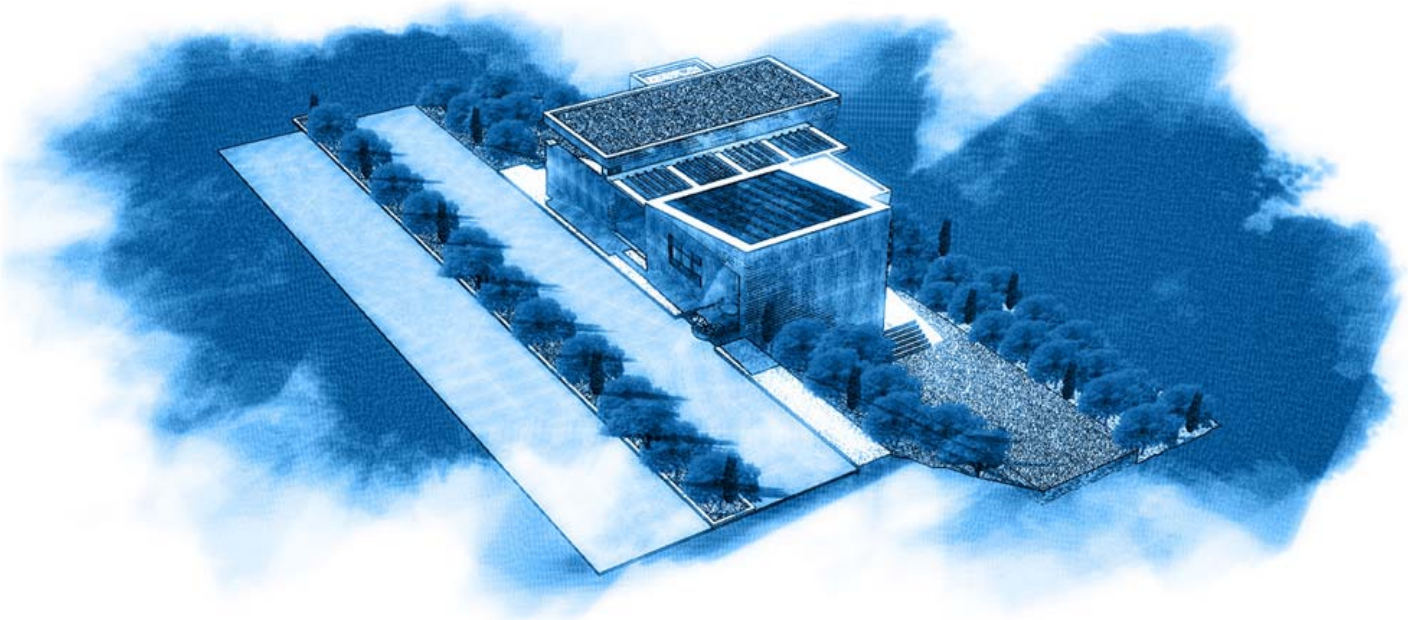
Hasan Kalyoncu Üniversitesi

Akıllı Referans Bina İnovasyon Merkezi (ARBİM) FİZİBİLİTE RAPORU



Bu proje 2015 yılı Doğrudan Faaliyet Destek Programı kapsamında İpekyolu Kalkınma Ajansı tarafından desteklenmiştir.

İşbu rapor Çelebi Eğitim Danışmanlık Mühendislik Dış Ticaret Ltd. Şti. tarafından hazırlanmıştır.

İşbu *Akıllı Referans Bina İnovasyon Merkezi Fizibilite Raporu* içeriğinde yer alan bilgi, belge, analiz ve bulgular; Hasan Kalyoncu Üniversitesinin görüşlerini ifade eder.

Burada yer verilen bilgiler İpekyolu Kalkınma Ajansının ve T.C. Kalkınma Bakanlığının görüşlerini ifade etmez ve bağlayıcı değildir.

İçindekiler

İçindekiler iii

Ekler v

Tablolar vi

Şekiller viii

Kısaltmalar ix

1. Yönetici Özeti 1

2. Yenilenebilir Enerji ve Mevzuat 4

Giriş 4

Hasan Kalyoncu Üniversitesi ve Yenilenebilir Enerji 5

Küresel Enerji Sektörü 6

Kalkınma Planları ve İleri Teknoloji İlişkisi 8

Onuncu Kalkınma Planı 8

Öncelikli Teknoloji Alanlarında Ticarileştirme Programı 11

Yerli Kaynaklara Dayalı Enerji Üretim Programı 12

Enerji Verimliliğinin Geliştirilmesi Programı 13

Akıllı Şehirler ve Akıllı Şebekeler 14

Akıllı Binalar ve Enerji Verimliliği 15

Yeşil Binalar ve Sürdürülebilirlik 17

ETKB 2015 – 2019 Stratejik Planı 18

Enerji Arz Güvenliği Teması 18

Enerji Verimliliği ve Enerji Tasarrufu Teması 20

Teknoloji, Ar-Ge ve İnovasyon Teması 21

BSTB Türkiye Sanayi Strateji Belgesi 2015-2018 21

ETKB Enerji Verimliliği Strateji Belgesi 2012-2023 22

Mevzuat Açısından Yenilenebilir Enerji 23

Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımı Kanunu....23
Enerji Verimliliği Kanunu 25
Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği....26
Dünyada ve Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Pazarı ve Son Gelişmeler 26
3. Yapılması Planlanan Yatırımın Analizi 33
Gerekçelendirme....33
Hedef Gruplar ve Nihai Yararlanıcılar....39
Proje ile Karşılanması Hedeflenen İhtiyaçlar 39
Yenilenebilir Enerjide Ar-Ge ve İnovasyon Çalışmaları Yapılması 40
Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Etkin Biçimde Faydalanılması 41
Akıllı Bina, Akıllı Şebeke, Kayıpların Azaltılması ve Enerji Tasarrufunun Sağlanması 43
Yeşil Bina....44
Referans Bina 45
Sanayiye Öncülük Potansiyeli 46
İstihdama katkısı 47
Yapılacak Yatırımın Tanımı ve Özellikleri 48
Yatırımın Maliyeti....48
4. Verilecek Hizmetler ve Sürdürülebilirlik 50
Ticari İşletmeler ile Araştırmacılara Verilecek Hizmetler....51
Ticari işletmelere yönelik hizmetler....51
Yatırımcılara yönelik hizmetler 52
Araştırmacılara ve öğrencilere yönelik hizmetler 53
Diğer Test ve Ölçüm Hizmetleri....55
Personel İhtiyacı....58
ARBİM Hizmetlerinin Satış Bedeli / Ticari Değeri Analizi....62
5. Genel Değerlendirme ve Sonuç 66
REFERANSLAR.... 110

Ekler

EK A : Kavramlar ve Tanımlar 70

EK B : ARBİM Özellikleri 71

EK C : ARBİM Üç Boyutlu Konsept Mimari Tasarımı 75

EK D : Türkiye Sanayi Potansiyeli Endeksi 82

EK E : ARBİM Yatırım Maliyeti Analizi 85

EK F : Net Nakit Akım Analizi 90

EK G : ARBİM'de Solar Enerji Sistemlerine Yönelik Mühendislik Hizmetleri için Teknik Kılavuz95

Tablolar

Tablo 1: 196 kWp GES Üretim Değerleri (21.07.2014 - 30.06.2015) 5

Tablo 2: Türkiye'de enerji ithalatına ilişkin temel gelişmeler ve hedefler 6

Tablo 3: Türkiye enerji sektöründe 2018 yılına kadar beklenen gelişmeler ve hedefler 10

Tablo 4: ETKB 2015-2019 Stratejik Planı, enerji arz güvenliği temasının kaynak çeşitliliği bölümünde belirlenen rüzgar ve güneş enerjisinden elektrik üretimi için kurulu kapasite artış hedefleri. 19

Tablo 5: ETKB 2015-2019 Stratejik Planı, enerji arz güvenliği temasının kaynak çeşitliliği bölümünde belirlenen yenilenebilir enerji kaynaklarının ısı üretimindeki payının artış hedefleri. 19

Tablo 6: ETKB 2015-2019 Stratejik Planı, enerji verimliliği temasının yerinde üretim bölümünde belirlenen enerji üretimindeki artış hedefleri 20

Tablo 7: 8 Ocak 2011 tarih ve 27809 sayılı resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren 6094 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanunun II sayılı cetvelinin B bendi 23

Tablo 8: 8 Ocak 2011 tarih ve 27809 sayılı resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren 6094 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanunun II sayılı cetvelinin C bendi 24

Tablo 9: 8 Ocak 2011 tarih ve 27809 sayılı resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren 6094 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanunun II sayılı cetvelinin D bendi 24

Tablo 10: Toroslar Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi sorumluluk bölgesinde yenilenebilir enerjiden lisanssız elektrik üretimi tesis yatırımlarına izin almak üzere 2015 yılının Mart – Temmuz döneminde yapılan başvurulardan, ilgili trafo merkezlerinde kapasitenin uygun olması veya olmamasına bağlı olarak olumlu ve olumsuz yanıtlanan toplam kapasite dökümü. 30

Tablo 11: Gaziantep ve komşu illerinin sanayi potansiyeli 47

Tablo 12: ARBİM tahmini maliyet hesabı 49

Tablo 13: ARBİM personel ihtiyaç analizi 58

Tablo 14: ARBİM hizmetlerinin tahmini satış bedelleri 64

Tablo 15: Türkiye Sanayi Potansiyeli Endeksi 82

Tablo 16: Akıllı ve yeşil bina tahmini maliyet hesabı 85

Tablo 17: Güneş enerjisi ve güneş enerjisinden elektrik üreten ekipmanların ölçüm ve analizi için kullanılabilecek laboratuar ekipmanlarının tahmini maliyet hesabı 88

Tablo 18: Rüzgar enerjisi ölçüm ve analizleri için kullanılabilecek laboratuar ekipmanlarının tahmini maliyet hesabı 88

Tablo 19: Diğer ölçüm ve testler için kullanılabilecek laboratuar ekipmanlarının tahmini maliyet hesabı 89

Tablo 20: Yatırım Tutarı 90

Tablo 21: İş gücü planı ve giderleri 90

Tablo 22: Amortisman giderleri 91

Tablo 23: Tam kapasitede yıllık işletme giderleri 91

Tablo 24: Tam kapasitede hizmet satış hedefleri 92

Tablo 25: Tam kapasitede işletme gelirleri 93

Tablo 26: Tam kapasitede brüt nakit akım 94

Tablo 27: Toplam net nakit akım ve karlılık hesabı 94

Şekiller

Şekil 1: Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası. 27

Şekil 2: Türkiye rüzgar enerjisi santralleri haritası [24]. 29

Şekil 3: Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan Gaziantep rüzgar hız dağılımı haritası. Ekonomik RES yatırımı için 7 m/s veya üzerinde rüzgar hızı gerekmektedir. 31

Şekil 4: Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan Gaziantep rüzgar kapasite faktörü haritası. Ekonomik RES yatırımı için %35 veya üzerinde kapasite faktörü gerekmektedir. 32

Şekil 5: AB Enerji Tüketim Grafiği (2011). 34

Şekil 6: AB Enerji Tüketim Grafiği (2030). 35

Şekil 7: Dünya birincil enerji tüketim grafiği. 37

Şekil 8: Türkiye enerjide dışa bağımlılık grafiği. 38

Şekil 9: Kaynağına göre elektrik üretim grafiği. 40

Şekil 10: Topraktan ısıtma, soğutma sistemi. 42

Şekil 11: Yenilenebilir enerji kaynakları ve enerji verimliliği. 43

Şekil 12: Enerji verimliliği analizi. 46

Şekil 13: Güneş açıları. 96

Şekil 14: Kısmi gölgeleme etkisinin devre eşdeğeri (a)Bütün hücreler güneş altında, ve (b) En üstteki hücre gölgeli 101

