik tüketilmektedir. Bu yılda toplam iç tüketim ve şebeke kayıpları ise 72,5 TWh olmaktadır.

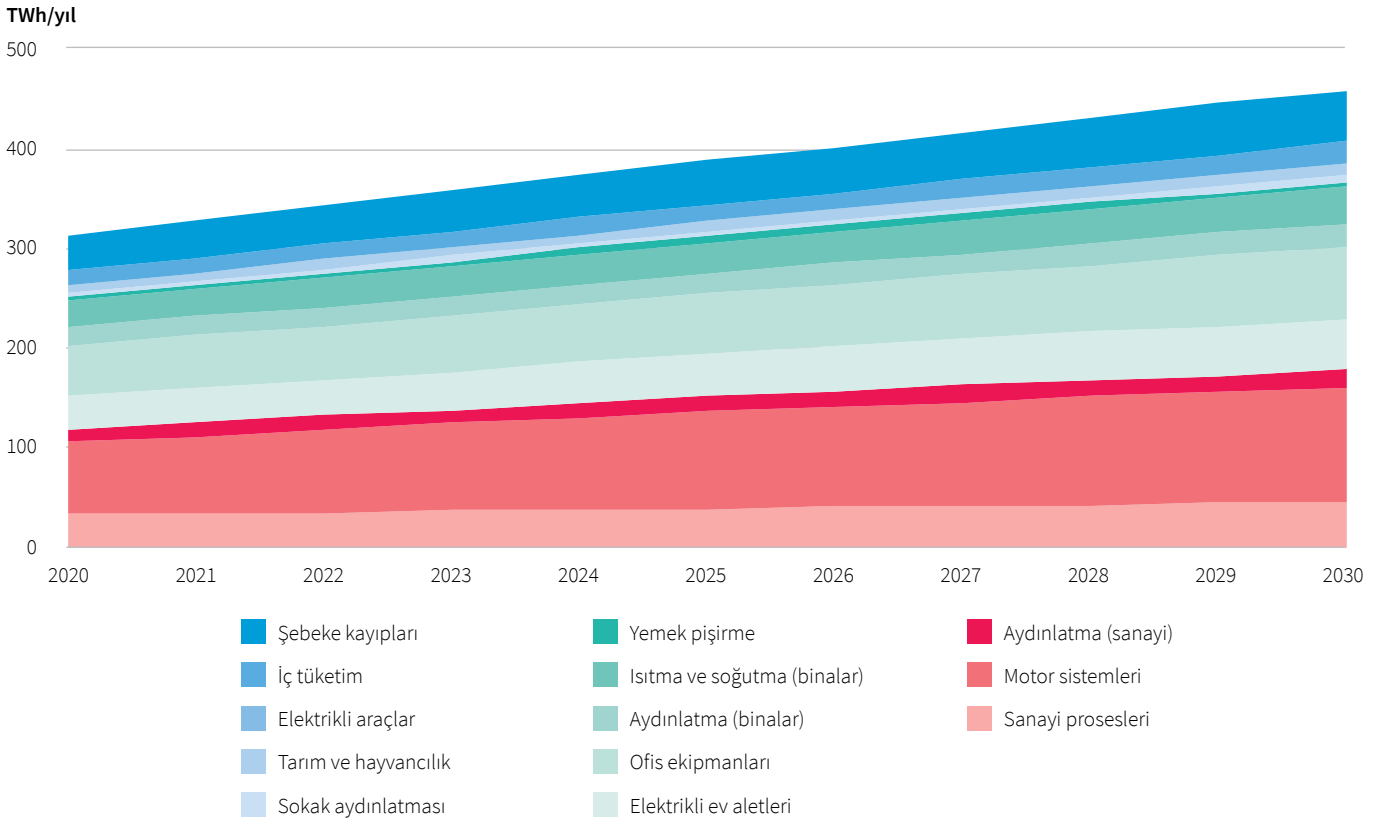
SHURA senaryosunda elde edilecek tasarrufun Baz senaryo ile karşılaştırılabilmesi için yıllık elektrik talebinin sektör ve son tüketim alanları kırılımı oluşturulmuştur. Baz senaryodaki yıllık elektrik talebinin Frozen ve SHURA senaryolarındaki yıllık elektrik taleplerine uzaklığı oransal olarak her son tüketici seviyesinde sabit kalacak şekilde Baz senaryodaki son tüketim alanlarının elektrik tüketimleri hesaplanmıştır. Aşağıdaki grafiklerde 2000, 2023 ve 2030 yıllarında Baz senaryo için beklenen elektrik tüketiminin sektörler ve alanlar bazında dağılımı paylaşılmıştır. Senaryo modellemesinde tümevarım yöntemi kullanılarak yapısal değişiklikler modellenmiştir. Buna rağmen sektörlerdeki büyüme oranları arasında büyük farklar olmamasından dolayı elektrikli araçlar haricindeki son tüketim alanlarının elektrik tüketimindeki paylarında büyük bir değişiklik gözükmemektedir.

2030 yılında sanayide 177,3 TWh, binalarda 190,4 TWh, sokak aydınlatmasında 6,7 TWh, elektrikli araçlarda 0,9 TWh ve tarım ve hayvancılıkta 11,3 TWh elektrik tüketilmektedir. Bu yılda toplam iç tüketim ve şebeke kayıpları ise 72,5 TWh olmaktadır (bkz. Şekil 26). 2030 yılında 114,4 TWh ile motor sistemleri, 45,4 TWh ile sanayi prosesleri, 51,9 TWh ile elektrikli ev aletleri ve toplamda 47,9 TWh ile aydınlatma (sanayi, binalar ve sokak) en büyük elektrik tüketim kalemleri olarak dikkat çekmektedir. Baz senaryodaki elektrik talebinin son tüketim alanlarına göre kırılımı Şekil 27'de verilmiştir.

Şekil 26: Baz senaryoda son tüketim alanlarına göre elektrik tüketimi, 2020, 2023, 2030



Şekil 27: Baz senaryodaki elektrik tüketiminin sektör ve son tüketim alanı kırılımı, 2020-2030





4. Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı'nın Devamındaki Fırsatlar: SHURA Senaryosu

UEVEP hedeflerine ulaşılması sonucunda Türkiye'de enerji verimliliği konusunda büyük adımlar atılmaktadır. Türkiye'deki elektrik enerjisi verimlilik potansiyelini belirlemek için yapılan bu çalışma sonucunda UEVEP hedeflerinin devamında 2030 yılına kadar Türkiye'nin ulaşabileceği ciddi bir enerji verimliliği potansiyeli olduğu görülmüştür. Bu potansiyelin hayata geçmesi için gerekli olan enerji verimliliği yatırımlarının ciddi bir şekilde arttığı senaryo SHURA senaryosu olarak adlandırılmıştır.

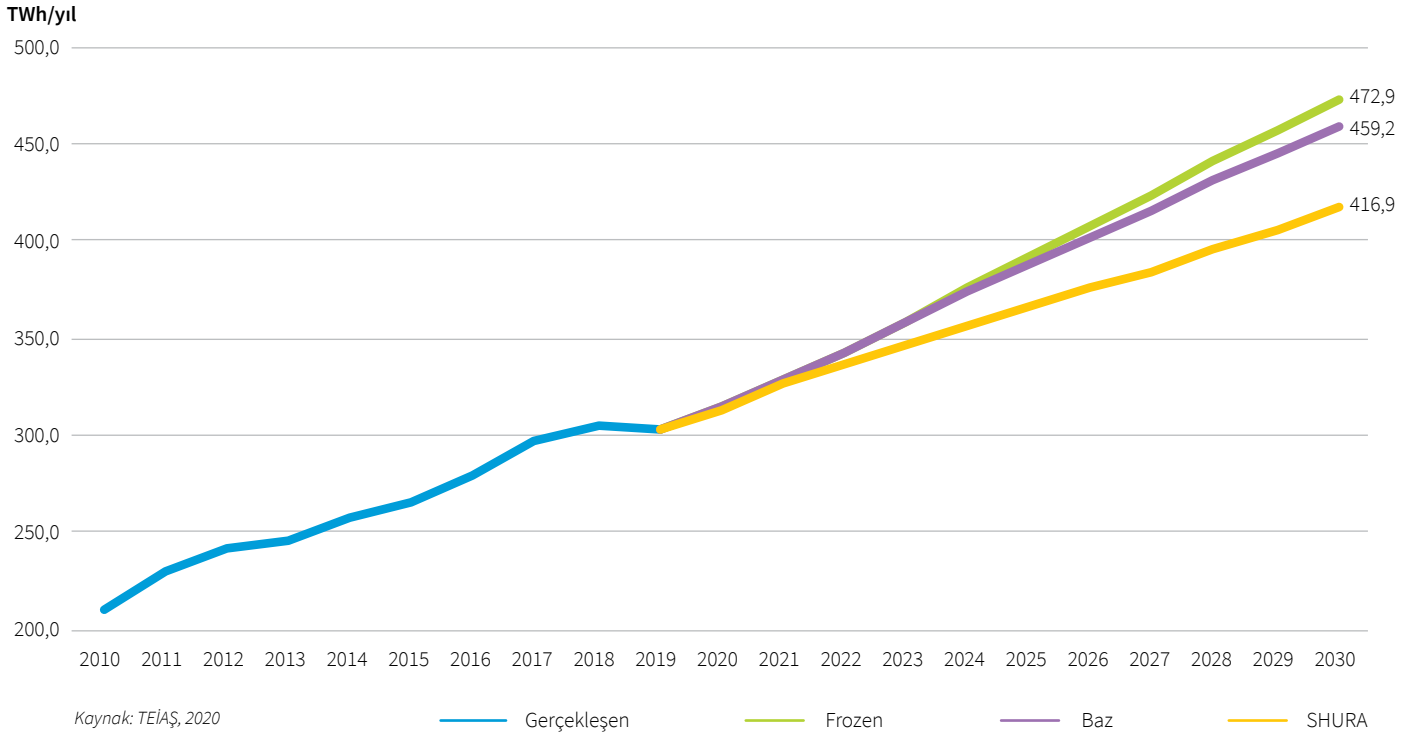
SHURA senaryosu, Türkiye'nin enerji verimliliği ve elektrik sektörünün yenilikçi dönüşümü yol haritasını ortaya koymak adına çeşitli sektör paydaşlarının ve konuyla alakalı uzmanların paylaştığı veriler, görüşler ve destekler üzerine hazırlanmıştır. Sektör ve teknoloji bazında görüşülen ve alanında uzman kişilerden gelen geri bildirimler ile son tüketim alanlarına özel tasarruf potansiyelleri belirlenmiştir. Bu bağlamda SHURA senaryosu, olabildiğince yüksek hedeflere sahip olmakla birlikte, sektör uzmanlarının da katkıları alınarak hazırlanması dolayısı ile gerçekçi varsayımlara ve ulaşılabilir somut potansiyele sahiptir.

Sektörlerdeki ve teknolojilerdeki elektrik enerjisi tasarruf potansiyelinin hesaplanmasının yanında kritik noktalardan bir tanesi de bu potansiyelin gerçekleşmesini olanaklı hale getirecek çeşitli finansman mekanizmaları, mevzuat ve piyasa temelli politika mekanizması araçları gibi Enerji Verimliliği Çözümlerinin nasıl kullanılması gerektiğidir. SHURA senaryosu oluşturulurken, uygulanması gerektiği düşünülen Enerji Verimliliği Çözümlerinin piyasada ne zaman yer almaya başlayabileceği ve hangi hacme ulaşacağı belirlenmiştir. Enerji Verimliliği Çözümlerinin kapsamı, gereklilikleri, mevcut durumda Türkiye ile yabancı ülkeler arasındaki boşluk analizi, fayda maliyet analizi, uygulama zaman planları, ticarileşme potansiyelleri ve limitlerini detaylı bir şekilde anlatan destekleyici raporlar hazırlanmıştır.

4.1. Elektrik Talebi

SHURA senaryosunda, Enerji Verimliliği Çözümleri sayesinde enerji verimliliği sağlayacak teknolojilerin ve tekniklerin oldukça yoğun bir şekilde kullanılması ile elektrik tasarrufu seviyesi artmaktadır. Tüm senaryoların yıllık elektrik talepleri ve geçmiş on senenin elektrik talebi Şekil 28'de gösterilmiştir.

Şekil 28: Senaryoların elektrik talebi gelişimi, 2010-2030



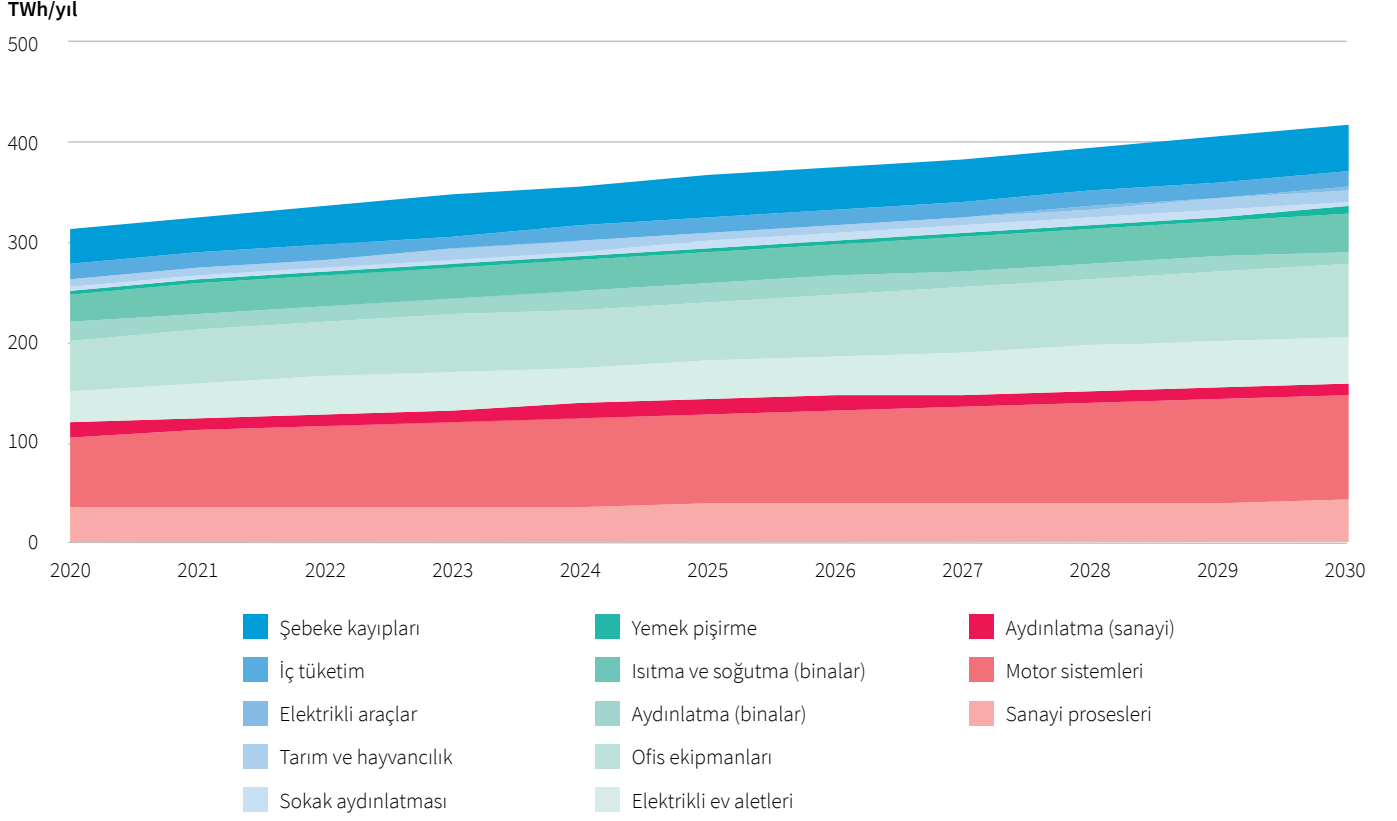
SHURA, Baz ve Frozen senaryolarında elektrik taleplerinin 2020 ile 2030 yılları arasında sırasıyla %33, %46, %51 artması beklenmektedir (bkz. Tablo 5). Senaryoların yıllık talep artış oranları aşağıdaki tabloda verilmiştir. SHURA senaryosu sonuçlarına göre, gelecek 10 yıldaki elektrik talebi artışı üçte birlik bir büyümeye sınırlandırılabilir.

Tablo 5: Senaryoların yıllık talep artış oranları, 2020-2030

	SHURA	Baz
2020		
2021	%4,1	%4,5
2022	%3,3	%4,4
2023	%2,8	%4,5
2024	%2,8	%4,3
2025	%2,7	%3,8
2026	%2,5	%3,7
2027	%2,6	%3,5
2028	%2,7	%3,5
2029	%2,7	%3,3
2030	%2,7	%3,2
2020-2030 YBBO	%2,9	%3,9
2020-2030 Toplam Büyüme	%32,8	%46,1

SHURA senaryosunda 2020-2030 yılları arasında elektrik talebinin YBO'su %2,9 olarak öngörülmüştür. ETKB'nin Referans senaryosunda ve dolayısıyla Baz senaryoda ise bu oranın %3,9 olması beklenmektedir. SHURA senaryosunda elektrik tüketiminin son tüketim alanlarına göre kırılımı Şekil 29'da verilmiştir.

Şekil 29: SHURA senaryosunda elektrik tüketiminin sektör ve son tüketim alanı kırılımı, 2020-2030



Tüm senaryolarda son tüketici bazında elektrik tüketimi 2023 ve 2030 yılları için sırasıyla aşağıdaki iki tabloda paylaşılmıştır. Senaryolar arasında elektrik tüketimi değişen, tasarrufların ve elektrifikasyonun gerçekleştirildiği sektörler bu bölümün devamında incelenmiştir.

Tablo 6: Tüm senaryolarda son tüketici bazında elektrik tüketimleri, 2023

Son Tüketici Bazında Elektrik Tüketimi (2023, TWh)		
Son Tüketim Alanı	SHURA	Baz
Sanayi	133,4	138,2
Sanayi Prosesleri	35,5	36,6
Motor Sistemleri	85,0	87,3
Aydınlatma (Sanayi)	12,9	14,3
Konutlar	63,3	65,3
Elektrikli Ev Aletleri	36,7	37,7
Aydınlatma (Konut)	6,6	7,4
Isıtma ve Soğutma (Konut)	15,7	15,7
Yemek Pişirme	4,3	4,5
Konut Dışı Binalar	82,2	83,4
Ofis Ekipmanları	56,6	56,7
Aydınlatma (Konut Dışı)	11,7	12,7
Isıtma ve Soğutma (Konut Dışı)	13,9	13,9
Diğer	67,9	71,4
Sokak Aydınlatması	4,9	5,5
Tarım ve Hayvancılık	8,6	8,6
Elektrikli Araçlar	0,1	0,0
İç Tüketim	15,0	16,1
Şebeke Kayıpları	39,3	41,2
Toplam	346,8	358,2
Büyüme (2020-2023)	%10,5	%14,0
YBBO (%/yıl)	%3,4	%4,5

2023 yılında Türkiye'nin elektrik talebi SHURA senaryosunda 346,8 TWh, Baz senaryoda 358,2 TWh olmaktadır. Sanayide tüketilen elektrik Baz senaryoda 138,2 TWh iken SHURA senaryosunda 133,4 TWh seviyesindedir. Binalarda ise Baz senaryoda 148,6 TWh olan tüketim, SHURA senaryosunda 145,6 TWh seviyesine düşmektedir. Sokak aydınlatmasında 5,5 TWh seviyesindeki tüketim azalarak 4,9 TWh seviyesine ulaşmaktadır. Elektrikli araçların piyasadaki hacmi SHURA senaryosunda Baz senaryoya göre daha fazla olmasına rağmen, elektrikli araçlar 2023'e kadar çok düşük bir tüketim artışına sebep olmaktadır. Elektrik talebinin düşmesi ve dağıtık üretimin payının artmasıyla birlikte şebekedeki talep azalmakta ve iç tüketim ve şebeke kayıpları 57,2 TWh seviyesinden 54,3 TWh seviyesine düşmektedir.

Tablo 7: Tüm senaryolarda son tüketici bazında elektrik tüketimleri, 2030

Son Tüketici Bazında Elektrik Tüketimi (2030, TWh)		
Son Tüketim Alanı	SHURA	Baz
Sanayi	158,1	177,3
Sanayi Prosesleri	41,4	45,4
Motor Sistemleri	105,3	114,4
Aydınlatma (Sanayi)	11,4	17,5
Konutlar	77,3	85,9
Elektrikli Ev Aletleri	47,2	51,9
Aydınlatma (Konut)	4,9	8,8
Isıtma ve Soğutma (Konut)	19,3	18,6
Yemek Pişirme	5,8	6,6
Konut Dışı Binalar	99,7	104,6
Ofis Ekipmanları	71,6	72,0
Aydınlatma (Konut dışı)	10,4	14,8
Isıtma ve Soğutma (Konut Dışı)	17,8	17,7
Diğer	81,8	91,5
Sokak Aydınlatması	5,1	6,7
Tarım ve Hayvancılık	11,3	11,3
Elektrikli Araçlar	3,6	0,9
İç Tüketim	16,7	20,1
Şebeke Kayıpları	45,2	52,4
Toplam	416,9	459,2
Büyüme (2020-2030)	%32,8	%46,1
YBBO (%/yıl)	%2,9	%3,9

Baz senaryoda 459,2 TWh olan 2030 yılı elektrik talebi, SHURA senaryosunda 416,9 TWh seviyesine düşmektedir. Sanayide 177,3 TWh olan elektrik talebi 158,1 TWh'e, binalarda ise 190,4 TWh olan elektrik talebi 176,9 TWh seviyesine azalmaktadır. Sokak aydınlatmasının elektrik talebi 6,7 TWh seviyesinden 5,1 TWh seviyelerine düşmektedir. Elektrikli araçlar Baz senaryoda 0,9 TWh, SHURA senaryosunda ise 3,6 TWh talep yaratmaktadır. Elektrik talebinin düşmesinden ve dağıtık üretimin payının artmasından dolayı iç tüketim ve şebeke kayıplarının miktarı 72,5 TWh seviyesinden 61,8 TWh seviyesine düşmektedir.

Sonuçlar incelenirken SHURA senaryosunda bazı elektrik tüketen cihaz ve süreçlerin veriminin artırılabileceği, bazılarının ise mevcut haliyle devam edeceği düşünülmüştür. Dolayısıyla çalışmadaki son tüketim alanlarındaki tasarruf oranları incelenirken uygulama bazındaki tasarruf oranlarının daha yüksek olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Örneğin, motor sistemlerinin SHURA senaryosundaki talebi Baz

Sanayide tüketilen elektriğin büyük bir kısmını ve toplam elektrik tüketiminin ise %25'ini sanayideki motor sistemleri oluşturmaktadır. Motor sistemlerinde SHURA senaryosuyla ulaşılabilecek tasarruf oranı %8'dir.

Ayrıca aydınlatma, elektrik tasarrufunun en yüksek olduğu teknoloji olarak öne çıkmaktadır.

Binalarda ısıtma ve soğutma sistemlerinin verimli ısı pompalarıyla değiştirilmesi ısıtma için harcanan elektrik miktarını artırırken soğutma için harcanan elektrik miktarını azaltmaktadır.

SHURA senaryosunda 2,5 milyon elektrikli aracın elektrik talebini, santrallerin iç tüketimi ve şebeke kayıpları dâhil olmak üzere, 4 TWh civarında artırması beklenmektedir.

senaryoya kıyasla %8 azalırken ortalama bir motor sisteminin elektrik tüketimi %20 seviyelerinde azalabilmektedir. Tablo 6 ve Tablo 7'de verilen son tüketici bazında elektrik tüketimi verileri incelendiğinde 2030 yılı için öne çıkan mesajlardan bazıları şunlardır:

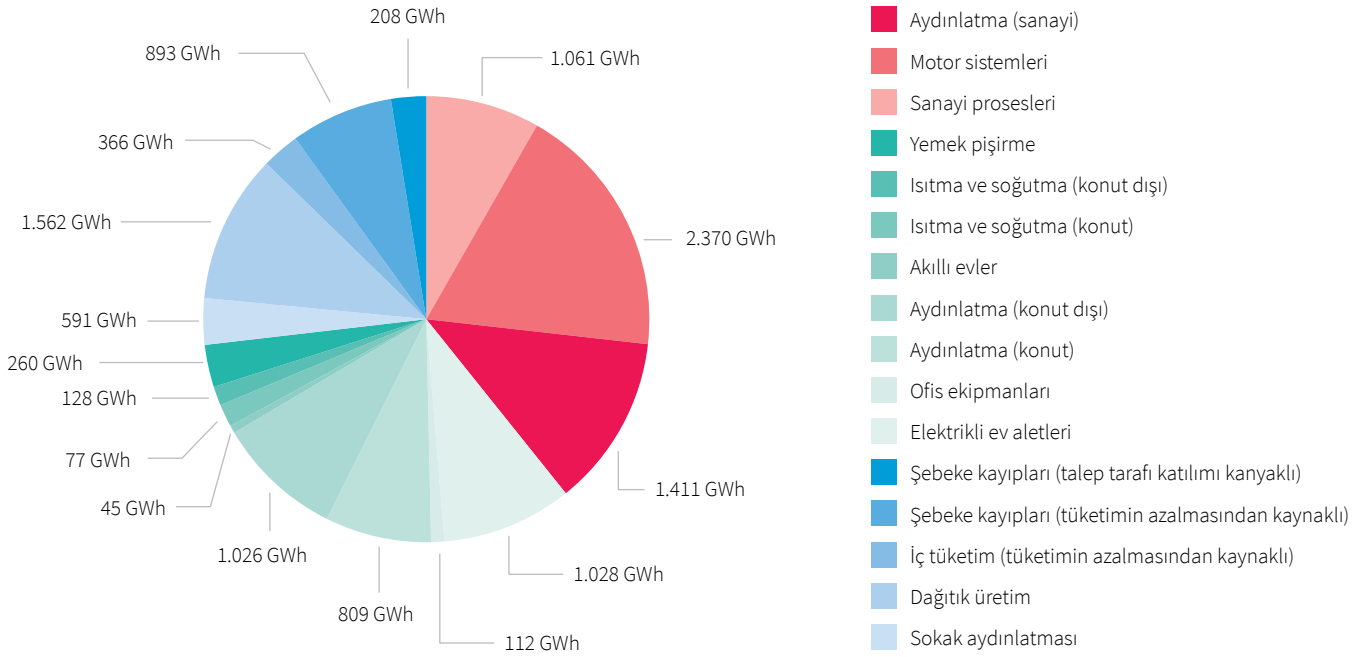
- Baz senaryonun elektrik tüketimi son tüketicilere göre detaylıca incelendiğinde tüketim kısımlında büyük bir değişiklik olmadığı görülmektedir.
- Baz senaryoda sanayi proseslerinin sanayideki elektrik tüketimindeki payının %26 olduğu ve SHURA senaryosuyla ulaşılabilecek tasarruf miktarının bu alanın tüketiminin %8'ini oluşturduğu gözükmektedir.
- Sanayide tüketilen elektriğin büyük bir kısmını ve toplam elektrik tüketiminin ise %25'ini sanayideki motor sistemleri oluşturmaktadır. Motor sistemlerinde SHURA senaryosuyla ulaşılabilecek tasarruf oranı %8'dir.
- Aydınlatmanın sanayideki elektrik tüketiminin %10'unu, konutlardaki elektrik tüketiminin %10'unu, konut dışı binalardaki elektrik tüketiminin %14'ünü, sokak aydınlatmasının ise toplam elektrik tüketiminin %1,5'ini oluşturduğu görülmektedir. Ayrıca aydınlatma, elektrik tasarrufunun en yüksek olduğu teknoloji olarak öne çıkmaktadır. Aydınlatmanın sanayideki tasarruf oranı %35 seviyesindeyken, bu oran konutlarda, konut dışı binalarda ve sokak aydınlatmasında sırasıyla %44, %30 ve %24'tür. Aydınlatma uygulamalarının enerji tasarruf potansiyelinin yüksek olmasından ve tasarrufun uygulanmasının kolay olmasından dolayı aydınlatma kaynaklı elektrik tüketimi gelecek yıllarda bugüne kıyasla düşebilmektedir.
- Elektrikli ev aletleri konutlardaki elektrik tüketiminin %60'ını oluşturmakta ve bu alanda SHURA senaryosuyla birlikte ulaşılabilecek elektrik tasarruf potansiyelinin tüketim miktarının %9'u kadar olduğu görülmektedir.
- Ofis ekipmanları konut dışı binalardaki elektrik tüketiminin %69'unu oluşturmakta ve bu alanın SHURA senaryosundaki tasarruf miktarının sadece %1 olduğu görülmektedir. Çok çeşitli ofis ekipmanı kullanımından dolayı bu son tüketim alanında değerlendirilen ekipmanların kapsamı küçük tutulmuştur. Bundan dolayı tasarruf potansiyeli oran olarak düşük seviyelerde kalmaktadır.
- Binalarda ısıtma ve soğutma sistemlerinin verimli ısı pompalarıyla değiştirilmesi ısıtma için harcanan elektrik miktarını artırırken soğutma için harcanan elektrik miktarını azaltmaktadır. SHURA senaryosunda ısıtma ve soğutma için harcanan elektriğin konutlarda %4 artacağı, konut dışı binalardaki artışın ise %1'in altında gerçekleşeceği öngörülmüştür. Isı pompalarının ısıtma ihtiyacını karşılamasıyla 2030 yılında 1,9 milyar m³ doğal gaz tüketiminin önüne geçileceği tahmin edilmektedir.
- SHURA senaryosunda yemek pişirmede bir yandan daha çok elektrikli ocak kullanımı ile elektrifikasyon seviyesi artarken diğer yandan düşük verimli cihazların yüksek verimli cihazlarla değiştirilmesinden dolayı elektrik tüketimi azalmaktadır. SHURA senaryosunda Baz senaryoya kıyasla yemek pişirmede %13 daha az elektrik tüketileceği öngörülmektedir. Buradaki değer iki senaryo arasındaki tüketim miktarını gösterdiği dikkate alınmalıdır. Elektrikli yemek pişirme kaynaklı elektrik tüketiminin 2030 yılında SHURA senaryosunda, 2020 yılına kıyasla %42 artması beklenmektedir.
- **SHURA senaryosunda 2,5 milyon elektrikli aracın elektrik talebini, santrallerin iç tüketimi ve şebeke kayıpları dâhil olmak üzere, 4 TWh civarında artırmayı beklenmektedir.**
- Baz senaryoda iç tüketim ve şebeke kayıplarının toplam tüketime oranı sırasıyla %4,4 ve %11,4 iken SHURA senaryosunda dağıtık üretimin artmasından ve talep tarafı katılımıyla elektrik tüketim profilinin değişmesinden dolayı iç tüketim ve şebeke kayıplarının elektrik talebine oranı %6 azalarak sırasıyla %4,0 ve %10,8 seviyelerine gelmektedirler.

Bilgi Kutusu 6: Elektrikli Araçların Fayda ve Maliyetleri

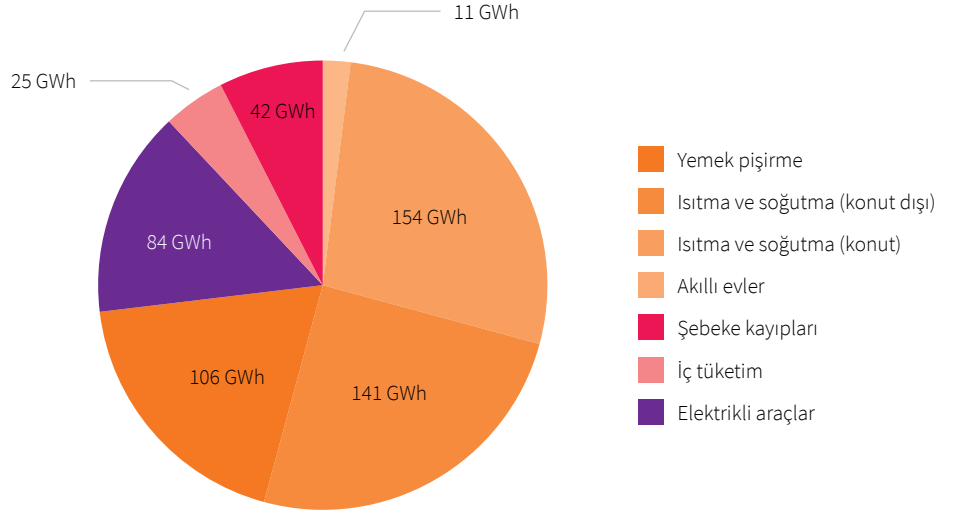
İçten yanmalı motoru olan 2,5 milyon binek aracının yılda toplamda yaklaşık 11,5 milyar TL yakıt masrafı olduğu hesaplanmıştır (bu araçların yarısının dizel diğer yarısının ise benzin kullandığı varsayılmıştır). Buna karşılık, 2,5 milyon elektrikli aracın toplam elektrik tüketimi (iç tüketim ve şebeke kayıpları dâhil) yılda 4,3 TWh olacaktır ve evlerde veya ticari/sanayi alanlarda şarj edilmelerine bağlı olarak şarj için gereken toplam elektriğin maliyeti 2,7 milyar ile 3,6 milyar TL arasındadır (şarj şirketlerinin talep edebileceği diğer masraflar hariç). Bu da enerji maliyetlerinde yılda 8 – 8,8 milyar TL tasarruf sağlayacaktır (SHURA, 2019).

Enerji verimliliğini artırarak elektrik talebinin düşmesini sağlayan teknolojilerin yanında ısı pompası ve elektrikli araçlar gibi elektrik tüketimini (elektrifikasyon) ve şebekedeki esnekliği artırarak şebekenin tamamına fayda sağlayabilecek yenilikçi teknolojiler bulunmaktadır. Yıllık bazda gösterilen elektrik talebi içinde hem verimlilik kaynaklı tasarruf hem de elektrifikasyon kaynaklı gelen elektrik tüketimindeki artış bulunmaktadır. Baz senaryoya kıyasla SHURA senaryosu ile ulaşılabilecek tasarrufun ve elektrifikasyonun hangi son tüketim alanlarından geldiği 2023 ve 2030 yılları için Şekil 30 - Şekil 33 arasında gösterilmiştir.

Şekil 30: SHURA senaryosundaki elektrik tasarruf miktarı, 2023



Şekil 31: SHURA senaryosundaki elektrifikasyon miktarı, 2023

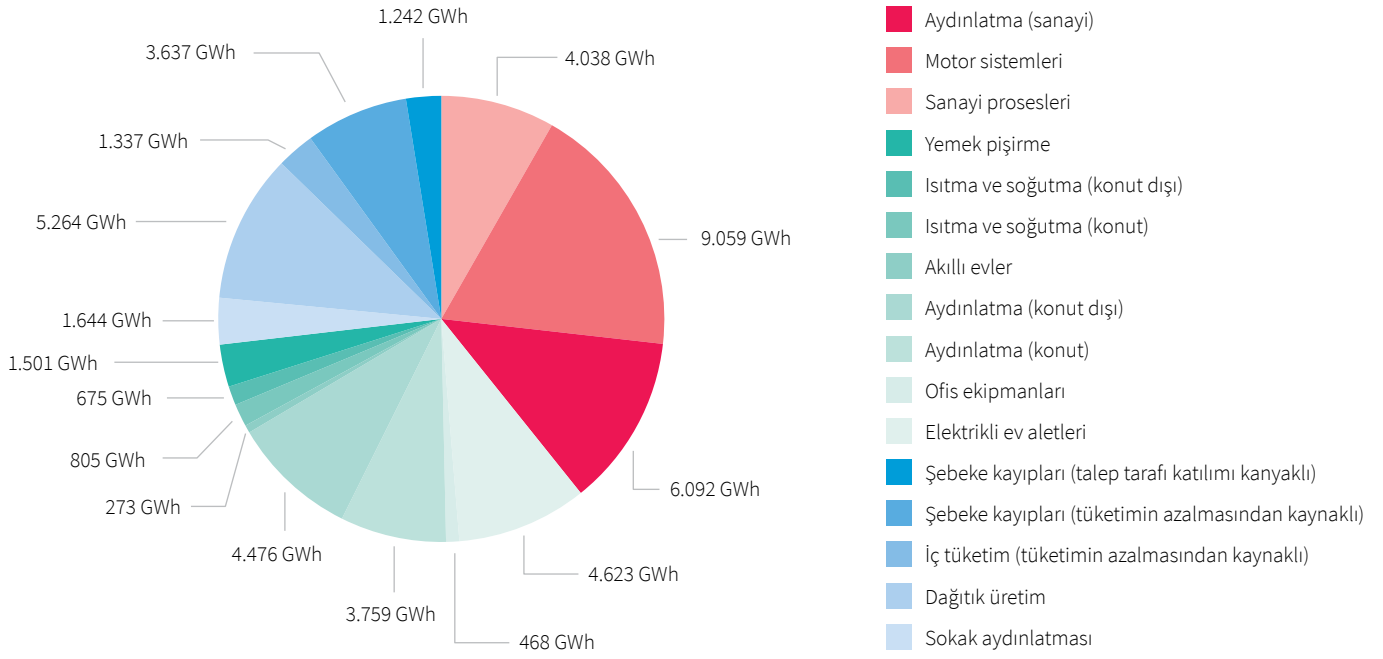


2023 yılında toplam 11,9 TWh tasarruf ve 0,6 TWh elektrifikasyon ile elektrik tüketimindeki azalma miktarı 11,4 TWh olmaktadır. Tasarrufların 4,8 TWh'i sanayiden 3,5 TWh'i binalardan gelmektedir.

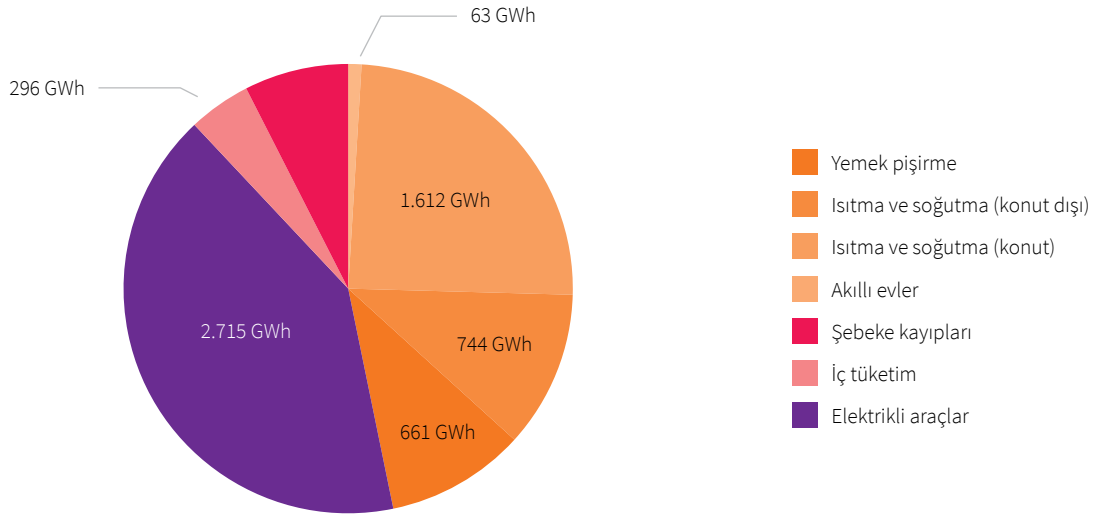
2023 yılına kadar yapılacak yatırımlarda en büyük tasarruf potansiyelinin sanayideki motor sistemleri kaynaklı olduğu, çeşitli sektörlerdeki LED aydınlatma dönüşümü uygulamalarının ise 3,8 TWh'in üzerinde elektrik tasarruf potansiyeli olduğu görülmektedir. 2023 yılına kadar kurulacak dağıtık üretim sistemlerinin iç tüketim ve şebeke kayıplarını yaklaşık 1,6 TWh azaltacağı öngörülmektedir. Bina ısıtma sistemlerinde fosil yakıtlı ısıtmadan elektrik kullanan ısı pompalarına geçişin 2023 yılında elektrik tüketimini yaklaşık 300 GWh artırması beklenmektedir.

SHURA senaryosunda elektrik motorlarının verimliliğiyle değiştirilmesi ve motorların değişken hız sürücüsüyle birlikte kullanımı sonucunda 2023 yılında 2,3 TWh elektrik tasarrufu sağlanmaktadır. Bu tasarruf yaklaşık olarak 900 bin hanenin elektrik talebine eşittir. LED aydınlatma uygulamaları 3,8 TWh değerinde verimlilik sağlamaktadır (sanayi, konut, konut dışı, sokak). Çoğunluğu demir çelik ve çimento sanayi olmak üzere sanayi proseslerinden 1,1 TWh elektrik tasarrufu sağlanmaktadır.

Şekil 32: SHURA senaryosundaki elektrik tasarruf miktarı, 2030



Şekil 33: SHURA senaryosundaki elektrifikasyon miktarı, 2030



2030 yılında toplam 48,9 TWh tasarruf ve 6,6 TWh elektrifikasyon ile bu yıldaki elektrik talebi 42,3 TWh azaltılmaktadır. Toplam tasarrufun 19,2 TWh'i sanayiden 16,6 TWh'i binalardan gelmektedir.

2030 yılında sanayideki elektrik tüketiminde yüksek paya sahip olan motor sistemlerinde verimli uygulamalara geçişle birlikte 9,1 TWh elektrik tasarrufu sağlanabilmektedir.

2030 yılında toplam 48,9 TWh tasarruf ve 6,6 TWh elektrifikasyon ile bu yıldaki elektrik talebi 42,3 TWh azaltılmaktadır. Toplam tasarrufun 19,2 TWh'i sanayiden 16,6 TWh'i binalardan gelmektedir.

LED aydınlatma dönüşümüyle birlikte 2030 yılında 16,0 TWh elektrik tasarrufuna ulaşılabilmektedir. Bu tasarruf yaklaşık olarak 6,5 milyon hanenin elektrik talebine eşittir. 2030 yılında sanayideki elektrik tüketiminde yüksek paya sahip olan motor sistemlerinde verimli uygulamalara geçişle birlikte 9,1 TWh elektrik tasarrufu sağlanabilmektedir. Çoğunluğu demir çelik ve çimento sektörleri olmak üzere sanayi proseslerinde 4,0 TWh elektrik tasarrufu yapılabilmektedir.

Elektrifikasyon tarafında ise Baz senaryoya göre elektrik tüketimini elektrikli araçlar 2,7 TWh, binalarda ısı pompaları 2,4 TWh ve elektrikli yemek pişirme 0,7 TWh artırmaktadır.

SHURA senaryosunda verimli ve yenilikçi teknolojilerin kullanılması ile elektrik talebi azaltılarak ülke ekonomisine ve çevreye katkı sağlanmaktadır. Elektrik talebinin azalması fosil kaynaklı elektrik üretimini düşürerek yenilenebilir enerjinin payının yükselmesini sağlamakta, elektrik sektörünü kaynaklı CO₂ emisyon seviyesini azaltmaktadır.

Bilgi Kutusu 7: Enerji Verimliliğinin Enerji Arzı Tarafındaki Faydaları

Elektrik enerjisi verimliliğinin artırılması ve dağıtık üretim sistemlerinin kullanılması ile şebekedeki elektrik talebi düşmekte, böylece elektrik santrallerinden üretilmesi gereken toplam elektrik seviyesi azalmaktadır. Elektrik talebini karşılarken santrallerin maliyet sıralamasına göre üretim yaptığı düşünüldüğünde fosil yakıtlı santrallerinin elektrik üretimi en verimsizlerden başlamak üzere azalmaktadır. Düşük verimli fosil yakıtlı santrallerin elektrik üretimine gerek kalmamasıyla birlikte fosil yakıttan elektrik üretiminde verim ve yenilenebilir enerji santrallerinin üretimdeki payı artarken elektrik sektörü kaynaklı CO₂ emisyonları azalacaktır.

SHURA senaryosunda belirlenen enerji verimliliği ve elektrik sisteminin modernizasyonu seviyesine ulaşıldığı zaman 2030 yılında doğal gaz santrallerinden 10,5 milyar m³ doğal gaz tasarrufu, kömür santrallerinden ise 3,6 milyon ton kömür tasarrufu sağlanacaktır. Bununla birlikte yeni kurulacak kojenerasyon sistemleri doğal gaz tüketimini 4,6 milyar m³ artıracaktır. Böylelikle elektrik üretimi kaynaklı CO₂ emisyonu 20,7 Mt azaltılacaktır.

4.2. Elektrik Tasarruf Potansiyeline Ulaşmada Enerji Verimliliği Çözümlerinin Rolü

Daha önceki bölümlerde detaylı şekilde ele alınmış olan Enerji Verimliliği Çözümleri, enerji verimliliği uygulamalarının hayata geçirilebilmesi için sunulabilecek çeşitli araçlardan oluşmaktadır. Bir kısmı zorunlu, bir kısmı ise gönüllü olarak kurgulanabilecek olan bu çözümler ilgili kamu kurumlarının enerji verimliliği uygulamalarını planlanan şekilde yaygınlaştırmak ve doğru ve etkin şekilde kullanımını sağlamak adına önemli araçlardır. Enerji Verimliliği Çözümlerinin doğru ve etkin kullanımı toplumdaki enerji verimliliği bilincini artıracak ve enerji verimliliğiyle alakalı projelerin yaygınlaşmasını sağlayacak, böylece Türkiye'deki enerji verimliliği piyasasını hareketlendirecek ve elektrik sektöründe yenilikçi sistemlerin kullanılmasının önünü açarak tüm sektör paydaşlarına fayda sağlayacaktır. Bu bölümde daha önce tanıtılan Enerji Verimliliği Çözümlerinin SHURA senaryosunda ne şekilde uygulanacağı anlatılmaktadır (bkz. Şekil 34).

SHURA senaryosunda belirlenen enerji verimliliği ve elektrik sisteminin modernizasyonu seviyesine ulaşıldığı zaman 2030 yılında doğal gaz santrallerinden 10,5 milyar m³ doğal gaz tasarrufu, kömür santrallerinden ise 3,6 Mt kömür tasarrufu sağlanacaktır.

Enerji Verimliliği Çözümlerinin kurgulanmasında ilgili Enerji Verimliliği Çözümünün hangi son tüketim alanlarını kapsayacağı, hangi büyüklükteki oyuncuları hedeflediği, çözümün zorunlu mu yoksa isteğe bağlı mı uygulanacağı, kullanılacak finansman/ fonlama seçeneğinin ne olduğu önemli konular olarak karşımıza çıkmaktadır. Enerji Verimliliği Çözümlerinin birden fazlasının aynı son tüketim alanını hedeflemesi ve bunun için rekabet etmesi doğru bir yaklaşım olmayacaktır. Bu bağlamda hangi Enerji Verimliliği Çözümünün hangi sektörler için ve hangi zaman planıyla uygulanacağını titizlikle tasarlanması gerekmektedir.

Mevcut durum analizi, dünya çapındaki en iyi örneklerin incelenmesi ve uzman kişilerin yorumları ile her bir Enerji Verimliliği Çözümünün hangi yıl devreye alınacağı, bu çözümlerin sektörlerle ilişkisi ve enerji verimliliği etkisinin seviyesi belirlenmiştir.

Şekil 34: Enerji Verimliliği Çözümlerinin sektörler üzerindeki etkisi

	Mevzuat		Piyasa Temelli Politika Mekanizması Araçları				İş Modelleri		Finansman Mekanizmaları		Sistem Verimliliği
	Standartlar	Sertifikasyon	Enerji Verimliliği Etütleri ve Enerji Yönetimi	Enerji Verimliliği Yüklülükleri	Enerji Verimliliği Yarışmaları	Enerji Verimliliği Ağları	Akıllı Sayaçlar	Enerji Verimliliği Fonları	ESCO Modeli Çerçevesinde Finansman	Diğer Finansal Destek Mekanizmaları	Dağıtık Enerji Modelleri
Sanayi											
Konutlar											
Ticari Binalar											
Kamu Binaları											
Dağıtık Üretim											

Çok Yüksek Etki
 Yüksek Etki
 Ortalama Etki
 Düşük Etki

SHURA senaryosundaki Enerji Verimliliği Çözümlerinin sektörler üzerindeki enerji verimliliği etkisi bu şekilde temsil edilmiştir. Tabloda öngörülen etkiler mekanizmaların tasarımı ve hedeflediği sektörler göre değişebilmekte, etkileri de piyasa yapılarına göre farklılık gösterebilmektedir. Bazı mekanizmaların öngörülemez sebeplerden dolayı planlanandan erken veya daha geç hayata geçirilebileceği, bazı mekanizmaların ise 2030 yılına kadar devreye alınmayabileceği de göz önünde bulundurulmalıdır.

Sanayi sektöründe genel olarak piyasa temelli politika mekanizması araçlarının etkisinin yüksek olduğu göze çarpmaktadır.

Enerji Verimliliği Çözümleri 5 ana başlıkta toplanmıştır. 5 başlık altında Enerji Verimliliği Çözümlerinin SHURA senaryosundaki uygulama planları ve sağladıkları faydalar bu bölümde paylaşılmıştır. Bu çözümlerin hayata geçirilmesi ve sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesiyle ilgili öneriler raporun Öncelik Alanları kısmında detaylı bir şekilde anlatılmıştır. Ana raporun yanı sıra bu 5 başlık için 5 destekleyici rapor hazırlanmıştır. Destekleyici raporlarda Enerji Verimliliği Çözümleri detaylı olarak (konsepti, Türkiye’de nasıl uygulandığı, en iyi uygulama örnekleri, boşluk analizi, çözümün etkisi, ticarileşme potansiyeli gibi) anlatılmıştır.

SHURA senaryosuna göre 2030 yılında gerçekleşebilecek yıllık 48,9 TWh toplam tasarrufun neredeyse yarısı mevzuat alanında yapılabilecek iyileştirmelerle sağlanabilir. Mevzuatı toplam tasarrufa üçte birlik oranda katkıda bulunan piyasa temelli politika mekanizması araçları takip etmektedir. Enerji verimliliği finansman mekanizmaları ise toplam tasarruf potansiyelinin yüzde 18’lik kısmından sorumludur. İş modelleri ve sistem verimliliğinin artıcı önlemler ile toplam tasarrufa sırasıyla yüzde 6 ve yüzde 4’lük bir oranda katkı sağlayabileceği hesaplanmıştır (bkz. Tablo 8).

Tablo 8: Enerji Verimliliği Çözümlerinin elektrik tasarruflarına olan etkileri, 2030

Enerji Verimliliği Çözümü	Tasarruf (TWh)	Elektrifikasyon (TWh)	Tüketimdeki Azalma (TWh)
Mevzuat	21,0	1,2	19,8
Piyasa Temelli Politika Mekanizması Araçları	14,4	0,6	13,8
İş Modelleri	2,6	0,0	2,6
Finansman Mekanizmaları	9,1	1,7	7,4
Sistem Verimliliği	1,9	0,0	1,9
Toplam	48,9	6,6	42,3

Not: Elektrikli araçların elektrik tüketimini SHURA senaryosunda Baz senaryoya kıyasla 3,1 TWh artıracığı öngörülmektedir. Elektrikli araçlar herhangi bir Enerji Verimliliği Çözümü altında gösterilmediği için toplam miktarın elektrikli araçların etkisi toplam miktara eklenmiştir.

Finansman mekanizmaları ise ortaya çıkan enerji verimliliği potansiyelinin hayata geçirilmesinin kolaylaştırılması ve uygulamaların finansmanının gerçekleştirilmesi açısından kritik önem taşımaktadır.

Enerji Verimliliği Çözümlerinin son tüketim alanları ve sektörler üzerindeki modellenen etkileri Tablo 9’da daha detaylı bir şekilde verilmiştir. Bu tablo hangi çözümün hangi sektörü nasıl etkilemesinin beklendiğini göstermektedir. Enerji verimliliği uygulamaları Enerji Verimliliği Çözümlerine atfedilirken Şekil 37’deki ilişkiler temel alınmıştır.

- Sanayi sektöründe genel olarak piyasa temelli politika mekanizması araçlarının etkisinin yüksek olduğu göze çarpmaktadır. Enerji verimliliği yükümlülüklerinin ve enerji verimliliği yarışmalarının sanayi sektöründeki enerji verimliliği potansiyelinin hayata geçirilmesinde büyük bir etkisinin olması beklenmektedir. Diğer taraftan mevzuat başlığı altında incelenen enerji verimliliği etütleri ve enerji yönetimi bu potansiyellerin ortaya çıkarılmasında büyük rol oynamaktadır. Finansman mekanizmaları ise ortaya çıkan enerji verimliliği potansiyelinin hayata geçirilmesinin kolaylaştırılması ve uygulamaların finansmanının gerçekleştirilmesi açısından kritik önem taşımaktadır.

Dağıtık yenilenebilir enerji üreticilerini güçlendirecek ve bu sayede sistem verimliliğini artıracak Enerji Verimliliği Çözümlerinin hayata geçirilmesiyle birlikte 2030 yılına kadar 10 gigavat (GW) dağıtık güneş enerjisi sistemi kurulabileceği düşünülmüştür. Sanayi ve binalardaki kojenerasyon, trijenerasyon ve dağıtık güneş enerjisi sistemleriyle birlikte 2023 yılında dağıtık elektrik üretiminden kaynaklı 5,3 TWh elektrik tasarrufuna ulaşılabileceği öngörülmüştür.

Tüm bu uygulamaların yapılabilmesi ve bu sonuçlara ulaşılabilmesi için 2020 ila 2030 yılları arasında SHURA senaryosuna göre enerji verimliliği için 29,8 milyar ABD\$, dağıtık üretim için 10,6 milyar ABD\$, elektrifikasyon için 13,4 milyar ABD\$ olmak üzere toplamda 53,8 milyar ABD\$ yatırım ihtiyacı olduğu hesaplanmıştır.

- Sanayideki motor sistemlerinde mevcut bir standardın olması, bu alandaki enerji verimliliği potansiyelinin standartların iyileştirilmesiyle hayata geçirilmesine olanak sağlamaktadır. Çeşitli finansman opsiyonlarının sağlanması ise çok sayıda sektörde kullanılan motor sistemlerinin ilgili tüketiciler tarafından ulaşılabilir olmasını mümkün hâle getirecektir.
- Binalardaki enerji verimliliği potansiyelinin büyük bir kısmına ilgili teknolojilerdeki enerji verimliliği standartlarının iyileştirilmesiyle ulaşılabilir. Yaklaşık sıfır enerjili binaların tanımının yapılması ve bu gibi yüksek verimli binaların standart olarak belirlenmesiyle binaların enerji tüketimi ciddi derecede düşürülebilmektedir. Minimum enerji performans standartlarının ötesinde bir potansiyele ulaşmada ise finansman mekanizmaları etkili rol oynamaktadır.
- Isı pompalarının ilk yatırım maliyetleri alternatif teknolojilere kıyasla yüksek kalmaktadır. Uygun finansman mekanizmalarının geliştirilmesi ısı pompalarının yaygınlaşmasında önemli rol oynamaktadır.
- Sokak aydınlatması hizmetinin sağlanmasından sorumlu olan kuruluşların elektrik dağıtım şirketleri olduğu düşünüldüğünde sokak aydınlatmasındaki LED dönüşümünde dağıtım şirketlerine uygulanacak enerji verimliliği yükümlülüklerinin dolayısıyla piyasa temelli politika mekanizması araçlarının büyük payı olacağı düşünülmüştür.
- Dağıtık yenilenebilir enerji üreticilerini güçlendirecek ve bu sayede sistem verimliliğini artıracak Enerji Verimliliği Çözümlerinin hayata geçirilmesiyle birlikte 2030 yılına kadar 10 gigavat (GW) dağıtık güneş enerjisi sistemi kurulabileceği düşünülmüştür. Sanayi ve binalardaki kojenerasyon, trijenerasyon ve dağıtık güneş enerjisi sistemleriyle birlikte 2023 yılında dağıtık elektrik üretiminden kaynaklı 5,3 TWh elektrik tasarrufuna ulaşılabileceği öngörülmüştür.
- Tüm bu uygulamaların yapılabilmesi ve bu sonuçlara ulaşılabilmesi için 2020 ila 2030 yılları arasında SHURA senaryosuna göre enerji verimliliği için 29,8 milyar ABD\$, dağıtık üretim için 10,6 milyar ABD\$, elektrifikasyon için 13,4 milyar ABD\$ olmak üzere toplamda 53,8 milyar ABD\$ yatırım ihtiyacı olduğu hesaplanmıştır.
- Yatırımlar sonucunda ise 2030 yılında yılda ortalama 25,1 Mt CO₂ emisyonunun önüne geçilebileceği hesaplanmıştır. CO₂ salımlarındaki azalmanın büyük bir kısmı yüksek enerji tasarrufu sağlayan mevzuat başlığı altındaki Enerji Verimliliği Çözümlerinden kaynaklanmaktadır.

Tablo 9: Enerji Verimliliği Çözümlerinin son tüketim alanlarına olan etkisi, 2030

	Birim	2023	2030	Mevzuat	Piyasa Temelli Politika Mekanizması Araçları	İş Modelleri	Finansman Mekanizmaları	Sistem Verimliliği
Sanayi								
Demir-Çelik	GWh/yıl tasarruf	395	935	270	655		15	
Çimento Üretimi	GWh/yıl tasarruf	35	300	55	245			
Motor Sistemleri	Motor sayısı	1,1 M	4,1 M	2,0 M	463.650		1,6 M	
Proses Isıtma	GWh/yıl tasarruf	125	565	130	410		25	
Proses Soğutma	GWh/yıl tasarruf	150	595	195	365		35	
Kojenerasyon ve Trijenerasyon	Kurulu güç (MW)	880	4.890	1.485	3.200		210	
Aydınlatma	GWh/yıl tasarruf	1.400	6.100	2.500	3.450		160	
Binalar								
Elektrikli Ev Aletleri	Cihaz sayısı	6,2 M	2,6 M	17,7 M	2,2 M	4,0 M	3,6 M	
Aydınlatma (Konut)	Lamba sayısı	23,1 M	110,4 M	68,4 M	11,5 M	13,6 M	16,9 M	
Aydınlatma (Konut Dışı)	Bina sayısı	95.750	417.600	124.800	67.200		225.650	
Isı Pompası ve Yalıtım	Hane sayısı	181.400	1,9 M	469.000	354.900		1,1 M	
Konutlar için Soğutma	Klima sayısı	225.200	2,2 M	921.000	672.600		598.900	
Trijenerasyon	Bina sayısı	135	640	30	420		195	
Akıllı Evler	Cihaz sayısı	10,9 M	53,0 M	32,4 M	5,7 M	6,4 M	8,6 M	
Yemek pişirme	Ocak sayısı	1,1 M	6,7 M	5,2 M	766.650		766.650	
Dağıtık Güneş	Kurulu güç (GW)	3,5	10					10
Diğer								
Sokak Aydınlatması	Lamba sayısı	2,2 M	6,2 M	1,2 M	5,0 M			
Elektrikli Araçlar	Araç sayısı	65.850	2,6 M					
Dağıtık Üretim	GWh/yıl tasarruf	1.560	5.260	1.025	2.220		170	1.850
İç Tüketim (elektrik tüketiminin değişiminden kaynaklı)	GWh/yıl tasarruf	340	1.000	570	350	40	190	
Şebeke Kayıpları (elektrik tüketiminin değişiminden kaynaklı)	GWh/yıl tasarruf	1.055	4.340	1.610	990	1.360	610	
Toplam yatırım (2020-2030)								
Enerji verimliliği	ABD\$	5,4	29,8	16,2	6,0	2,6	5,0	0,0
Dağıtık Enerji	ABD\$	3,3	10,6	0,9	2,0	0,0	0,2	7,5
Elektrifikasyon	ABD\$	1,3	13,4	3,1	2,5	0,0	7,8	0,0
Önlenen emisyonlar	Mt CO ₂ /yıl	5,0	25,1	9,5	7,0	1,0	5,3	2,4

Not: Elektrikli araçların etkisinin herhangi bir Enerji Verimliliği Çözümüne dâhil edilmemesinden dolayı tasarruf veya elektrifikasyon değerlerinin toplamı toplam değeri vermeyebilir. "M" harfi milyonu temsil etmektedir.

Enerji Verimliliği Çözümlerinin genel olarak hazırlanma, test edilme ve hayata geçirilme aşamaları bulunmaktadır. Çözümler hayata geçirildikten sonra uygulamanın kapsamının genişletilmesiyle enerji verimliliği yatırımlarının daha da artması sağlanabilmektedir.

Enerji Verimliliği Çözümlerinin genel olarak hazırlanma, test edilme ve hayata geçirilme aşamaları bulunmaktadır. Çözümler hayata geçirildikten sonra uygulamanın kapsamının genişletilmesiyle enerji verimliliği yatırımlarının daha da artması sağlanabilmektedir. Enerji Verimliliği Çözümlerinin gelişim aşamaları takip edilerek ve uygulama hızı, rekabet, maliyet gibi piyasa durumları göz önünde bulundurularak çözümler sürekli olarak iyileştirilmelidir. Çözümlerin uygulama detayları ilgili destekleyici raporlarda anlatılmaktadır.

Enerji Verimliliği Çözümlerinin mevcut durumu, iyi uygulama örnekleri, UEVEP hedefleri ve çözümlerin uygulanması için gerekli adımlar belirlenerek Enerji Verimliliği Çözümleri için ticarileşme zaman planları oluşturulmuştur. Çözümlerin hayata geçirilmesinden önceki hazırlık aşamasında ilgili mevzuat ve yönergelerin hazırlanması, sektör paydaşlarıyla müzakereler, piyasanın gelişmesi gibi adımlar; test aşamasında hazırlanan mevzuata ve yönergelere göre belirli sektör, bölge veya tüketim alanlarında Enerji Verimliliği Çözümünün uygulanması adımları bulunmaktadır. Bu adımların içeriği, yürütülmesi, gerekliliği ve önem derecesi çözümden çözüme farklılık göstermektedir. Ticarileşme zaman planının detayları, ilgili destekleyici raporlarda ayrıntılı olarak anlatılmaktadır.

4.2.1. Mevzuat

Çalışmanın Enerji Verimliliği Çözümlerinin anlatıldığı ikinci bölümünde de ele alınmış olduğu gibi mevzuat kapsamında standartlar, sertifikasyon ve enerji verimliliği etütleri ve enerji yönetimi alt başlıkları yer almaktadır.

Standartlar enerjiyi doğrudan tüketen veya enerji tüketimine etkisi olan cihazların enerji performansını için alt limit belirlemede ve dolaylı olarak bütün sektörlere etki etmektedir.

Hali hazırda elektrikli ev aletleri gibi bazı son tüketim alanları için minimum enerji performans standartları bulunmaktadır. SHURA senaryosuna göre, mevcut durumda standartlar kapsamına dâhil edilmeyen ürünlere standartların uygulanması, mevcut standartların yükseltilmesi ve/veya standartlara tabi tedarikçilerin daha verimli ürün satmaya yönlendirilmesi gelecekteki elektrik tasarruf miktarını artıracaktır.

Cihazların enerji performansına ek olarak mevcut durumda binalarda enerji performansı ölçümü yapılmaktadır. İlgili uygulamalara göre binaların enerji ihtiyacı hesaplanmakta ve bu enerji ihtiyacının referans değeri altında olması gerekmektedir. Enerji ihtiyacının hesaplama yöntem ve içeriğinin gözden geçirilmesi, daha verimli binalar inşa etmenin koşulu olarak sunulması gibi eylemler binaların enerji performansını artıracaktır.

Mevcut durumda belirli bir tüketime sahip endüstriyel tesislerin ve belirli şartlara sahip binaların enerji verimliliği etüdü yaptırmak ve enerji yöneticisi bulundurmak veya enerji yöneticisi hizmeti almak yükümlülüğü vardır. Enerji verimliliği etütlerinin standartlaştırılması, etütlerin ve enerji yönetiminin faydası hakkında bilgi paylaşımı ile sektör paydaşlarının bilinçlendirilmesi, etüt ve enerji yönetimine tabi taraf sayısının kontrollü olarak artırılması, uluslararası standartlara uygun bir ölçme raporlama ve doğrulama sisteminin kurulması enerji verimliliği etütlerinin ve enerji yönetiminin etkisini artırarak daha fazla enerji tasarrufu yapılmasının önünü açabilecektir.



Bilgi Kutusu 8: VAP

2020 yılının ocak ayında ETKB tarafından desteklenen VAP listesi yayımlanmıştır. Bu listeye göre 2011-2019 yılları arasında desteklenen projelerin toplam uygulama bedeli 98 milyon TL, yıllık (elektrik ve termal) enerji tasarruf miktarı ise 61 bin tep veya 715 gigavat saat (GWh) olarak açıklanmıştır. Bu projeler sonucunda yıllık tasarruf miktarının değerinin 85 milyon TL olduğu görülmektedir. Projelerin ortalama geri ödeme süresi ise 2,01 yıldır.

Yukarıdaki sayılar incelendiğinde VAP'ın enerji verimliliği yatırımlarının hayata geçirilmesinde büyük bir etkisinin olduğu görülmektedir.