Şekil 15: Latütide açısının gösterimi 106

Şekil 16: Denklinasyon açısının zamana göre değişimi 107

Şekil 17: Azimut açısı 108

Şekil 18: Eğimli bir panelin örnek olarak gösterilmesi 108

Kısaltmalar

TEP	: Ton eşdeğer petrol
BTEP	: Bin TEP
kWh	: Kilowatt – saat
MWh	: Bin kilowatt – saat
GWh	: Milyon kilowatt – saat
OECD	: Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
AB	: Avrupa Birliği
TGB	: Teknoloji Geliştirme Bölgesi
OSB	: Organize Sanayi Bölgesi
ETKB	: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
BSTB	: T.C. Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı
FV	: Foto voltaik
Kojenerasyon	: Birleşik ısı ve güç üretimi
GES	: Güneş enerjisinden elektrik üreten santral
RES	: Rüzgar enerjisinden elektrik üreten santral
KALİTTO	: Kalyoncu İnovasyon ve Teknoloji Transfer Ofisi
TM	: Trafo Merkezi
OG	: Orta gerilim
AG	: Alçak gerilim
YG	: Yüksek gerilim
TEİAŞ	: Türkiye Elektrik İletim A.Ş.
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
SCADA	: Supervisory Control And Data Acquisition kelimelerinin baş harfleri - Uzaktan Kontrol ve Gözleme Sistemi

1. Yönetici Özeti

Enerjide dışa bağımlı bir ülke olan Türkiye'nin yurt dışından tedarik ettiği enerji; milli gelirde yılda %4 civarında açık oluşmasına sebebiyet vermekte ve bu fonksiyonu ile de cari açığın % 80 inin sorumluluğunu taşımaktadır. Ülkenin yakın bir gelecekte enerjide kendine yeter bir konuma kavuşması da beklenmediğinden, bu durumdan çıkış yolunun Türkiye'de yerli teknolojiyi kullanan, yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim altyapısının kurulması, enerji verimliliğinin artırılması ve akıllı binalar ile sürdürülebilir yeşil binaların yaygınlaştırılması olduğu anlaşılmıştır.

Bu anlayıştan hareketle; Türkiye'de son 20 yıllık süreçte, tüm hükümetler döneminde, yenilenebilir enerji kaynaklarına ve bunlarla ilgili teknolojilerin ülkeye transfer edilmesine yönelik bir motivasyonun sürekli varlığını sürdürdüğü görülmektedir. Dokuzuncu ve onuncu kalkınma planları bu teknolojilerin kullanımına ve transferine yönelik önemli hamleler ortaya koymuştur. Bu planlar ve bunların uygulama bacağı niteliğindeki ilgili mevzuat, yenilenebilir enerji, akıllı ve yeşil binalar ile enerji verimliliği alanlarında birçok düzenlemeye amir durumundadır. Dolayısı ile de Türkiye'nin ileri teknoloji kullanımı ve üretimi açısından fakirliğini giderici istikamette son derece kararlı olduğu anlaşılmaktadır.

Bu plan ve programların ortaya koyduğu çerçeveye uygun olarak çıkartılan kanun, yönetmelik ve tebliğler ise Türkiye'de, dünya tarihinde görülmemiş bir hızda yükselme eğilimine giren bir yenilenebilir enerji sektörü ve pazarı yaratmıştır. Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığının Enerji Stratejik Planı [4] ile 2019 yılına kadar ülkede rüzgar enerjisinden elektrik üretecek tesislerin kurulu güç kapasitesinin 10GW ve güneş enerjisi santrallerinin kurulu gücünün ise 3GW seviyesine ulaştırılması hedeflenmiştir. Ancak; yapılan pazar analizi ve elektrik dağıtım şirketlerinin kuruluşuna ön onay verdiği tesislerin toplam gücünün incelenmesinden elde edilen bulgular; 2019 yılı için belirlenen bu hedeflere çok daha önce (muhtemelen 2017 yılında) ulaşılacağına işaret eder nitelik taşmaktadır.

İşbu rapor kapsamında yapılabilirliği etüt edilen Akıllı Referans Bina İnovasyon Merkezi oluşturma girişimi/fikri;

- Bölgenin enerji odaklı inovasyon merkezi olmak,
- Yenilenebilir enerji kaynakları ile akıllı şebeke sistemlerinin entegrasyonunu sağlayarak sürdürülebilir kalkınmaya katkı yapılması,
- Çevre dostu, LEED Sertifikalı "Referans Binanın" inşa edilmesi,

- Akıllı şebeke sistemlerinin kullanımının teşvik edilmesi,
- TRC1 bölgesinde enerji verimliliği ve tasarruf konularında farkındalık ve iyi uygulama örneği geliştirilmesi, ve
- Akıllı şebeke, akıllı bina ve yenilenebilir enerji alanlarında uygulamalı eğitimin yaygınlaştırılması

temel hedeflerine odaklanmıştır.

Yenilenebilir enerji teknolojilerinin Türkiye'de kullanım ve üretimine dair tarihe geçecek seviyede hızlı ve güçlü bir hamlenin yaşandığı bu ortamda, araştırma ve geliştirme faaliyetlerine çok yüksek seviyede ihtiyaç duyulduğu, devletin bunlara son derece güçlü vurgular yaptığı ve üniversitelere bu alanda görev ve sorumluluk yüklediği, yapılan analizlerden açıkça anlaşılmaktadır. Hasan Kalyoncu Üniversitesinin akıllı şebekeler ile uyum içerisinde çalışan, akıllı bina ve yeşil bina konseptlerini uygulayan, LEED sertifikalı, yenilenebilir enerjileri kullanan bir *araştırma, geliştirme ve inovasyon merkezi* oluşturma fikri ve girişiminin böyle bir dönemde ortaya konmasının son derece isabetli bir yaklaşım olduğu değerlendirilmektedir. Böylelikle bir tarafta mevzuatın öngördüğü ve talep ettiği bir sistem hayata geçirilirken diğer tarafta;

- TRC1 Bölgesi'nde ilk kez bir akıllı binanın (akıllı şebekeye geçiş) fiziksel olarak gerçekleşmesi sağlanarak bu alanda ileri araştırmalar için bir araştırma/geliştirme/test platformu oluşturulacak,
- Yenilenebilir enerji kaynaklarının sisteme dahil edilmesi ve sürekli ölçümlerle elde edilecek verilerin, sistemi takip ve verimliliği optimize etmek maksadıyla kullanılması sağlanacak ve böylece kaynaklardan maksimum faydanın sağlanması hedeflenecek,
- Akıllı şebeke, akıllı bina ve akıllı şehirler konularında Ar-Ge çalışmaları yapılacak, bu konularda ulusal ve uluslar arası düzeyde projeler geliştirilecek,
- Gerçekleştirilecek çalışmalar sonucunda TRC1 Bölgesi'nde yenilenebilir enerji tesislerinin maksimum verimle çalıştırılabilmesi için gerekli kriterler tespit edilecek,
- Enerjinin akıllı yönetimi, anlık enerji kullanım bilgisi, ayrıca kablosuz haberleşme teknolojileri ile ev ve işyerlerinde akıllı enerji kullanımı ve işletim kolaylığı sağlayacak tedbirler ortaya konacak,
- Yenilenebilir enerji ve akıllı bina/şebeke konularında teknoloji ve yenilik transferi süreci başlatılmış olacak,
- Türkiye sanayisinin yaklaşık %5 inin yer aldığı Gaziantep ve komşu illerinden oluşan coğrafyada yenilenebilir enerji teknolojilerinin maksimumu düzeyde kullanımı, bölge koşullarında optimum enerji verimliliği sağlanması, akıllı bina ve akıllı şebeke konularında örnek iyi uygulama platformu oluşturulması temin edilecek

ve böylece enerji tasarrufu ve verimliliği açısından önemli adımlar atılmış olacaktır. Üniversitenin özgün akademisyen kadrosu, işgücü ve ihtisaslaşmakta olduğu özel ilgi alanları kendisine, böyle bir merkezin gerek kurulması gerekse işletilmesi esnasında ortaya çıkabilecek her türlü güçlüğün üstesinden gelmesini sağlayacak güçlü donanımlar ve uygun işlevsel

kapasite sağlamaktadır. Hasan Kalyoncu Üniversitesi, kampüsünde kuruluşundan bugüne kadar geçen süreç içerisinde hayata geçirdiği (tamamlanan ve devam eden) yenilenebilir enerji kaynaklarının maksimum seviyede kullanılmasını sağlayan projeleri ile konuya olan ilgisini ve birikimlerini kanıtlamıştır.

İşbu raporun hazırlık çalışmaları sürecinde;

- Piyasa araştırması, ön projelendirme ve ilgili tedarikçi firmalardan fiyat tekliflerinin alınması gibi saha araştırması tekniklerine dayandırılarak, ARBİM ismi verilen akıllı/yeşil bina ve araştırma ve inovasyon merkezinin planları ve yatırım maliyetleri ortaya konmuş ve

- Sektör oyuncuları ile Hasan Kalyoncu Üniversitesinin paydaşlarının katılımıyla gerçekleştirilen toplantı, beyin fırtınası, çalıştay ve analizlerden sonra; merkezde verilecek hizmetlerin konu başlıkları, piyasadaki mevcut ticari değerleri, yıllık olası hizmet satış miktarları ortaya konmuş ve bunlara bağlı olarak satış, gelir, nakit akım projeksiyonları üretilmiştir.

- Piyasanın akıllı şebekeler, sertifikalı yeşil binalar ve yenilenebilir enerji konularındaki mühendislik/teknolojik hizmetlere yönelik talep yapısının incelenmesi ve

- Hasan Kalyoncu Üniversitesinin bu alanlarda mevcut akademik ve teknik personeli ile yeni istihdam edilebilecek ilave kadrolarının birlikte ortaya koyabileceği hizmet arz kapasitesinin bu bulgularla kıyaslanması sonucunda,

araştırma, geliştirme ve inovasyon merkezinin hedef sektöre yüksek nitelikte hizmetler sunabileceği, bunların satışından elde edilecek gelirler ile kendi sürdürülebilirliğini sağlayabileceği değerlendirilmektedir.

Projenin sabit yatırım ve iki yıllık işletme maliyetinin 3.814.704 TL olacağı öngörülmektedir. Yapılan çalışmalar ve net nakit akım analizi ARBİM yatırımının Hasan Kalyoncu Üniversitesine geri dönüş süresinin 5 yıl olduğunu göstermektedir. Yatırım geri dönüş süresinin; 10-11 yıllar mertebesindeki sektör standartları dikkate alındığında, göreceli kısalığı, ve üniversitenin tüm paydaşlarına, içersinde bulunduğu coğrafi bölgedeki yatırımlara ve sanayiye getireceği kazanımları dikkate alındığında; yapılması düşünülen/planlanan Akıllı Referans Bina İnovasyon Merkezi yatırımının YAPILABİLİR (fizibil) olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

2. Yenilenebilir Enerji ve Mevzuat

Giriş

Herhangi bir enerji dönüşümünden henüz geçmemiş enerji birincil enerji olarak anılır ve yenilenemez ve yenilenebilir enerjiyi kapsar. Türkiye birincil enerji arzında büyük oranda yurtdışına bağımlı bir ülke durumundadır. Cari açığının yıllara göre %70 - % 80 arasında değişen oranının tek başına sorumlusu enerji ithalatıdır. Buna bağlı olarak enerji kavramı ekonomi üzerinde yoğun bir baskı yaratmakta ve her Türk vatandaşının gelir seviyesine tesir edecek sonuçlar doğurmaktadır. Görünür bir gelecekte enerjide kendine yeter bir konuma kavuşması beklenmeyen ülkemiz açısından, mevcut ithalat bağımlılığı oranlarının daha da kötüleşmesine izin verilmemesi suretiyle arz güvenliğinin sağlanması bir ulusal güvenlik konusudur.