4.2.2. Piyasa Temelli Politika Mekanizması Araçları



Piyasa temelli politika mekanizması araçları; enerji verimliliği yükümlülükleri, beyaz sertifikalar ve enerji verimliliği ihaleleri gibi alt başlıkları içermektedir. Piyasa temelli politika mekanizması araçları mevcut durumda enerji tüketen uygulamaların verimli hale getirilmesini, yeni yatırımlarda ise minimum enerji performans standartlarına kıyasla daha verimli cihaz ve uygulamaların tercih edilmesini sağlamaktadır.

Enerji verimliliği yükümlülükleri enerji tedarikçilerine veya dağıtıcılara portföy büyüklüklerine göre enerji tasarruf hedefleri koymaktadır. Tedarikçiler veya dağıtıcılar ise kendi portföylerindeki tüketicilerin enerji verimliliği yatırımı yapmaları için çeşitli mekanizmalar geliştirmektedir. Bu sayede yükümlü taraflar doğrudan, tüketiciler ise yükümlü taraflar aracılığıyla enerji verimliliğine yatırım yapmaya teşvik edilmektedir. Enerji verimliliği yarışmaları yüksek tasarruf potansiyeline sahip, geri ödeme süresi uzun olan enerji verimliliği yatırımlarını finansal olarak uygun hale getirmekte, bu sayede normalde yapılmayacak yatırımların gerçekleştirilmesini sağlamaktadır. Yarışmalar aracılığıyla küçük teşvik seviyeleriyle yüksek tasarruf miktarı elde edilebilmektedir.

Enerji verimliliği ağları benzer sektör, bölge veya tüketim alanlarına sahip tüketicileri bir araya getirerek bilgi paylaşımını artırmayı, ağ paydaşlarına enerji verimliliği potansiyellerini keşfettirmeyi ve bu potansiyelleri gerçekleştirmelerini sağlamayı amaçlamaktadır. Enerji verimliliği ağları Türkiye için yeni bir mekanizma olsa da tüketicilerin enerji verimliliği bilincinin artmasıyla birlikte çeşitli sektör ve bölgelerde enerji verimliliği ağlarının oluşturulması beklenebilir.

Bilgi Kutusu 9: Enerji Verimliliği Yükümlükleri ve Yarışmaları

Enerji verimliliği standartları enerji tüketen cihazların verimlerini belirli bir seviyenin üzerine çıkarmayı sağlamaktadır. Standartlara ek olarak uygulanan enerji verimliliği yükümlülükleri ve enerji verimliliği yarışmaları gibi piyasa temelli mekanizmalar, standartların daha da üstünde verimli enerji tüketimine ulaşılmasında önemli bir araç olarak değerlendirilmelidir. UEVEP kapsamında değerlendirilen yükümlülük ve yarışmaların uygulanmasına yönelik çalışmalar yapılmaktadır.



4.2.3. İş Modelleri

Talep tarafı katılımı elektrik tüketimini üretimin daha verimli olduğu zaman dilimlerine doğru kaydırarak toplamda önemli bir kaynak verimliliği sağlar. Fosil yakıt ile çalışan verimsiz santrallerin yerine talep tarafı kaynaklarının kullanılması yatırım ve yakıt maliyetlerinin ve CO₂ emisyonlarının azaltılmasına katkı sağlamaktadır. Talep tarafı katılımı ayrıca dengeleme rezervlerine katılacak kapasiteyi artırarak yenilenebilir enerji kaynaklarının entegrasyonunu desteklemekte ve şebekenin güvenilirliğini artırmaktadır.

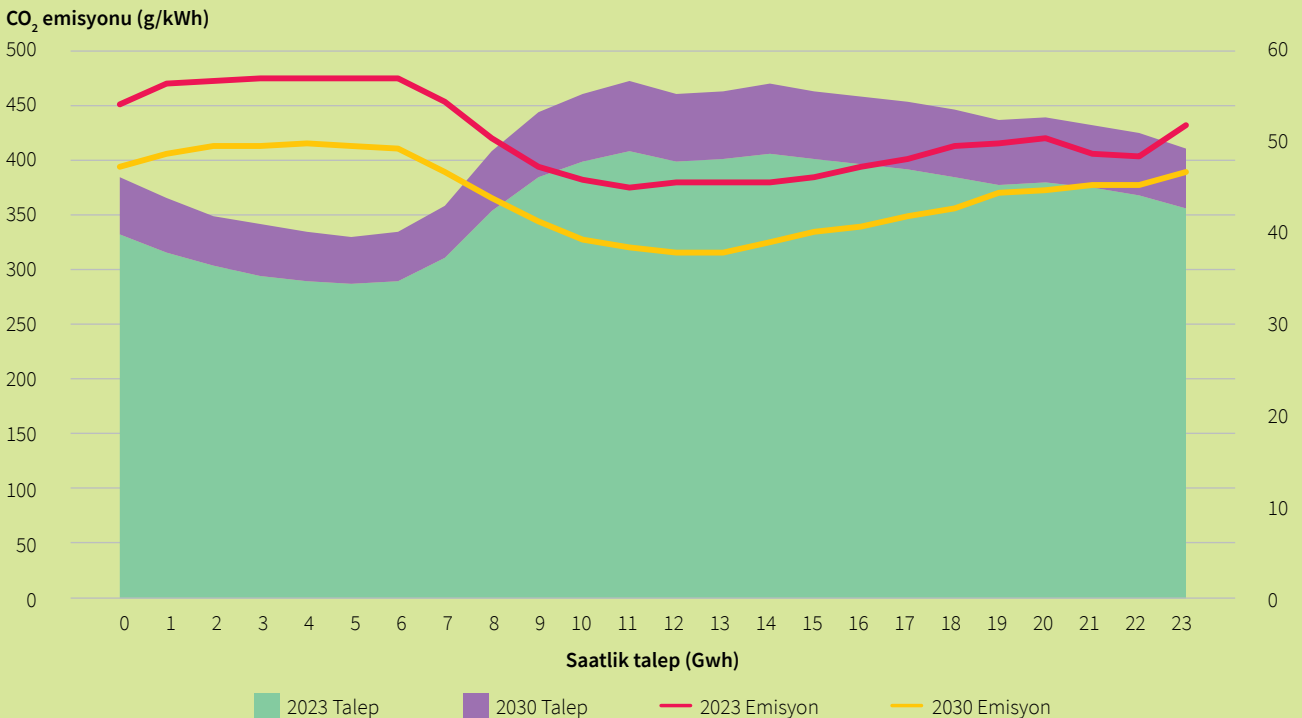
Bilgi Kutusu 10: Elektrik Tüketim Zamanının CO₂ Emisyonlarına Etkisi

Güneş ve rüzgâr santrallerinin üretimdeki paylarının artması ile günün belirli zamanlarında üretilen birim elektrik üretimi başına salınan CO₂ seviyesi de azalmaktadır. Günümüzde yüksek talepli saatler genelde birim elektrik üretimi başına salınan CO₂ seviyesinin fazla olduğu saatlerde oluşmaktadır ve bu durum elektrifikasyonun artması ile daha önemli bir hale gelecektir.

Elektrifikasyonun artması aynı zamanda şebekedeki kontrol edilebilir yük miktarını da arttıracaktır. Dijitalleşme ile birlikte çeşitli akıllı ev aletleri, elektrikli araçlar ve bataryalar birim elektrik üretimi başına salınan CO₂ seviyesinin düşük olduğu saatlerde çalışacak şekilde önceden ayarlanabilirler. Örneğin, Türkiye’de elektrikli araçların kontrollü şarj edilmesi ile şarj kaynaklı CO₂ emisyonları yaklaşık %30 oranında azaltılabilir.

Tüketicilerin elektrik tüketim alışkanlıklarını değiştirmelerini sağlayan en önemli etken finansal teşviklerdir. Günümüzde uygulanan üç zamanlı tarifelerdeki elektrik fiyatları geceleri (22.00-06.00) en düşük seviyededir fakat gece üretim yapamayan güneş santrallerine ek olarak rüzgâr santrallerinin de çalışmadığı bir senaryoda ilgili saatler birim elektrik üretimi başına salınan CO₂ seviyelerinin yüksek olduğu zamana denk gelmektedir. Bu yüzden tüketiciler için saatlik piyasa fiyatlarını yansıtan tarife sistemleri geliştirilmelidir. Aynı zamanda özellikle mesken segmentindeki tüketicilerin yüklerini kaydırabilmeleri için talep toplayıcıları yönetmelikte piyasa katılımcısı olarak tanımlanmalı ve oluşturacakları portföy ile çeşitli esneklik kaynaklarını yönetebilmelidir.

Şekil 35: Elektrik tüketim saatlerinin CO₂ emisyonları üzerindeki etkileri



Akıllı sayaçların kullanımı ve talep tarafı katılımın yaygınlaşması sistem verimliliği çözümlerinin uygulanmasının önünü açacaktır. Bununla birlikte akıllı sayaçlar tüketicilerin tüketimlerini anlık takip etmesini sağlayacak ve enerji verimliliği bilincini artıracaktır. Artan enerji verimliliği bilinci, tüketicilerin kendi enerji verimliliği potansiyelini keşfetmesinin ve bu potansiyele ulaşmak için gereken yatırımı yapmasının önünü açmaktadır.

Bilgi Kutusu 11: Talep Tarafı Katılımının Ekonomik Katkısı

31 Mart 2015 tarihinde Türkiye'nin tamamında yaklaşık 8-10 saat süre ile elektrik kesintisi yaşanmış, bu durum sanayi ve ticarethanelerde günlük değer üretimini aksatmıştı. Türkiye'nin 2015 yılı GSYH'si olan 860 milyar ABD\$'ının sanayi ve ticarethanelerin 136 TWh elektrik tüketimi ile elde edildiği düşünüldüğünde, 10 saatlik GSYH kaybının yaklaşık 1 milyar ABD\$ maliyeti olduğu hesaplanmaktadır⁶ (TÜİK, 2020; EPDK, 2016).

Talep tarafı katılımının şebeke yönetimine dahil edilmesi, bu kesintinin önüne geçilmesini sağlayabilirdi. Kesintiyi engelleyecek büyüklükte (4.700 MW) bir talep tarafı katılımı portföyünün 10 senelik toplam maliyetinin, yurtdışı piyasa fiyatları ile hesaplandığında, 400 milyon ABD\$ seviyesinde olacağı tahmin edilmektedir⁷. Yani 10 yıllık talep tarafı katılımının maliyeti, kesintinin maliyetinin yaklaşık beşte ikisi kadardır. Bir başka deyişle yaşanan kesintinin ortaya çıkardığı maliyet ile 25 senelik talep tarafı katılım maliyetini karşılamak ve kesinti durumlarında kullanılacak bir sigorta satın almak mümkün olabilirdi.

Puant Yük Yönetimi İçin Doğal gaz Santrali Yatırım Maliyeti ile Talep Tarafı Katılımı Maliyetinin Karşılaştırılması

Ülkemizde puant yük yönetimi genelde doğal gaz santralleri ile yapılmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının artması ile düşen fiyatlar sonucu doğal gaz santralleri gün geçtikçe daha az çalışmaya ve hatta kapanmaya başlamıştır; bu da yapılan doğal gaz santral yatırımlarının karşılığının alınamadığı anlamına gelmektedir.

Puant yük yönetimi aynı zamanda talep tarafı katılımı ile yapılabilir. Örneğin, Türkiye'nin en yüksek talebinin olduğu yılın 75 saatinde, 2.250 megavat saatlik esnek yük portföyünün sistemde olması talep tarafı katılımı için yeterli olacaktır. Bu kapasitede bir gaz çevrim santralinin (veya toplamda bu esnekliği sağlayabilecek gaz çevrim santrallerinin) toplam yatırım maliyeti, yurtdışı referanslar ile yaklaşık 4,5 milyar ABD\$'dır (Lazard, 2019). Bu ise aynı dengelemeyi sağlayabilecek bir talep tarafı katılımı portföyünün 10 senelik maliyetinin, yani 286 milyon ABD\$'ının⁸ yaklaşık 16 katı kadardır. Bir başka deyişle bir doğal gaz santralinin maliyet seviyesi ile dengeleme açısından aynı işlevi sağlayabilen bir talep tarafı katılımı portföyü 160 sene boyunca emre amade olabilir.

Akıllı sayaçların kullanımı ve talep tarafı katılımın yaygınlaşması sistem verimliliği çözümlerinin uygulanmasının önünü açacaktır. Bununla birlikte akıllı sayaçlar tüketicilerin tüketimlerini anlık takip etmesini sağlayacak ve enerji verimliliği bilincini artıracaktır.

⁶ Kayıp enerji bedeli 860 milyar ABD\$ / 136 TWh = 6500 ABD\$/MWh olarak hesaplanmıştır. 2015 yılında günlük sanayi ve ticarethaneler tarafından saatlik ortalama 136 TWh / 8760 = 15,5 GWh elektrik tüketildiği varsayılarak, kesintinin bedelinin 6500 ABD\$/MWh * 15,5 GWh * 10 saat = 1 milyar ABD\$ olduğu hesaplanmıştır.

⁷ Avrupa piyasalarında talep tarafı katılımı kapasite maliyetleri MW başına yıllık 9-20 bin ABD\$ arasında oluşmaktadır. Bu hesaplamada talep tarafı maliyeti 9 bin ABD\$/MW-yıl olarak kullanılmıştır. 4700 MW kapasite için senelik yaklaşık 42,3 milyon ABD\$ gerektiği, 10 senelik bir sistemin maliyetinin ise 423 milyon ABD\$ olduğu hesaplanmaktadır.

⁸ Avrupa piyasalarında aktivasyon maliyetleri, hiçbir kapasite ödemesi yapılmadığı varsayılırsa, 10-225 ABD\$/MWh arası değişmektedir, ağırlıklı ortalaması 170 ABD\$/MWh'tir. Bu maliyet baz alınarak 2.250 MWh esneklik sağlayabilen bir talep tarafı katılımı portföyünün 10 sene boyunca senede 75 saatlik aktivasyon maliyeti 170 ABD\$/MWh * 75 saat * 2.250 MW * 10 yıl = 286 milyon ABD\$ olmaktadır.

4.2.4. Finansman Mekanizmaları



Finansman mekanizmaları enerji verimliliği finansmanı, enerji hizmet şirketleri (ESCO'lar) ve aşağıda belirtilen diğer finansal destek sistemlerinden oluşmaktadır. SHURA senaryosu mevcut gidişata kıyasla yüksek seviyede enerji verimliliği yatırımı öngörmektedir. Bu yatırımların gerçekleştirilebilmesi için uygun finansman mekanizmalarına ihtiyaç vardır.

Enerji verimliliğinin finansmanı amacıyla enerji verimliliği fonunun ve merkezi bir koordinasyon kurulunun kurulması, yatırımların finanse edilmesi, takip edilmesi ve yatırımlar için finansman toplanması için elzemdir. Enerji verimliliği finansmanı sayesinde enerji verimliliği yatırımları ekonomik, rekabetçi ve uygulanabilir olabilmektedir.

ESCO'lar enerji verimliliği tasarruf potansiyellerinin keşfedilmesinde, tasarruf potansiyelini gerçekleştirecek projelerin uygulanmasında ve uygulamanın gerçekleştirilebilmesi için finansman sağlanmasında hizmet verebilirler. ESCO'lar hem teknik birikim hem de finansman kaynaklarıyla birçok enerji verimliliği yatırımının hayata geçirilmesine olanak sağlamaktadır.

Ucuz kredi, hibe, vergi teşviki gibi diğer finansal destek sistemleri de enerji verimliliği finansmanına benzer şekilde enerji verimliliği yatırımlarının ekonomik, rekabetçi ve uygulanabilir olması için önemli kaynaklardır. Bu sistemler sayesinde enerji verimliliği yatırımları hayata geçirilebilmektedir. Örneğin, enerji verimli cihazların vergi oranlarının düşürülmesi bu cihazların daha fazla tercih edilmesine ve enerji tasarruf miktarlarının artmasına olanak sağlayabilmektedir.

Bilgi Kutusu 12: Enerji Hizmet Şirketleri (ESCO) Enerji Verimliliğindeki Rolü

ESCO modeli ile enerji hizmet şirketleri; enerji verimliliği potansiyeli bulunan sektörlerde ve tesislerde Enerji Performans Sözleşmeleri (EPS) yaparak enerji verimliliği tasarrufu sağlamaktadır. Bu iş modelinin hem ESCO'lar hem de hizmeti alan tüketiciler için ekonomik anlamda kazançlı olması nedeniyle ESCO piyasasının yeterli farkındalık ve mevzuat ile desteklenmesi durumunda hızla büyüyeceği öngörülmektedir. Ağustos 2020'de Türkiye'de "Kamuda Enerji Performans Sözleşmelerine İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Karar"ın yürürlüğe konulmasına karar verilmiş, genel yönetim kapsamındaki kamu idareleri ile diğer kamu kurum ve kuruluşlarının enerji tüketimlerini veya enerji giderlerini düşürmek üzere akdedecekleri enerji performans sözleşmelerine ilişkin usul ve esaslar belirlenmiştir.

ESCO modeli kojenerasyon, çatı tipi güneş santrali gibi yatırımların hayata geçirilmesine aracı olarak dağıtık enerji üretiminin, beyaz sertifikaların, talep tarafı katılımının yönetiminin, farklı yeni iş ve finansman modellerinin, dijitalleşmenin artmasına ve yaygınlaşmasına da önemli derecede katkı sağlayacaktır. Enerji verimliliği tasarrufu ve aynı zamanda yönetimi yapan bir ESCO-EPS modeli, birçok farklı enerji dönüşümü çözümü ve uygulamasının hayata geçirilmesini hızlandıracaktır.

ESCO modeli ile sağlanan elektrik tasarrufu ve dağıtık üretim yatırımları sayesinde çevresel ve finansal maliyetli enerji üretim, iletim ve dağıtım yatırımları doğrudan azalacak, mevcut elektrik sisteminin verimliliği artacak, iletim-dağıtım sistemlerinde sistem çökmeleri ve ilave bakım-işletme giderleri gibi sorunlar azalacaktır.

Türkiye'de ESCO modelinin mevcut durumu, yurt dışı örnekleri, ESCO finansmanının önündeki engeller ve bu engellerin kaldırılmasına yönelik ESCO'lar tarafından yapılan sözleşmelerle ilgili hukuki altyapı ve protokollerin tamamlanması, finansmana yönelik kamu ve kalkınma finansmanı kuruluşlarının işbirliği ile özel kaynakların oluşturulması gibi politika önerileri Enerji Verimliliği Çözümü: Finansman Mekanizmaları raporunda detaylıca ele alınmıştır.



4.2.5. Sistem Verimliliği

Akıllı Tarifeler, EDAS'lar için yeni iş modelleri, TEİAŞ-EDAŞ iş birliği, dağıtık üretimin piyasa ve şebeke entegrasyonu ve dağıtık üretim modelleri konuları sistem verimliliği çözümleri adı altında toplanmıştır. Sistem verimliliği çözümleri, dağıtık enerji kaynaklarının kullanımını artırıp iç tüketim ve şebeke kayıplarını azaltmayı ve dağıtık enerji kaynaklarının esneklik potansiyeliyle hem iletim hem dağıtım şebekelerinin daha etkin bir şekilde yönetilerek bütün sistem kullanıcıları için fayda sağlanmasını amaçlamaktadır.

Bilgi Kutusu 13: Elektrik Sisteminde Dijitalleşme

Elektrik şebekesinde kullanılan teknolojilerin gelişmesi, artan elektrifikasyon ve dağıtık üretim elektrik sisteminin gittikçe daha sofistike bir hâl almasına yol açmakta, dijitalleşmeyle birlikte şebekede daha önceden çözümü mümkün olmayan birçok problemin ortadan kaldırılmasına kapı aralamaktadır. Bu problemlerin çözümünde şebekenin her noktasından toplanan verinin işlenmesi, şebeke paydaşlarının uzlaştırılması ve yönlendirilmesi kritik önem taşımaktadır. Dijital teknolojilerin şebeke yönetiminde ve elektrik tüketim alanlarındaki kullanımıyla hem şebeke genelinde hem de elektrik tüketiminde ciddi enerji tasarrufu sağlanabilmektedir. Günümüzde tanımlanmış ve gelecekte şebeke paydaşlarının karşısına çıkacak problemlerin çözümü için yapay zekâ, makine öğrenmesi, büyük veri, nesnelerin interneti, blokzincir gibi çeşitli teknolojilerin kullanılması kaçınılmazdır.

Nesnelerin interneti bir ağa bağlı olan çeşitli cihazlardan veri toplanmasını sağlamaktadır. Toplanan bu veri diğer dijital teknolojiler ile anlamlandırılarak enerji tasarrufu sağlanabilmektedir. Bu açıdan bakıldığında elektrik şebekesinde nesnelerin interneti kullanımı, diğer dijital teknolojilerin uygulanması için ön şart olarak değerlendirilebilir. Akıllı sayaçlar bu bağlamda nesnelerin interneti altında veri toplayan cihazlar olarak karşımıza çıkmaktadır.

Yapay zekâ ve makine öğrenmesi teknolojileri, akıllı şebekelerin yönetilmesinde ve enerji tüketen cihazların kontrol edilmesinde kullanılabilir. Örneğin, makine öğrenmesi ile yenilenebilir enerji santrallerinin üretim tahmini yapılabilmektedir. Bu sayede üretici dengesizlik cezalarını azaltarak kârını artırabilmekte, yenilenebilir enerji teknolojilerinin yaygınlaşmasının önünü açmaktadır. Sistem işletmecisi perspektifinden bakıldığında ise yapay zekâ ve makine öğrenmesi gibi bilişsel teknolojiler ile şebekedeki üretim ve tüketim birimlerinin yükleri modellenebilmektedir. Örneğin, makine öğrenmesi algoritmaları aracılığıyla bir rüzgâr santralının üretim miktarı veya belirli bir bölgedeki konut tüketicilerinin elektrik talebi sıcaklık, günün saati, mevsim gibi değişkenler kullanılarak tahmin edilebilmektedir. Daha iyi bir şebeke modellemesi, hem yenilenebilir enerji kaynaklı elektrik üretiminde kısıtlamaların önüne geçilmesiyle yenilenebilir enerji kurulu gücünün payının artmasını hem de şebekedeki yükün doğru yönetilmesiyle teknik kayıpların azaltılmasını sağlayabilmektedir. Bunun yanında aydınlatma, ısıtma, soğutma gibi sistemlerde yapay zekâ modelleri ile birlikte enerjinin akıllı kullanılması ve gereksiz tüketimin önlenmesi sağlanabilmektedir.

Akıllı sayaçlar, elektrifikasyon ve dağıtık üretim sistemlerinin yaygınlaşarak etkinliklerinin artmasıyla birlikte ortaya yönetilmesine ihtiyaç duyulan büyük bir veri çıkmaktadır. Büyük veri (big data) teknolojisi sürekli olarak üretilen, büyük hacimli ve birçok çeşidi olan bu verinin yönetilmesini kolaylaştırmaktadır. Üretilen bu veri yönetilerek aşağıdaki amaçlara hizmet etmek için kullanılabilir:

- Şebekenin ve enerjinin daha etkin yönetimi
- Talep tarafı katılımının yönetilmesi
- Yenilenebilir enerji kaynaklı elektrik üretiminde kısıtlamaların önüne geçilmesi
- Enerji verimliliği potansiyelinin ortaya çıkarılması
- Tüketiciler için yeni tarife yapılarının sunulması

Blokzincir teknolojisi ile dağıtık üreticilerin ürettiği enerjinin ticaretinin, mikro şebekelerin ve şebekenin yönetiminin, beyaz sertifikaların ticareti ve yönetiminin anlık, hızlı, güvenilir, gizli ve doğrulanabilir bir şekilde yapılması mümkün olabilmektedir. Şebekeye bağlı olan elektrifikasyon kaynakları (elektrikli araçlar, ısı pompaları gibi) ve dağıtık enerji tesisleri akıllı kontratlar ile şebekeye esneklik hizmeti sunabilmekte, karşılığında hem hizmet sağlayıcıya hem de sektörün bütün paydaşlarına fayda sağlayabilmektedir.

SHURA senaryosunda yapılacak yatırımların 2020-2030 döneminde 54 milyar ABD\$'ı olacağı hesaplanmıştır. Yatırım ihtiyacının 30 milyar ABD\$'ını enerji verimliliği, 11 milyar ABD\$'ını dağıtık üretim, 13 milyar ABD\$'ını ise elektrifikasyon (ısı pompaları dâhil) oluşturmaktadır. Bu miktar Baz senaryoda tahmin edilen yatırım ihtiyacının dört katına eşittir.

Bu bölümde enerji verimliliği uygulamalarının hayata geçirilebilmesi için önerilmiş olan Enerji Verimliliği Çözümlerinin enerji verimliliğini nasıl ortaya çıkaracağı ve sağlayacağı faydalar ele alınmıştır. Bu çözümlerin hayata geçirilmesi bazı önlemlerin alınması, bazı yatırımların hayata geçirilmesi ve genel olarak kaynak kullanımını gerektirecek bazı adımların atılmasını gerektirmektedir. Kaynakların etkin kullanımı adına en az yatırım ile en fazla faydanın elde edilmesi, yatırım gerektiren her alanda dikkat edilmesi gereken temel kavramlardan biridir. Bu çerçevede, bu rapor kapsamında sunulan çözümlerin uygulama planına girdi teşkil etmek üzere önceliklendirilmesi için fayda maliyet analizleri gerçekleştirilmiştir. Takip eden bölümde bu analizin sonuçlarını sunulmaktadır.

4.3. SHURA Senaryosu Fayda ve Maliyetleri

Önerilen Enerji Verimliliği Çözümlerinin hayata geçirilmesiyle birlikte sektör paydaşlarının enerji verimliliğine olan ilgisinin artması, bunun neticesinde ise daha fazla enerji verimliliği yatırımının gerçekleştirilmesi beklenmektedir. Enerji verimliliği uygulamalarının bazıları elektrik tüketimini azaltmakta, bazıları fosil yakıtlı teknolojilerden elektrik kaynaklı teknolojilere geçişle birlikte elektrik tüketimini artırmakta, bazıları ise elektriğin üretildiği yerde tüketilmesini sağlayarak şebekedeki yükü ve kaybı azaltmakta, böylece enerji verimliliğine katkıda bulunmaktadır.

Bu bölümde, enerji verimliliği yatırımlarının finansal maliyetleri, yatırımların sağlayacağı elektrik tasarrufu, elektrifikasyon sebebiyle elektrik talebindeki artış miktarı, elektrik tasarrufunun birim maliyetleri ve bunların kıyaslanabileceği tahmini tarife fiyatları, fosil yakıt tüketimindeki değişiklikler, elektrik üretimi kaynaklı CO₂ emisyonlarındaki azaltım miktarı ve elektrik tüketimini etkileyecek son tüketim alanlarının tasarruf miktar ve maliyetleri gibi sonuçlar paylaşılmış ve yorumlanmıştır.

4.3.1. Yatırım İhtiyacı

SHURA Enerji Dönüşümü Merkezi'nin "Türkiye'de Enerji Dönüşümünün Finansmanı" raporuna göre 2002 ila 2018 döneminde enerji verimliliği iyileştirmeleri için en az 10 milyar ABD\$ yatırım yapılmıştır. Bu miktarın çoğunluğu sanayide enerji verimliliği için yapılmış ve yatırımların büyük bir kısmı sermayeden karşılanmıştır. Binalarda enerji verimliliğinin tanınımının kolay bir şekilde yapılamamasından dolayı binalar bu kapsama dâhil edilmemiştir. Aynı dönemde elektrik üretimi ve yenilenebilir enerji kaynaklı elektrik üretimine yapılan yatırım miktarları sırasıyla 75 milyar ABD\$ ve 40 milyar ABD\$ olarak gerçekleşmiştir.

SHURA senaryosunda yapılacak yatırımların 2020-2030 döneminde 54 milyar ABD\$ olacağı hesaplanmıştır. Yatırım ihtiyacının 30 milyar ABD\$'ını enerji verimliliği, 11 milyar ABD\$'ını dağıtık üretim, 13 milyar ABD\$'ını ise elektrifikasyon (ısı pompaları dâhil) oluşturmaktadır. Bu miktar Baz senaryoda tahmin edilen yatırım ihtiyacının dört katına eşittir.

30 milyar ABD\$ olan enerji verimliliği yatırımlarının 15 milyar ABD\$'ını elektrikli ev aletleri, 5 milyar ABD\$'ını sanayideki enerji verimliliği yatırımları, 3 milyar ABD\$'ını akıllı evler, 2 milyar ABD\$'ını klimalar, 2 milyar ABD\$'ını yemek pişirme ve kalan 3 milyar ABD\$ değerindeki miktarını ise diğer son tüketim alanları oluşturmaktadır (bkz. Tablo 10).

30 milyar ABD\$ olan enerji verimliliği yatırımlarının 15 milyar ABD\$'ını elektrikli ev aletleri, 5 milyar ABD\$'ını sanayideki enerji verimliliği yatırımları, 3 milyar ABD\$'ını akıllı evler, 2 milyar ABD\$'ını klimalar, 2 milyar ABD\$'ını yemek pişirme ve kalan 3 milyar ABD\$ değerindeki miktarını ise diğer son tüketim alanları oluşturmaktadır.

Sanayide yapılacak 5 milyar ABD\$ yatırımın 580 milyon ABD\$'ının demir-çelik sektöründe, 370 milyon ABD\$'ının çimento sektöründe, 1.500 milyon ABD\$'ının motor sistemlerinde, 1.950 milyon ABD\$'ının aydınlatmada, 740 milyon ABD\$'ının ise proses ısıtma ve proses soğutma sistemlerinde yapılacağı öngörülmektedir.

Enerji tasarruf miktarları incelendiğinde, sanayideki ve binalardaki verimlilik oranlarında büyük bir fark olmadığı görülmektedir. Fakat SHURA senaryosuna ulaşmak için gereken yatırım miktarları incelendiğinde, binalarda yapılması gereken yatırım miktarının sanayidekinin yaklaşık beş katına denk geldiği görülmektedir. Binalardaki enerji verimliliği yatırımlarının maliyetinin sanayideki yatırımların maliyetlerinin üzerinde kalması, sanayi sektöründeki enerji verimliliği uygulamalarında birim enerji tasarrufuna ulaşmak için gereken ilk yatırım maliyetlerinin binalardaki yatırımlara kıyasla düşük olmasından kaynaklanmaktadır.

Geçmiş dönemde enerji verimliliği için yapılan yatırım miktarına bakıldığında, SHURA senaryosundaki hedeflere ulaşabilmek için yapılması gereken yatırım miktarının ve yatırımlar için gerekli finansman kaynağının ciddi miktarda artırılması gerektiği gözlemlenmektedir. SHURA senaryosuna ulaşmak için gereken yatırım miktarı geçmiş dönemdeki enerji verimliliği yatırımlarının üzerinde kalırken, bu yatırım miktarının elektrik üretimi yatırımlarıyla kıyaslandığında karşılanabilir olduğu görülmektedir.

Yatırımları artırıp hedeflere ulaşmak için çalışmada önerilen Enerji Verimliliği Çözümlerinin uygulanması kritik önem taşımaktadır. UEVEP'te elektrik sektörü haricindeki yatırımlar dâhil olacak şekilde 2023 yılına kadar 7 sene içerisinde toplamda 10,9 milyar ABD\$ yatırım ve bu yatırımın sonucunda 2023 yılında yıllık 6,3 Mtep elektrik ve ısıtma enerjisi tasarrufu öngörülmüştür. SHURA senaryosuna ulaşmak için ihtiyaç duyulan 29,8 milyar ABD\$ enerji verimliliği yatırımı karşılığında 2030 yılında yıllık 40,4 TWh yani 3,5 Mtep elektrik tasarrufuna ulaşılacağı göz önünde bulundurulduğunda bu yatırım tutarı makul bir seviyededir. SHURA senaryosundaki toplam 53,8 milyar ABD\$ değerindeki yatırım ile ise 2030 yılında 4,2 Mtep elektrik tasarrufuna ulaşılacaktır, bunun yanında artan elektrifikasyonun ve dağıtık enerji kaynaklarının şebekeye çeşitli hizmetler sağlanmasının önü açılarak şebekenin daha etkin yönetilmesi gibi bütün sistem kullanıcılarını olumlu etkileyen sonuçlar ortaya çıkabilecektir.

Tablo 10: SHURA ve Baz senaryolarındaki yatırım ihtiyacı, 2020-2030

	Yatırım İhtiyacı (Milyar ABD\$, 2020-2030)	
	Baz	SHURA
Toplam	13,5	53,8
Enerji Verimliliği	7,5	29,8
Sanayi	1,3	5,1
Binalar	5,9	23,4
Diğer	0,3	1,2
Dağıtık Enerji	2,7	10,6
Kojenerasyon ve Trijenerasyon	0,8	3,1
Güneş ve Rüzgâr	1,9	7,5
Elektrifikasyon	3,4	13,4
Isı Pompaları (Konut)	2,5	9,9
Isı Pompaları (Konut Dışı)	0,8	3,2
Yemek Pişirme	0,1	0,3

4.3.2. Elektrik Tüketimindeki Değişim

Yapılacak yatırımlar neticesinde 2030 yılında 48,9 TWh elektrik tasarrufu, 6,6 TWh elektrifikasyon öngörülmektedir. Tasarrufların 43,4 TWh'i enerji verimliliği yatırımları, 5,3 TWh'i dağıtık üretim, 1,2 TWh'i ise talep tarafı katılımı kaynaklıdır (bkz. Tablo 11).