Enerji sektörünün değişmeyen paradigmasının arz güvenliğinin sağlanması olduğu bilinmektedir. Enerji arz güvenliği; kaynakların enerji ihtiyacına cevap verecek şekilde kontrol edilebilmesi, maliyet açısından ülkenin performansını zorlamaması, enerji kaynağı çeşitliliğinin sağlaması ve kaynakların sürdürülebilir olması anlamına gelmektedir. Enerji güvenliğinde ortaya çıkabilecek risk veya tehdit Türkiye'nin enerji ithalat-ihracat dengesinde, devlet bütçesinde ve genel olarak enerji politikasında köklü değişiklikler yapılmasına sebebiyet verecek sonuçlar doğurabilecektir.

Her geçen gün artan enerji talebine rağmen, Türkiye'de enerji ithalatı oranlarının aşağıya çekilebilmesini sağlayabilmek için çok sayıda çalışma yapılmaktadır. Birincil enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesinin sağlanması bu çalışmaların en önemlisi olma özelliğini taşır. Bu kapsamda ortaya konulan stratejik yaklaşımlardan bir tanesi de Türkiye'nin yerli yenilenebilir enerji kaynakları açısından mevcut potansiyelinin kullanıma alınmasını sağlamaktır.

Bu hedefin gerçekleştirilebilmesini temin etmek üzere Dokuzuncu Beş Yıllık Kalkınma Planının kapsadığı dönemden başlanarak, yenilenebilir enerji kaynakları alanındaki faaliyetlere yoğunluk kazandırılmış ve son derece hayati kararlar alınarak yasalar hayata ve uygulamaya geçirilmiştir. İçerinde bulunduğumuz dönemde Türkiye'nin bütün kurumlarıyla yeşil enerji konusunda plan ve programları; kalkınma planı, stratejik plan, kanun, yönetmelik ve tebliğ hiyerarşisi içerisinde ortaya konmuş, uygulamaya geçirilmiş ve sonuçları alınmaya başlanmış durumdadır. Uygulama ve elde edilen sonuçlar, ülkenin yöneticilerine, yatırımcılarına, özel sektöre ve vatandaşlarına moral ve motivasyon vermektedir.

İşbu dokümanın müteakip bölümlerinde, yukarıda bahis olunan plan ve programlar incelenmiştir.

Hasan Kalyoncu Üniversitesi ve Yenilenebilir Enerji

Kampüsünde yenilenebilir enerji kaynaklarının maksimum seviyede kullanılmasını hedefleyen Hasan Kalyoncu Üniversitesi güneş enerji santrali ve diğer projeleri ile çevre duyarlılığını kanıtlamıştır.

Akademik ve uzman personelinin yanı sıra öğrenciler tarafından da geliştirilen yenilenebilir enerji, enerji verimliliği, yeşil ve akıllı bina projeleri Hasan Kalyoncu Üniversitesi'nde uygulama alanı bulmaktadır.

Bu hedef doğrultusunda Sağlık Bilimleri Yüksek Okulu bina çatısında 196 kWp kurulu gücünde fotovoltaik teknolojiyi kullanan güneş enerji santrali bulunmaktadır (Tablo 1). Santralin ürettiği enerji ilk olarak öz tüketimde kullanılmaktadır. Öz tüketim karşılandıktan sonra ortaya çıkan ihtiyaç fazlası ise şebekeye iletilerek "Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmelik" kapsamında belirlenen ücret ile Gaziantep'te hizmet veren elektrik dağıtım şirketine satılmaktadır.

Tablo 1: 196 kWp GES Üretim Değerleri (21.07.2014 - 30.06.2015)

AYLAR	INV-A (kWh)	INV-B (kWh)	Aylık Toplam (kWh)	CO_2 (Ton)	Üretilen Enerji Değeri (TL)
Temmuz	4.410	6.786	11.196	6,6	3.661
Ağustos	11.704	17.648	29.352	17,5	9.686
Eylül	10.480	15.824	26.304	15,6	8.625
Ekim	8.155	12.336	20.491	12,2	6.762
Kasım	5.868	8.923	14.791	8,8	5.177
Aralık	3.175	4.820	7.995	4,8	2.798
Ocak	4.126	6.316	10.442	6,2	3.655
Şubat	3.770	5.778	9.548	5,7	3.342
Mart	8.248	12.217	20.465	12,2	7.163
Nisan	11.148	14.742	25.890	15,4	9.061
Mayıs	13.229	16.955	30.184	18,0	10.564
Haziran	12.787	19.187	31.974	19,1	11.191
Toplam	**97.100**	**141.532**	**238.632**	**142**	**81.685**

Santralin durumu ve üretim değerleri internet üzerinden anlık takip edilebilmekte ve her ay KALİTTO (Kalyoncu İnovasyon ve Teknoloji Transfer Ofisi) tarafından rapor halinde sunulmaktadır.

Üniversitemizin GES kapasitesini artırmak üzere KALİTTO tarafından takip edilen resmi işlemler tamamlanarak 870 kWp yeni santral kurulumu için ihale süreci tamamlanmıştır. Üniversitemiz arazisinde belirlenen 16.000 m^2'lik alan üzerine kurulacak "Güneş Tarlası" ile Hasan Kalyoncu Üniversitesi'nin enerji tüketiminin tamamına yakını yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilecektir. Buna ilave olarak artma eğiliminde olan enerji ihtiyacını karşılamak üzere 3.000kWp kurulu güce sahip olacak yeni bir güneş enerjisi santralinin avan projesi tamamlanmıştır. Hayata geçirilmiş/geçirilecek olan bu santraller, akademik veri elde edilebilmesi açısından çeşitli sensör ve cihazlar ile takip edilecek ve bölgenin GES potansiyeli üzerine akademik çalışmalar yapılacaktır. Kurulmuş ve kurulması planlanmış olan tüm bu yenilenebilir enerji sistemleri, ARBİM ile ortaya konulacak akıllı şebeke sistemine dahil edilerek entegrasyonu da sağlanacaktır.

Küresel Enerji Sektörü

Enerji sektörü küresel ölçekte dengeleri, şartları ve tarafları hızlı bir şekilde değişen, son derece dinamik bir sektördür. Buna karşılık doğal kaynaklar sektörünün görece stabilitesi daha yüksektir ancak çehresi değişmeye devam etmektedir. Ülkemiz bu sektörlerdeki ulusal stratejilerini belirlerken dünyadaki ve bölgemizdeki güncel gelişmeleri dikkate almaktadır.

Genel durum analizleri [1], 2014 yılı ile başlayan yeni dönemde, küresel seviyede enerji dengesinde bir değişim olacağına ve bunun da ekonomik ve siyasi yansımalarının olabileceğine, dolayısı ile de enerji güvenliği konusunda yeni politikalar ve yaklaşımların geliştirilmesinin gerekli olduğuna işaret etmektedir. Türkiye'nin birincil enerji arzında büyük oranda yurtdışından karşılanan petrol ve doğal gaz kaynaklarına olan yüksek bağımlılığı devam etmektedir (Tablo 2). Özellikle elektrik üretiminde doğal gazın payı yüksekliğini sürdürmekte, bu kaynakta sınırlı sayıda ülkeye olan yüksek bağımlılık arz güvenliği açısından ayrıca bir risk unsuru olarak görülmektedir.

Enerji ithalatının toplam ithalatımızın yaklaşık dörtte birini oluşturması nedeniyle, önümüzdeki dönemde küresel enerji piyasalarındaki fiyat ve arz gelişmelerinin, Türkiye ekonomisini hem büyüme dinamikleri hem de cari açık açısından etkilemeye devam etmesi şaşırtıcı olmayacaktır. Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığını azaltmak için alacağı tedbirler büyüme ve cari açık üzerinde olumlu etkiler yaratacaktır. Bu kapsamda, arz tarafında yerli kaynakların daha fazla değerlendirilmesi ve yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji üretimindeki payının yükseltilmesi önem taşımaktadır.

Tablo 2: Türkiye'de enerji ithalatına ilişkin temel gelişmeler ve hedefler

	2006	2012	2013	2018
Enerji İthalatı (Milyar Dolar)	28,9	60,1	58,7	74,4

Kaynak: 2006 ve 2012 yılı verileri TÜİK'e aittir. 2013 ve 2018 yılı verileri Onuncu Kalkınma Planı tahminleridir.

Yenilenebilir enerji yatırımları son yıllarda artmaya devam etmekte olup, dünyada 2014 yılı sonunda yenilenebilir enerjiye dayalı elektrik üretimi 4.888 TWh'e ulaşmıştır [3]. Yenilenebilir enerji teknolojileri dünyada yalnızca elektrik tüketiminde değil aynı zamanda ısı talebinin karşılanmasında da önemli bir rol oynamaktadır. 2014 yılının sonunda geleneksel biokütle

hariç yenilenebilir enerjinin ısı talebinin karşılanmasına katkısı %8,8'e ulaşmıştır. Başta Almanya, İspanya ve İngiltere olmak üzere Avrupa Birliği'nde yenilenebilir enerji alanında önde olan ülkeler güçlü politikaları ve destekleyici eylem planları doğrultusunda yenilenebilir enerji hedeflerini hızlı bir şekilde hayata geçirmektedir. Özellikle Almanya ve İspanya güneş enerjisi teknolojilerinde yerli ekipman sanayinin de kalkınmasını hedefleyerek bu alanda çok iddialı teşvikler içeren politikalar uygulamışlardır. Söz konusu politikalar kurulu gücün kısa sürede ciddi seviyelerde artmasını sağlamıştır. Ancak teşviklerin kamu maliyesine getirdiği yük ve gelişen teknoloji ile ekipman maliyetlerinde yaşanan düşüş doğrultusunda bugün bu ülkelerin teşvik yapılarını tekrar gözden geçirmekte olduğu görülmektedir.

Enerji piyasalarında yaşanan gelişmeler, teknolojinin ilerlemesine paralel olarak yeni kaynaklara erişim, ülkelerin değişen üretim ve tüketim değerleri ve artan çevresel kaygılar küresel enerji sektörünü şekillendirmeye devam etmektedir. Enerji ve doğal kaynaklar alanında Türkiye'nin ithalat bağımlılığı dikkate alındığında, küresel ve bölgesel trendlerin etkisinde değişen piyasaların getirmiş olduğu riskler Türkiye için büyük önem arz etmektedir. Bu açıdan bakıldığında, ulusal stratejiler pek çok dış faktörden etkilenmektedir. Bu faktörler;

- Küresel ve bölgesel jeopolitik ve jeostratejik gelişmeler,
- Enerji ve doğal kaynak piyasalarındaki gelişmeler,
- Yeni teknolojiler,
- Yeni enerji kaynakları,
- Değişen çevresel duyarlılıklar,
- Ticaretin değişen yönü,
- Küresel ve yerel makroekonomik gelişmeler,
- Üretim ve tüketim yaklaşımlarında değişen tercih ve değerler

olarak özetlenebilir.

Enerjide dışa bağımlı bir ülke olması nedeniyle Türkiye'de enerji bileşeninin milli gelire oranı yılda ortalama %4 civarında bir açık vermekte olduğu bilinmektedir. Son yıllarda petrol ve doğal gaz fiyatlarındaki yükseliş nedeniyle 2014 yılında enerji bileşeninin milli gelire oranının %6 seviyesini aştığı ve tek başına cari açığın %80'inden fazlasını oluşturduğu görülmektedir [25]. Kamu kaynakları [1] bu olumsuz koşullardan çıkış yolu olarak, *mümkün olduğunca yerli teknolojiye dayalı yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim altyapısının kurulması ve enerji verimliliğinin artırılmasının* hayati önemi haiz olduğuna işaret etmektedir.

Türkiye'de ulusal stratejilerin geliştirilmesi açısından son yıllarda yapılan çalışmalarda bu faktörlerin tümü göz önüne alınmakta, tutarlı ve sonuç odaklı yaklaşımlar hayata geçirilmektedir. Dokuzuncu ve Onuncu Beş Yıllık Kalkınma Planları ile bunlara atfen hayata geçirilen kurumsal stratejik planlar ile mevzuat, bu yaklaşımın net göstergeleri niteliğini haizdir. Bahis olunan belgeler, işbu dokümanın müteakip bölümlerinde incelenmektedir.

Kalkınma Planları ve İleri Teknoloji İlişkisi

Türkiye'de 1995 yılından itibaren birçok farklı disiplinde, ileri teknoloji kullanımı ve üretimi açısından önemli girişimler yapılmakta olduğu iyi bilinmektedir. Son 20 yıllık süreçte, tüm hükümetler döneminde bu konuya yönelik bir motivasyonun sürekli varlığını sürdürdüğü gözlemlenmektedir. İleri teknolojilerin kullanımına ve teknoloji / know-how transferine yönelik ilk dikkat çekici hamlelerin ise Dokuzuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı [2] ile geldiği ve önemli somut hedeflerin ortaya konduğu görülmektedir. Adı geçen plan yenilenebilir enerji alanında ve ileri inşaat teknolojileri ile akıllı binalar konusunda birçok hüküm barındırmaktadır. Planın kapsadığı dönem olan 2007-2013 yılları arasında devletin icraatları ile çıkartılan ve/veya revize edilen mevzuat dikkate alındığında, Dokuzuncu Kalkınma Planının işbu dokümanın konusu olan ileri teknoloji alanlarındaki maddelerinin çok önemli ölçüde hayata geçirildiği anlaşılmaktadır. Dolayısı ile de Türkiye'nin ileri teknoloji üretimi açısından fakirliğini giderici istikamette son derece kararlı olduğunu ifade etmek yerli yerinde bir yaklaşım olacaktır.

Son yıllarda, verilen teşviklere ve petrol fiyatlarındaki oynaklığa bağlı olarak, yenilenebilir enerji kaynaklarının piyasa penetrasyonunda çarpıcı artışlar görülmektedir. Bununla birlikte yenilenebilir enerji kaynaklarının diğer enerji kaynaklarıyla rekabet edebilirliğinin ancak teşviklerle mümkün olabileceği anlaşılmıştır. Bu itibarla, Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik politikaların ve enerji verimliliği hedeflerinin geliştirilmesine duyulan ihtiyaç artmıştır.

2014 – 2018 yılları arasındaki dönemi kapsayan Onuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı [3], kendisinden bir önceki dönemin çıtasını daha da ileriye taşımaktadır. Bu plan; Türkiye'de Ar-Ge faaliyetlerinin artırılması ve yaygınlaştırılmasına yönelik önemli ilerlemeler kaydedilmiş olmasına rağmen, temel araştırmadan başlayıp ürünün piyasaya sürülmesine kadar uzanan yeni teknolojik ürün üretme sürecinin özellikle ticarileştirme kısmının geliştirilmesine ihtiyaç duyulduğuna dikkat çekmektedir. Buna göre, Ar-Ge ve yenilik faaliyetlerinin ticarileştirilmesi yoluyla uluslararası düzeyde rekabetçi, yeni ara veya nihai teknolojik ürünler ile markalar oluşturulması kritik önem arz etmektedir.

Onuncu Kalkınma Planı

2007 – 2013 yılları arasındaki dönemi kapsayan Dokuzuncu Kalkınma Planı ve ona bağlı olarak hayata geçirilen mevzuat ile enerji alanında, önceki dönemlere kıyasla, Türkiye'de çok önemli gelişmeler yaşanmıştır. Bu kapsamda; enerji arz güvenliğinin sağlanması amacıyla yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimine yönelik teşvik sistemi getirilmiş / iyileştirilmiş ve yerli ekipman imalatı desteklenmiştir. Hayata geçirilen bu teşvik sistemi ile adı geçen dönem içerisinde enerji açısından yaşanan tüm olumlu gelişmelere karşın, linyit haricinde fosil yakıtlar bakımından zengin rezervlere sahip olmayan Türkiye'nin enerji arzındaki dış bağımlılığı önemli ölçüde devam etmektedir. Bu bağımlılığı azaltmak için, yerli kaynakların enerji üretiminde mümkün olan en yüksek oranda değerlendirilmesinin gerektiği çok açıktır. Benzer şekilde, enerji üretiminden iletimine, dağıtımından kullanımına kadar olan bütün süreçlerde verimliliğin artırılması, israfın önlenmesi ve enerji yoğunluğunun hem sektörel hem de makro düzeyde azaltılması, enerji arzındaki dış bağımlılığın etkilerinin hafifletilmesi açısından büyük önem taşıdığı görülmüştür.

Bu tecrübelerin ışığında hazırlanan ve 2014 – 2018 yılları arasındaki dönemi kapsayan Onuncu Kalkınma Planı [3], işbu dokümanın *Küresel Enerji Sektörü* bölümünde ifade edilen ithalat bağımlılığı kaynaklı enerji arz risklerini minimize etmek için geliştirildiği yaklaşım kapsamında;

- yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımın artırılması ve bununla eş zamanlı olarak
- yenilenebilir enerji altyapı imalat teknolojilerinin Türkiye'ye transfer edilmesi

şeklinde bir formül ortaya koymuştur.

Buna göre;

- Başta enerji ve imalat sanayi olmak üzere tüm sektörlerde, doğal kaynakların etkin kullanımını ve *çevresel bozulmaların önlenmesini sağlayacak temiz teknolojiler ile katma değeri yüksek yeşil ürünler geliştirilmesine yönelik Ar-Ge ve yenilik faaliyetleri desteklenecektir* [3 - Madde 631],
- Yenilenebilir enerjinin ekonomiye katkısını en üst seviyeye çıkarmak için *ekipmanlarda yerli imalat düzeyi artırılacak ve özgün teknolojiler geliştirilecektir* [3 - Madde 677],
- Enerji Verimliliği Stratejisi etkin bir şekilde uygulanacak ve enerjinin tüm sektörlerde *verimli bir şekilde kullanımı* sağlanacaktır [3 - Madde 794],
- Birincil enerji kaynakları bazında dengeli bir kaynak çeşitlendirmesine ve orijin ülke farklılaştırmasına gidilecek, üretim sistemi içinde yerli ve *yenilenebilir enerji kaynaklarının payı azami ölçüde yükseltilecektir* [3 - Madde 787],
- Kamu sahipliğinde kalacak elektrik iletiminde, yatırımlar elektrik sisteminin güvenliğini koruyacak şekilde sürdürülecektir. *Yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanan elektrik üretiminin sistem güvenliğini riske atmadan şebekeye entegrasyonu amacıyla gerekli yatırımlar gerçekleştirilecektir* [3 - Madde 788],
- Kullanıcı odaklı, güvenli, çevreyle barışık, *enerji verimli ve mimari estetiğe sahip yapıların üretimi* için tasarım ve yapım standartları geliştirilecektir [3 - Madde 890].
- *Üretim ve hizmetlerde yenilenebilir enerji*, eko-verimlilik, temiz üretim teknolojileri gibi çevre dostu uygulamalar *desteklenecek*, çevre dostu yeni ürünlerin geliştirilmesi ve markalaşması teşvik edilecektir [3 - Madde 1035],

hükümlerine amirdir. Böylece ülke olarak; enerjinin nihai tüketiciye sürekli, kaliteli, güvenli, asgari maliyetlerle arzını ve enerji temininde kaynak çeşitlendirmesi esas alınarak; yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının mümkün olan en üst düzeyde değerlendirilmesi, ekonominin enerji yoğunluğunun azaltılmasının desteklenmesi, israf ve enerjinin çevresel etkilerinin asgariye indirilmesi, ülkenin uluslararası enerji ticaretinde stratejik konumunun güçlendirilmesi ve rekabetçi bir enerji sistemine ulaşılması hedeflenmiştir.

Enerji konusunda Özel İhtisas Komisyonu, 2018 yılına kadar olan dönem için temel amaç ve politika eksenlerini şu şekilde belirlemiştir [1]:

- Yerli ve yenilenebilir kaynaklara öncelik verilmek sureti ile kaynak çeşitlendirmesini sağlamak.

- Enerji verimliliğini artırmak.
- Piyasa işleyişinin şeffaflık ve hesap verebilirlik ilkeleri ve ulusal çıkarları gözetir bir temelde işlerliliğini artırmak; bu suretle arz güvenliğinin sağlanması için gereken yeni kapasite yatırımlarının yapılabileceği sürdürülebilir ve öngörülebilir koşulları oluşturmak.
- İthalat bağımlılığını kontrol altına alma hedefinin altyapısını oluşturmak ve kaynak çeşitliliği sağlayacak projeleri tercih etmek ve desteklemek.
- Jeostratejik konumumuzu etkin kullanarak, enerji oyununda güçlü bir oyuncu olarak yer almak.
- Enerji kaynaklı salımların ve enerji kaynaklı çevre sorunlarının azaltılmasını sağlamak.
- Enerji alanında bilimsel ve teknolojik çalışmaları desteklemek.
- Enerji yönetiminde uzmanlaşmayı sağlamak; sektörün ihtiyaç duyduğu iş gücünün belirli nitelikte ve belirli nicelikte hazırlanmasına yönelik eğitim imkânlarını geliştirmek.

Tablo 3: Türkiye enerji sektöründe 2018 yılına kadar beklenen gelişmeler ve hedefler

	2006	2012	2013	2018
Birincil Enerji Talebi (BTEP)	99.642	119.302	123.600	154.000
Elektrik Enerjisi Talebi (GWh)	174.637	241.949	255.000	341.000
Kişi Başı Birincil Enerji Tüketimi (TEP/kişi)	1,44	1,59	1,62	1,92
Kişi Başı Elektrik Enerjisi Tüketimi (kWh/kişi)	2.517	3.231	3.351	4.241
Doğal Gazın Elektrik Üretimindeki Payı (%)	45,8	43,2	43,0	41,0
Yenilenebilir Kaynakların Elektrik Üretimindeki Payı (%)	25,3	27,0	27,7	29,0
Elektrik Kurulu Gücü (MW)	40.565	57.058	58.500	78.000

Kaynak: 2006 ve 2012 yılı verileri Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ve TEİAŞ'a aittir. 2013 ve 2018 yılı verileri Onuncu Kalkınma Planı tahminleridir.

Tablo 3'de Türkiye enerji sektörü için Onuncu Kalkınma Planının koyduğu hedefler verilmiş, olup 2018 yılı için üretilen tahminler, gelişme projeksiyonlarına dayandırılmıştır. Bu tablodan açıkça görüleceği üzere Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı 2013 yılı için Türkiye'de kurulu yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üreten tesislerin toplam üretim kapasitesinin 16,2 GW olduğu tespitinde bulunmuş ve 2018 yılı itibarı ile bu kapasitesinin 22,6 GW a çıkacağını öngörmüştür. Buna göre önümüzdeki üç yıllık dönemde 6,4 GW güçte yeni tesis kurulması hedeflenmiştir. Hedefler ile enerji piyasası düzenleme mevzuatının tam bir uyumluluk içerisinde olduğu açıkça görüldüğünden, kalkınma planlarının hedeflerinin başarılması için çalışıldığı sonucu ortaya çıkmaktadır.