Tablo 11: Senaryoların elektrik enerjisi taleplerindeki değişim miktarları, 2030

	Baz	SHURA
Elektrik Talebi (TWh)	459,2	416,9
Elektrik Tüketimindeki Azalma (TWh)		42,3
Enerji Verimliliği		42,4
Dağıtık Enerji		5,3
Elektrifikasyon		-6,6
Talep Tarafı Katılımı		1,2

4.3.3. 2030 Yılındaki Fayda ve Maliyetlerin Değerlendirilmesi

Çalışmada enerji verimliliği yatırımları kamu ve özel sektör perspektifi olarak iki açıdan incelenmiştir.

- Kamu perspektifi toplumun genel faydasının gözetildiği, enerjide dışa bağımlılığın ve CO₂ emisyonlarının insan sağlığı ve çevre etkilerinin azaltılmasını hedefleyen bir bakış açıdır. Bu perspektifte yatırımların getiri oranı özel sektör perspektifine kıyasla düşük seviyede kabul edilmekte ve vergi, fon gibi kalemler enerji maliyetlerine dâhil edilmemektedir.
- Özel sektör perspektifinde yatırımcının enerji verimliliğine olan yaklaşımı değerlendirilmektedir. Bu perspektifte işletmenin kârlılığı ön planda tutulmaktadır. Dolayısıyla yatırımın getiri beklentisi kamu perspektifine kıyasla yüksek seviyede kabul edilmiştir. Bu perspektifte enerji maliyetlerine vergi, fon gibi kalemler dâhil edilmektedir. Bazı yatırımların gerçekleştirilmesi, özel sektör işletmecisi tarafından kârlı olarak görülmezken bu yatırımlar kamu açısından faydalı olarak değerlendirilebilmektedir.

Bilgi Kutusu 14: SHURA Senaryosunun Değerlendirilmesinde Kullanılan Ekonomik Göstergeler

Çalışma sonuçları, fayda ve maliyetleri incelenirken çeşitli ekonomik göstergeler çıktı olarak sunulmuştur. Bu göstergeler Tablo 12'de anlatılmaktadır.

Tablo 12: Ekonomik göstergelerin açıklamaları

Gösterge	Açıklama
Yatırım İhtiyacı	Belirli bir süre içerisinde yapılacak enerji verimliliği uygulamalarının hayata geçirilebilmesi için gerekli ilk yatırım miktarı.
Sistem Maliyeti	Ortalama verimli cihaz veya alternatif teknoloji yerine enerji verimli cihazın/teknolojinin tercih edildiği durumda oluşan ek yatırım, işletme, bakım ve yakıt maliyetleri.
Politika Maliyeti	Enerji Verimliliği Çözümünü ilk kez uygulamaya geçirme ve yönetme giderleri.
Toplam Maliyet	Enerji verimliliği uygulamalarını hayata geçirmek için gereken bütün maliyetlerin toplamı. Sistem maliyeti ile politika maliyetinin toplamı olarak hesaplanmaktadır.
Elektrik Talebindeki Azalmanın Değeri	Elektrik talebindeki azalma miktarı elektriğin tahmini birim maliyetiyle çarpılarak hesaplanan değer.
Fayda/Yatırım Oranı	Elektrik talebindeki azalmanın değerinin toplam maliyete oranı. Bu gösterge bir birim yatırım karşılığında elde edilen mali faydayı göstermektedir.
Yıllık Net Maliyet	Enerji verimliliği yatırımının işletme ömründeki seviyelendirilmiş yıllık mali net yükü. Enerji verimliliği yatırımının toplam maliyetinden elektrik talebindeki azalmanın değeri çıkarılarak hesaplanmaktadır. Bu değer negatif olması enerji verimliliği yatırımının kendisini geri ödediğini göstermektedir.
Net Tasarruf	Net maliyetin toplamaya göre tersi. Enerji verimliliği uygulamasının sonucunda elde edilen seviyelendirilmiş yıllık mali net fayda. Elektrik talebindeki azalmanın değerinden enerji verimliliği yatırımının maliyetinin çıkarılmasıyla hesaplanmaktadır. Bu değer negatif olması enerji verimliliği yatırımının kendisini geri ödemediğini göstermektedir.
Elektrik Piyasası Hacmi	Elektrik piyasasının tahmini hacmi. Brüt elektrik enerjisi talebinin tahmini piyasa fiyatıyla çarpılmasıyla hesaplanmaktadır.

Çalışma sonuçlarına göre, SHURA senaryosunda Baz senaryoya kıyasla enerji verimliliği için yapılan her ilave 1 ABD\$ değerinde ilave maliyetin yatırımcıya mali faydası 1,2-1,5 ABD\$ değerlerindedir. Enerji verimliliğinin mali faydalarına ek olarak çalışma kapsamında değerlendirilen yatırımın yenilenebilir enerjinin payını artırma, CO₂ emisyonlarını azaltma ve enerji tedarik güvenliğini güçlendirme gibi ek faydaları olacaktır.

Özel sektör perspektifinden bakıldığında yatırımların Baz senaryoya kıyasla yıllık olarak 6,53 milyar ABD\$ maliyeti olduğu görülebilmektedir. Bu maliyetin 6,51 milyar ABD\$ değerindeki kısmını sistem maliyetleri, yani enerji verimliliği yatırımlarının yatırım ve işletme maliyetleri oluşturmaktadır. Enerji Verimliliği Çözümlerinin uygulanmaya başlanması ve yönetimi ile ilgili maliyetlerinin ise yaklaşık 260 milyon ABD\$ olacağı tahmin edilmektedir. Yapılan yatırımlar karşılığında 8,08 milyar ABD\$ değerinde elektrik tasarrufu yapılacağı, burada oluşan net faydanın ise 2030 yılındaki tahmini elektrik piyasası hacminin %7'sine denk geleceği öngörülmektedir.

Kamu perspektifinden bakıldığında ise yatırımın Baz senaryoya kıyasla yıllık maliyetinin 4,51 milyar ABD\$ olduğu, bunun karşılığında yıllık olarak 6,72 milyar ABD\$ değerinde elektrik tasarrufu ortaya çıktığı ve oluşan net faydanın elektrik piyasası hacmine oranının %10 olduğu görülmektedir. Bu sayede net maliyetler -2,21 milyar ABD\$'i seviyesinde gerçekleşmektedir. Çalışma sonuçlarına göre, SHURA senaryosunda Baz senaryoya kıyasla enerji verimliliği için yapılan her ilave 1 ABD\$ değerinde ilave maliyetin yatırımcıya mali faydası 1,2-1,5 ABD\$ değerlerindedir. Enerji verimliliğinin mali faydalarına ek olarak çalışma kapsamında değerlendirilen yatırımın yenilenebilir enerjinin payını artırma, CO₂ emisyonlarını azaltma ve enerji tedarik güvenliğini güçlendirme gibi ek faydaları olacaktır. Çalışma kapsamı dışında bırakılan yeni istihdam alanlarının yaratılması, araştırma ve geliştirme çalışmalarının artırılması, hava kalitesi ve insan sağlığının iyileştirilmesi, ham madde verimliliğinin artırılması ve son ürün kalitesindeki iyileşmeler gibi enerji verimliliğinin enerji dışı faydalarının da değerlendirilmesi ile mali faydalardan çok daha yüksek seviyede faydanın ortaya çıkacağı göz önünde bulundurulmalıdır. SHURA senaryosu teknoloji portföyünün maliyetleri, yaratabileceği enerji dışı faydalarla birlikte değerlendirilmelidir.

Tablo 13: SHURA senaryosundaki maliyet ve faydalar, 2030

		Özel Sektör Perspektifi	Kamu Perspektifi
Milyar ABD\$/yıl	Yıllık Toplam Maliyet	6,5	4,5
	Yıllık Sistem Maliyeti	6,5	4,5
	Yıllık Politika Maliyeti	0,03	0,02
	Elektrik Talebindeki Azalmanın Yıllık Mali Değeri	8,1	6,7
	Fayda/Maliyet Oranı	1,2	1,5
	Yıllık Net Maliyet	-1,6	-2,2
	Elektrik Piyasası Hacmi	21,5	21,5
%	Yıllık Net Maliyetin Elektrik Piyasası Hacmine Oranı	-%7	-%10

Not: Elektrik piyasası hacmi tahmin edilen gün öncesi elektrik piyasası fiyatıyla brüt elektrik talebinin çarpımını göstermektedir.

Çalışma kapsamı dışında bırakılan yeni istihdam alanlarının yaratılması, araştırma ve geliştirme çalışmalarının artırılması, hava kalitesi ve insan sağlığının iyileştirilmesi, ham madde verimliliğinin artırılması ve son ürün kalitesindeki iyileşmeler gibi enerji verimliliğinin enerji dışı faydalarının da değerlendirilmesi ile mali faydalardan çok daha yüksek seviyede faydanın ortaya çıkacağı göz önünde bulundurulmalıdır.

4.3.4. Enerji Verimliliği Çözümlerinin Fayda ve Maliyetleri

Yatırımlar Enerji Verimliliği Çözümlerine dağıtıldıklarında elektrik tasarrufunun büyük bir kısmının standartlardan ve enerji verimliliği yükümlülüklerinden kaynaklanacağı görülmektedir.

Yatırımlar Enerji Verimliliği Çözümlerine dağıtıldıklarında elektrik tasarrufunun büyük bir kısmının standartlardan ve enerji verimliliği yükümlülüklerinden kaynaklanacağı görülmektedir. Aşağıdaki tabloda her bir Enerji Verimliliği Çözümünün 2030 yılı için elektrik tasarrufuna katkısı, önlediği CO₂ emisyonu, seviyelendirilmiş politika ve sistem maliyetleri, elektrik tüketimindeki azalmanın değeri ve net mali tasarruf miktarı verilmiştir. Tabloda verilen fayda ve maliyetler hesaplanırken, yatırımların ekonomik ömrü boyunca sebep olacağı bütün fayda ve maliyetler değerlendirilmiş, bir iskonto oranıyla seviyelendirilmiştir. Bu değerler sadece 2030 yılında oluşacak fayda ve maliyetleri yansıtmaktadır.

Sistem maliyeti, Enerji Verimliliği Çözümlerinin uygulanması neticesinde ortaya çıkan çıkan ek yatırım, işletme, bakım ve yakıt maliyetleri olarak tanımlanmaktadır. Politika maliyeti ise Enerji Verimliliği Çözümlerinin yönetim ve başlangıç giderleri olarak tanımlanmaktadır. Politika maliyetleri sistem maliyetlerinin bir oranı olarak hesaplanmış, bu oran uluslararası örnekler incelenerek belirlenmiştir. Politika maliyetleri sistem maliyetlerinin yaklaşık %1'i seviyelerinde kalmaktadır.

Politika maliyetleri sistem maliyetlerinin yaklaşık %1'i seviyelerinde kalmaktadır.

Tablo 14: Özel sektör perspektifinden Enerji Verimliliği Çözümlerinin fayda ve maliyetleri, 2030

	Elektrik Tasarrufu (TWh/yıl)	Önlenen CO ₂ Emisyonu (Mt/yıl)	Politika Maliyeti (Milyon ABD\$/yıl)	Sistem Maliyeti (Milyon ABD\$/yıl)	Elektrik Tüketimindeki Azalmanın Değeri (Milyon ABD\$/yıl)	Net Tasarruf (Milyon ABD\$/yıl)
Standartlar	13,5	5,8	4	1.350	1.427	72
Sertifikasyon	1,7	1,2	1	371	129	-243
Enerji Verimliliği Etütleri ve Enerji Yönetimi	5,6	2,6	2	662	1.466	802
Enerji Verimliliği Yükümlülükleri	9,5	4,8	4	1.356	2.172	811
Enerji Verimliliği Yarışmaları	3,0	1,4	5	355	780	420
Enerji Verimliliği Ağları	1,7	0,8	1	193	429	235
Talep Tarafı Katılımı	1,2	0,4	0	207	283	76
Akıllı Sayaçlar	1,4	0,5	1	267	149	-119
Enerji Verimliliği Fonları	5,5	2,8	4	584	546	-42
ESCO Modeli Çerçevesinde Finansman	2,6	1,5	0	52	324	272
Diğer Finansal Destek Sistemleri	0,7	1,0	1	364	149	-217
Sistem Verimliliği	1,9	2,4	2	748	231	-520

Bilgi Kutusu 15: Dağıtık Üretim Potansiyeli

SHURA senaryosunda mevcut duruma ek olarak 2030 yılına kadar 10 GW gücünde çatı üstü güneş enerjisi santralinin, 25 MW gücünde dağıtık rüzgâr enerjisi santralinin ve 4,9 GW gücünde kojenerasyon sistemlerinin devreye alınacağı varsayılmıştır. Kojenerasyon sistemlerinin ısı piyasasının kurulmasıyla birlikte artacağı, sanayi bölgelerinde buhar ve sıcak su, konutlarda ise sıcak su ihtiyacının kojenerasyon sistemleri tarafından karşılanacağı düşünülmüştür.

SHURA senaryosunda 2030 yılında Baz senaryoya kıyasla dağıtık enerji santrallerinden 38,8 TWh daha fazla elektrik üretileceği öngörülmüştür. Elektriğin dağıtık olarak üretilmesinden dolayı azalan hat ve şebeke kayıplarından ise ek olarak 5,3 TWh elektrik enerjisi tasarrufu sağlanacağı tahmin edilmektedir.

4.3.5. Elektrik Tasarrufunun Teknoloji Başına Maliyetleri

Elektrik tasarrufunun maliyeti, teknolojilerin elektrik tasarruflarının ve maliyetlerinin nasıl ilişkilendirildiğini gösteren bir ölçüttür. Elektrik tasarrufunun maliyeti, enerji verimliliği uygulamalarının ekonomik ömrü boyunca ortaya çıkaracağı bütün fayda ve maliyetlerin değerlendirilip bir iskonto oranıyla yıllara indirgenmesiyle hesaplanmaktadır. Hesaplama metodolojisi raporun Ek C bölümünde paylaşılmıştır.

Şekil 36 ve Şekil 37'de elektrik tasarrufunun maliyeti, toplam tasarruf potansiyeline kıyasla 2030 yılı için SHURA senaryosu sonuçlarına göre kamu ve özel sektör perspektiflerinden incelenmiştir. Grafiklerde yatay eksenle elektrik tasarruf miktarı verilmiştir. Dikey eksenle ise birim elektrik tasarrufunun maliyeti verilmiştir. Elektrik tasarrufunun maliyetinin 2030 yılındaki tahmini elektrik maliyetinden düşük olduğu durumlarda enerji verimliliği yatırımı maliyet etkin olarak değerlendirilmektedir. İki eksenle verilen birimlerin çarpılması ile SHURA senaryosunda hesaplanan enerji verimliliği potansiyelinin yıllık toplam maliyeti hesaplanabilmektedir (bkz. Tablo 14).

Son tüketim alanlarındaki elektrik tasarrufunun maliyetleri incelendiğinde aydınlatmanın en ucuz teknoloji olduğu ve çoğu enerji verimliliği uygulamasının maliyetinin elektrik maliyetinden düşük olduğu görülebilmektedir. Uygulama maliyetinin elektrik maliyetinden düşük olduğu durumlarda yatırımın kendisini geri ödediği düşünülebilir.

Politika yapıcılar ve yatırımcılar grafiğin sol tarafında kalan ucuz teknolojileri önceliklendirmeyi ve sağ tarafta kalan teknolojileri göz ardı etmeyi tercih edebilmektedirler. Fakat buradaki teknolojilerin ortalama değerleri yansıtmakta olması ve bazı varsayımlar dâhilinde hesaplanması nedeniyle bu maliyetlere ulaşmak her zaman mümkün olmayabilmektedir. Teknolojiler de kendi içerisinde analizdekine benzer şekilde maliyet olarak dağılım göstermekte, bazı yatırımlar yatırımcı karşısına çalışmada belirtilenden daha ucuz veya pahalı olarak çıkabilmektedir. Dolayısıyla çalışmada önerilen teknolojiler bir portföy olarak değerlendirilmeli ve grafiğin sağ tarafında kalan teknolojilerin de faydalı olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Buna ek olarak portföydeki bazı teknolojilerin birlikte uygulanmasıyla maliyet veya fayda seviyelerinin etkilenmesi, teknolojiler arasında ortaya çıkacak sinerjiyle tasarruf potansiyelinin yükselmesi ve maliyetin düşmesi veya bunun tam tersi bir etkinin gözlemlenmesi mümkündür. Ayrıca bazı teknolojilerin yaygınlaşması ve gelişmesiyle birlikte bu teknolojilerin uygulama maliyetlerinin çalışmada belirtilen değerlerin altına düşebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Son tüketim alanlarındaki elektrik tasarrufunun maliyetleri incelendiğinde aydınlatmanın en ucuz teknoloji olduğu ve çoğu enerji verimliliği uygulamasının maliyetinin elektrik maliyetinden düşük olduğu görülebilmektedir.

İncelenen bütün teknolojiler içerisinde, kamu perspektifinden olan tasarrufların %82'si doğrudan fayda sağlamakta, %18'i ise ilave destek/teşviğe ihtiyaç duymaktadır.

İncelenen bütün teknolojiler içerisinde, kamu perspektifinden olan tasarrufların %82'si doğrudan fayda sağlamakta, %18'i ise ilave destek/teşviğe ihtiyaç duymaktadır. Özel sektör perspektifinden olan tasarrufların ise %77'si direkt olarak fayda sağlarken %23'ü ilave desteğe/teşviğe ihtiyaç duymaktadır. Kamu perspektifindeki elektrik maliyetinin özel sektör perspektifindeki elektrik maliyetinden az olmasından dolayı, kamu perspektifindeki maliyet etkin tasarruf oranı da daha düşük seviyededir.

Her iki perspektifte ucuz teknolojiler olarak aydınlatma, sanayide proses ısıtma ve soğutma, değişken hız sürücüsü uygulamaları, dağıtık elektrik üretim teknolojileri ve elektrikli ark ocaklarında ekipman ve süreç iyileştirmeleri öne çıkmaktadır. Talep tarafı katılımı, konutlarda verimli iklimlendirme sistemleri, bazı verimli elektrikli ev aletleri ve akıllı ev teknolojileri ise elektrik tarifesine kıyasla daha yüksek maliyeti olan teknolojiler olarak değerlendirilmektedir. Bu uygulamaların maliyetleri değerlendirilirken hesaplamaların referans değerler üzerinden yapıldığı göz önünde bulundurulmalı, dolayısıyla bazı uygulamaların burada belirtilenden ucuz veya pahalı olabileceğine, maliyet ve faydaların tüketiciden tüketiciye değişebileceğine dikkat edilmelidir.

Grafikler incelendiğinde bazı son tüketim alanlarındaki uygulamaların elektrik tüketiminin artmasına sebep olduğu ve çoğu son tüketim alanındaki uygulama maliyetinin elektrik maliyetinden düşük olduğu görülmektedir. Aydınlatma ve motor sistemlerindeki tasarruf potansiyelinin toplam potansiyelin yarısından fazlasını oluşturduğu, bu teknolojilerin uygulama maliyetlerinin ise diğer uygulamalara kıyasla düşük olduğu gözlemlenmektedir. Isıtma ve soğutmanın, verimli elektrikli ev aletlerinin ve akıllı ev uygulamalarının maliyet etkin olmadığı ise göze çarpmaktadır.

Grafiklerde sanayideki verimlilik artırıcı uygulamaların maliyet seviyelerinin elektrik tarifesinin altında olduğu, yani yatırımcıya kâr getirecek uygulamalar oldukları görülebilmektedir.

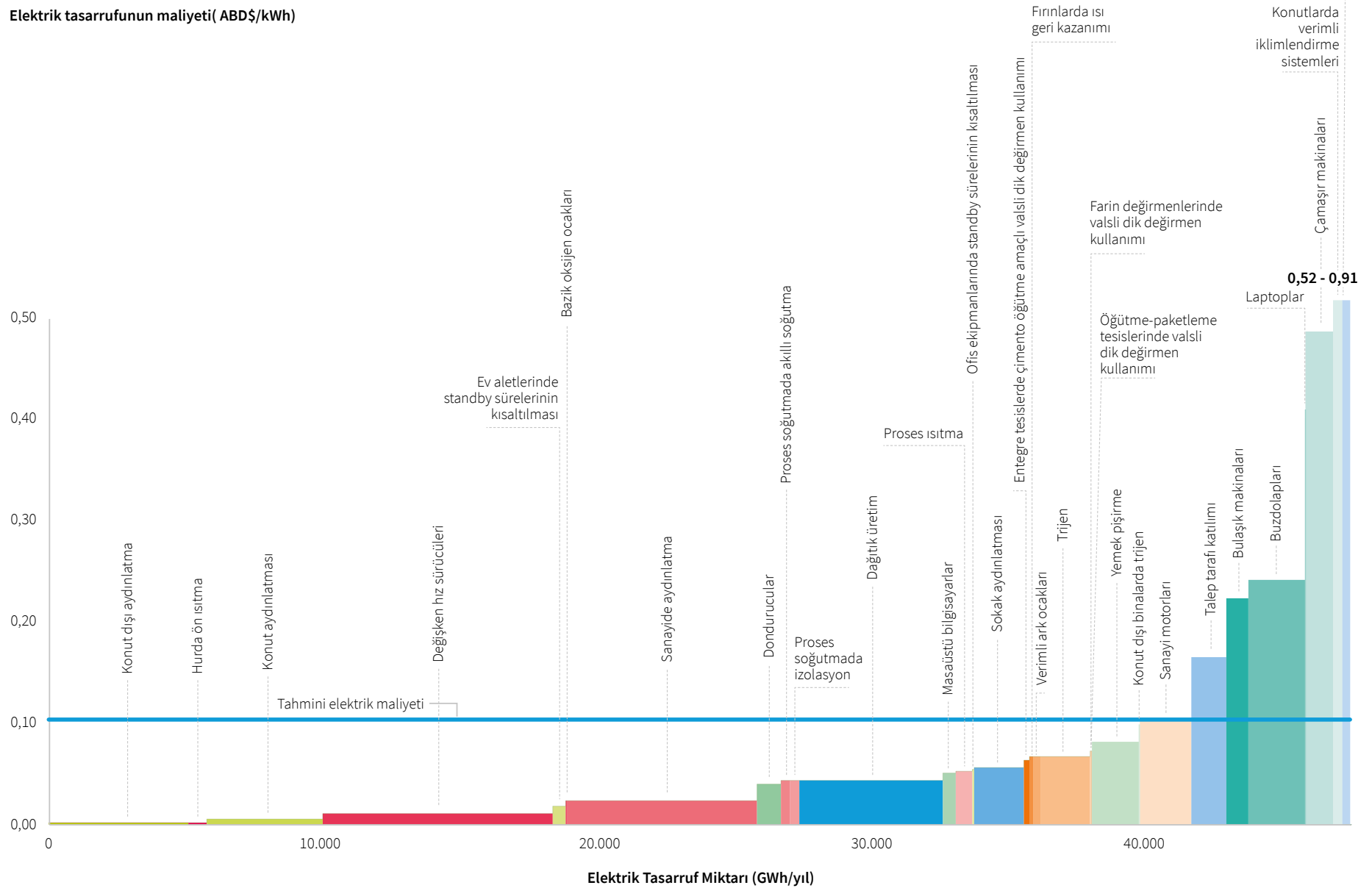
- Grafiklerde sanayideki verimlilik artırıcı uygulamaların maliyet seviyelerinin elektrik tarifesinin altında olduğu, yani yatırımcıya kâr getirecek uygulamalar oldukları görülebilmektedir. Sanayide büyük bir tasarruf potansiyeli bulunması ve bunun maliyet etkin bir şekilde gerçekleştirilebilecek olmasına rağmen uygulamaların kısıtlı kalmasının nedeninin hayata geçirilmesi gereken potansiyelin büyüklüğü, uygun finansman kaynaklarındaki kısıtlılık ve konunun sektör paydaşları tarafından önceliklendirilmemesi olduğu düşünülebilir. Sanayide enerji verimliliği yatırımları için finansmana erişim şartlarının iyileştirilmesinin ve bilinç artırıcı aktivitelerin yürütülmesinin enerji verimliliğine büyük katkı sağlayacağı görülmektedir.
- Binaların ısıtma ve soğutma ihtiyacı için ısı pompası kullanımı geçtiğimiz son yıllarda yaygınlaşmaya başlamış fakat bu ürünlerin piyasası henüz olgunlaşmamıştır. Yüksek ilk yatırım maliyetlerinden dolayı ısı pompalarının konutlardaki kullanımı henüz maliyet etkin olarak değerlendirilememektedir. Isı pompalarının yaygınlaşmasıyla birlikte maliyetlerinin düşmesi ve EDAŞ'lar için yeni iş modelleri kapsamında ısı pompalarının esneklik potansiyelinin şebeke faydasına kullanılması, böylece tüketicinin gelir elde etmesiyle birlikte ısı pompalarının maliyet etkin olması beklenebilir. Şebekeden izole olarak çalışan sistemlerde güneş enerjisiyle birlikte ısı pompasının kurulması CO₂ emisyonları açısından çevreye büyük fayda sağlamaktadır.
- Elektrikli ev aletleri için maliyetler hesaplanırken en verimli aletler ile ortalama verimli aletler kıyaslanmıştır. Fakat elektrikli ev aletlerinde en verimli yerine yüksek verimli aletin seçilmesi, tüketicinin kullanım alışkanlıklarına bağlı olarak, uygulamayı maliyet etkin yapabilmektedir.

Isı pompalarının yaygınlaşmasıyla birlikte maliyetlerinin düşmesi ve EDAŞ'lar için yeni iş modelleri kapsamında ısı pompalarının esneklik potansiyelinin şebeke faydasına kullanılması, böylece tüketicinin gelir elde etmesiyle birlikte ısı pompalarının maliyet etkin olması beklenebilir.

- Akıllı ev çözümlerinin uygulama maliyetinin yüksek olmasının uygulama tasarımı ve elektrifikasyon olmak üzere iki ana sebebi vardır. Verimsiz bir cihaza (aydınlatma, ısıtma veya soğutma sistemi) akıllı ev çözümü uygulanmayacağı, verimsiz aletlerin öncelikle daha verimlisiyle değiştirileceği, sonrasında akıllı ev cihazı takılacağı düşünülmüştür. Verimli aletlerin elektrik tüketiminin verimsiz aletlere kıyasla düşük olmasından dolayı akıllı ev uygulamaları görece az elektrik tasarrufu sağlamaktadır. Ek olarak, akıllı ev sistemlerinin elektrik tüketimi de hesaplamalara dâhil edildiğinde, bu uygulamaların elektrik tasarruf maliyetleri diğer enerji verimliliği uygulamalarına kıyasla yüksek çıkmaktadır.

Şekil 36: Kamu perspektifine göre elektrik tasarrufunun maliyeti, 2030

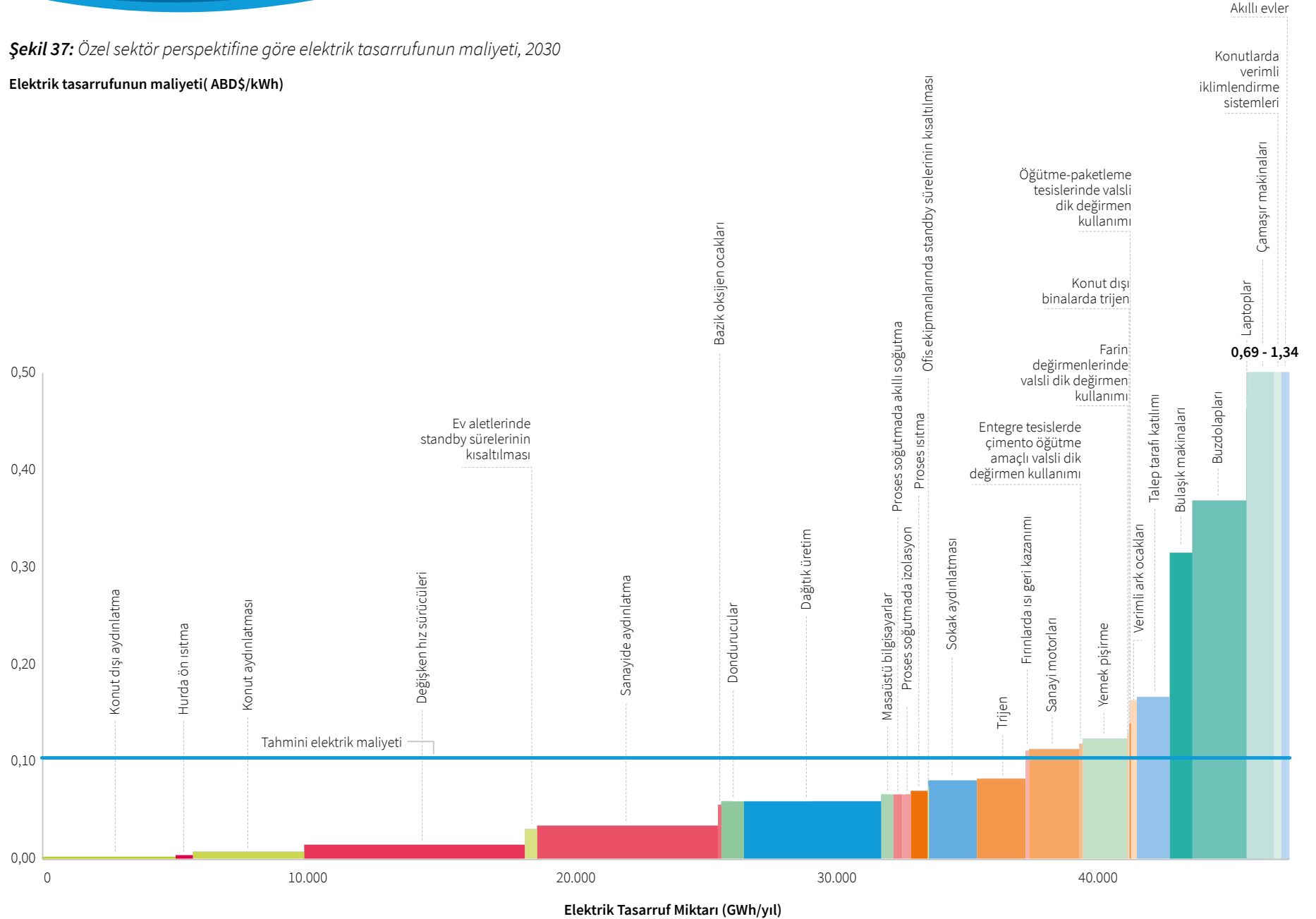
Elektrik tasarrufunun maliyeti (ABD\$/kWh)



Not: Tahmini elektrik maliyeti fundamental model sonucunda 2030 yılı için tahmin edilen piyasa fiyatının 2019 yılı 4. çeyrek piyasa ve tarife fiyatlarına oranlanmasıyla hesaplanmıştır. Elektrik maliyeti sektörlere göre farklılık gösterebilmektedir.

Şekil 37: Özel sektöre göre elektrik tasarrufunun maliyeti, 2030

Elektrik tasarrufunun maliyeti (ABD\$/kWh)



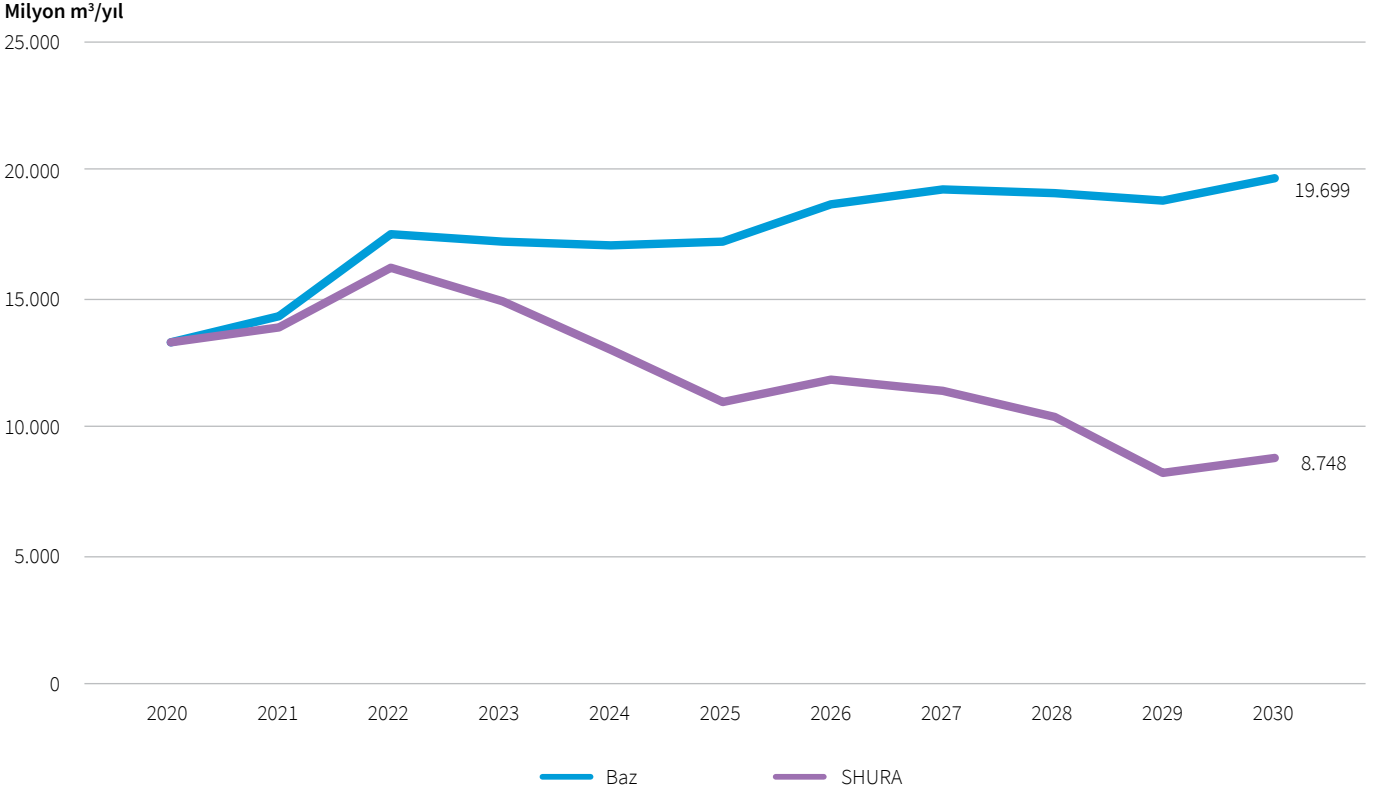
Not: Tahmini elektrik maliyeti fundamental model sonucunda 2030 yılı için tahmin edilen piyasa fiyatının 2019 yılı 4. çeyrek piyasa ve tarife fiyatlarına oranlanmasıyla hesaplanmıştır. Elektrik maliyeti sektörlere göre farklılık gösterebilmektedir.

4.3.6. Fosil Yakıt Tüketimi

Baz senaryoda 2030 yılında elektrik santrallerinin doğal gaz tüketiminin yılda 19,7 milyar m³ olması tahmin edilirken, SHURA senaryosunda elektrik talebinin azalmasıyla birlikte bu miktar yılda 8,7 milyar m³'e düşmektedir.

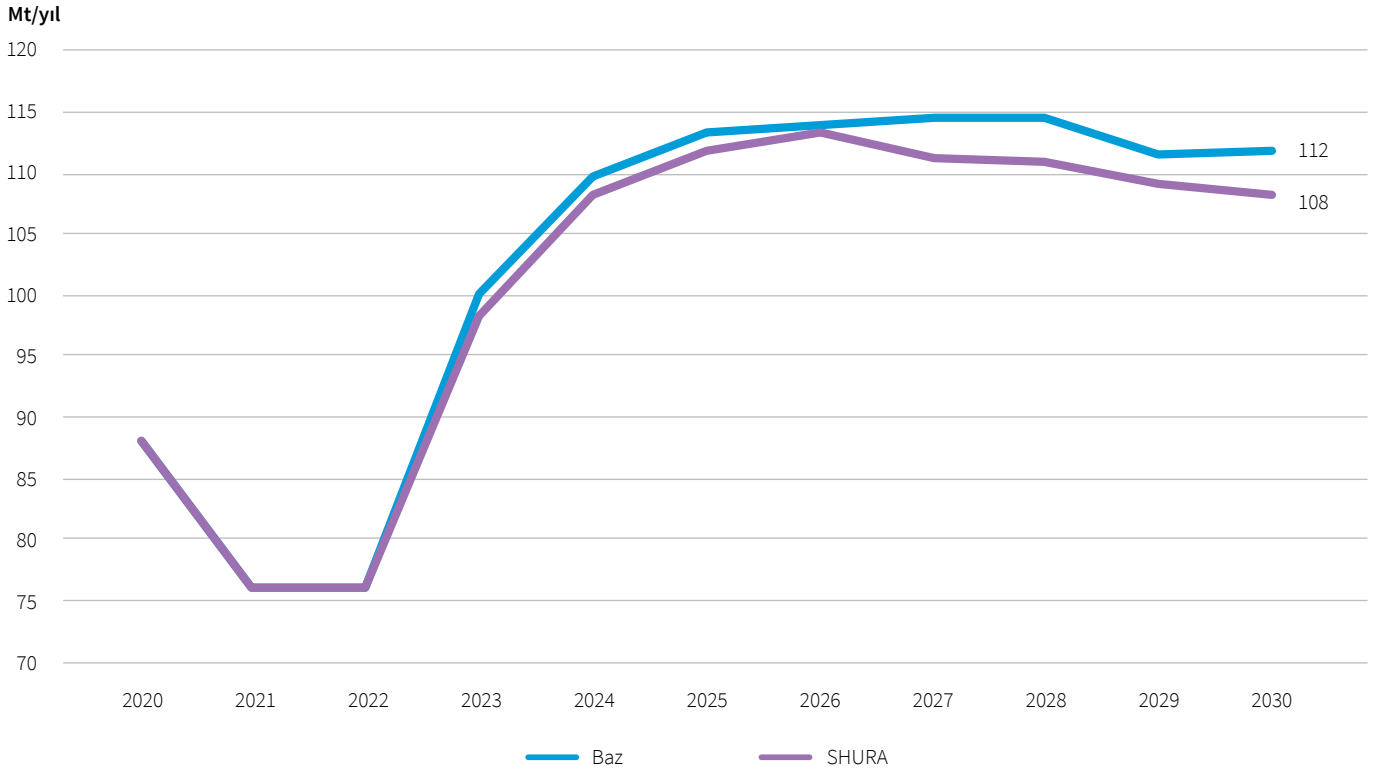
Enerji verimliliği uygulamaları elektrik talebinin düşmesine, dolayısıyla elektrik üretim ihtiyacının azalmasına sebep olmaktadır. Elektrik üretim ihtiyacının azalması ile verimsiz ve pahalı yakıt kullanan santraller üretim portföyünün dışında kalmaktadır. Doğal gaz santralleri yakıtın pahalılığından dolayı talep düşüşünden en çok etkilenen santral tipidir. Baz senaryoda 2030 yılında elektrik santrallerinin doğal gaz tüketiminin yılda 19,7 milyar m³ olması tahmin edilirken, SHURA senaryosunda elektrik talebinin azalmasıyla birlikte bu miktar yılda 8,7 milyar m³'e düşmektedir (bkz. Şekil 38). 11,0 milyar m³ eşdeğerindeki doğal gaz tasarrufu yaklaşık olarak 12,7 milyon konut abonesinin doğal gaz ihtiyacına denk gelmektedir. Burada paylaşılan değerlere dağıtık üretim yapacak kojenerasyon santrallerinin doğal gaz tüketiminin dâhil edilmediği göz önünde bulundurulmalıdır.

Şekil 38: Elektrik santrallerinin doğal gaz tüketimi, 2020-2030



Kömür santrallerinin kısa dönem maliyetlerinin doğal gaz santrallerine kıyasla düşük olmasından dolayı talep düşüşünden doğal gaz santrallerine kıyasla daha az etkilenmektedirler. Baz senaryoda 2030 yılında elektrik santrallerinin kömür tüketiminin yılda ortalama 111,8 Mt olması beklenirken bu değer SHURA senaryosunda %3 azalarak yılda 108,2 Mt seviyesine düşmektedir (bkz. Şekil 39). 2030 yılındaki kömür tüketiminin yılda 3,6 Mt azalmasının, yaklaşık olarak 300 milyon ABD\$ fayda ortaya çıkaracağı tahmin edilmektedir.

Şekil 39: Elektrik santrallerinin kömür tüketimi, 2020-2030

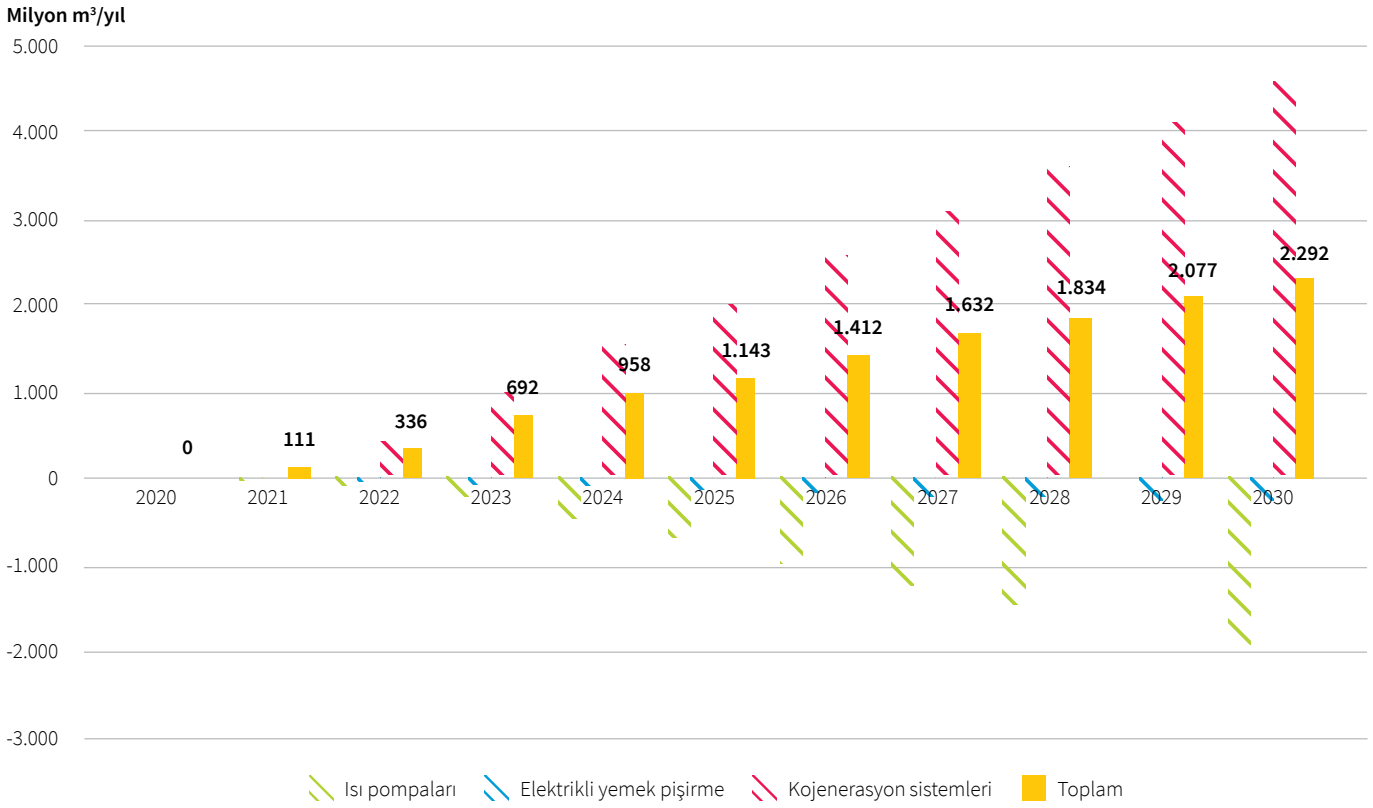


SHURA senaryosunda 2030 yılında 1,9 milyon hanede ve 74 bin konut dışı binada doğal gaz kaynaklı ısınma yerine ısı pompası kullanımı doğal gaz tüketimini 1,9 milyar m³ azaltmaktadır.

Doğal gaz santralleri haricinde doğal gaz ile çalışan kojenerasyon santralleri, elektrikli yemek pişirme ve ısı pompası uygulamaları doğal gaz tüketimini etkileyen faktörlerdendir (bkz. Şekil 40). SHURA senaryosunda 2030 yılında 1,9 milyon hanede ve 74 bin konut dışı binada doğal gaz kaynaklı ısınma yerine ısı pompası kullanımı doğal gaz tüketimini 1,9 milyar m³ azaltmaktadır. 4,4 milyon hanede doğal gazlı yemek pişirme yerine elektrikli yemek pişirmenin tercih edilmesinin doğal gaz tüketimini 0,3 milyar m³ azaltacağı, doğal gaz ile çalışacak 4,9 GW kapasiteli kojenerasyon santrallerinin ise doğal gaz tüketimini 4,6 milyar m³ artıracığı öngörülmektedir. Belirtilen uygulamalar sonucunda 2030 yılı doğal gaz tüketiminin 2,3 milyar m³ artması beklenmektedir. Konvansiyonel elektrik üretiminde doğal gaz tüketim miktarının 11,0 milyar m³ düştüğü göz önünde bulundurulduğunda SHURA senaryosundaki yatırımlar sonucu 2030 yılındaki doğal gaz tüketiminin 8,7 milyar m³ azalması beklenmektedir. Bu değer 2019 yılı doğal gaz tüketiminin yaklaşık %19'una denk gelmektedir. Doğal gaz tüketiminin 8,7 milyar m³ azalmasının 2030 yılındaki faydasının yaklaşık olarak 2,4 milyar ABD\$ olacağı tahmin edilmektedir. İthal kömüre olan bağımlılığının azalması kaynaklı tasarruflar da buna eklendiğinde, toplam fayda 2,7 milyar ABD\$'ına eşdeğerdir.

Doğal gaz tüketiminin 8,7 milyar m³ azalmasının 2030 yılındaki faydasının yaklaşık olarak 2,4 milyar ABD\$ olacağı tahmin edilmektedir. İthal kömüre olan bağımlılığının azalması kaynaklı tasarruflar da buna eklendiğinde, toplam fayda 2,7 milyar ABD\$'ına eşdeğerdir.

Şekil 40: Son tüketim alanlarındaki doğal gaz tüketimindeki değişim, 2020-2030



4.3.7. CO₂ Emisyonları

Toplamda 2030 yılı CO₂ emisyonları 25,1 Mt azalmaktadır. 2026 yılından sonra azalması beklenen konvansiyonel elektrik üretimi amaçlı kömür tüketimi CO₂ emisyonlarında ciddi bir etki yaratmaktadır.

Baz senaryoya kıyasla SHURA senaryosunda elektrik santrallerinin birincil enerji tüketimindeki düşüş 2030 yılında CO₂ emisyonlarını 29,5 Mt azaltmakta, son tüketim alanlarındaki doğal gaz tüketimindeki değişim ise CO₂ emisyonlarını 4,4 Mt artırmaktadır (bkz. Tablo 15). Toplamda 2030 yılı CO₂ emisyonları 25,1 Mt azalmaktadır. 2026 yılından sonra azalması beklenen konvansiyonel elektrik üretimi amaçlı kömür tüketimi CO₂ emisyonlarında ciddi bir etki yaratmaktadır. SHURA senaryosunda yapılacak enerji verimliliği yatırımları sonrası 2030 yılındaki elektrik üretiminden kaynaklanan CO₂ emisyonları 2023 seviyelerinde tutulabilmektedir.

Tablo 15: SHURA senaryosunda Baz senaryoya kıyasla CO₂ emisyonlarındaki değişim miktarları, 2030

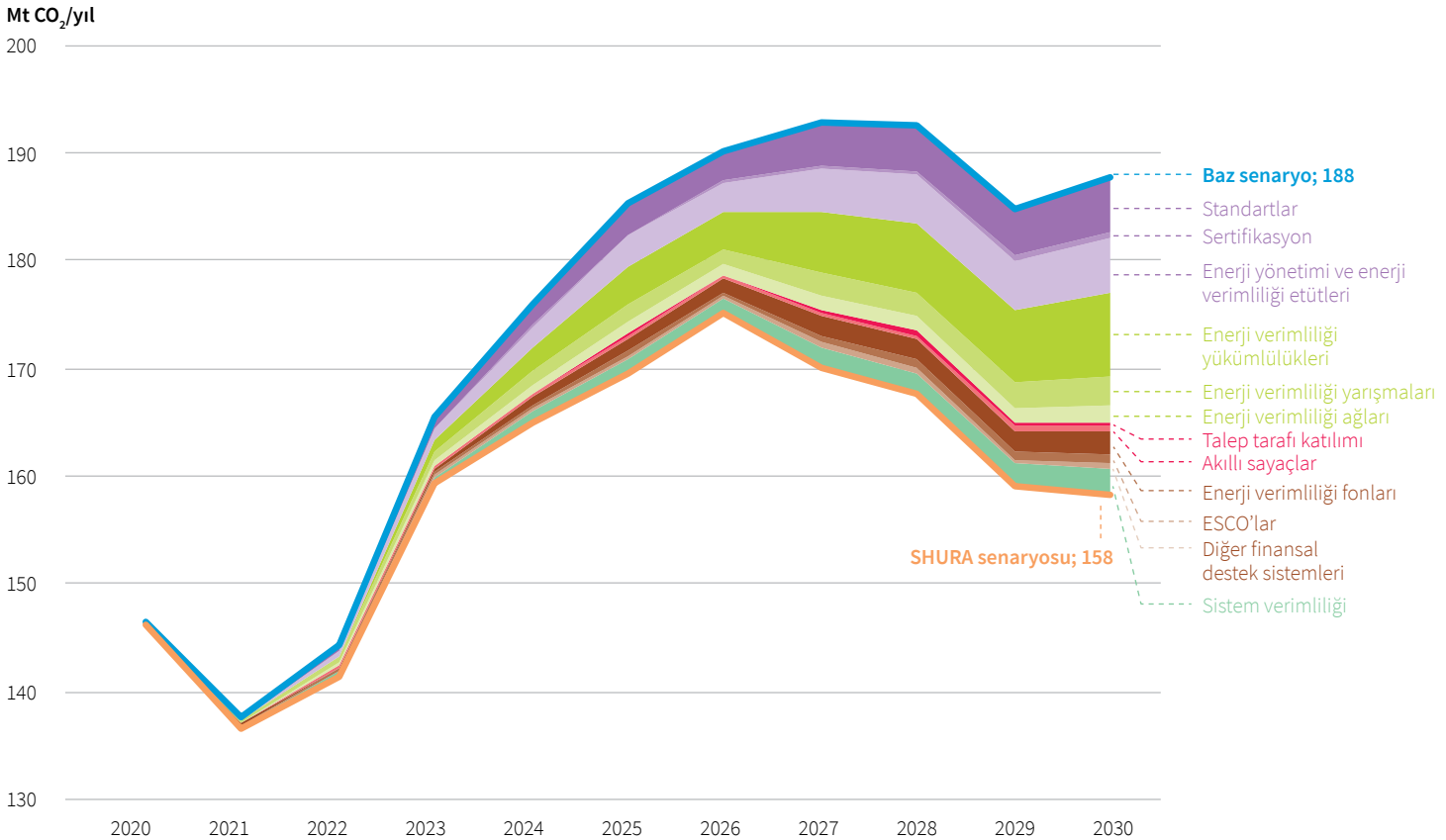
	CO ₂ Emisyonlarındaki Değişim Miktarı (Milyon Ton, 2030)
Konvansiyonel Elektrik Üretimi Kaynaklı CO ₂ Emisyonları	-29,5
Kojenerasyon ve Trijenerasyon	8,7
Konutlarda Isı Pompası Kullanımı	-2,5
Konut Dışı Binalarda Isı Pompası Kullanımı	-1,2
Yemek Pişirme	-0,6
Net değişim	-25,1

Enerji Verimliliği Çözümlerinden standartlar, enerji verimliliği etütleri, enerji yönetimi ve enerji verimliliği yükümlülükleri SHURA senaryosunda CO₂ emisyonlarının azalmasında büyük paya sahiptir.

CO₂ emisyonlarındaki düşüşün ana sebebi elektrik üretiminde ihtiyaç duyulan doğal gaz ve kömürdeki azalmadır. Çalışmada CO₂ emisyonlarındaki düşüş, Enerji Verimliliği Çözümleriyle ortaya çıkan elektrik tasarrufu ve elektrifikasyon seviyelerine göre dağıtılmıştır. Yüksek miktarda elektrik tasarrufu sağlayan standartlar, enerji verimliliği yükümlülükleri gibi Enerji Verimliliği Çözümlerinin CO₂ emisyonlarındaki düşüşteki payı haliyle büyük olmaktadır. Aşağıdaki grafikte SHURA senaryosunda devreye alınması planlanan kojenerasyon santralleri haricindeki elektrik santrallerinin yakıt tüketiminden kaynaklanan CO₂ emisyonları verilmiştir. Yakıt değişimiyle sonuçlanan uygulamalar (örneğin, evlerde kombi veya kazan yerine ısı pompası kullanılması) doğal gaz talebini azaltmaktadır. Kojenerasyon santrallerinin yaygınlaşması elektriğin yerinde tüketimi sayesinde şebeke kayıplarını, dolayısıyla bu elektriğin üretilmesi için harcanacak yakıt miktarını ve sonucunda ortaya çıkan CO₂ emisyonlarını azaltmaktadır. Buna ek olarak kojenerasyon santralleri merkezi üretim yapan doğal gaz ve kömür santrallerine kıyasla daha verimli üretim yaparak tüketilen yakıt miktarını ve dolayısıyla elektrik üretimi kaynaklı CO₂ emisyonlarını azaltmaktadır.

Enerji Verimliliği Çözümlerinden standartlar, enerji verimliliği etütleri, enerji yönetimi ve enerji verimliliği yükümlülükleri SHURA senaryosunda CO₂ emisyonlarının azalmasında büyük paya sahiptir (bkz. Şekil 41).

Şekil 41: SHURA senaryosunda CO₂ emisyonlarının Baz senaryoya göre değişimi, 2020-2030



4.3.8. Elektrik Üretimi ve Yenilenebilir Enerjinin Payı

Aynı yılda Baz senaryoda kişi başına brüt elektrik tüketimi 4.920 kWh iken SHURA senaryosunda bu göstergenin 4.467 kWh'e düşmesi beklenmektedir.

SHURA senaryosunda yapılacak enerji yatırımlarıyla birlikte elektrik talebi 2030 yılında yılda ortalama 459,2 TWh seviyesinden 416,9 TWh'e düşmektedir. Aynı yılda Baz senaryoda kişi başına brüt elektrik tüketimi 4.920 kWh iken SHURA senaryosunda bu göstergenin 4.467 kWh'e düşmesi beklenmektedir. Kişi başına brüt elektrik tüketiminin 2019 yılında 3.652 kWh olduğu düşünüldüğünde Baz ve SHURA senaryolarında kişi başı brüt elektrik tüketiminin 2030 yılında 2019 yılına kıyasla sırasıyla %35 ve %22 artacağı görülmektedir⁹.

2030 yıl sonu kurulu gücünün SHURA senaryosunda 120,6 GW, Baz senaryoda ise 116,9 GW olması beklenmektedir. Senaryoların arasındaki kurulu güç farkı kojenerasyon tesislerinden kaynaklanmaktadır. Baz senaryoda mevcut duruma ek olarak 1,2 GW kojenerasyon tesisinin devreye alınacağı ve devreye girecek güneş enerji santrallerinin 2,5 GW kadarının dağıtık olacağı varsayılmıştır. SHURA senaryosu modellenirken ise toplamda 4,9 GW kapasiteli kojenerasyon santrali kurulacağı, güneş santrallerinin ise 10 GW kadarının dağıtık olacağı düşünülmüştür.

2020 yılında her iki senaryodaki elektrik üretimindeki yenilenebilir enerji payının %43 olması beklenirken Baz senaryoda talep artışı sebebiyle bu payın 2030 yılında %40 seviyesine düştüğü, SHURA senaryosunda ise talep artışının önüne geçilerek bu payın en az %44 seviyesinde tutulabildiği görülebilmektedir.

Elektrik talebinin düşmesi elektriğin daha verimli kaynaklardan üretilmesini sağlamaktadır. 2020 senesinde 1 birim elektrik üretmek için gereken birincil enerji miktarı 2,11 birim iken elektrik talebindeki ve üretim portföyündeki değişimlerle birlikte bu oran 2030 yılında her iki senaryoda aynı seviyede kalmaktadır.

2020 yılında 1 kWh elektrik üretiminin 465-466 g CO₂ emisyonuna sebep olması beklenirken bu değer 2030 yılında Baz ve SHURA senaryolarında sırasıyla 409 g ve 380 g seviyelerine düşeceği öngörülmektedir.

Elektrik talebindeki düşüş elektrik üretimi için harcanan fosil yakıt miktarını azaltmakta ve dolayısıyla hem yenilenebilir enerjinin elektrik üretimindeki payının artmasını hem de birim elektrik üretmek için salınan CO₂ miktarının azalmasını sağlamaktadır. 2020 yılında 1 kWh elektrik üretiminin 465-466 g CO₂ emisyonuna sebep olması beklenirken bu değer 2030 yılında Baz ve SHURA senaryolarında sırasıyla 409 g ve 380 g seviyelerine düşeceği öngörülmektedir. Bu göstergenin azalmasının iki ana sebebi, santral verimliliklerinin artışı ve CO₂ emisyonu görece düşük olan üretim teknolojilerinin paylarının artmasıdır (SHURA, 2020b).

⁹ 2019 yılı tüketimi, TEİAŞ tarafından açıklanan geçici brüt tüketim değeri kullanılarak hesaplanmıştır.

Tablo 16: Baz ve SHURA senaryolarında elektrik üretim ve tüketimiyle ilgili çeşitli göstergeler, 2020, 2023, 2030

	Birim	Baz			SHURA		
		2020	2023	2030	2020	2023	2030
Elektrik Tüketimi	TWh/yıl	314,2	358,2	459,2	313,8	346,8	416,9
Elektrik Tüketiminin YBBO'su(2020'den itibaren)	%		%4,5	%3,9		%3,4	%2,9
Kişi Başına Elektrik Tüketimi	kWh/kişi	3.745	4.122	4.920	3.741	3.991	4.467
Kurulu Güç	GW	96,4	101,2	116,9	96,4	102	120,6
Elektrik Üretiminde Yenilenebilir Enerjinin Payı	%	%43	%43	%40	%43	%43	%44
Birincil-Nihai Enerji Oranı		2,11	2,08	2,12	2,11	2,09	2,13
CO ₂ Yoğunluğu	g CO ₂ /kWh	466	462	409	465	459	380

Bilgi Kutusu 16: Enerji Verimliliği ve Elektrifikasyonun Rüzgâr ve Güneş Entegrasyonuna Katkısı

Bilindiği üzere rüzgâr ve güneş enerjisi santrallerinin elektrik üretimi rüzgârın şiddeti, güneş ışınması gibi coğrafi ve anlık olarak değişebilen etmenlere bağlıdır. Bu durum, bu kaynakların elektrik üretiminin kontrol edilememesine ve dolayısıyla üretim ve tüketimin anlık olarak dengelemesinin zorlaşması gibi teknik güçlükler sebepten olmaktadır. Bu sebepten ötürü, rüzgâr ve güneş enerjisinin şebekedeki payının artması şebekede yeterli esneklik potansiyeli bulunmadığı durumlarda bölgesel kısıtların oluşması, sistem oturması gibi büyük problemlere yol açabilmektedir.

Isı pompaları, elektrikli araçlar gibi elektrifikasyon kaynaklarının ve dağıtık üretim, depolama, talep tarafı katılımı gibi dağıtık enerji kaynaklarının yaygınlaşmasıyla birlikte şebekenin esneklik potansiyeli artırılabilir, yenilenebilir enerji kaynaklı ortaya çıkabilecek şebeke problemleri ilgili şebeke işletmecilerinin bu kaynakları doğru bir şekilde yönetmesiyle çözülebilmektedir.

Dünyada ve Türkiye'de yenilenebilir enerjiye karşı ciddi bir ilginin olduğu ve yenilenebilir enerjinin payının gittikçe arttığı düşünüldüğünde, elektrifikasyon gelecekteki elektrik sisteminde kritik bir rol oynayacaktır.

Enerji verimliliği sayesinde elektrik tüketimi azalmakta, dolayısıyla yenilenebilir enerjinin elektrik üretimindeki payı artmaktadır.

4.4. Çalışmanın Türkiye Elektrik Sektörüne Katkısı, Veri ve Varsayım Kısıtları ile Sonuçların Yorumlanması

Çalışma kapsamında, Türkiye elektrik sektörü birçok yönüyle incelenmiş ve oluşturulan senaryolar kapsamında Türkiye’de elektrik sektörünün gelişimiyle ilgili önemli sonuçlara ulaşılmıştır. Bu çalışma kapsam ve içerik bakımından incelendiğinde Türkiye’de benzeri olmayan bir çalışma olarak okuyucunun karşısına çıkmaktadır. Bu çalışmayı diğer çalışmalardan ayıran özellikleri ve sektöre olan katkısı aşağıdaki maddelerde sıralanmıştır.

- Türkiye’nin elektrik enerjisini bütün sektörlerdeki kısıtlarıyla birlikte tümevarım (bottom-up) yöntemiyle inceleyen benzer bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışma çeşitli sektör ve alt sektörlerde elektrik tüketimini inceleyerek Türkiye’de elektriğin nerede tüketildiğiyle ilgili bir çıktı ortaya koymaktadır.
- Yapılan elektrik enerjisi talep tahmini 2030 yılına kadar sektör ve son tüketim alanlarıyla birlikte paylaşılmaktadır. Mevcutta bulunan, kamu veya diğer kuruluşlar tarafından paylaşılan elektrik enerjisi talep projeksiyonlarının sektör veya son tüketim kısıtlarıyla tamamiyle bilinmemektedir. Bu açıdan bakıldığında elektrik enerjisi talebindeki yapısal değişiklikler, enerji verimliliğinin elektrik enerjisi talebine etkisi gibi değişkenler bu çalışmayla birlikte incelenebilmektedir. Bu bakımdan değerlendirildiğinde bu çalışmanın gelecek çalışmalar için bir kaynak ve rehber niteliğine haiz olduğu söylenebilmektedir.
- Elektrik enerjisi talebini etkileyen çok sayıda teknolojinin elektrik sektörüne etkileri (elektrik talebi, maliyet, fosil yakıt tüketimi, yenilenebilir enerjinin elektrik üretimindeki payı, CO₂ emisyonları gibi) üç farklı senaryoda incelenmiştir. Bunlara ek olarak ısı pompası, elektrikli araçlar gibi henüz piyasada çok yaygınlaşmamış olan elektrifikasyon kaynaklarının etkileri de analiz edilmiştir.
- Çalışma dağıtık enerji kaynaklarının gelecekteki önemine dair bir vizyon ortaya koymakta ve bu kaynakların etkin kullanılması için yapılabilecekler için öneriler sunmaktadır. Bu önerilerin uygulandığı durumda etkilerinin ne olacağı da incelenmektedir.
- Türkiye’de enerji verimliliğinin geliştirilebilmesi için hayata geçirilmesi gereken Enerji Verimliliği Çözümlerini anlatmakta ve bunlara uygun politika önerileri sunmaktadır. Bu Enerji Verimliliği Çözümleri mevzuat, piyasa temelli politika mekanizması araçları, iş modelleri, finansman mekanizmaları ve sistem verimliliği olarak adlandırılan beş başlık altında incelenmektedir.
- Enerji Verimliliği Çözümlerinin dünyadaki iyi uygulama örneklerini değerlendirerek bir arada sunmaktadır.
- Mevcutta ETKB tarafından hazırlanan UEVEP 2017-2023’ün üzerine ne koyulabileceğini, 2023 yılının ötesinde 2030 yılına kadar yapılabilecekleri ve bunların sonucunda nasıl bir elektrik sektörüne ulaşılabileceğini ortaya koymaktadır.

Bu çalışma kapsam ve içerik bakımından incelendiğinde Türkiye’de benzeri olmayan bir çalışma olarak okuyucunun karşısına çıkmaktadır.

Çalışmanın gerçek, ölçülmüş ve raporlanmış verilere dayanması ve geçerli bir metodolojiyle yapılması çalışmanın tutarlılığı için önemli bir kısıttır. Elektrik enerjisi talebi modellenirken verilerin araştırılması ve metodolojinin geliştirilmesi için ciddi miktarda çaba sarf edilmiştir. Metodolojinin oluşturulması ve verilerin derlenebilmesi için uluslararası çalışmalar incelenmiş, birçok sektörden uzmanlarla görüşülmüş ve çok sayıda kaynaktan faydalanılmıştır. Çalışmada kullanılan veri ve metodolojinin detayları Ek A, Ek B ve Ek C’de paylaşılmaktadır.