Onuncu kalkınma planı; "*Öncelikli Teknoloji Alanlarında Ticarileştirme Programı*" ve "*Yerli Kaynaklara Dayalı Enerji Üretim Programı*" ve "*Enerji Verimliliğinin Geliştirilmesi Programı*" adlarıyla yeni bir süreç başlatmış bulunmaktadır.

Öncelikli Teknoloji Alanlarında Ticarileştirme Programı

Türkiye'de Ar-Ge faaliyetlerinin artırılması ve yaygınlaştırılmasına yönelik önemli ilerlemeler kaydedilmiş olmakla birlikte, temel araştırmadan başlayıp ürünün piyasaya sürülmesine kadar uzanan yeni teknolojik ürün üretme sürecinin özellikle ticarileştirme kısmının geliştirilmesine ihtiyaç duyulduğu bilinmektedir. Buna göre Ar-Ge ve yenilik faaliyetlerinin ticarileştirilmesi yoluyla uluslararası düzeyde rekabetçi, yeni ara veya nihai teknolojik ürünler ile markalar oluşturulması gerekliliği de açıktır.

Onuncu Kalkınma Planının bu ihtiyaçlardan yola çıkarak ortaya koyduğu *Öncelikli Teknoloji Alanlarında Ticarileştirme Programıyla*, ülke açısından önem taşıyan sektörlerde, uluslararası rekabetçi teknolojik ürün ve markaların ortaya çıkarılması amaçlanmıştır [3]. Bu kapsamda öncelikli sektörler

- enerji,
- sağlık,
- havacılık ve uzay,
- otomotiv ve raylı sistemler ve
- savunma

olarak belirlenmiştir. Program hedefleri ise

- Öncelikli sektörlerde teknolojik ürün ve marka sayısının artırılması
- İmalat sanayii üretim ve ihracatında öncelikli sektörlerin payının artırılması
- Nitelikli araştırmacı yetiştirilmesi ve özel sektörde istihdamının artırılması
- Araştırma merkezi, kuluçka, hızlandırıcı, teknoloji ve yenilik merkezlerinin artırılması
- Teknoloji transfer ara yüzlerinin artırılması

olarak belirlenmiştir. Adı geçen belgede [3] programın en önemli performans göstergeleri arasında özellikle

- Yeni ürün, marka ve patent sayısı
- Doktora dereceli araştırmacı sayısı
- Akredite araştırma, ölçüm ve test merkezi sayısı

konularına vurgu yapılmaktadır. Programın "*Beşeri ve Fiziksel Altyapının Güçlendirilmesi*" bileşeni

- Ticarileştirmenin gerektirdiği nitelikli insan kaynağının geliştirilmesi

- TGB'ler, OSB'ler, kümeler, teknoloji platformları ve araştırma merkezleri arasında işbirliğinin artırılması ve
- Uluslararası akredite olmuş araştırma, ölçüm ve test altyapısının oluşturulması

hükümlerine, "*Teknolojik Ürünlere Yönelik Yerli Üretim ve İhracatın Artırılması*" bileşeni

- Teknoloji transfer programı başlatılması ve yerlileştirilen teknolojilerin başta KOBİ'ler olmak üzere sektör tabanına yaygınlaştırılması

hükmüne ve "*Teknoloji Transferine Yönelik Mekanizmaların Oluşturulması*" bileşeni ise

- Üniversite ve özel kesimde esnek çalışan özerk teknoloji transfer yapılarının ve bu yapıların destek, finansman ve işleyiş modellerinin oluşturulması
- Teknoloji transferine yönelik Ar-Ge, yenilik, fikri haklar, girişimcilik gibi konularda uzmanlaşmış nitelikli insan kaynağının artırılması

hükümlerine amirdir.

Yukarıda sayılan tüm hususlar açıkça; enerji alanında yapılması gereken çalışmalara, teknoloji transferine, bunlar için araştırma merkezlerinin kurulmasına ve üniversitelerin öncülük fonksiyonlarına vurgu yapmaktadır.

Yerli Kaynaklara Dayalı Enerji Üretim Programı

2011, 2012 ve 2014 yıllarında Türkiye'nin dış ticaret açığının sırasıyla %45, %62 ve %80'i enerji ithalatından kaynaklanmıştır [25]. Hızla büyümekte olan enerji talebinin karşılanabilmesi için petrol, doğal gaz ve taşkömürü ithalatı da sürekli artmaktadır [4]. Bu durum enerjide yüksek oranlı dışa bağımlılığın sürmesine yol açmakta, cari işlemler dengesi ve enerji arz güvenliği üzerinde baskı oluşturmaktadır [1].

Türkiye ekonomisinin yüksek ve istikrarlı büyüyebilmesi için mümkün olan bütün yerli kaynakların enerji üretimi amacıyla değerlendirilmesi öncelikli bir husustur. Özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarının hem birincil enerji arzı hem de elektrik üretimi amacıyla değerlendirilmesi sürdürülebilir kalkınmanın temini açısından önem taşımaktadır. Onuncu Kalkınma Planının bu ihtiyaçlardan yola çıkarak ortaya koyduğu *Yerli Kaynaklara Dayalı Enerji Üretim Programıyla*, yerli kaynakların enerji üretimindeki payının artırılması suretiyle enerjide dışa bağımlılığın azaltılması amaçlamaktadır [3].

Program hedefleri arasında; 2011 yılı sonu itibarı ile birincil enerji üretiminde yüzde 28 olan yerli kaynak payının, 2018 sonunda yüzde 35'e yükseltilmesi hususu kayıt altına alınmıştır. Buna göre programın en önemli performans göstergeleri arasında özellikle

- Yenilenebilir kaynaklardan sağlanan elektrik üretimi miktarı
- Güneş, jeotermal ve biokütle kaynaklarından sağlanan ısı üretimi miktarı

konularına vurgu yapılmaktadır. Programın *Su Dışındaki Yenilenebilir Kaynakların Değerlendirilmesi* bileşeni ise

- Rüzgâr, güneş, biokütle ve jeotermal kaynakların elektrik üretiminde kullanılmasına yönelik potansiyelin tam olarak tespit edilmesi
- Su kaynakları dışındaki yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretiminin artırılması için yatırım gerçekleşmelerine yönelik izleme ve değerlendirme yapılması

hükümlerine amirdir.

Yukarıda sayılan tüm hususlar açıkça; güneş ve rüzgar enerjisinden elektrik ve ısı üretim potansiyelini azami seviyede kullanmak açısından ülkemizin yüksek motivasyonuna işaret etmektedir.

Enerji Verimliliğinin Geliştirilmesi Programı

Türkiye'nin, son yıllarda enerji verimliliği alanında kaydettiği ilerlemelere rağmen, gelişmiş ülkelere kıyasla "enerji yoğun" ekonomilerinden biri olduğu bilinmektedir. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) [5] ve Avrupa Birliği İstatistik Ofisi Eurostat'ın verilerine göre, ülkemizde enerji yoğunluğu OECD ve AB ortalamalarının üzerindedir.

Türkiye'nin gelişmiş ülkelere kıyasla yüksek olan enerji yoğunluğunun düşürülmesi ve enerji verimliliği alanında iyileştirmeler yapılması sürdürülebilir kalkınma açısından önem arz etmektedir. 2012 yılında yürürlüğe giren Enerji Verimliliği Strateji Belgesi [9], enerji verimliliği alanında yapılması gereken çalışmalara ışık tutan bir niteliğe sahiptir. Onuncu Kalkınma Planının bu ihtiyaçlar ve gerçeklerden yola çıkarak ortaya koyduğu *Enerji Verimliliğinin Geliştirilmesi Programıyla*, seçilmiş bazı sektör ve alanlarda enerji verimliliğini iyileştirmeye yönelik çalışmalar yürütülmesini, mevcut bazı uygulamaların yaygınlaştırılmasını, örnek uygulamaların duyurularak kamuoyu bilincinin yükseltilmesini ve nihayetinde talep tarafı yönetimine katkıda bulunmayı amaçlamaktadır.

Program hedefleri arasında; 2018 yılına kadar binalardaki enerji tüketiminin, 2012 yılı baz alınmak suretiyle belirlenecek göstergeler düzeyinde ve verimlilik artışı uygulamaları ile yüzde 10 düşürülmesi hususu kayıt altına alınmıştır. Buna göre programın en önemli performans göstergeleri arasında özellikle

- Birincil enerji yoğunluğu
- Referans senaryoya göre enerji tüketimindeki azalma
- Kamu binalarının enerji tüketimindeki azalma

konularına vurgu yapılmaktadır. Programın *Sanayide Enerji Verimliliğinin Artırılması* bileşeni

- KOBİ'lerin enerji verimliliği konusundaki eğitim, etüt ve danışmanlık hizmetlerinin desteklenmesine yönelik mekanizmaların iyileştirilmesi

hükümlerine, *Binalarda Enerji Verimliliğinin İyileştirilmesi* bileşeni ise

- Proje sonrasında sağlanan tasarruflarla geri ödemeye imkân veren enerji performans sözleşmesi (EPS) borçlanma modeli dâhil olmak üzere, çeşitli finansman yöntemleriyle binalardaki enerji verimliliği yatırımlarının yaygınlaştırılması

- Yalıtımı düşük ve/veya yetersiz yalıtıma sahip eski binalarda, binayı çevreleyen dış yapı zarfının ve ısıtma sistemlerinin yürürlükteki standartları sağlayacak şekilde ısı yalıtımlı niteliğe dönüştürülmesi

hükümlerine amirdir.

Yukarıda sayılan tüm hususlar; enerji performansı kavramının Türkiye 2023 hedeflerinin önemli bir parçası olarak algılandığına ve binalarda enerji tüketiminin verimli hale getirilmesi için çalışmaların yoğunlaştırılacağına işaret etmektedir.

Akıllı Şehirler ve Akıllı Şebekeler

Son yıllarda fosil yakıt kaynaklarının tükeniyor olması ve çevresel kaygılar nedeniyle mevcut enerji üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının payı gittikçe artmaktadır. Aynı nedenlerle elektrik şebekelerindeki kayıpların azaltılması ve böylece enerji kaynaklarının daha verimli kullanılması üzerine yapılan çalışmalar da yoğunluk kazanmıştır. Bütün bu konular dikkate alındığında *akıllı şebekeler* (*smart grids*) diğer çözüm önerileri arasında ön plana çıkmaktadır.

Türkiye'de enerji sisteminin bir geçiş sürecinin içinde olduğu bilinmektedir. Elektrik dağıtım, üretim ve ticaretindeki özelleştirmeler, liberalleşme, ayrıştırma (unbundling) ve enerji üretimindeki büyük açığın kapatılması için yapılan yeni yatırımlar ile hem konvansiyonel hem de yenilenir enerji kaynaklarının eklenmesiyle şebekelerin yapısında önemli değişiklik ihtiyaçları doğmuştur. Bugün Türkiye'de kullanılan enerji iletim alt yapısı ve kontrol akışı *yukarıdan-aşağıya* prensibi ile çalışmakta ve 150 yıl öncesinin tasarımına dayanmaktadır. Oysa enerji açısından ülkenin içerisinde bulunduğu yeni dönemde uygulamakta olduğu merkezi olmayan (dağıtık-decentral) enerji piyasasında, bilgi ve iletişim konularında *aşağıdan yukarıya* entegrasyon prensibinin çalıştırılmasına ihtiyaç olduğu açıkça anlaşılmıştır. Bu da akıllı şehirler ve akıllı şebekeler anlamına gelmektedir.

Güç eksikliklerini hissetmemek, karanlıkta kalmamak, güvenilirlik ve verimin arttırılması için Türkiye'de elektrik iletim şebekesinin güncellenmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Şebeke modern, güncel ve akıllı bir yapıda olmalıdır. Güç şebekesindeki tüm noktaların uyanık, tepkili, adaptif, maliyet açısından uygun, çevre ile dost, gerçek(eş)-zamanlı, esnek, kuvvetli ve her sistemle bağlanabilen bir yapıda olması akıllı yapıyı oluşturmaktadır [48].

Akıllı şebeke kavramı, sürdürülebilir, ekonomik ve güvenilir elektrik enerjisi temini açısından üreticiler, tüketiciler, vb. kendisine bağlı olan tüm kullanıcıların davranışlarını akıllı bir şekilde yönlendirebilen elektrik şebekeleri olarak tanımlanabilir.

Bu şebekeler sayesinde zamanla değişen miktarlarda üretim yapan rüzgar türbinleri ve güneş panelleri gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının en verimli şekilde kullanılabilmesi sağlanırken, kayıpların azaltılmasından dolayı sistemin toplam verimi de en üst seviyeye yükseltilebilmektedir.

Akıllı şebekeler ve şehirler;

- Neye ihtiyacı varsa onu alır,

- Güç istenilen noktalardan aktarılabilir,

- Diğer sistemler ile konuşabilir ve
- Akıllı bir şebeke dinlenebilir.

Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı'nın Enerji Verimliliği Strateji Belgesi [9] akıllı şebekeler konusunda stratejik hedefler ortaya koymaktadır. Buna göre adı geçen belgenin enerji verimliliğinin geliştirilmesi stratejik hedefi altında SA-04/SH-02/E-01 koduyla belirlediği stratejik eylemi; enerji ve güç miktarına göre kademelendirilmiş tarife, çok terimli sayaç ve *akıllı şebeke* uygulamalarının yapılması hükmüne amir durumundadır. Bu uygulamalara elektrik dağıtım özelleştirmeleri üzerinden başlanması da karara bağlanmış ve uygulama sorumluluğu böylece elektrik dağıtım şirketlerine verilmiştir.

Enerji Verimliliği Strateji Belgesinin yukarıda bahis olunan bu hükmünü çalışır hale getirmek maksadıyla Enerji Piyasası Düzenleme Kurumunun 2014 yılında hayata geçirdiği Elektrik Şebeke Yönetmeliğinin [49] *İletim Sisteminin Performans, Tesis ve Teçhizatına İlişkin Teknik Kriterler* bölümünde;

> *TEİAŞ TM'lerindeki OG fider bilgilerine ulaşım hakkının sağlanması, lisanssız üretim bilgilerinin izlenmesi ve Elektrik Dağıtımı ve Perakende Satışına İlişkin Hizmet Kalitesi Yönetmeliği* [50] *kapsamındaki yükümlülüklerinin sağlanabilmesi için, dağıtım şirketleri tarafından SCADA sistemi ve Akıllı Şebeke oluşturulmalıdır.*

hükmüne yer verilmiştir. Adı geçen kanun ile SCADA kontrol merkezi ve akıllı şebeke oluşturulması konusunda dağıtım şirketlerine, Geçici 2 ve 3. Maddeler ile 31.12.2015 tarihine kadar süre tanınmıştır.

Bunlara ilave olarak TÜBİTAK Bilim, Teknoloji ve Yenilik Politikaları Daire Başkanlığının 2011 yılında yayınladığı Ulusal Enerji Ar-Ge ve Yenilik Stratejisi Belgesi akıllı şebekeler ve akıllı şehirler konularında ayrı ayrı olacak şekilde düzenlemeler ihtiva etmektedir. Adı geçen strateji belgesi akıllı şebekeler konusunda; *şebeke teknolojilerinin esnekliğini ve güvenliliğini arttırmak, elektrik şebekelerinin uzun vadeli evrimine hazırlıklı olmak ve yenilikçi piyasa tasarımlarını denemek* şeklinde üç adet temel teknolojik hedef belirlemiştir. Öte yandan akıllı şehirler konusunda ise; *yeni ticari binaların "sıfır enerji bina" olması, akıllı şehir uygulamaları açısından öncül şehirlerin bulunması ve bu şehirlerdeki yeni binaların "sıfır enerji" olması, şehirlerde akıllı şebekelere yönelik geliştirme ve piyasaya geçiş sağlama programlarının uygulamaya alınması, öncül şehirlerde düşük enerji binalarda ısınma ve soğutma taleplerinin %50'sini yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlama programı/stratejisi* gibi son derece önemli hedefler belirlemektedir.

Bu hususlar, akıllı şebekelere ve akıllı şehirlere geçiş konusunda Türkiye'nin kararlılığını ve aceleciliğini açıkça göstermektedir.

Akıllı Binalar ve Enerji Verimliliği

Onuncu Kalkınma Planının hazırlık evresinde yapılan hesaplamalar bina sektöründe %30'un üzerinde enerji tasarrufu potansiyelinin bulunduğuna işaret etmektedir [1]. Bu potansiyelin ülke ekonomisine geri kazandırılması amacıyla 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu [6] çerçevesinde ve buna bağlı Enerji Verimliliği Stratejisi [9] kapsamında bazı hedefler ve tedbirler öngörülmüştür. Ülkemizin enerji yoğunluğunun 2023 yılına kadar %20 oranında

düşürülmesini hedefleyen Enerji Verimliliği Strateji Belgesi'nde "Binaların enerji taleplerini ve karbon emisyonlarını azaltmak; yenilenebilir enerji kaynakları kullanan sürdürülebilir çevre dostu binaları yaygınlaştırmak" stratejik hedefi altında 2010 yılındaki yapı stokunun en az dörtte birinin 2023 yılına kadar, sürdürülebilir yapı haline getirilmesi stratejik amaç olarak benimsenmiştir [3]. Bu amaca ulaşılmasında, toplu konut ve kentsel dönüşüm projeleri önemli fırsatlar sunmaktadır. Bu kapsamda, geliştirilecek projelerde yenilenebilir enerji kaynaklarından, kojenerasyon veya mikro-kojenerasyon, merkezi ve bölgesel ısıtma ve soğutma ve ısı pompası sistemlerinden yararlanılması öncelikle değerlendirilmektedir [1].

5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu [6], mevcut ve yeni binalar için enerji performansını belirleyen Enerji Kimlik Belgesi alınması zorunluluğu getirmiştir. Ancak Kanunun Geçici 6. maddesi, mevcut binalar için Enerji Kimlik Belgesi alınması zorunluluğunu 10 yıl süre ile ötelemektedir. Halen, yaklaşık 10 milyon civarında olduğu tahmin edilen mevcut bina stokunun 2010 yılı sonu itibarıyla ancak 4.000'i için Enerji Kimlik Belgesi düzenlendiği dikkate alındığında, 10 yıl muafiyet süresinin biteceği 2017 yılına kadar kapsamdaki tüm mevcut binalar için Enerji Kimlik Belgesi alınmasının oldukça güç olduğu anlaşılmaktadır. Bu nedenle, mevcut binalarda Enerji Kimlik Belgesi alınması sürecinin hızlandırılması için tapu işlemlerinde ya da resmi binalar ile belirli bir büyüklüğün üzerindeki binalar için Enerji Kimlik Belgesi aranmasını zorlayıcı tedbirler geliştirilmiştir [7].

Ülkemizde, inşaat sektöründe uygulanacak yöntem ve yaklaşımlar, enerji verimliliği hedeflerine ulaşılmasında belirleyici bir role sahiptir. Bu nedenle, ülkenin gündemine giren kentsel dönüşüm projelerinin, enerji verimliliğini en çoklayacak şekilde planlanması, tasarlanması ve uygulanması yoluna gidilmektedir. Bu sürecin ayrılmaz bir parçası olarak kentsel planlama yaklaşımlarının, yerleşim ve ulaşım planlaması da dâhil olmak üzere, enerji tüketimini azaltacak ve enerji verimliliğini sağlayacak bir anlayışa kavuşturulması yönünde anlayış hakimdir.

Diğer yandan, Onuncu Kalkınma Planının [3] İmalat Sanayinde Dönüşüm Özel İhtisas Komisyon Raporu [17] Türkiye'deki imalat sanayiinin kentsel dönüşümle ilgili projelerin bir parçası olması gerekliliğine ve böylece akıllı binalar için üretim süreçlerinin geliştirilip iyileştirileceğine ve entegrasyon süreçlerine dair kapsamlı değerlendirmeler ihtiva etmektedir. Bu kapsamda Türkiye'ye has üstün özellikleri olan yerli tasarım enerji tutumlu / akıllı bina uygulamaları teşvik edilmektedir. [17]

Türkiye'de kentsel yerleşmelerin mekânsal yaşam kalitesinin artırılmasına, ekonomik ve toplumsal yapının güçlenmesine, mekânsal planlama sisteminin yeniden yapılandırılmasına olan ihtiyacın giderek artmakta olduğu gerçeğinden hareketle Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından 2010 – 2023 yılları arasındaki dönemi kapsayacak şekilde bir Bütünleşik Kentsel Gelişme Stratejisi ve Eylem Planı [19] hazırlanmıştır. Adı geçen planın *Sürdürülebilir Kent Formu ve Enerji Verimliliği* başlığı altında; aşırı yayılmış kent formlarının kentsel gelişme ve ulaşım açısından sürdürülemez olduğunun, küresel ısınmaya yol açtığını, buna karşın yayılmayan ve çok-merkezli kent formlarının daha sürdürülebilir olduğunu kayıt altına almakta ve binalarda enerji performansı ve verimliliği konularındaki uygulamaların kentsel alanlarda daha geniş ele alınmasını ve teşvik edilmesinin zorunlu hale getirmiştir. Planda ayrıca bu yaklaşımın Avrupa Birliği Mekânsal Gelişme Perspektifi ile ortaya konan ilke ve stratejiler de aynı doğrultuda olduğuna vurgu yapılmaktadır.

Yeşil Binalar ve Sürdürülebilirlik

Bugün sürdürülebilir, ekolojik, yeşil, çevre dostu vb. pek çok isim altında karşımıza çıkan doğayla uyumlu yapılar, yapının arazi seçiminden başlayarak yaşam döngüsü çerçevesinde değerlendirildiği, bütüncül bir anlayışla, sosyal ve çevresel sorumluluk anlayışıyla tasarlandığı, iklim verilerine ve o yere özgü koşullara uygun, ihtiyacı kadar tüketen, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmiş, doğal ve atık üretmeyen malzemelerin kullanıldığı katılımı teşvik eden, ekosistemlere duyarlı yapılar olarak tarif edilmektedir.

Dünya'daki Ulusal Yeşil Bina Konseylerinin deneyimi, yeşil binaların yaygınlaşmasını sağlamanın en etkili yollarından birinin bu binalara bir "yeşil etiket" vermek olduğunu ortaya koymuştur. Bu etiketler sayesinde bir binanın birtakım standartlar çerçevesinde yeşilliği tescil edilir. Bu standartlar aynı zamanda yeşil bina tasarlamak isteyen mimar ve mühendisler için kılavuz niteliği taşır. Sosyal sorumluluklarını yerine getirdiklerini kamuoyu ile paylaşmak isteyen şirketlere de geçerli bir etiket sağlar. Yeşil yapılaşmaya yönelmek şirketler için aynı zamanda bir sosyal sorumluluk projesi olarak da görülmelidir. Binalar ve yerleşimler küresel ısınmaya sebep olan başlıca sera gazı CO_2 salınımının %40'ından sorumludur. Bina ve yerleşimler aynı zamanda su kullanımının yaklaşık %12'si, atıkların %65'i ve elektrik tüketiminin de %71'inden sorumludurlar. Bu rakamların büyüklüğü, binaların ve yerleşimlerin çevreye olan etkilerinin azaltılması için aynı zamanda büyük bir potansiyelin olduğu anlamına gelir.