Türkiye'deki mevcut durumla alakalı veriler büyük bir titizlikle bulunabilen bütün kaynakların araştırılmasıyla toplanmıştır. Türkiye için bulunamayan veriler için ise yurtdışındaki örnekler incelenmiş, bu referans veriler Türkiye dinamiklerine uygun olarak düzenlenmiş ve modelleme için kullanılmıştır. Varsayımlar için öncelikle bulunulabildiği ölçüde TÜİK, Economist Intelligence Unit (EIU) gibi kurumların Türkiye özelindeki tahmin değerleri kullanılmıştır. Tanınmış kurumlardan Türkiye için bulunamayan varsayımların büyük çoğunluğu sektör uzmanlarının görüşleri alınarak belirlenmiştir. Geride kalan az sayıda varsayım için ise uluslararası tanınmış kaynakların diğer ülkeler için paylaştıkları referans değerler Türkiye dinamiklerine uygun hale getirilerek kullanılmıştır. Bu bakımdan incelendiğinde çalışma sonuçları sağlam bir temele oturtulmuştur. Kullanılan veri ve kaynaklar çalışmanın ekler ve kaynakça bölümlerinde şeffaf bir şekilde paylaşılmıştır.

Bahsedildiği üzere, modelde kullanılan veriler olabildiğince güvenilir kaynaklara, varsayımlar ise sektör uzmanlarına ve mantığa dayandırılmıştır. Buna rağmen modelde kullanılan veri ve varsayımların sayısının çokluğu düşünüldüğünde, bazı verilerin ölçülmemesi dolayısıyla bulunmaması veya halka açık olmaması, varsayımların kaynaklar ve sektör uzmanları gözünde değişkenlik göstermesi gibi sebeplerden dolayı bazı veri ve varsayımlar gerçekler değerlerden bir miktar sapabilmektedir. Bütün bunlar düşünüldüğünde modelin sonuçlarında bir miktar sapmalar olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

595 0.1172
KW

Ks 0.8

0.1-20A, 240V, 175 200w, 60Hz
Dev. Exp. 1980+005, K.E.H. 041

02-3-01162741-01A0



IS EQUIPPED WITH AN
AUTOMATIC CIRCUIT
CAUTION
SUPPLY TO THE LOAD IS NOT
CUT OFF WHEN METER IS OPEN
BE AWARE OF CURRENT
FLOWING ON CIRCUITS
AUTOMATICALLY DE-ENERGIZED
ATTENTION
CIRCUIT BREAKER SHOULD
BE OPERATED BY COMPANY

5. Öncelik Alanları

Çalışmada değerlendirilen SHURA senaryosuna göre Türkiye'nin UEVEP'in devamında 2030 yılına kadar büyük bir enerji verimliliği potansiyelinin mevcut olduğu gösterilmiştir. Maliyet etkin olan bu potansiyelin hayata geçmesi, aynı zamanda birçok faydayı da beraberinde getirecektir. Enerji ithalatı bağımlılığı ve CO₂ emisyonlarındaki azalmanın yanında, bu çalışmada değerlendirmesine yer verilmeyen fakat tüm dünyada olduğu gibi Türkiye için de büyük önem arz eden enerji verimliliğinin ekonomik kalkınma, istihdam, daha ucuz maliyetli bir enerji sistemi, uluslararası piyasalarda rekabet gücü ve fosil yakıt kullanımından kaynaklanan bölgesel hava kirleticileri emisyonlarının azalması gibi diğer çevresel faydaları da büyük fırsatlar yaratacaktır. Tüm bu fırsatlardan yararlanmak adına, Türkiye'nin enerji verimliliği potansiyelinin tamamını kullanması için mevcut mevzuatın kapsam ve gücünün artırılması, piyasa temelli politika mekanizması araçlarının kullanılması, talep tarafı katılımı gibi yeni iş modellerinin uygulanmaya başlanması, yenilikçi finansman mekanizmalarının geliştirilmesi ve sistem verimliliğini artıracak önlemlerin alınması kilit öneme sahip olacaktır. Çalışmanın bu kısmında Türkiye'de enerji verimliliğinin artırılması için bazı öncelik alanları belirlenmiş olup, bu raporu destekleyen diğer beş çalışmada daha detaylı sonuçlara yer verilmiştir.

Türkiye, enerji verimliliğinin yaygınlaştırılması için önemli hedefler belirlemiş, bu hedeflere ulaşabilmek için ilgili kuruluşlara sorumluluklar atamıştır. UEVEP doğrultusunda enerji verimliliğinin yaygınlaşması için önemli uygulamalar hayata geçirilmektedir.

Çalışmada değerlendirilen SHURA senaryosuna göre Türkiye'nin UEVEP'in devamında 2030 yılına kadar büyük bir enerji verimliliği potansiyelinin mevcut olduğu gösterilmiştir.

Bu çalışmada UEVEP'in hedef ve eylemlerinin, 2023 yılına kadar, mevcut enerji verimliliği iyileştirme hızı devam ettiği takdirde ulaşılabilir ve bu ivmenin 2030 yılına kadar devam ettirilebilir olduğu görülmüştür. Yapılan detaylı sektör, teknoloji ve iş modelleri analizleri, bunun da ötesinde bir potansiyelin maliyet etkin bir şekilde ulaşılabilir olduğunu göstermiştir. Çalışmanın sonucunda ortaya çıkan potansiyelin hayata geçirilmesi için öncelikli üç ana başlık ortaya çıkmıştır. Bu başlıklar teknoloji ve sektör özelinde geliştirilmiş politika önerileri için genel bir çerçeve sunmaktadır. Bu öncelik alanları aşağıdaki gibidir:

- Enerji verimliliğinin yaygınlaştırılması için öncelikle genel hedefler belirlenmeli, bu genel çerçeve içerisinde sektörel hedefler tanımlanmalıdır. Tüm bu hedeflere ulaşmak için uygun Enerji Verimliliği Çözümlerinin uygulanması ve bu uygulamaların yönetilmesi için görev ve sorumlulukların gözden geçirilerek gerekirse yeniden belirlenmesi gerekmektedir. Teknolojik gelişmelere paralel olarak, verimli teknolojilerin kullanımını artıracak ve enerji verimliliğinin bütün sektörlerde yaygınlaşmasına olanak sağlayacak şekilde mevcutta uygulanan Enerji Verimliliği Çözümleri sürekli gözden geçirilmeli, gerekirse yeniden tanımlanmalı ve iyileştirilmelidir.
- Belirlenen hedeflere ulaşılması, enerji verimliliğinin doğru bir şekilde uygulanıp yönetilebilmesi için teknik ve idari yetkinlikler artırılmalı ve mevcut uygulamalar geliştirilmelidir. Enerji Verimliliği Çözüm paydaşlarının teknik ve idari yetkinlikleri artırılmalı ve uygulamaların sonucunda elde edilen faydalar takip edilerek uygulama süreçleri iyileştirilmelidir. Uygulamaların takip edilip yönetilmesi için uygun ölçme, raporlama ve doğrulama sistemlerinin geliştirilmesi elzemdir.

- Sektör paydaşları enerji verimliliği dönüşümü hakkında bilgilendirilmeli, enerji verimliliğinin ekonomik katkıları ve diğer faydaları hakkında farkındalıkları artırılmalı ve enerji verimliliğine yatırım yapmak üzere bilinçlendirilmelidir.

Çalışmada mevcut durum detaylı olarak değerlendirilmiş ve çeşitli ülkelerde uygulanan Enerji Verimliliği Çözümleri incelenmiştir. Bu değerlendirme ve incelemelerden yola çıkılarak SHURA senaryosuna ulaşılabilmesi için Enerji Verimliliği Çözümleriyle ilgili izlenebilecek politika önerileri sunulmuştur. Politika önerilerinin ne olduğu, geliştirilme aşaması, bu politikalara ihtiyaç duyulma nedenleri ve uygulanmalarının sonucunda ulaşılacaklar destekleyici raporlarda detaylı olarak anlatılmıştır. Raporun bu kısmında ise politika önerilerinin temel motiflerine yer verilmiştir:

- Mevcut enerji verimliliği mevzuatının uygulanması 2023 yılına kadar UEVEP ve sonrasında daha yüksek potansiyellere ulaşılmasını sağlayacak şekilde devam ettirilmeli ve güçlendirilmelidir.
- Mevcut minimum enerji performans standartları ve sertifikasyon uygulamaları, enerji tüketimini doğrudan veya dolaylı olarak etkileyen teknoloji ve uygulamalardan enerji verimli olanlarının tercih edilmesini sağlayan etkili araçlardır. **Bazı standartlar ve sertifikasyon süreçlerinin yöntem ve kapsam bakımından yeniden düzenlenmesi, yüksek verimli uygulamaların yaygınlaştırılmasının sağlanması önerilmektedir.** Etüt, sertifikasyon, enerji yönetim sistemleri sonuç odaklı olacak şekilde gözden geçirilmeli ve uygulama sonuçlarının yatırıma dönüştürülmesi sağlanmalıdır.
- Mevzuatı destekleyecek şekilde, düşük maliyetli ve etkin teknoloji uygulamalarının sağlanması için piyasa temelli politika mekanizması araçları bir an önce hayata geçirilmelidir. **Uygulama maliyeti düşük ve enerji verimliliğine katkısı yüksek olan yatırımlar enerji verimliliği yükümlülükleri ve enerji verimliliği yarışmaları aracılığıyla faaliyete geçirilmelidir. Piyasa temelli politika mekanizması araçları, finansal mekanizmalar ve iş modelleri gibi diğer Enerji Verimliliği Çözümleriyle desteklenmelidir.** Sektör içi ve sektörler arası farkındalığın ve bilincin artırılması için enerji verimliliği ağları oluşturulmalı, çeşitli iletişim kanalları aracılığıyla enerji verimliliği uygulamalarıyla ilgili bilgi paylaşımı artırılmalıdır. Bu ağlar ve iletişim kanalları ile enerji verimliliği uygulamalarının faydaları, mali olmayanlarla birlikte, öne çıkartılmalıdır.
- **Enerji verimliliğinin artırılması için talep tarafını ve dağıtım şebekelerini sisteme daha fazla entegre edebilecek iş modelleri geliştirilmeli ve uygulanmalıdır. Akıllı sayaç kullanımı, mevcut akıllı şebekeler yol haritasıyla paralel olarak artırılmalı ve devamında şebekenin esneklik potansiyelini artıran talep tarafı katılımı çeşitli piyasalar aracılığıyla faaliyete alınmalıdır.** Talep tarafı katılımı tasarımı farklı piyasalar için biçimlendirilmelidir.
- **Mevzuatın, piyasa temelli politika mekanizması araçlarının ve diğer verimlilik artırıcı eylemlerin düşük maliyetli ve hızlı bir şekilde hayata geçirilmesini sağlayacak finansman mekanizmaları ve araçları geliştirilmeli ve uygulanmalıdır. Finansman süreçleri, enerji dönüşümü alt başlıklarıyla birlikte ayrı bir şekilde tanımlanmalıdır.** Tüm kaynakların enerji dönüşümü ya da dönüşümün temel alt başlıkları (örneğin, enerji verimliliği) altında kamu öncülüğünde paydaşların da katılacağı merkezi bir finansman koordinasyon mekanizması kurulmalı, finans kuruluşları dışında uluslararası kurumsal yatırımcıları çekmeye ve ESCO modelinin geliştirilmesine yönelik politikalar ve finansman modelleri geliştirilmelidir.
- **Tüketiciyi güçlendirecek, tüm sistemin daha entegre ve verimli çalışmasını**

Türkiye, enerji verimliliğinin yaygınlaştırılması için önemli hedefler belirlemiş, bu hedeflere ulaşabilmek için ilgili kuruluşlara sorumluluklar atamıştır. UEVEP doğrultusunda enerji verimliliğinin yaygınlaşması için önemli uygulamalar hayata geçirilmektedir.

Yapılan detaylı sektör, teknoloji ve iş modelleri analizleri, bunun da ötesinde bir potansiyelin maliyet etkin bir şekilde ulaşılabilir olduğunu göstermiştir.

sağlayacak ve dağıtık enerjiden ortaya çıkan fırsatları hayata geçirecek sistem verimliliği mekanizma ve modelleri araştırılmalı ve uygulanmalıdır.

Başta dağıtım şebekesi olmak üzere, bütün sistemin toptan verimliliğinin artırılması ve uzun vadeli şebeke planlamasının daha sağlıklı yapılabilmesi için ısıtma ve ulaşım kaynaklı elektrifikasyon ile dağıtık enerjinin entegrasyonu için gerekli düzenlemeler yapılmalı ve çeşitli mekanizmalarla birlikte iş modelleri de geliştirilmelidir. Şebekeye entegre edilen bu dağıtık enerji kaynaklarının esnekliği EDAŞ'lar ve TEİAŞ tarafından bütün şebeke paydaşlarına fayda sağlayacak şekilde yönetilmelidir. Esneklik potansiyelinin daha etkin, verimli, rekabetçi ve faydalı olarak kullanılabilmesi için dağıtık enerji kaynaklarını güçlendirecek, akıllı tarifeler, "peer-to-peer" ticaret gibi mekanizmaların önü açılmalıdır.

- ABB. (2018). IEC 60034-30-1 standard on efficiency classes for low voltage AC motors. https://library.e.abb.com/public/0451229996ff4b0786505fd9a4075645/9AKK107319%20EN%2005-2018_20848_ABB_Technical_note_IEC_60034_30_1.pdf adresinden alındı
- Avrupa Komisyonu. (2012). Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council on Energy Efficiency, amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EU and repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC.
- Avrupa Komisyonu. (2013). Commission Regulation (EU) No 617/2013 implementing Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council with regard to ecodesign requirements for computers and computer servers.
- Aydın, E. (2018). An Assessment of Residential Energy Efficiency in Turkey. IICEC ENERGY AND CLIMATE RESEARCH PAPER.
- Aydınlatma Portalı. (2016). Philips Aydınlatma CEO'su Eric Rondolat'ın Türkiye Açıklaması. <https://www.aydinlatma.org/philips-aydinlatma-ceosu-eric-rondolat-in-turkiye-aciklamasi.html> adresinden alındı
- Bhatia, S. (2014). Advanced Renewable Energy Systems.
- Bonn, L., & Rivest, J. (2016). Smart Lighting & Smart Hub DIY Install: Does It Yield? Efficiency Vermont.
- Brito, M., Freitas, S., Guimarães, S., Catita, C., & Redweik, P. (2017). The importance of facades for the solar PV potential of a Mediterranean city using LiDAR data. Renewable Energy.
- De-risking Energy Efficiency Platform. (2020). <https://deep.eefig.eu/> adresinden alındı
- Dünya Bankası. (2019). World Development Indicators. Dünya Bankası: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD> adresinden alındı
- Economist Intelligence Unit. (2019). Data Tool.
- ENERGY STAR. (2020). Product Finder. <https://www.energystar.gov/productfinder/> adresinden alındı
- Enerji İşleri Genel Müdürlüğü. (2020). Denge Tabloları (2000-2018). <https://www.eigm.gov.tr/tr-TR/Denge-Tabloları/Denge-Tabloları> adresinden alındı
- EPIAŞ. (2020). 2020 Yılı Profil Katsayıları. <https://www.epias.com.tr/tum-duyurular/piyasa-duyurulari/elektrik/kayit-ve-uzlastirma/2020-yili-profil-katsayilari/> adresinden alındı
- EPIAŞ. (2020). Şeffaflık Platformu. <https://seffalik.epias.com.tr/transparency/> adresinden alındı
- Eurostat. (2020). Air emissions accounts by NACE Rev. 2 activity. https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=env_ac_ainah_r2&lang=en adresinden alındı
- GAZBİR. (2019). 2018 Yılı Doğal Gaz Dağıtım Sektörü Raporu. <https://www.gazbir.org.tr/uploads/page/2018-Dogal-Gaz-Sektor-Raporu.pdf> adresinden alındı
- Gifford, W. R., Goldberg, M. L., Tanimoto, P. M., Celnicker, D. R., & Poplawski, M. E. (2012). Residential Lighting End-Use Consumption Study: Estimation Framework and Initial Estimates. U.S. Department of Energy Energy Efficiency & Renewable Energy.

- IEA. (2010). Cement Production. https://iea-etsap.org/E-TechDS/PDF/I03_cement_June_2010_GS-gct.pdf adresinden alındı
- IEA. (2010). Combined Heat and Power.
- IEA. (2012). Building Shell and Thermal Insulation. https://iea-etsap.org/E-TechDS/PDF/R01_Building%20shell-thermal%20insulation%20FINAL_GSOK.pdf adresinden alındı
- IEA. (2012). Cold Appliances. https://iea-etsap.org/E-TechDS/PDF/R05%20Cold%20Appliances_FINAL_v2_GSOK.pdf adresinden alındı
- IEA. (2012). Space Heating and Cooling. https://iea-etsap.org/E-TechDS/PDF/R02%20Heating%20and%20cooling%20FINAL_GSOK.pdf adresinden alındı
- IEA. (2018). The Future of Cooling.
- IEA. (2019). Energy Efficiency 2019.
- IEA. (2020). Data & Statistics. <https://www.iea.org/data-and-statistics> adresinden alındı
- IEA. (2020). Global CO₂ emissions in 2019. <https://www.iea.org/articles/global-co2-emissions-in-2019> adresinden alındı
- IEA, & IRENA. (2013). Heat Pumps. https://iea-etsap.org/E-TechDS/PDF/E19IR_Heat%20Pumps_HN_Jan2013_GSOK.pdf adresinden alındı
- IEA, IRENA, UNSD, WB, WHO. (2019). Tracking SDG 7: The Energy Progress Report 2019. Washington DC.
- Intelligent Energy Europe. (2009). Evaluation and Monitoring of the EU Directive on energy end-use efficiency and energy services (EMEEES). <https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/en/projects/emeees> adresinden alındı
- Intelligent Energy Europe. (2010). Standby and Off-Mode Energy Losses In New Appliances Measured in Shops.
- International Finance Corporation. (2017). Improving Thermal and Electric Energy Efficiency at Cement Plants: International Best Practice. <http://documents1.worldbank.org/curated/en/601861502958556115/pdf/118739-REVISED-68p-Elect-Energy-Effic-Cement-05-23.pdf> adresinden alındı
- International Monetary Fund. (2020). IMF DataMapper. Gross Domestic Product (GDP): <https://www.imf.org/external/datamapper/datasets/WEO/1> adresinden alındı
- IRENA. (2019). Renewable Power Generation Costs in 2018. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/May/IRENA_Renewable-Power-Generations-Costs-in-2018.pdf adresinden alındı
- Isaac, M., & Vuuren, D. P. (2009). Modeling global residential sector energy demand for heating and air. Energy Policy.
- Isaac, M., & Vuuren, D. P. (2009). Modeling global residential sector energy demand for heating and air conditioning in the context of climate change. Energy Policy, 507-521.
- İstanbul Sanayi Odası. (2019). Elektrikli Aydınlatma Ekipmanları İmalat Sanayi. http://www.iso.org.tr/sites/1/upload/files/iso-aydinlatma-sektor-raporu_WEB-9217.pdf adresinden alındı

King, J. (2018). Energy Impacts of Smart Home Technologies. American Council for an Energy-Efficient Economy.

Lawrence Berkeley National Laboratory; Resource Dynamics Corporation. (2015). Improving Process Heating System Performance: A Sourcebook for Industry.

U.S. Department of Energy. https://www.energy.gov/sites/prod/files/2016/04/f30/Improving%20Process%20Heating%20System%20Performance%20A%20Sourcebook%20for%20Industry%20Third%20Edition_0.pdf adresinden alındı

Lazard. (2019). Lazard's Levelized Cost of Energy Analysis - Version 13.0. <https://www.lazard.com/media/451086/lazards-levelized-cost-of-energy-version-130-vf.pdf> adresinden alındı

Lockheed Martin Energy. (2017). Home Energy Management System Savings Validation Pilot. NYSERDA. <https://www.nysesda.ny.gov/-/media/Files/Publications/Energy-Analysis/Home-Energy-Management-System-Savings-Validation-Pilot.pdf> adresinden alındı

London South Bank University. (2012). Improving Cold Storage Equipment in Europe. ICE-E. https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/ice-e_ice_e_publishable_report_en.pdf adresinden alındı

McCabe, K., Sigrin, B., Lantz, E., & Mooney, M. (2018). Assessment of the Economic Potential of Distributed Wind in Colorado, Minnesota, and New York. National Renewable Energy Laboratory.

Mcneil, M., & Letschert, V. (2015). Forecasting Electricity Demand in Developing Countries: A Study of Household Income and Appliance Ownership. European Council for an Energy Efficient Economy, Panel 6: Dynamics of Consumption, ECEE 2005 Summer Study Proc.-what Works & Who Delivers.

Mevzuat Bilgi Sistemi. (2012). Elektrik Motorları ile İlgili Çevreye Duyarlı Tasarım Gereklerine Dair Tebliğ (SGM-2012/2). Retrieved from <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=15872&MevzuatTur=9&MevzuatTertip=5>

Mevzuat Bilgi Sistemi. (2012). Ev Tipi Bulaşık Makinelerinin Enerji Etiketlemesine Dair Tebliğ (SGM-2012/5). <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=16265&MevzuatTur=9&MevzuatTertip=5> adresinden alındı

Mevzuat Bilgi Sistemi. (2012). Ev Tipi Çamaşır Makinelerinin Enerji Etiketlemesine Dair Tebliğ (SGM-2012/6). <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=16268&MevzuatTur=9&MevzuatTertip=5> adresinden alındı

Mevzuat Bilgi Sistemi. (2012). Ev Tipi Soğutma Cihazlarının Enerji Etiketlemesine Dair Tebliğ (SGM-2012/4). <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=16263&MevzuatTur=9&MevzuatTertip=5> adresinden alındı

Mevzuat Bilgi Sistemi. (2013). Genel Aydınlatma Yönetmeliği. <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=18646&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5> adresinden alındı

Mevzuat Bilgi Sistemi. (2013). Klimaların Enerji Etiketlemesine Dair Tebliğ (SGM/2013-11). <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=19153&MevzuatTur=9&MevzuatTertip=5> adresinden alındı

Mevzuat Bilgi Sistemi. (2020). Mevzuat Bilgi Sistemi. <https://www.mevzuat.gov.tr/> adresinden alındı

Moya, J. A., & Nicolas, P. (2013). The potential for improvements in energy efficiency and CO₂ emissions in the EU27 iron and steel industry under different payback periods.

Journal of Cleaner Production, 52, 71-83. doi:10.1016/j.jclepro.2013.02.028

Nguyen, T. (2017). Standby Power Saving Power Strip.

Nierop, S., & Humperdinck, S. (2018). International comparison of fossil power efficiency and CO₂ intensity. ECOFYS.

OECD. (2015). Future Investment Projects in the Global Steel Industry and Implications for the Balance of Steelmaking Processes. [http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=DSTI/SU/SC\(2014\)16/FINAL&docLanguage=En](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=DSTI/SU/SC(2014)16/FINAL&docLanguage=En) adresinden alındı

OECD. (2020). Primary Energy Supply (Indicator). doi:10.1787/1b33c15a-en

OECD, & IEA. (2011). Energy-Efficiency Policy Opportunities for Electric Motor-Driven Systems.

Page, E., Beletich, S., Jeffcott, S., & Kummert, E. (2015). Not so clever when they are off: standby power use in smart lamps. https://www.eceee.org/library/conference_proceedings/eceee_Summer_Studies/2015/7-appliances-product-policy-and-the-ict-supply-chain/not-so-clever-when-they-are-off-standby-power-use-in-smart-lamps/ adresinden alındı

Putti, V. R., Tsan, M., Mehta, S., & Kammila, S. (2015). The State of the Global Clean and Improved Cooking Sector. ESMAP Technical Paper; No. 007/15. Washington, DC.: World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/21878> adresinden alındı

Remus, R., Aguado-Monsonet, M. A., Roudier, S., & Sancho, L. D. (2013). Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Iron and Steel Production. Publications Office of the European Union.

ROSATOM. (tarih yok). The VVER Today: Evolution, Design, Safety. <https://www.rosatom.ru/upload/iblock/0be/0be1220af25741375138ecd1afb18743.pdf> adresinden alındı

Rosenow, J., & Bayer, E. (2016). Costs and Benefits of Energy Efficiency Obligation Schemes. The Regulatory Assistance Project. <http://www.raponline.org/wp-content/uploads/2016/11/rap-rosenow-bayer-costs-benefits-energy-efficiency-obligation-schemes-2016.pdf> adresinden alındı

Salman, M. (2019). PIMS 5285: UNDP/GEF Türkiye’de KOBİ’lerde Enerji Verimli Motorların Teşvik Edilmesi Projesi. V. ENERJİ VERİMLİLİĞİ GÜNLERİ. İzmir.

Sanayide Enerji Verimliliği Projesi. (2020). SOĞUTMA SİSTEMLERİNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ. Sanayide Verimli Enerji: <http://sanayideverimlienerji.com/sayfa-detay/sogutma-sistemlerinde-enerji-verimliliği/38> adresinden alındı

Saygın, D. (2012). Assessing industrial energy use and CO₂ emissions Opportunities for energy efficiency, biomass and CCS.

SHURA Enerji Dönüşümü Merkezi. (2018). Türkiye’nin Enerji Sisteminde Yenilenebilir Kaynakların Artan Payı: İletimde Genişleme ve Esneklik Seçenekleri. https://www.shura.org.tr/wp-content/uploads/2018/12/SHURA_T%C3%BCrkiye%E2%80%99nin-Enerji-Sisteminde-Yenilenebilir-Kaynaklar%C4%B1n-Artan-Pay%C4%B1.pdf adresinden alındı

SHURA Enerji Dönüşümü Merkezi. (2019). Quick assessment of the renewable energy potential in Turkey’s buildings sector. GIZ.

SHURA Enerji Dönüşümü Merkezi. (2019). Türkiye ulaştırma sektörünün dönüşümü: Elektrikli araçların Türkiye dağıtım şebekesine etkileri. <https://www.shura.org.tr/wp-content/uploads/2019/12/Turkiye-ulastrirma-sektorunun-donusumu-Elektrikli-araclar%C4%B1n-Turkiye-dagitim-sebekesine-etkileri-.pdf> adresinden alındı

SHURA Enerji Dönüşümü Merkezi. (2019). Türkiye’de Enerji Dönüşümünün Finansmanı. https://www.shura.org.tr/wp-content/uploads/2019/10/Turkiyede_Enerji_Donusumunun_Finansmani_2.pdf adresinden alındı

SHURA Enerji Dönüşümü Merkezi. (2020a). Binalarda çatı üstü güneş enerjisi potansiyeli - Türkiye’de çatı üstü güneş enerjisi sistemlerinin hayata geçmesi için finansman modelleri ve politikalar. https://www.shura.org.tr/wp-content/uploads/2020/05/Binalarda_Cat%C4%B1_Ustu_Gunes_Enerjisi-Potansiyeli-2.pdf adresinden alındı

SHURA Enerji Dönüşümü Merkezi. (2020b). 2030 yılına doğru Türkiye’nin optimum elektrik üretim kapasitesi. https://www.shura.org.tr/wp-content/uploads/2020/07/2030_y%C4%B1n%C4%B1na_do%C4%9Fru_T%C3%BCrkiyenin_optimum_elektrik_kapasitesi-.pdf

State of Michigan. (2003). Miscellaneous Industrial Costs. https://www.michigan.gov/documents/Vol2-36UIP12MiscellaneousIndustrialCosts_121081_7.pdf adresinden alındı

T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. (2019). On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023).

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2010). Türkiye İklim Değişikliği Stratejisi 2010-2023.

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2012). İklim Değişikliği Ulusal Eylem Planı 2011-2023.

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2012). Türkiye’nin İklim Değişikliği Uyum Stratejisi ve Eylem Planı 2011-2023.

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı; İstanbul Teknik Üniversitesi. (2016). Entegre Çevre İznine (EÇİ) Tabi Çimento Üretim Tesislerinin Uyum Durumları ve Gerekliliklerin Belirlenmesi Projesi. <https://webdosya.csb.gov.tr/db/ippc/icerikler/c-mento-sektor-notu-20180425132301.pdf> adresinden alındı

T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu. (2016). 2015 Yılı Elektrik Piyasası Gelişim Raporu. <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-24/yillik-sektor-raporu> adresinden alındı

T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu. (2019). Doğal Gaz Piyasası Yıllık Sektör Raporu. <https://www.epdk.org.tr/Detay/Icerik/3-0-94-1007/dogal-gazyillik-sektor-raporu> adresinden alındı

T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu. (2019). Elektrik Piyasası Yıllık Sektör Raporu. <https://www.epdk.org.tr/Detay/Icerik/3-0-24/elektrikyillik-sektor-raporu> adresinden alındı

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2007). Enerji Verimliliği Kanunu.

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2012). Enerji Verimliliği Strateji Belgesi 2012-2023.

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2014). Stratejik Plan 2015-2019.

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2017). Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı 2017-2023. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/01/20180201M1-1.htm> adresinden alındı

- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2019). Enerji Verimliliği Danışmanlık Şirketleri 2015-2018 Dönemi Faaliyet Raporu. http://www.yegm.gov.tr/duyurular_haberler/document/EVD_2015_2018_Donemi_Faaliyet_Raporu.pdf adresinden alındı
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2019). Kamu Binalarında Tasarruf Hedefi ve Uygulama Rehberi.
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2019). Türkiye Elektrik Enerjisi Talep Projeksiyonu Raporu. Enerji İşleri Genel Müdürlüğü. <https://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2F1%2FDocuments%2FE%2C4%B0GM%20Ana%20Rapor%2FT%2C3%BCrkiye%20Elektrik%20Enerjisi%20Talep%20Projeksiyonu%20Raporu.pdf> adresinden alındı
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2019). Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı 2017-2018 Gelişimi Özet Raporu.
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2020). Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına dair Yönetmelik.
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2020). Enerji Verimliliği Bilinç Endeksi Kantitatif Araştırma Raporu. Retrieved from http://www.enver.org.tr/media/catalog/pdf/enerji_verimliliği_bilinc_endeksi_kantitatif_raporu_2020.pdf
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2020). Enerji Verimliliği Stratejik İletişim Planı. Enerji Verimliliği ve Çevre Dairesi Başkanlığı. https://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2F1%2FDocuments%2F252fBakanl%25c4%25b1k%2bDuyurular%25c4%25b1%252fEnerji_Verimliliği_Stratejik_Iletisim_Planı.pdf&version1%2c00 adresinden alındı
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2020). Kojenerasyon Değerlendirme Raporu. Enerji Verimliliği ve Çevre Dairesi Başkanlığı. https://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2F1%2FDocuments%2F252fBakanl%25c4%25b1k%2bDuyurular%25c4%25b1%252fKojenerasyon_Degerlendirme_Raporu.pdf adresinden alındı
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2020). Rüzgâr. <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Ruzgar> adresinden alındı
- T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. (2016). İmalat Sanayisinde Kullanılan Elektrik Motorları Envanteri Analiz Raporu. Ankara.
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (2019). Isıtma ve Soğutma Gün Dereceleri. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/gun-derece.aspx> adresinden alındı
- TEİAŞ. (2020). Elektrik İstatistikleri, Türkiye Elektrik Üretim-İletim İstatistikleri. <https://www.teias.gov.tr/tr-TR/turkiye-elektrik-uretim-iletim-istatistikleri> adresinden alındı
- TURKBESD. (2019). Türkiye Beyaz Eşya Sanayisi Enerji Verimliliği Görüşmesi.
- TÜİK. (2020). Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1059 adresinden alındı
- TÜİK. (2020). Çevre İstatistikleri. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1019 adresinden alındı
- TÜİK. (2020). Enerji İstatistikleri.
- TÜİK. (2020). Gelir Dağılımı ve Yaşam Koşulları İstatistikleri.
- TÜİK. (2020). Ulusal Hesaplar.
- Türk Standardları Enstitüsü. (2009). TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları.

Türkiye Cumhuriyeti. (2015). Intended Nationally Determined Contribution. <https://www4.unfccc.int/sites/submissions/INDC/Submission%20Pages/submissions.aspx> adresinden alındı

Türkiye Çelik Üreticileri Derneği. (2015). Demir Çelik Sektörü. Türkiye Çelik Üreticileri Derneği: <http://celik.org.tr/demir-celik-sektoru/> adresinden alındı

Türkiye Çelik Üreticileri Derneği. (2019). Türkiye Demir-Çelik Sektörü Enerji Verimliliği Görüşmesi.

Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği. (2019). Türkiye Çimento Sektörü Enerji Verimliliği Görüşmesi.