Bu kapsamda;

Sürdürülebilir yeşil bina; yer seçimi, tasarım, inşaat, işletme, bakım, tadilat, yıkım ve atıkların bertarafını kapsayan yaşam döngüsü boyunca sürdürülebilir, enerji verimli, doğayla uyumlu ve çevreye asgari düzeyde zarar veren binayı ifade etmektedir.

Sürdürülebilir yerleşme; yer seçimi, tasarım, inşaat, işletme, bakım, tadilat, yıkım ve atıkların bertarafını kapsayan yaşam döngüsü boyunca sürdürülebilir, enerji verimli, doğayla uyumlu ve çevreye asgari düzeyde zarar veren içerisinde binalar ile yaşamın sürdürülebilmesi için gereken alt ve üst yapıyı içeren alansal büyüklüğe sahip yerleşmeyi ifade eder.

2007 yılından itibaren ülkemizin gündemine giren LEED ve BREEM gibi uluslararası kabul görmüş yeşil bina sertifikalarının ülkemizde yaygınlaşmasıyla, zaman içinde yerel yeşil bina sertifikasyonu konusu da gündeme gelmiştir. Üniversitelerin, sivil toplum kuruluşlarının ve kamunun konuya ilgisi, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın geçen senelerde 'Yerel Yeşil Bina Sertifika' konusunda başlattığı çalışmalarla başka bir aşamaya geçmiştir.

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından hazırlanan Sürdürülebilir Yeşil Binalar İle Sürdürülebilir Yerleşmelerin Belgelendirilmesine Dair Yönetmelik [21], 2014 yılında yürürlüğe girmiş ve böylece ülkemizde Ulusal Yeşil Bina Sertifika sürecinin ilk adımları atılmıştır.

Onuncu Kalkınma Planının [3] Sürdürülebilir Orman Yönetimi Özel İhtisas Komisyonu Raporu [18] yeşil ekonomi kapsamında orman ürün ve hizmetlerinin yaygınlaştırılması ile "Uluslar arası Yeşil Binalar" ve "Avrupa Yeşil Yapılar" programlarının ülkemiz şartlarına adapte edilerek uygulanması ve yeşil ekonomi bileşenleri hakkında araştırmaların yapılarak başta üniversiteler olmak üzere bu alanda Ar-Ge çalışmaları yapacak, araştırma ve geliştirme merkezleri kuracak kurumların desteklenmesi konularında hükümler ortaya koymaktadır.

ETKB 2015 – 2019 Stratejik Planı

Türkiye'nin, enerji alanında tüm kuralların yeniden yazıldığı bir dönemden geçmekte olduğu dünyada büyük enerji ithalatçısı ülkelerin ihracatçı konumuna geçtiği, büyük enerji ihracatçısı ülkelerin ise talep büyümesinin merkezi haline geldikleri bilinmektedir. Ekonomik büyüme, enerji talebi ve çevre ilişkisi her zamankinden önemli bir hale gelmiş olup en zengin kaynaklara sahip ülkeler için bile enerji verimliliği ve çevresel etki uyumu ön plana çıkmıştır.

2014 yılının başı itibarıyla Dünyanın 16. ve Avrupa'nın 6. büyük ekonomisi olan Türkiye, ekonomik açıdan 2003-2013 döneminde ortalama %5 büyümüş ve hal-i hazırda da %4 lük bir oranla büyümeye devam etmektedir. Bu ekonomik büyümenin sağlanmasında enerji sektörünün hayati bir rol oynadığı ETKB tarafından ifade edilmektedir [4] . 2003-2013 arasında Türkiye'de birincil enerji tüketiminin yılda ortalama %4 ile büyümüş olması enerji tüketiminin ekonomiyle beraber büyüdüğüne işaret etmekte ve enerji talebinin artacağını da göstermektedir.

Bu gerçeklerden hareketle Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı; enerjinin nihai tüketiciye sürekli, sürdürülebilir, çevre ile uyumlu, kaliteli, güvenli ve asgari maliyetlerle arzı ile enerji temininde kaynak çeşitlendirmesini esas alarak; yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarını mümkün olan en üst düzeyde değerlendirme, enerji yoğunluğunu azaltmayı destekleme, nükleer teknolojiyi elektrik üretiminde kullanma, israfı ve enerjinin çevresel etkilerini asgariye indirme, Türkiye'nin uluslararası enerji ticaretinde stratejik konumunu güçlendiren rekabetçi bir enerji sistemine ulaşma amaçları doğrultusunda 5018 sayılı kanuna [8] atfen *2015-2019 Stratejik Planını* [4] hazırlamıştır. Planın 8 ana teması bulunmakta olup bunlar aşağıdaki gibidir.

- Tema 1: Enerji Arz Güvenliği
- Tema 2: Enerji Verimliliği ve Enerji Tasarrufu
- Tema 3: İyi Yönetişim ve Paydaş Etkileşimi
- Tema 4: Bölgesel ve Uluslararası Etkinlik
- Tema 5: Teknoloji, Ar-Ge ve İnovasyon
- Tema 6: Yatırım Ortamının İyileştirilmesi
- Tema 7: Hammadde Tedarik Güvenliği
- Tema 8: Verimli ve Etkin Hammadde Kullanımı

Bu temalardan işbu doküman kapsamında irdelenen yatırım fikri ile ilgili olanları aşağıda özet halinde incelenmiştir.

Enerji Arz Güvenliği Teması

Bu tema güneş ve rüzgar gibi yenilenebilir enerji kaynaklarında hem elektrik enerjisi üretimi hem de ısı üretimi açısından Türkiye'nin önemli bir potansiyeli bulunduğuna, ancak bu potansiyelin tam anlamıyla hayata geçmesi için finansman imkanlarının geliştirilmesine, mevzuatın güncellenmesine, iletim altyapısının güçlendirilmesine ve yatırımcı farkındalığının arttırılmasına ihtiyaç duyulduğuna işaret etmektedir.

Bu temanın amaçları arasında *optimum kaynak çeşitliliği* şeklinde ifade edilen ilkesi; birincil enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi ve Türkiye'nin sahip olduğu kaynakların rasyonel bir şekilde kullanılmasının, hem sürekliliğin hem de düşük maliyetli enerji arzının kilit bileşenleri olduğunu kayıt altına almaktadır. Elektrik enerjisi üretiminde kaynak çeşitliliğinin sağlanabilmesinin, kaynakların etkin kullanılabilmesi ve dışa bağımlılığın azaltılması açısından öne çıkan bir belirleyici faktör olduğu bilinmektedir. Stratejik Plan ile ETKB; güneş ve rüzgar enerjisinden daha fazla istifade etmeyi ve böylece riskli enerji grubunda yer alan doğal gazın elektrik enerjisi üretimindeki payının 2019 yılı sonuna kadar %38 seviyelerine indirilmesini hedeflemektedir.

Enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi yaklaşımı kapsamında yenilenebilir enerji kaynaklarının birincil enerji ve elektrik enerjisi arzı içindeki payının arttırılması için belirlenen hedefler Tablo 4 ve Tablo 5 de verilmiştir..

Tablo 4: ETKB 2015-2019 Stratejik Planı, enerji arz güvenliği temasının kaynak çeşitliliği bölümünde belirlenen rüzgar ve güneş enerjisinden elektrik üretimi için kurulu kapasite artış hedefleri.

Yenilenebilir Enerji Kaynağı	Planlanan Kurulu Güç Değeri (MW)			
	2013	2015	2017	2019
Rüzgar	2.759	5.600	9.500	10.000
Güneş	-	300	1.800	3.000

Tablo 5: ETKB 2015-2019 Stratejik Planı, enerji arz güvenliği temasının kaynak çeşitliliği bölümünde belirlenen yenilenebilir enerji kaynaklarının ısı üretimindeki payının artış hedefleri.

	2013	2019
Yenilenebilir enerji kaynaklarının ticari ısı üretimi içerisindeki payı	% 2	% 3

Tablo 4 ve Tablo 5 ile verilen hedefler, işbu dokümanın kaleme alındığı tarih itibarı ile, önümüzdeki 4 yıllık dönemde Türkiye'nin;

- Rüzgar enerjisinden elektrik üretme miktarını % 400,
- Güneş enerjisinden elektrik üretme miktarını % 1000 ve
- Güneş enerjisinden ticari ısı üretme miktarını % 50

oranında artırmayı hedeflediğini ve çalışmalarını bu istikamette geliştireceğini açıkça ortaya koymaktadır. Enerji arz güvenliği kapsamında

- Yenilenebilir enerji kaynaklarının etkin kullanımına yönelik pilot projelere destek sağlanacağı,
- Yenilenebilir enerji yatırımlarının (lisanslı olanlar ve planlananlar) hayata geçebilmesini teminen finansman imkanlarının ve teşviklerin geliştirilmesine yönelik tedbirlerin alınacağı,

- Yenilenebilir enerjinin ısı enerjisi elde etmede ve soğutmada kullanımının arttırılmasına yönelik tedbirlerin alınacağı

kayıt altına alınmıştır. Tüm bu hususların işbu dokümanın konusu olan yatırım ile doğrudan ilişkili olduğu da açıktır.

Enerji Verimliliği ve Enerji Tasarrufu Teması

Bu tema ana hatlarıyla sanayi, ulaşım, konut ve genel aydınlatma gibi alanlarda enerji verimliliği potansiyelinin değerlendirilmesi konusuyla ilgilenmektedir. Buna göre tasarruf ve verimlilik kavramlarıyla doğrudan ilgili olan elektrik iletim kayıplarının azaltılabilmesi açısından özellikle sanayi yapıları başta olmak üzere

- Güneş enerjisinden elektrik üretimi,
- Güneş enerjisi ile çalışan kojenerasyon sistemler

gibi yöntemlerle elektriğin tüketildiği yerde üretilmesine öncelik verilmesi esasa bağlanmıştır. Buna göre yerinde üretimin yaygınlaştırılması ve 2019 yılı sonuna kadar toplamda tüketimin en az 1.000 MW'lık kısmının yerinde üretimden karşılanması hedeflenmiştir (Tablo 6).

Tablo 6: ETKB 2015-2019 Stratejik Planı, enerji verimliliği temasının yerinde üretim bölümünde belirlenen enerji üretimindeki artış hedefleri.

	2015	2016	2017	2018	2019
Yerinde üretim miktarı (kümülatif) (MW)	200	400	600	800	1.000

Stratejik planın enerji verimliliği ve tasarrufu hükümleri kapsamında

- Yenilenebilir enerji kaynaklarına, kojenerasyon veya mikro kojenerasyon sistemlerine dayalı üretim tesislerinin destekleneceği, ve
- Yenilenebilir enerji kaynaklarına, kojenerasyon veya mikro kojenerasyon ve benzeri sistemlere dayalı elektrik enerjisi üretiminin yaygınlaştırılmasını teminen yerinde üretim için ilgili mevzuat altyapısının, izin ve diğer idari süreçler açısından kolaylaştırıcı olacak şekilde revize edileceği

kayıt altına alınmıştır.

Enerji verimliliği teması *enerji verimliliğine ve tasarrufuna yönelik kapasite geliştirme* konusuna da vurgu yapmaktadır. Buna göre enerji verimliliğinin arttırılması sürecini yönlendirecek ve izleyecek şekilde hizmet sunabilecek bir sektörün sağlıklı bir şekilde oluşturulması gerekmektedir. Dolayısı ile de stratejik plan kapsamında; enerji sektörünün verimlilik hizmetlerini sağlayan, denetleyen ve eğitim veren üniversitelere, şirketlere ve kurumlara ihtiyaç duyulmakta ve bu işletmelerden kamuoyunda farkındalığın artırılması yönünde çalışmalar yapması beklenmektedir.

Stratejik Planın [4] enerji verimliliğine ve tasarrufuna yönelik kapasite geliştirme bölümünde (sahife 61) üniversitelerden ve ticari işletmelerden açıkça *enerji verimliliği danışmanlık hizmeti* talep edilmektedir. Tüm bu hususların işbu dokümanın konusu olan yatırım ile doğrudan ilişkili olduğu açıktır.

Teknoloji, Ar-Ge ve İnovasyon Teması

Enerji alanında ülkenin kendi kendine yeterliliğinin önemli bir boyutunun da yerli teknolojinin varlığı olduğu gerçeğinden hareketle Türkiye'de hayata geçirilen çok sayıda Ar-Ge, inovasyon ve teknoloji geliştirme çalışmaları ile bu çalışmalara yönelik teşvikler bulunmasına rağmen çalışmaların katma değeri yüksek alanlara yönelmesi, endüstrileşmesi ve ticarileşmesinin ön planda olmasına ihtiyaç bulunduğu çok iyi bilinmektedir.

Bu gerçekten hareketle Stratejik Planın teknoloji, Ar-Ge ve inovasyon teması, enerji ve doğal kaynaklar alanında;

- Teknoloji geliştirilmesine,
- Küresel yeniliklerin ve güncel teknolojilerin Ülkemize en uygun şekilde transfer edilmesine,
- Yerli proses ve ekipman kapasitesinin geliştirilmesine,
- İnovasyonun hızlı bir şekilde ticarileşebilmesini temin edecek Ar-Ge ortamının oluşturulmasına ve yaygınlaştırılmasına

vurgu yapmakta ve kamu – üniversite – sanayi iş birliklerinin yeterli düzeyde olmadığına işaret etmektedir.

Enerji ve doğal kaynaklar alanlarının sermaye yoğun yapısından dolayı, kullanılan malzeme, ekipman ve hizmetlerin yerlileştirilmesi, ekonomik açıdan birçok katkıyı beraberinde getirecek potansiyele sahip olup enerji sektörünün yanı sıra üretim sektörünün de büyümesine yardımcı olacak bir nitelik taşımaktadır. Stratejik Plan bu potansiyelin farkında olup özellikle enerji sektöründen başlayarak yayılacak bir yerlileştirme hareketinin, ekonominin birçok dalında iş olanaklarını da beraberinde getireceğini kayıt altına almaktadır

Stratejik Planın teknoloji, Ar-Ge ve inovasyon teması kapsamında son derece dikkat çekici olarak;

> *Teknoloji yerlileştirme çalışmaları uzun vadeli projeler olduğundan planlama dönemi içerisinde atılacak adımların esas sonuçlarının plan dönemi içinde değil dönemin sonrasında, uzun vadede alınacağı, önemli olanın bir yerlileştirme ve teknoloji geliştirme kültürünün ve altyapısının yerleştirilmesi olduğu göz önünde bulundurulmalıdır.*

hükmüne yer verilmiştir.

BSTB Türkiye Sanayi Strateji Belgesi 2015-2018

Türkiye Sanayi Stratejisi Belgesi (2015-2018) [7], başta Onuncu Kalkınma Planı olmak üzere yapılan çok sayıdaki çalışmadan faydalanılarak hazırlanmış bir plan olma hüviyeti taşımakta

olup 2003 yılında hazırlanan "Avrupa Birliği (AB) Üyeliğine Doğru Türkiye Sanayi Politikası" belgesine dayandırılmıştır.

İmalat sanayiinin ve hizmetler sektörünün en önemli girdilerinden birini enerjinin oluşturduğu ve ülkemizin enerji alanında büyük oranda dışa bağımlı olduğu yeterince açıktır. Enerji arzında yaşanan sorunlar ve iklim değişikliği nedeniyle özellikle enerji tüketimi yüksek olan sektörler için enerji verimliliğine yönelik politikaların hayata geçirilmesinin önemine dikkat çeken Strateji Belgesi, Türkiye'nin 2023 yılında; 2011 yılına göre en az % 20 oranında enerji yoğunluğunun azaltılması ve yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretimindeki payının % 30 olmasını hedeflemektedir. Bu hedefe Strateji Belgesi;

- Kaynakların etkin kullanıldığı, daha yeşil ve rekabetçi sanayi yapısına dönüşümün sağlanması,
- Sanayide kullanılan elektrik enerjisinin yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanması ve sanayi tesislerinin kendi enerjilerini üretmeleri,
- Sanayide kullanılan enerjinin güneş ve rüzgâr kaynaklarından karşılanmasının, çevrenin korunmasına ve enerjide dışa olan bağımlılığın azaltılmasına büyük katkı sağlayacağı ve bu kapsamda, bu tür tesislerin kurulmasına ilişkin işlemlerin kolaylaştırılacağı

hükümlerine amirdir. Adı geçen belge bu hususların gerçekleştirilmesi açısından özellikle üniversitelere öncülük etme görevini yüklemektedir.

ETKB Enerji Verimliliği Strateji Belgesi 2012-2023

Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığının; son yıllarda doğalgaza dayalı tesislerin toplam kapasitelerinin Türkiye'nin toplam kurulu güç kapasitesi içerisindeki payının hızla arttığına ve fakat yenilenebilir enerji kaynaklarının ülkemiz toplam kurulu gücü içindeki payının düşmekte olduğu gerçeğini dikkate alarak hazırladığı Enerji Verimliliği ve Strateji Belgesi [9], yeni yenilenebilirler olarak bilinen güneş ve rüzgâr santrallerinin sayısının Türkiye'de son yıllarda hızla artmasına rağmen, bunların Türkiye'nin toplam kurulu gücü içindeki paylarının çok sınırlı kaldığı tespitine yer vermektedir.

Dokuzuncu Kalkınma Planı [2], Sanayi Strateji Belgesi [7] ve Enerji Verimliliği Kanunu [6] gerekliliklerini dikkate alarak hazırlanan belge; Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji üretimi içindeki payının arttırılmasına odaklanmakta ve yenilenebilir enerji kaynaklarının yüksek maliyet ve verimsizlik endişelerine dikkat çekmektedir.

Strateji Belgesi; güneş, rüzgar ve enerji verimliliği gibi düşük karbonlu teknolojiler alanında faaliyet gösteren (üniversiteler dahil) hizmet sağlayıcılar ile ürün geliştiren kuruluşların desteklenmesi, yeni iş modellerinin ortaya koyulması, yeni pazarların yaratılması ve yeni istihdam ve "yeşil meslek" imkânlarının sağlanması konularında hedefler belirlemektedir. Bu kapsamda adı geçen belge;

- Binaların enerji taleplerini ve karbon emisyonlarını azaltmak, yenilenebilir enerji kaynakları kullanan sürdürülebilir çevre dostu binaları yaygınlaştırmak,
- Toplu konut projelerinde yenilenebilir enerji kaynaklarından, kojenerasyon veya mikro-kojenerasyon sistemlerinden yararlanma imkânlarını özendirmek,

- Enerji verimliliği, yenilenebilir enerji kaynakları ve enerji bilgi ve teknolojileri konularında kurumsal çalışmaları teşvik etmek,
- Enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji kaynakları alanlarında; öncelikli teknolojilerde üniversite – kamu - özel sektör işbirlikleri ile ve/veya bunların münferiden kuracakları araştırma merkezlerini özendirmek

konularında pek çok hüküm ortaya koymaktadır.

Mevzuat Açısından Yenilenebilir Enerji

Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımı Kanunu

Türkiye'de de yenilenebilir enerji mevzuatında önemli çalışmalar yapılmaktadır. 2005 tarihli olan Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanılmasına Dair Kanun, 8 Ocak 2011 tarihinde Resmi Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe giren şekliyle revize edilmiş [14] ve yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektriğin, devlet tarafından alım garantisine tabi olması sağlanmıştır. Buna göre güneş enerjisi sistemlerinin ürettiği kWh saat başına bir bedel verilmekte, sistem elemanlarında yerli malı bileşenler kullanıldığında ise buna ek destekler sağlanmaktadır [15].

Tablo 7, Tablo 8 ve Tablo 9 de sırasıyla rüzgar enerjisinden elektrik üretimi, güneş enerjisinden elektrik üretimi ve kojenerasyon sistemler ile güneş ısısından elektrik üretimi konusunda kurulacak tesislerde kullanılacak bileşenlerin yerli üretim olması durumunda uygulanacak ilave devlet teşviklerinin genel durumu verilmiştir.

Tablo 7: 8 Ocak 2011 tarih ve 27809 sayılı resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren 6094 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanunun II sayılı cetvelinin B bendi

II Sayılı Cetvel		
Tesis Tipi	**Yurt İçinde Gerçekleşen İmalat**	**Yerli Katkı İlavesi (ABD Doları cent/kWh)**
B- Rüzgar enerjisine dayalı üretim tesisi	1- Kanat	0,8
	2- Jeneratör ve güç elektroniği	1,0
	3- Türbin kulesi	0,6
	4- Rotor ve nasel gruplarındaki mekanik aksamın tamamı	1,3

Tablo 8: 8 Ocak 2011 tarih ve 27809 sayılı resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren 6094 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanunun II sayılı cetvelinin C bendi

II Sayılı Cetvel		
Tesis Tipi	**Yurt İçinde Gerçekleşen İmalat**	**Yerli Katkı İlavesi (ABD Doları cent/kWh)**
C- Fotovoltaik güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	1- PV panel entegrasyonu ve güneş yapısal mekaniği imalatı	0,8
	2- PV modülleri	1,3
	3- PV modülünü oluşturan hücreler	3,5
	4- İnverter	0,6
	5- PV modülü üzerine güneş ışınını odaklayan malzeme	0,5

Tablo 9: 8 Ocak 2011 tarih ve 27809 sayılı resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren 6094 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanunun II sayılı cetvelinin D bendi

II Sayılı Cetvel		
Tesis Tipi	**Yurt İçinde Gerçekleşen İmalat**	**Yerli Katkı İlavesi (ABD Doları cent/kWh)**
D- Yoğunlaştırılmış güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	1- Radyasyon toplama gücü	2,4
	2- Yansıtıcı yüzey levhası	0,6
	3- Güneş takip sistemi	0,6
	4- Isı enerjisi depolama sisteminin mekanik aksamı	1,3
	5- Kulede güneş ışınımı toplayarak buhar üretim sisteminin mekanik aksamı	2,4
	6- Stirling motoru	1,3
	7- Panel entegrasyonu ve güneş paneli yapısal mekaniği	0,6

Mevzuatta yapılan bu değişiklikler, temel olarak Dokuzuncu Kalkınma Planının [2] bir sonucun olarak görünmektedir. Kaynağı ne olursa olsun, 6094 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun [14] ve bununla ilintili uygulamaları düzenleyici yönetmelikler, yenilenebilir enerji açısından Türkiye'nin önünde yeni bir dönemin oluşmasına yol açtığı cihetle, son derece önemli sonuçlar doğurmuştur. Bu sonuçları kısaca;

- Yenilenebilir enerjiden elektrik üreten santrallerin sayısı ve buna bağlı olarak Türkiye'nin bu alandaki kurulu gücü Türkiye tarihinde görülmemiş bir hız ve oranda artış eğilimine girmiştir.
- Yenilenebilir enerjiden elektrik üretimi teknolojilerinin Türkiye'ye transferi süreci başlamıştır.
- Yenilenebilir enerjiden elektrik üretimi teknolojilerinin millileştirilmesi süreci başlatılmış, bu alanda Ar-Ge ve Ür-Ge çalışmaları yapan ulusal firmaların sayısında artış olmuştur.
- Bu alanda Ar-Ge çalışmalarının önemi stratejik seviyede artmış, bu ihtiyacın karşılanabilmesini teminen Ar-Ge ve Ür-Ge faaliyetlerine sağlanan devlet destekleri ve hibeler dikkate değer seviyelerde artış göstermiştir.
- Yenilenebilir enerji alanında