Türkiye Kojenerasyon Derneği. (2020). Kojenerasyon Nedir? <http://kojenturk.org/tr/kojenerasyon-nedir-15> adresinden alındı

U.S. Department of Energy. (2014). MANUFACTURING ENERGY CONSUMPTION SURVEY (MECS). <https://www.eia.gov/consumption/manufacturing/> adresinden alındı

U.S. Department of Energy. (2016). Absorption Chillers for CHP Systems.

U.S. Department of Energy. (2019). U.S. Installed and Potential Wind Power Capacity and Generation. WINDEXchange: <https://windexchange.energy.gov/maps-data/321> adresinden alındı

U.S. Department of Energy. (tarih yok). The Energy Smart Guide to Campus Cost Savings. https://www.michigan.gov/documents/CIS_EO_EnergySmartGuidetoCampusCostSavings_75700_7.pdf adresinden alındı

World Steel Association. (2019). World Steel in Figures. <https://www.worldsteel.org/steel-by-topic/statistics/World-Steel-in-Figures.html> adresinden alındı

Ek A: Frozen Senaryonun Oluşturulma Metodolojisi

Frozen senaryo proseslerin enerji verimliliğinin değişmeyeceği varsayımına dayanılarak oluşturulmuş, elektrik tüketimleri sektör büyüme tahminleriyle birlikte artırılmıştır. Frozen senaryoda talep gelişimi Tablo 17'de gösterildiği gibi tahmin edilmiştir.

Tablo 17: Frozen senaryo talep gelişimi, 2020-2030

TWh	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Sanayi	118,4	124,8	131,6	138,7	146,0	153,7	159,7	166,0	172,4	178,0	183,7
Binalar	132,8	138,0	143,4	149,0	154,7	160,7	167,1	173,6	180,5	187,6	195,0
Diğer	62,9	65,7	68,7	71,7	74,9	78,1	81,2	84,4	87,7	90,9	94,3
Toplam	314,2	328,5	343,6	359,4	375,6	392,5	408,0	424,0	440,6	456,5	472,9
Büyüme Oranı		%4,6	%4,6	%4,6	%4,5	%4,5	%3,9	%3,9	%3,9	%3,6	%3,6

Frozen senaryonun elektrik tüketimi mevcut durumdaki ve gelecekteki aktivite/cihaz sayısı ile aktivitenin/cihazın yıllık veya spesifik elektrik tüketiminin bir fonksiyonu olarak hesaplanmaktadır. Tablo 18'de sanayide elektrik tüketiminin hesaplanması için kullanılan parametreler verilmiştir.

Tablo 18: Frozen senaryoda sanayideki elektrik tüketiminin hesaplanmasında kullanılan parametreler

Veri	Değer ve Açıklama	Kaynak
Elektrik ark ocağı kullanan demir çelik tesisi sayısı (2020)	25. Demir-çelik sektörünün tüketim miktarı çelik üretimi ve birim çelik üretimi başına tüketilen elektrik miktarı üzerinden hesaplandığı için tesis sayısı demir-çelik sektörünün elektrik tüketim miktarını direkt olarak etkilememektedir.	(TÇÜD, 2019)
Bazik oksijen fırını sayısı (2020)	7. Demir-çelik sektörünün tüketim miktarı çelik üretimi ve birim çelik üretimi başına tüketilen elektrik miktarı üzerinden hesaplandığı için tesis sayısı demir-çelik sektörünün elektrik tüketim miktarını direkt olarak etkilememektedir.	(TÇÜD, 2019)
Çelik üretimi	2020 yılında 40 Mt, 2030 yılında 53 Mt. Yıllık büyüme oranı %3.	(TÇÜD, 2015) ve (WSA, 2019) verilerine dayanarak varsayım yapılmıştır.
Mevcut elektrikli ark ocaklarının ortalama birim elektrik tüketimi	475 kWh/t çelik	(EC, 2013)
Mevcut bazik oksijen fırınlarının ortalama birim elektrik tüketimi	35 kWh/t çelik	(EC, 2013)
Çimento tesisi sayısı (2020)	54 tane entegre tesis, 20 tane öğütme-paketleme tesisi	(TÇMB, 2019)

Veri	Değer ve Açıklama	Kaynak
Çimento üretimi	2020 yılında 53 Mt, 2030 yılında 64 Mt. Yıllık büyüme oranı %2.	(TÇMB, 2019)
Klinker üretimi	2020 yılında 43 Mt, 2030 yılında 52 milyon ton. Yıllık büyüme oranı %2.	(TÇMB, 2019)
Klinker üretiminin çimento üretimine oranı	%82. 2030 yılına kadar değişmeyeceği varsayılmıştır. İç ve dış pazarlardaki çimento ile klinker fiyatlarının ve talebinin bu oranı etkileyebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.	(TÇMB, 2019)
Mevcut durumda çimento tesislerindeki elektrik tüketimi	97 kWh/t çimento	(TÇMB, 2019)
Diğer elektrikli proses ısıtmada tüketilen elektrik miktarı (2019)	7,6 TWh. ABD'deki üretim sanayideki sektörlerin proses ısıtma için kullandığı elektrik miktarlarının toplam sektör tüketimlerine oranlarının Türkiye'deki sektörlerin tüketimleriyle çarpılmasıyla hesaplanmıştır.	(DOE, 2014) ve (EİGM, 2020) verileri üzerine SHURA analizi
Proses soğutmada tüketilen elektrik miktarı (2019)	6,1 TWh. ABD'deki üretim sanayideki sektörlerin proses soğutma için kullandığı elektrik miktarlarının toplam sektör tüketimlerine oranlarının Türkiye'deki sektörlerin tüketimleriyle çarpılmasıyla hesaplanmıştır.	(DOE, 2014) ve (Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, 2020) verileri üzerine SHURA analizi
Sanayideki IE1 ve IE2 verimli elektrikli motor sayısı (2019)	4,7 milyon	(T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2016), İmalat Sanayisinde Kullanılan Elektrik Motorları Envanteri Analiz Raporu'ndaki değerler baz alınarak varsayım yapılmıştır.
Sanayideki IE3 ve IE4 verimli elektrikli motor sayısı (2019)	0,1 milyon	(T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2016), İmalat Sanayisinde Kullanılan Elektrik Motorları Envanteri Analiz Raporu'ndaki değerler baz alınarak varsayım yapılmıştır.
Sanayi motorlarında değişken hız sürücüsü kullanım oranı (2019)	%50	(T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2016), İmalat Sanayisinde Kullanılan Elektrik Motorları Envanteri Analiz Raporu'ndaki değerler baz alınarak varsayım yapılmıştır.
Sanayide aydınlatması için elektrik tüketim miktarı (2019)	12 TWh	(Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, 2020), uzman görüşü
Sanayi aydınlatmasında verimli aydınlatma (LED) kullanımının oranı	%60	Uzman görüşü
Mevcut elektrik tüketmeyen doğal gaz kaynaklı ısıtıcıların verimleri	%90	(EİGM,2010) ve uzman görüşü
Sanayideki elektrikli soğutma sistemlerinin verimlilikleri	2,8 W/W	(IEA, 2012) ve (IEA, 2012)'deki çeşitli soğutma teknolojileri ve uzman görüşleri göz önünde bulundurularak varsayım yapılmıştır.

Tablo 19'da binalardaki elektrik tüketiminin hesaplanması için kullanılan parametreler verilmiştir.

Tablo 19: Frozen senaryoda binalardaki elektrik tüketiminin hesaplanmasında kullanılan parametreler

Veri	Değer ve Açıklama	Kaynak
Düşük verimli buzdolabı sayısı (2019)	5,4 milyon	(TURKBESD, 2019) ve (TÜİK, 2020) verilerine dayanarak tahmin edilmiştir.
Düşük verimli çamaşır makinesi sayısı (2019)	2,2 milyon	(TURKBESD, 2019) ve (TÜİK, 2020) verilerine dayanarak tahmin edilmiştir.
Düşük verimli bulaşık makinesi sayısı (2019)	4,0 milyon	(TURKBESD, 2019) ve (TÜİK, 2020) verilerine dayanarak tahmin edilmiştir.
Düşük verimli dondurucu sayısı (2019)	0,6 milyon	(TURKBESD, 2019) ve (TÜİK, 2020) verilerine dayanarak tahmin edilmiştir.
Yüksek verimli buzdolabı sayısı (2019)	18,7 milyon	(TURKBESD, 2019) ve (TÜİK, 2020) verilerine dayanarak tahmin edilmiştir.
Yüksek verimli çamaşır makinesi sayısı (2019)	21,8 milyon	(TURKBESD, 2019) ve (TÜİK, 2020) verilerine dayanarak tahmin edilmiştir.
Yüksek verimli bulaşık makinesi sayısı (2019)	13,7 milyon	(TURKBESD, 2019) ve (TÜİK, 2020) verilerine dayanarak tahmin edilmiştir.
Yüksek verimli dondurucu sayısı (2019)	4,2 milyon	(TURKBESD, 2019) ve (TÜİK, 2020) verilerine dayanarak tahmin edilmiştir.
Diğer ev aletlerinin yıllık elektrik tüketimi (2019)	7,7 TWh	(EİGM, 2020) ve (TURKBESD, 2019) verilerine dayanarak hesaplanmıştır.
Düşük verimli bir buzdolabının elektrik tüketimi	550 kWh/yıl	(MBS, 2012). Enerji verimliliği etiketindeki değerler kullanılarak hesaplanmıştır.
Düşük verimli bir çamaşır makinesinin elektrik tüketimi	245 kWh/yıl	(MBS, 2012). Enerji verimliliği etiketindeki değerler kullanılarak hesaplanmıştır.
Düşük verimli bir bulaşık makinesinin elektrik tüketimi	340 kWh/yıl	(MBS, 2012). Enerji verimliliği etiketindeki değerler kullanılarak hesaplanmıştır.
Düşük verimli bir dondurucunun elektrik tüketimi	515 kWh/yıl	(MBS, 2012). Enerji verimliliği etiketindeki değerler kullanılarak hesaplanmıştır.
Ortalama verimli bir buzdolabının elektrik tüketimi	375 kWh/yıl	Piyasa araştırması ve (TURKBESD, 2019) verisine göre yazar varsayımı
Ortalama verimli bir çamaşır makinesinin elektrik tüketimi	180 kWh/yıl	Piyasa araştırması ve (TURKBESD, 2019) verisine göre yazar varsayımı
Ortalama verimli bir çamaşır makinesinin elektrik tüketimi	295 kWh/yıl	Piyasa araştırması ve (TURKBESD, 2019) verisine göre yazar varsayımı
Ortalama verimli bir dondurucunun elektrik tüketimi	345 kWh/yıl	Piyasa araştırması ve (TURKBESD, 2019) verisine göre yazar varsayımı
Ev aletlerinin ve ofis ekipmanlarının kapalı durumda tüketiminin açık durumdaki tüketimine oranı	%15	(EE, 2010)
Konut dışı binalardaki yüksek verimli masaüstü bilgisayar sayısı (2019)	1,8 milyon	Uzman görüşü, SHURA analizi
Konut dışı binalardaki yüksek verimli dizüstü bilgisayar sayısı (2019)	0,2 milyon	Uzman görüşü, SHURA analizi

Veri	Değer ve Açıklama	Kaynak
Konut dışı binalardaki düşük verimli masaüstü bilgisayar sayısı (2019)	6,8 milyon	Uzman görüşü, SHURA analizi
Konut dışı binalardaki düşük verimli dizüstü bilgisayar sayısı (2019)	0,8 milyon	Uzman görüşü, SHURA analizi
Düşük verimli bir masaüstü bilgisayarın elektrik tüketimi	211 kWh/yıl	(EC, 2013)
Düşük verimli bir dizüstü bilgisayarın elektrik tüketimi	81 kWh/yıl	(EC, 2013)
Konutlardaki lamba sayısı (2019)	296 milyon	Piyasa araştırması sonuçları ve (TÜİK, 2020) Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi hane sayısı üzerinden hesaplanmıştır.
Konutlardaki LED lambaların payı	%50	Uzman görüşü
Konutlardaki bir lambanın çalışma saati	1000 saat/yıl	(SHURA, 2020), ((IEE,, 2009), Uzman görüşü
LED olmayan lambaların ortalama gücü	29 W	Piyasa araştırması
Ortalama verimli LED lambaların düşük verimli lambaya kıyasla tüketimi	%40	Uzman görüşü
Yüksek verimli LED lambaların düşük verimli lambalara kıyasla tüketimi	%20 (6 W)	Piyasa araştırması, (ENERGY STAR, 2020) ve diğer varsayımlara göre hesaplanmıştır.
Ticari ve kamu binaları sayısı	475 bin	SHURA analizi
Eğitim binaları sayısı	31 bin	SHURA analizi
Otel sayısı	14 bin	SHURA analizi
Hastane sayısı	2 bin	SHURA analizi
Alışveriş merkezi sayısı	415	SHURA analizi
Ticari ve kamu binalarının toplam iklimlendirilen alanı	285 milyon m ²	(SHURA, 2020)
Eğitim binalarının toplam iklimlendirilen alanı	43 milyar m ²	(SHURA, 2020)
Otellerin toplam iklimlendirilen alanı	6 milyar m ²	(SHURA, 2020)
Sağlık binalarının toplam iklimlendirilen alanı	22 milyar m ²	(SHURA, 2020)
Alışveriş merkezlerinin toplam iklimlendirilen alanı	4 milyar m ²	(SHURA, 2020)
Ticari ve kamu binalarının birincil enerji tüketimi (alan ısıtma, su ısıtma, soğutma ve iklimlendirme ve aydınlatma)	300 kWh/m ² -yıl	(SHURA, 2020)
Eğitim binalarının birincil enerji tüketimi (alan ısıtma, su ısıtma, soğutma ve iklimlendirme ve aydınlatma)	150 kWh/m ² -yıl	(SHURA, 2020)
Otellerin birincil enerji tüketimi (alan ısıtma, su ısıtma, soğutma ve iklimlendirme ve aydınlatma)	350 kWh/m ² -yıl	(SHURA, 2020)

Sağlık binalarının birincil enerji tüketimi (alan ısıtma, su ısıtma, soğutma ve iklimlendirme ve aydınlatma)	600 kWh/m ² -yıl	(SHURA, 2020)
Alışveriş merkezlerinin birincil enerji tüketimi (alan ısıtma, su ısıtma, soğutma ve iklimlendirme ve aydınlatma)	250 kWh/m ² -yıl	(SHURA, 2020)
Hane sayısı (2019)	24 milyon	(TÜİK, 2020) ortalama hane halkı büyüklüğü ve nüfus verilerinden hesaplanmıştır.
Mevcut durumda 1. İklim bölgesindeki bir hanenin alan ve su ısıtması için harcadığı enerji miktarı	6.300 kWh/yıl	(EPDK, 2019) verilerinden faydalanılarak hesaplanmıştır.
Mevcut durumda 2. İklim bölgesindeki bir hanenin alan ve su ısıtması için harcadığı enerji miktarı	7.500 kWh/yıl	(EPDK, 2019) verilerinden faydalanılarak hesaplanmıştır.
Mevcut durumda 3. İklim bölgesindeki bir hanenin alan ve su ısıtması için harcadığı enerji miktarı	8.300 kWh/yıl	(EPDK, 2019) verilerinden faydalanılarak hesaplanmıştır.
Mevcut durumda 4. İklim bölgesindeki bir hanenin alan ve su ısıtması için harcadığı enerji miktarı	8.100 kWh/yıl	(EPDK, 2019) verilerinden faydalanılarak hesaplanmıştır.
Konutlardaki alan ve su ısıtması için tüketilen elektriğin konutların toplam enerji tüketimindeki payı	%7	SHURA analizi
Elektrikli ocak sayısı (2019)	2 milyon	(EPDK, 2019) ve (TURKBESD, 2019) verilerine dayanarak varsayım yapılmıştır.
Elektrikli fırın sayısı (2019)	13 milyon	(TURKBESD, 2019) verisine dayalı yazar varsayımı.
Elektrikli olmayan ocak sayısı (2019)	22 milyon	(EPDK, 2019), (TURKBESD, 2019) ve (TÜİK, 2020) adrese dayalı nüfus kayıt sistemi verilerine dayanarak varsayım yapılmıştır.
Doğal gazlı ocak sayısı (2019)	15 milyon	(EPDK, 2019) verilerine dayanarak varsayım yapılmıştır.
Düşük verimli bir elektrikli ocağın elektrik tüketimi	375 kWh/yıl	Piyasa araştırması
Düşük verimli bir fırının elektrik tüketimi	250 kWh/yıl	Piyasa araştırması
Konutlardaki klima sayısı	5 milyon	Yazar varsayımı. açıklamasına dayanarak yapılmıştır.
Konutlardaki düşük verimli klimaların ortalama soğutma verimi (EER)	2,5 W/W	(ENERGY STAR, 2020), piyasa araştırması
Konutlardaki mevcut klimaların ortalama soğutma verimi (EER)	3,0 W/W	(ENERGY STAR, 2020), piyasa araştırması
Konutlardaki yüksek verimli klimaların soğutma verimi (EER)	4,3 W/W	(ENERGY STAR, 2020), piyasa araştırması
Klimaların soğutma amaçlı çalışma saati	350 saat/yıl. Şehirlerin soğutma derece günlerine oranlanarak her bir şehir ve iklim bölgesi için ayrı ayrı hesaplanmıştır.	(MBS, 2013)

* Mevcut durumda farklı iklim bölgelerinde yer alan bir hanenin alan ve su ısıtması için harcadığı enerji miktarı hesaplamalarında ısıtma için doğal gazı alternatif yakıtların kullanılması, ekonomik sebepler, abone başına düşen iklimlendirilen alan farklılıkları, tasarruflu kullanım ve bina yalıtımına dair göstergeler de dikkate alınmıştır.

Veri	Değer ve Açıklama	Kaynak
Ticari ve kamu binalarında ısınma için enerji tüketimi	134 bin kWh/bina-yıl	SHURA analizi
Ticari ve kamu binalarında soğutma için elektrik tüketimi	20 bin kWh/bina-yıl	SHURA analizi
Eğitim binalarında ısınma için enerji tüketimi	192 bin kWh/bina-yıl	SHURA analizi
Eğitim binalarında soğutma için elektrik tüketimi	21 bin kWh/bina-yıl	SHURA analizi
Otellerde ısınma için enerji tüketimi	638 bin kWh/bina-yıl	SHURA analizi
Otellerde soğutma için elektrik tüketimi	275 bin kWh/bina-yıl	SHURA analizi
Hastanelerde ısınma için enerji tüketimi	1,6 milyon kWh/bina-yıl	SHURA analizi
Hastanelerde soğutma için elektrik tüketimi	2,1 milyon kWh/bina-yıl	SHURA analizi
Alışveriş merkezlerinde ısınma için enerji tüketimi	3,0 milyon kWh/bina-yıl	SHURA analizi
Alışveriş merkezlerinde soğutma için elektrik tüketimi	3,8 milyon kWh/bina-yıl	SHURA analizi

Tablo 20’de diğer sektörlerdeki elektrik tüketiminin hesaplanması için kullanılan parametreler verilmiştir.

Tablo 20: Frozen senaryoda diğer sektörlerdeki elektrik tüketiminin hesaplanmasında kullanılan parametreler

Veri	Değer ve Açıklama	Kaynak
Sokak aydınlatması sayısı (2019)	8,2 milyon	SHURA analizi ve uzman görüşüne dayanmaktadır.
Sokak aydınlatmalarının ortalama gücü	135 W	(TÜİK, 2020) elektrik tüketimi, çalışma saatleri ve aydınlatma sayısına dayanarak hesaplanmıştır.
Sokak aydınlatmalarının çalışma süresi	4.350 saat/yıl	(MBS, 2013) Genel Aydınlatma Yönetmeliği ve (EPIAŞ, 2020) profil katsayılarına dayanarak varsayım yapılmıştır.
İç tüketim, iletim ve dağıtım kayıplarının brüt elektrik talebine oranı	%16	SHURA analizi. (TEİAŞ, 2020) tarafından paylaşılan, geçmiş yılların kayıp değerlerinden hesaplanmıştır.

Sanayi sektöründeki tüketim alanları için aktivitelerin artışı EIU global sanayi endeksine oranlanmıştır. Binalardaki aktiviteler ise nüfus, GSYH gibi ölçütlere ve geçmiş yıllardaki büyüme oranlarına göre artırılmıştır. Sokak aydınlatması ve tarım ve hayvancılık binalardaki aktiviteye endekslenmiş, kayıpların (iç tüketim, iletim ve dağıtım) oranı ise bütün yıllarda brüt talebin %16’sı olacak şekilde hesaplanmıştır.

Ek B: SHURA Senaryosunun Oluşturulma Metodolojisi

SHURA senaryosunda mevcut ekipmanlarda ve gelecek yıllarda devreye girecek ekipmanların elektrik tüketiminde verimlilik artışı yapılacağı öngörülmüştür. Verimlilik artışı için yapılacak yatırımların ne kadar elektrik tasarrufu sağlayacağı hesaplanması için her bir ekipmanın ne kadar elektrik tüketeceği ve bu ekipmanlardan kaç tane kurulacağı tahmin edilmesi gerekmektedir. Ekipmanların ne kadar verimlilik sağlayacağı ulusal ve uluslararası raporlar incelenerek ve sektör paydaşlarıyla görüşülerek belirlenmiştir. Uygulama hızları ise piyasa olgunluğu, farkındalık ve uygulamanın fizibilitesine göre belirlenmiştir. Hesaplamalarda kullanılan değerler bu bölümün devamında paylaşılmıştır.

Elektrikli araçlar için tüketim ve tasarruf değerleri SHURA'nın "Türkiye ulaştırma sektörünün dönüşümü: Elektrikli araçların Türkiye dağıtım şebekesine etkileri" adlı raporundan alınmıştır.

Verimlilik ve Tüketim Varsayımları

SHURA senaryosunda sanayide elektrik enerjisi talebini etkileyen ürün ve süreçlere dair tüketim ve verimlilik varsayımları Tablo 21'de verilmiştir.

Tablo 21: SHURA Senaryosunda binalardaki elektrik tasarruf potansiyelinin hesaplanmasında kullanılan verimlilik ve tasarruf parametreleri

Veri	Değer ve Açıklama	Kaynak
Hesaplamalarda kullanılan tipik bir elektrikli ark ocağının çelik üretim miktarı	2020 yılında 1,5 Mt iken kapasite kullanım oranlarındaki artış ile birlikte 2030 yılında 1,8 Mt çıkmaktadır.	SHURA analizi. Ek A'daki çelik üretim projeksiyonu, mevcut elektrikli ark ocağı sayısına ve elektrikli ark ocaklarının faaliyet durumlarına göre analiz edilmiştir.
Hesaplamalarda kullanılan tipik bir bazik oksijen fırınının çelik üretim miktarı	2020 yılında 1,7 Mt iken kapasite kullanım oranlarındaki artış ile birlikte 2030 yılında 2,3 Mt çıkmaktadır.	SHURA analizi. Ek A'daki çelik üretim projeksiyonu ve mevcut bazik oksijen fırını sayısına göre analiz edilmiştir.
Yüksek verimli elektrikli ark ocağının elektrik tüketimi	440 kWh/t çelik	(Remus et al., 2013)'daki çeşitli verimlilik artırıcı uygulamaların sonucunda ulaşılabilecek tasarruf miktarlarına göre hesaplanmıştır.
Elektrik ark ocaklarında hurda ön ısıtması uygulamasının elektrik tasarruf kazancı	90 kWh/t çelik	(TÇÜD, 2019), (Remus et al., 2013)
Yüksek verimli bazik oksijen fırınının elektrik tüketimi	10 kWh/t çelik	(Remus et al., 2013)
Farin değirmenlerinde valsli dik değirmen uygulamasının elektrik tasarruf kazancı	8,5 kWh/t klinker	(Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği, 2019), (International Finance Corporation, 2017)
Atık ısı kazanımı uygulamasının elektrik tasarruf kazancı	25 kWh/t klinker	(TÇMB, 2019), (IFC, 2017)
Çimento öğütmede valsli dik değirmen ve horomill uygulamasının elektrik tasarruf kazancı	10 kWh/t çimento	(TÇMB, 2019), (IFC, 2017)

Veri	Değer ve Açıklama	Kaynak
Elektrikli proses ısıtmadaki enerji verimliliği uygulamalarının ortalama elektrik tasarruf kazancı	%10	(LBNL, 2015)
IE1-2 verimli elektrik motorlarının IE4 verimli elektrik motorlarıyla değişiminin elektrik tasarruf kazancı	%2,8	(MBS, 2012), (OECD & IEA, 2011). 4 kW gücünde, 6 kutuplu motor üzerinden hesaplanmıştır.
Elektrik motorlarında değişken hız sürücüsü kullanılmasının elektrik tasarruf kazancı	%25	(STB, 2016)
Sanayi ve bölgesel ısıtma için uygulanacak kojenerasyon sistemlerinin verimliliği	%90 (elektrik + ısı)	(TKD, 2020), (IEA, 2010)
Sanayi ve bölgesel ısıtma için uygulanacak kojenerasyon sistemlerinin elektrik/ısı oranı	%35. Çeşitli teknolojiler göz önünde bulundurularak ortalama bir değer alınmıştır.	(Bhatia, 2014)
Sanayide kullanılacak trijenerasyon sistemlerinin (absorpsiyonlu chiller) soğutma verimliliği	1,3 W/W. Çeşitli teknolojiler göz önünde bulundurularak ortalama bir değer alınmıştır.	(DOE, 2016)
Kojenerasyon santrallerinin kapasite faktörü	%77	(IEA, 2010) verileri, santralin ekonomik fizibilitesi ve kojenerasyon kullanılacak sistemlerin ısı ihtiyacına göre varsayım yapılmıştır.
Çatı üstü GES'lerin kapasite faktörü	%21.	(EPIAŞ, 2020). Şeffaflık platformunda paylaşılan geçmiş yıllara ait üretim değerleri üzerinden varsayım yapılmıştır.
Sanayide verimli proses soğutma uygulamasının (yalıtım, verimli cihaz kullanımı ve akıllı sistemler) tasarruf oranı	%70	(LSBU, 2012)
Sanayide LED dönüşüm uygulamalarının elektrik tasarruf kazancı	%80	Uzman görüşü

SHURA senaryosunda binalarda elektrik enerjisi talebini etkileyen ürün ve süreçlere dair tüketim ve verimlilik varsayımları Tablo 22'de verilmiştir.

Tablo 22: SHURA Senaryosunda binalardaki elektrik tasarruf potansiyelinin hesaplanmasında kullanılan verimlilik ve tasarruf parametreleri

Veri	Değer ve Açıklama	Kaynak
Yüksek verimli bir buzdolabının elektrik tüketimi	195 kWh/yıl	Piyasa araştırması
Yüksek verimli bir çamaşır makinesinin elektrik tüketimi	65 kWh/yıl	Piyasa araştırması
Yüksek verimli bir çamaşır makinesinin elektrik tüketimi	210 kWh/yıl	Piyasa araştırması
Yüksek verimli bir dondurucunun elektrik tüketimi	135 kWh/yıl	Piyasa araştırması
Verimlilik uygulamasından sonra ev aletlerinin ve ofis ekipmanlarının kapalı durumda tüketiminin açık durumdaki tüketimine oranı	%5	SHURA analizi

Yüksek verimli bir masaüstü bilgisayarın elektrik tüketimi	94 kWh/yıl	(EC, 2013)
Yüksek verimli bir dizüstü bilgisayarın elektrik tüketimi	27 kWh/yıl	(EC, 2013)
Konutlarda LED dönüşüm uygulamalarının elektrik tasarruf kazancı	%80	Uzman görüşü
Konut dışı binalarda LED dönüşüm uygulamalarının elektrik tasarruf kazancı	%50	Uzman görüşü
Akıllı ev otomasyon uygulamalarının tasarruf miktarı – aydınlatma	%22	(King, 2018)
Akıllı ev otomasyon uygulamalarının tasarruf miktarı – alan soğutma	%10	(King, 2018)
Akıllı ev otomasyon uygulamalarının tasarruf miktarı – alan ısıtma	%8	(King, 2018)
Akıllı ev otomasyon uygulamalarının tasarruf miktarı – sıhhi su ısıtma	%15	(King, 2018)
Aydınlatma otomasyon cihazının saatlik elektrik tüketimi	0,1 Wh	(LM Energy, 2017) ve (Page, Beletich, Jeffcott, & Kummert, 2015) raporlarına dayanarak varsayım yapılmıştır.
Akıllı termostatın saatlik elektrik tüketimi	0,9 Wh	Piyasa araştırması
Akıllı ev cihazlarının çalışma saati	8760 saat/yıl	Yazar varsayımı
Konutlar için ısı pompası COP değeri	4,1-4,6 W/W (kapasite ve kaynak tipine göre değişmektedir)	Piyasa araştırması
Konutlar için ısı pompası EER değeri	8,5-9,3 W/W (kapasite ve kaynak tipine göre değişmektedir)	Piyasa araştırması
Konut dışı binalar için ısı pompası COP değeri	4,3-4,5 W/W (kapasite ve kaynak tipine göre değişmektedir)	Piyasa araştırması
Konut dışı binalar için ısı pompası EER değeri	9,3-9,4 W/W (kapasite ve kaynak tipine göre değişmektedir)	Piyasa araştırması
Bina yalıtımının ısınma ve soğutma ihtiyacındaki azalma etkisi	%40	(IEA, 2012)
Yeni bir konutun ısıtma ve soğutma ihtiyacının mevcut ortalama bir konutun ısı ve soğutma ihtiyacına oranı	%80 (%20 daha az)	Uzman görüşü
Yüksek verimli bir ocağın elektrik tüketimi	150 kWh/yıl	Piyasa araştırması
Yüksek verimli bir fırının elektrik tüketimi	100 kWh/yıl	Piyasa araştırması
Konut dışı binalarda uygulanacak kojenerasyon sistemlerinin verimliliği	%90 (elektrik + ısı)	(TKD, 2020) ve (IEA, 2010) verileri üzerinden varsayım yapılmıştır.
Konut dışı binalarda uygulanacak kojenerasyon sistemlerinin elektrik/ısı oranı	%50	(IEA, 2010) raporundaki çeşitli teknolojilerin değerlendirilmesi üzerine varsayım yapılmıştır.
Konut dışı binalarda kullanılacak trijenerasyon sistemlerinin (absorpsiyonlu chiller) soğutma verimliliği	0,7 W/W	(DOE, 2016)

SHURA senaryosunda diğer sektörlerdeki elektrik enerjisi talebini etkileyen ürün ve süreçlere dair tüketim ve verimlilik varsayımları Tablo 23'te verilmiştir. Buradaki varsayımlara ek olarak elektrikli araçların elektrik talebi için "Türkiye Ulaştırma Sektörünün Dönüşümü: Elektrikli Araçların Türkiye Dağıtım Şebekesine Etkileri" raporundaki Yüksek Büyüme senaryosundaki değerler kullanılmıştır.

Tablo 23: SHURA senaryosunda diğer sektörlerdeki elektrik tasarruf potansiyelinin hesaplanmasında kullanılan verimlilik ve tasarruf parametreleri

Veri	Değer ve Açıklama	Kaynak
Sokak aydınlatmasında LED dönüşümünün sağlayacağı ortalama elektrik tasarrufu	%45	Piyasa araştırması
Kömür santrallerinin ortalama iç tüketim oranı	%10	(TEİAŞ, 2020) verisine göre SHURA analizi
Doğal gaz santrallerinin ortalama iç tüketim oranı	%4	(TEİAŞ, 2020) verisine göre SHURA analizi
Elektrik üretim, iletim ve dağıtımındaki toplam teknik kayıp oranı	Sırasıyla %4,5, %2 ve %5,5 olarak varsayılmıştır. Üretilen 100 birim elektriğin 12 biriminin teknik kayıp olduğu varsayılmıştır.	(TEİAŞ, 2020) iç tüketim, iletim ve dağıtım kaybı verilerine ve (EPDK, 2019) göre SHURA analizi

Uygulama Hızları

Uygulama hızları verimlilik tasarrufunun oran olarak ne kadarının gerçekleştirilmesinin öngörüldüğünü yansıtmaktadır. Her bir teknoloji için öngörülen uygulama hızı, enerji verimliliği hedeflerinin teorik potansiyele olan oranı üzerinden belirlenmiştir. Yenilenme hızı yıllara göre değişmekte olup her son tüketicinin teknoloji uygulama hızına bağlıdır. Uygulama hızları belirlenirken aşağıdaki faktörler göz önünde bulundurulmuştur:

- Uygulama/yenilemenin fizibilitesi
- Farkındalık
- Maliyetler ve piyasa büyümesi

Mevcut stok için uygulama hızı, hali hazırda kullanılan ekipmanların 2020-2030 periyodunda yüzde kaçının verimli ekipmanlar ile değişeceğini göstermektedir. Yeni yatırımlar için uygulama hızı, yeni satın alınan ekipmanların 2020-2030 periyodu içerisinde yüzde kaçının verimli olacağını göstermektedir. SHURA senaryosunda teknolojilerdeki uygulama oranları Tablo 24'te verilmiştir. Tablo 24'te yeni yatırımlar sütunu boş bırakılan uygulama alanlarında yeni yatırım yapılmayacağı varsayılmıştır.

Tablo 24: SHURA senaryosunda uygulama hızları

Uygulama Alanı	Mevcut Stok	Yeni Yatırımlar
Elektrikli Ark Ocakları	%25-30	
Bazik Oksijen Fırınları	%33	
Çimento Üretimi	%40	
Motor Sistemleri	%30-60	%60-80
Proses Isıtma	%55	%70
Proses Soğutma	%55	%70
Dağıtık Üretim (Kojenerasyon, Trijenerasyon ve Yenilenebilirler)	2030'a kadar 4,9 GW kojenerasyon/trijenerasyon, 10 GW dağıtık güneş, 25 MW dağıtık rüzgâr	
Sanayide Aydınlatma	%60	%80
Elektrikli Ev Aletleri	%40	%60
Ofis Ekipmanları	%40	%50
Binalarda Aydınlatma	%70	%80
Konutlar için Isı Pompaları ve Yalıtım	%0-4	%30-40
Konutlar için Soğutma Sistemleri	%40-70	%70
Akıllı evler	%40	%60
Yemek Pişirme	%40	%70
Konut Dışı Binalar için Isı Pompaları ve Yalıtım	%10	%30
Konut Dışı Binalar için Trijenerasyon ve Yalıtım		%25
Sokak Aydınlatması	%50	%80

Ek C: Fayda Maliyet Analizi Metodolojisi ve Sonuçları

Fayda maliyet analizinde enerji verimliliği uygulamaları için yatırım miktarları ABD\$ cinsinden belirlenmiştir. Bu yatırımların operasyon ve bakım giderlerine ve yakıt tüketimine etkisi fayda ya da maliyetler içerisine dâhil edilmiştir. Fayda ve maliyetler, yeni yatırımlarda direkt olarak, alternatifi olan yatırımlarda ise (örneğin, yeni alınacak bir çamaşır makinesinde) alternatif yatırımın fayda ve maliyetleriyle kıyaslanarak hesaplanmıştır. Fayda maliyet analizinin sonuçları değerlendirilirken bazı son tüketim alanlarındaki uygulamaların sebep olacağı dolaylı fayda ve maliyetlerin kapsam dışında kalmış olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Çalışmada ölçüt olarak “Elektrik Tasarrufunun Maliyeti” hesaplanmıştır. Elektrik tasarrufunun maliyeti aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmaktadır. Bu ölçütün birimi çalışmaya ABD\$/kWh veya ABD\$/MWh olarak yansıtılmıştır. Bir yatırımın elektrik tasarrufunun maliyeti elektriğin birim fiyatından düşükse yatırımın maliyet ekin olduğu söylenebilir. Elektrik tasarrufunun maliyetinin elektrik birim fiyatından yüksek olduğu durumlarda ise yatırım maliyet etkin değildir.

Denklem 1: Elektrik tasarrufunun maliyeti

$$\frac{(\text{CAPEX}_{\text{verimli}}^{10} - \text{CAPEX}_{\text{alternatif}}) * \text{Yıllık Çarpanı} + (\text{OPEX}_{\text{verimli}}^{11} - \text{OPEX}_{\text{alternatif}})}{\text{Yıllık Elektrik Tasarruf Miktarı}}$$

Yıllık çarpanı ilk yatırım maliyetinin yıllık maliyetini hesaplamak için kullanılmaktadır. Bu çarpan yatırımın ekonomik ömrüne ve reel gelir beklentisine göre hesaplanmaktadır. Çalışmada kullanılan kamu ve özel sektör perspektiflerinde reel gelir beklentisi sırasıyla %4 ve %12 olarak kullanılmıştır.

Tüm sektörler ve son tüketim alanları için maliyetlerin hesaplanmasında kullanılan verimli uygulamaların yatırım maliyetleri ile alternatif uygulamaların yatırım maliyetleri arasındaki fark Tablo 25’te verilmiştir.

¹⁰ İlk yatırım maliyeti

¹¹ OPEX içerisine yakıt maliyetindeki değişiklikler dâhil edilirken elektrik maliyetindeki değişiklikler dâhil edilmemiştir.

Tablo 25: Enerji verimliliği yatırımlarının ek işletme ve bakım maliyeti

Veri	Ek Yatırım Maliyeti	Ekonomik Ömür	Kaynak
Elektrik ark ocaklarındaki verimlilik uygulamaları	95 milyon ABD\$	50	Ek yatırım maliyeti (OECD, 2015)'deki yatırım değerlerine göre tahmin edilmiştir. Avrupa Komisyonu BREF dokümanı.
Elektrik ark ocaklarında hurda ön ısıtma uygulanması	7,5 milyon ABD\$	50	(Moya & Nicolas, 2013), Avrupa Komisyonu BREF dokümanı
Bazik oksijen fırınlarındaki verimlilik uygulamaları	30 milyon ABD\$	50	Ek yatırım maliyeti (OECD, 2015)'deki yatırım değerlerine göre tahmin edilmiştir.
Farin değirmenlerinde valsli dik değirmen uygulaması	4,8 milyon ABD\$	35	(IFC, 2017) ve (IEA, 2010) raporlarındaki veriler ve mevcut tesislerin kapasiteleri dikkate alınarak hesaplanmıştır.
Farin değirmenlerinde atık ısı gerikazanımı sistemi kurulması	3,000 ABD\$/kW	25	(IFC, 2017) ve (IEA, 2010) raporlarındaki veriler ve mevcut tesislerin kapasiteleri dikkate alınarak hesaplanmıştır.
Entegre çimento tesislerinde çimento öğütmede valsli dik değirmen veya horomill kullanımı	3,5 milyon ABD\$	35	(IFC, 2017) ve (IEA, 2010) raporlarındaki veriler ve mevcut tesislerin kapasiteleri dikkate alınarak hesaplanmıştır.
Çimento öğütme-paketleme tesislerinde valsli dik değirmen veya horomill kullanımı	2,5 milyon ABD\$	35	(IFC, 2017) ve (IEA, 2010) raporlarındaki veriler ve mevcut tesislerin kapasiteleri dikkate alınarak hesaplanmıştır.
Sanayide proses ısıtmasında enerji verimliliği uygulamaları	0,45 ABD\$/(kWh/yıl). Uluslararası örnekler incelenerek tahmini bir değer kullanılmıştır.	10	(DEEP, 2020), (Rosenow & Bayer, 2016) örnekleri üzerinden varsayım yapılmıştır.
Sanayide proses soğutmada enerji verimliliği uygulamaları	0,50 ABD\$/(kWh/yıl). Uluslararası örnekler incelenerek tahmini bir değer kullanılmıştır.	15	(DEEP, 2020) verileri üzerinden hesaplanmıştır.
Kojenerasyon sistemi	590 ABD\$/kWe	20	(IEA, 2010) ve (SOM, 2003) verileri üzerinden hesaplanmıştır.
Trijenerasyon sistemi	583 ABD\$/kWe	25	(IEA, 2010), (DOE, 2016) ve (SOM, 2003) verileri üzerinden hesaplanmıştır.

Veri	Ek Yatırım Maliyeti	Ekonomik Ömür	Kaynak
Rüzgâr enerjisi santrali	1200 ABD\$/kWe	20	(IRENA, 2019) ve (Lazard, 2019)
Güneş enerjisi santrali	600-2000 ABD\$/kWe, ortalama 750 ABD\$/kWe. Çalışma ufkunca teknoloji öğrenmesinin etkisiyle birlikte maliyetlerin düşeceği varsayılmıştır.	25	(IRENA, 2019), (Lazard, 2019), (SHURA, 2020) ve uzman görüşü
Elektrikli motor	80 ABD\$	12	(OECD & IEA, 2011) verileri üzerinden hesaplanmıştır.
Değişken hız sürücüsü	385 ABD\$	12	(OECD & IEA, 2011) verileri üzerinden hesaplanmıştır.
Sanayide LED aydınlatma	0,24 ABD\$/(kWh/yıl)	12	Piyasa araştırması
Buzdolabı	600 ABD\$	15	Piyasa araştırması
Çamaşır makinesi	575 ABD\$	12	Piyasa araştırması
Bulaşık makinesi	200 ABD\$	12	Piyasa araştırması
Dondurucu	100 ABD\$	15	Piyasa araştırması
Atıl tüketim azaltıcı	4 ABD\$	20	Piyasa araştırması
Masaüstü bilgisayar	50 ABD\$	10	Piyasa araştırması
Dizüstü bilgisayar	100 ABD\$	5	Piyasa araştırması
Konutlarda LED aydınlatma	2 ABD\$/lamba	12	Piyasa araştırması
Ticari ve kamu binalarında LED aydınlatma	0,2 ABD\$/m ²	12	Piyasa araştırması
Eğitim binalarında LED aydınlatma	0,2 ABD\$/m ²	12	Piyasa araştırması
Otellerde LED aydınlatma	0,2 ABD\$/m ²	12	Piyasa araştırması
Hastanelerde LED aydınlatma	0,2 ABD\$/m ²	12	Piyasa araştırması
AVM'lerde LED aydınlatma	0,2 ABD\$/m ²	12	Piyasa araştırması
Akıllı aydınlatma	45 ABD\$	15	Piyasa araştırması
Akıllı termostat	150 ABD\$	15	Piyasa araştırması
Müstakil evlerde ısı yalıtımı ve hava kaynaklı ısı pompası uygulaması	4.700 ABD\$/hane	25	(IEA & IRENA, 2013) Heat Pumps çalışması ve piyasa araştırması
Müstakil evlerde ısı yalıtımı ve toprak kaynaklı ısı pompası uygulaması	5.000 ABD\$/hane	25	(IEA & IRENA, 2013) Heat Pumps çalışması ve piyasa araştırması
Apartmanlarda ısı yalıtımı ve hava kaynaklı ısı pompası uygulaması	3.500 ABD\$/hane	25	(IEA & IRENA, 2013) Heat Pumps çalışması ve piyasa araştırması

Apartmanlarda ısı yalıtımı ve toprak kaynaklı ısı pompası uygulaması	4.000 ABD\$/hane	25	(IEA & IRENA, 2013) Heat Pumps çalışması ve piyasa araştırması
Elektrikli Ocak	50 ABD\$	15	(Putti et al., 2015), piyasa araştırması
Elektrikli Fırın	200 ABD\$	15	(Putti et al., 2015), piyasa araştırması
İklimlendirme ve soğutma sistemleri	700 ABD\$	14	Piyasa araştırması
Ticari ve kamu binaları için hava kaynaklı ısı pompası	30 bin ABD\$	25	Piyasa araştırması
Eğitim binaları için hava kaynaklı ısı pompası	33 bin ABD\$	25	Piyasa araştırması
Ticari ve kamu binaları için toprak kaynaklı ısı pompası	70 bin ABD\$	25	Piyasa araştırması
Eğitim binaları için toprak kaynaklı ısı pompası	70 bin ABD\$	25	Piyasa araştırması
AVM'ler için toprak kaynaklı ısı pompası	1,4 milyon ABD\$	25	Piyasa araştırması
Konut dışı binalar için trijenerasyon sistemleri	1.630 ABD\$/kWe (elektrik kapasitesi)	20	(IEA, 2010), (DOE, 2016) ve (SOM, 2003) verileri üzerinden hesaplanmıştır.
Sokak aydınlatması	148 ABD\$	12	Piyasa araştırması

Enerji verimliliği uygulamalarının farklı son tüketim alanlarında uygulanma sayıları, ortaya çıkardıkları elektrik tasarrufu veya elektrifikasyon miktarları ve yapılan elektrik tasarrufunun birim maliyeti Tablo 26-28'de verilmiştir.

Tablo 26: SHURA senaryosu enerji verimliliği uygulamaları – sanayi, 2030

Teknoloji uygulamaları	2030 yılına kadar olan uygulama sayısı	Tasarruf/Elektifikasyon (GWh)	Tasarrufun maliyeti (USD/MWh)
1.1.1 Verimli ark ocakları	4	233,5	164
1.1.2 Hurda ön ısıtma	4	600,6	5
1.1 Ark ocakları		834,1	50
1.2 Bazik oksijen fırınları	2	98,8	57
1.3.1 Farin değirmenlerinde valsli dik değirmen kullanımı	8	38,1	129
1.3.2 Fırınlarda ısı geri kazanımı	5	100,6	111
1.3.3 Entegre tesislerde çimento öğütme amaçlı valsli dik değirmen veya horomill kullanımı	39	144,7	119
1.3.4 Öğütme-paketleme tesislerinde valsli dik değirmen veya horomill kullanımı	7	15,1	139
1.3 Çimento Öğütme		298,5	119
1.4 Proses Isıtma		564,1	71
1.5.1 İzolasyon		297,1	68
1.5.2 Akıllı soğutma		297,1	68
1.5 Soğutma		594,2	68
1.6 Trijen	675	1.648,7	83
1. Sanayi prosesleri		4.038,3	74
2.1 Verimli motorlar	4.088.305	1.665,9	114
2.2 Değişken hız sürücüleri	2.032.065	7.393,3	15
2. Motorlar		9.059,2	33
3. Aydınlatma		6.091,7	35
SANAYİ TOPLAMI:		19.189,2	42

Tablo 27: SHURA senaryosu enerji verimliliği uygulamaları – binalar, 2030

Teknoloji uygulamaları	2030 yılına kadar olan uygulama sayısı	Tasarruf/Elektrifikasyon (GWh)	Tasarrufun maliyeti (USD/MWh)
1.1 Verimli buzdolapları	8.446.772	1.803,7	368
1.2 Verimli çamaşır makineleri	7.479.914	903,1	686
1.3 Verimli bulaşık makineleri	8.251.184	755,3	315
1.4 Verimli dondurucular	3.402.765	746,2	60
1.5 Standby sürelerinin kısaltılması	27.580.635	415,1	32
1. Elektrikli ev aletleri		4.623,3	342
2.1 Verimli masa üstü bilgisayarlar	3.496.632	409,1	68
2.2 Verimli laptoplar	448.466	24,0	463
2.3 Standby sürelerinin kısaltılması	3.945.098	34,4	72
2. Ofis ekipmanları		467,5	88
3. Konut aydınlatması	110.384.764	3.759,1	8
4. Konut dışı aydınlatma	417.587	4.475,9	2
5.1 Müstakil evlerde ısı pompası uygulamaları - tasarruf	493.015 hane	139,7	-823
5.2 Müstakil evlerde ısı pompası uygulamaları - elektrifikasyon		-380,5	
5.3 Apartmanlarda ısı pompası uygulamaları - tasarruf	1.448.816 hane	396,7	-381
5.4 Apartmanlarda ısı pompası uygulamaları - elektrifikasyon		-1.231,7	
5.5 Konutlarda verimli iklimlendirme sistemleri	2.192.451 klima	269,0	769
5. Konut ısıtma ve soğutma		-806,9	-896
6.1 Akıllı evler - tasarruf	52.985.220	272,6	
6.2 Akıllı evler - elektrifikasyon		-62,9	

Teknoloji uygulamaları	2030 yılına kadar olan uygulama sayısı	Tasarruf/Elektrifikasyon (GWh)	Tasarrufun maliyeti (USD/MWh)
6. Akıllı Evler		209,8	1.735
7.1 Konut dışı binalarda ısı pompası uygulamaları - tasarruf	56.079	639,7	-870
7.2 Konut dışı binalarda ısı pompası uygulamaları - elektrifikasyon		-744,4	0
7.3 Konut dışı – trijen	640 bina	35,3	133
7. Konut dışı ısıtma ve soğutma		-69,3	-1.381
8.1 Verimli yemek pişirme	8.845.812	1.500,6	124
8.2 Yemek pişirme elektrifikasyon	4.406.661	-661,0	96
8. Yemek pişirme		839,6	147
BİNALAR TOPLAMI:		13.498,9	220

Tablo 28: SHURA senaryosu enerji verimliliği uygulamaları – diğer sektörler, 2030

Teknoloji uygulamaları	2030 yılına kadar olan uygulama sayısı	Tasarruf/Elektrifikasyon (GWh)	Tasarrufun maliyeti (USD/MWh)
1. Sokak aydınlatması	6.219.284	1.643,5	81
2.1 Dağıtık üretim		5.263,9	60
2.2 İç tüketim (tasarruf)		1.337,1	
2.3 İç tüketim (elektrifikasyon)		-296,3	
2.4 İletim ve dağıtım kayıpları (tasarruf)		3.637,2	
2.5 İletim ve dağıtım kayıpları (elektrifikasyon)		-493,9	
2.6 Talep tarafı katılımı		1.242,0	167
2. Şebeke kayıpları		10.689,9	
3. Elektrikli araçlar		-2.714,7	
Diğer sektörlerin toplamı:		9.618,8	

Ek D: Fundamental Model

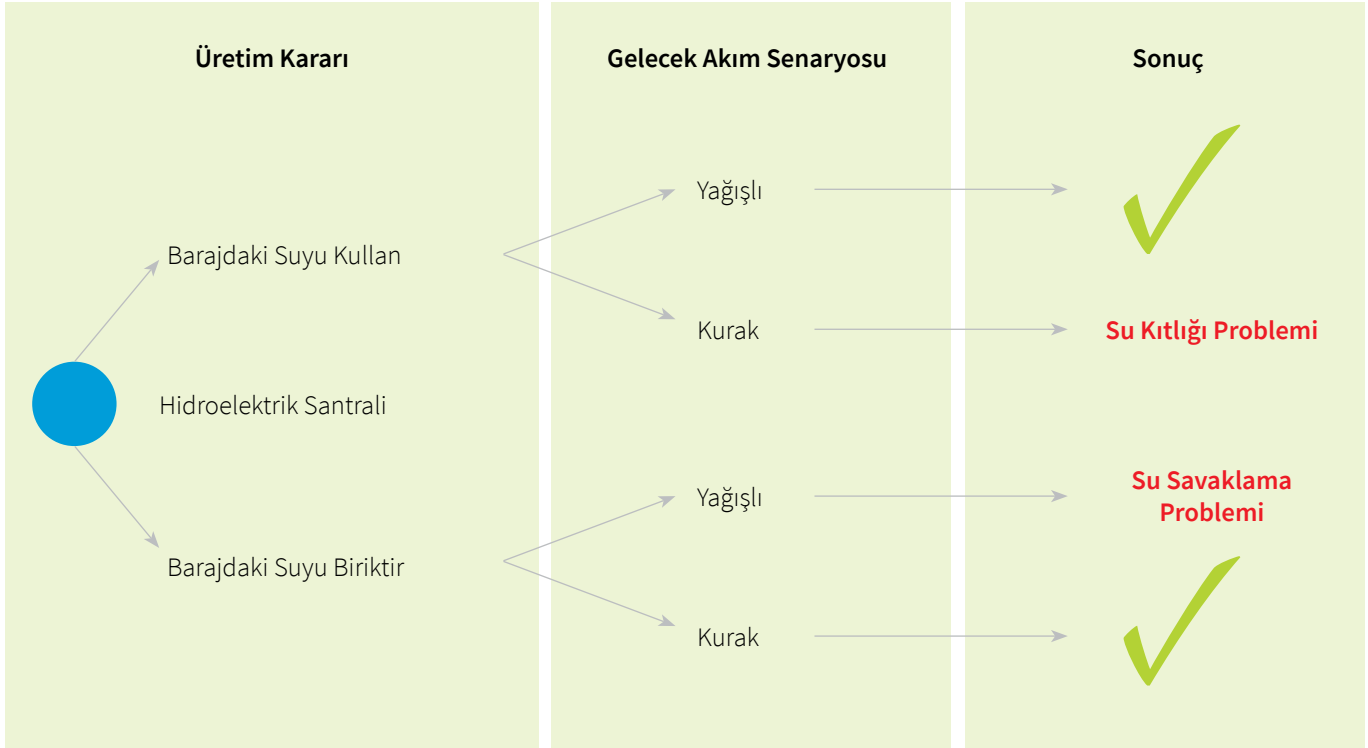
Modelin Amacı

Fundamental modelin amacı enerji yatırımcılarına ve politika yapıcılara Türkiye Elektrik Piyasasıyla ilgili öngörüler sunmaktır. Model, Gün Öncesi Piyasasının benzetimini yaparak elektrik üretim santrallerinin üretim miktarlarını, birincil enerji tipine göre yakıt tüketimini ve elektrik fiyatlarını tahmin etmeyi amaçlamaktadır.

Problem Tanımı

Türkiye’de gün öncesi elektrik üretim planı piyasa katılımcılarının fiyata bağlı arz ve taleplerine göre belirlenmektedir. Çoğu zaman, piyasa katılımcıları tekliflerini marjinal maliyetlerine ve kapasite durumlarına göre belirlemektedir. Ekonomi perspektifiyle bakıldığında, piyasa katılımcılarının tekliflerinde en uygun fiyat marjinal maliyetlerine eşittir. Mevcut durumda elektriği depolama imkânının çok kısıtlı olduğu da düşünüldüğünde katılımcıların teklif fiyatları belirleme kararı pek karmaşık değildir. Fakat barajlı hidroelektrik santralleri gibi enerjiyi depolama kapasitesi olan piyasa katılımcıları depolama kapasitelerinden faydalanarak elektrik fiyatlarının yüksek olduğu saatlerde üretim kararı verebilmekte, dolayısıyla fiyat belirleme süreci bu tip katılımcılar için karmaşık bir hale gelebilmektedir. Barajlı hidroelektrik santrallerin su akımlarının yağış, erime gibi nedenlerle tam olarak bilinmemesi, bu tip santrallerin üretim veya su tutma seçeneklerini gelirleri için önemli bir karar haline getirmektedir. Üretim kararının verildiği zamanın doğruluğu santral gelirlerini artırabilmekte veya azaltabilmektedir.

Şekil 42: Hidroelektrik santralleri için karar ağacı



Türkiye’de hidroelektrik santraller toplam kurulu gücün yaklaşık %32’sini oluşturmaktadır. Dolayısıyla elektrik üretimi tahminleri yapılırken hidroelektrik santrallerin piyasa üzerindeki etkisini modellemek çok önemlidir. Fiziksel koşullar yüzünden hidroelektrik santrallerin kurulu güçteki payının azalması beklenmektedir. Buna rağmen, hidroelektrik santrallerinin esnek üretim seçeneğinin merit order eğrisini ve piyasa fiyatlarını etkileme potansiyelinden dolayı bu santraller gelecekte de piyasada önemli bir konumda olacaklardır.

Model Metodolojisi

Fundamental model toplam sistem maliyetini enazlama hedef fonksiyonuna sahip bir eniyileme modelidir. Model, hidroelektrik santrallerinin belirsiz su akım senaryolarını değerlendirerek sistemdeki talebi en ucuz şekilde karşılayacak üretim planını oluşturmaktadır.

Modelin girdileri, çözünürlüğü, mantığı ve çıktıları sıradaki bölümlerde açıklanmıştır.

Girdiler

Talep

Model toplam elektrik talebini ve şeklini (puant ve puant olmayan talebi yansıtacak şekilde) girdi olarak almaktadır. Esneklik potansiyeli olan teknolojilerin puant talep kaydırma etkisi talebin şekli üzerine uygulanarak fundamental modele yansıtılmaktadır. Talep modelin sabit bir parametresidir, bir karar değişkeni değildir. Puant ve puant-olmayan yükleri yansıtmak için aylık talep yük blokları şeklinde girilmekte, bu bloklar da gerçekleşen yük profillerine göre belirlenmektedir.

Yakıt Kaynak Tipi ve Teknik Özellikler

Elektrik santralleri kurulu güç, yakıt tipi (doğal gaz, kömür, hidro, biyogaz, rüzgâr, güneş vb.) ve verimlilik gibi teknik özelliklerine göre modele tanımlanmaktadır. Bunlara ek olarak, hidroelektrik santralleri türbin katsayıları (enerji/su oranı) ve maksimum depolama seviyesi gibi teknik özelliklere sahiptir. Bu teknik özellikler modelin maksimum üretim kapasite kısıtını oluşturmaktadır.

Elektrik Santrallerinin Emreanadelikleri

Santral tipine göre santrallerin yıl içinde çalışabileceği saatler ve kapasite faktörleri farklılık göstermektedir. Özellikle rüzgâr ve güneş santrallerinin üretim potansiyelleri mevsimlere ve saatlere göre çok değişmektedir. Örneğin, güneş santralleri gece saatlerinde üretim yapamamaktadır ve kış aylarında üretim kapasitesi yaz aylarına göre daha düşüktür. Model bu üretim kapasitesi değişikliklerini dikkate alarak santral üretimlerini optimize etmektedir. Modelde kullanılan değişken üretim kapasiteleri geçmiş yıllardaki santrallerin üretimlerine ve kapasite faktörlerine bakarak belirlenmiştir. Saatlik üretim verileri EPIAŞ Şeffaflık Platformundan ve TEİAŞ YTBS raporlarından alınmıştır. Günlük kurulu güç verileri Enerji İşleri Genel Müdürlüğü (EİGM) Enerji Yatırımları verilerinden alınmıştır fakat bu veride lisanssız güneş santralleri bulunmamaktadır, bu yüzden aylık güneş santralleri kurulu güç verisi EPDK aylık elektrik raporlarından alınmıştır. Bu veriler ile güneş, rüzgâr, hidroelektrik ve jeotermal enerji santrallerinin kapasite faktörleri hesaplanmıştır. Rüzgâr ve güneş için saatlik bazda, hidroelektrik ve jeotermal enerji santralleri için aylık bazda kapasite faktörü hesaplanmıştır. Termik santrallerin emreanadelikleri için sektör öngörülerini kullanılmıştır.

Elektrik Üretim Santralleri için Yakıt Maliyetleri

Toplam sistem maliyetini optimize etmek ve hesaplamak için yakıt maliyetlerinin tahmin edilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada doğal gaz maliyetleri için Deloitte Fundamental Doğal Gaz Piyasa Modeli çıktısı, petrol ve kömür fiyatları için sırasıyla IEA ve Dünya Bankası projeksiyonları kullanılmıştır.

Hidroelektrik Santralleri için Su Akım Senaryoları

Hidroelektrik santrallerinin elektrik üretim kaynağı sudur. Bu santrallerin elektrik üretim miktarı santral havzasına gelen su miktarıyla orantılıdır ve problemin doğru değerlendirilebilmesi için bu santrallere gelecek su miktarları model içerisinde ele alınmalıdır. Santrallere gelen su akımı için kesin bir değer kullanılamamakta dolayısıyla geçmiş yılların verileri kullanılarak benzetim tabanlı su akım senaryoları oluşturulmaktadır. Model girdi olarak istenildiği sayıda su akım senaryosu alabilmekte fakat senaryo sayısı ile birlikte hesaplama ihtiyacı ve modelin çözüm süresi artmaktadır.

Model Çözünürlüğü

Model yük blokları üzerinden aylık bazda çalışmaktadır.

Merit Order Eğrisi ve Model Mantığı

Fundamental model sistemin toplam elektrik tüketimini en ucuz şekilde karşılayacak üretim şeklini bulmayı amaçlamaktadır. En düşük marjinal üretim maliyetine sahip elektrik santralleri, örneğin rüzgâr ve güneş, üretimde önceliklendirilir. Model talebi karşılayana kadar merit order eğrisinden en ucuz santrallerden başlayarak üretim yaptırır. Model, hidroelektrik santrallerin üretimi için farklı su akım senaryolarını değerlendirerek üretim maliyet beklentisini enazlamak için ikili simpleks algoritma gibi lineer programlama algoritmalarını kullanır.

Çıktılar

Model, her bir santralin ne kadar elektrik üreteceği, bu üretim için ne kadar yakıt harcanacağı ve merit order eğrisine göre modellenen bloklardaki elektrik fiyatının ne olacağını çıktı olarak vermektedir. Örnek çıktılar Tablo 29'dan Tablo 31'e kadar gösterilmektedir.

Elektrik Üretim Santrallerinin Yakıt Tipine Göre Elektrik Üretimi

Tablo 29: Fundamental model çıktı örneği: Santral tipine göre elektrik üretimi

Yıl	Santral Yakıt Tipi	Üretim (TWh)
2020	Doğal Gaz	82,4
2020	Rüzgâr	25,2
...
2025	Doğal Gaz	71,1
2025	Rüzgâr	41,3
....

Birincil Enerji Tüketimi

Tablo 30: Fundamental model çıktı örneği: Birincil enerji tüketimi

Yıl	Birincil Enerji	Tüketim
2020	Doğal Gaz (106 sm ³)	20.000
2020	Kömür (103 t)	90.000
...
2025	Doğal Gaz (106 sm ³)	19.200
2025	Kömür (103 t)	72.000
....

Elektrik Fiyatı

Tablo 31: Fundamental model çıktı örneği: Elektrik fiyatı

Yıl	Elektrik Fiyatı (ABD\$/MWh)
2020	52,3
2021	52,1
2022	52,0
....
2029	47,4
2030	47,1

EK E: Görüşme Yapılan Kişi ve Kurumlar

Raporun hazırlanması esnasında çok değerli görüşlerini sunarak ve birebir görüşmelerle bize vakit ayırarak katkıda bulunan aşağıdaki kişilere teşekkürlerimizi sunarız.

Bengisu KILIÇ GÖKBERK, EBRD

Bülent CİNDİL, GIZ

Burak ELİBOL, Başkent EDAŞ

Büşra ÇELİK, ÇEDBİK

Didem BENZER, TÇMB

Engin IŞILTAN, ÇEDBİK

Gürsü Sezen TORUN, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı

İbrahim ÇAKMANUS

İsmail BULUT, TÇMB

Meltem ÜZEL, UNDP

Mustafa SALMAN, UNDP

Prof. Dr. Birol KILKIŞ

Salih Serkan KIR, İstanbul Enerji

Serhat ERTEN, Teknik Makina Mühendislik

Serhat ÖZENÇ, SODEC

Tahsin ARMAĞAN, KOJENTURK

Yağmur BOZKURT, KOJENTURK, TURKBESD

Yavuz AYDIN, KOJENTÜRK

Yavuz YILMAZ, ENDOKS

Zeynep KASIMAY, Başkent EDAŞ

Zeynep Saniye AKKAYA, AGİD

NOTLAR

İstanbul Politikalar Merkezi

İstanbul Politikalar Merkez (İPM) demokratikleşmeden iklim değişikliğine, transatlantik ilişkilerden çatışma analizi ve çözümüne kadar, önemli siyasal ve sosyal konularda uzmanlığa sahip, çalışmalarını küresel düzeyde sürdüren bir politika araştırma kuruluşudur. İPM araştırma çalışmalarını üç ana başlık altında yürütmektedir: İPM-Sabancı Üniversitesi-Stiftung Mercator Girişimi, Demokratikleşme ve Kurumsal Reform, Çatışma Çözümü ve Arbuluculuk. 2001 yılından bu yana İPM, karar alıcılara, kanaat önderlerine ve paydaşlara uzmanlık alanına giren konularda tarafsız analiz ve yenilikçi politika önerilerinde bulunmaktadır.

European Climate Foundation

European Climate Foundation (ECF) Avrupa'nın düşük karbonlu bir toplum haline gelmesine yardımcı olabilmek ve iklim değişikliğiyle mücadelede uluslararası alanda güçlü bir lider rolü oynayabilmek amacıyla kurulmuştur. ECF, her türlü ideolojiden uzak kalarak düşük karbonlu bir topluma geçişin "nasıl" olacağı konusunu odağına alır. Ortaklarıyla yaptığı iş birliği kapsamında ECF, bu geçişte kilit rol oynayacak patikaları ve farklı alternatiflerin sonuçlarını ortaya çıkararak bu tartışmalara katkı sağlamayı hedefler.

Agora Energiewende

Agora Energiewende; Özellikle Almanya ve Avrupa olmak üzere tüm dünyada temiz enerjiye başarılı bir geçiş yapılmasını sağlamak amacıyla veri odaklı, politik açıdan uygulanabilir stratejiler geliştirir. Bir düşünce kuruluşu ve politika laboratuvarı olan Agora; yapıcı bir fikir alışverişi sağlarken siyaset, iş ve akademi dünyasından paydaşlarla da bilgi birikimini paylaşmayı hedefler. Kâr amacı gütmeyen ve bağışlarla finanse edilen Agora, kendini kurumsal ve siyasi çıkarılara değil, iklim değişikliğiyle mücadeleye adanmıştır.



Evliya Çelebi Mh. Kibelezade
Sk. Eminbey Apt. No:16 K:3 D:4
34430 Beyoğlu / İstanbul
Tel: +90 212 243 21 90
E-mail: info@shura.org.tr
www.shura.org.tr

SHURA Kurucu Ortakları:

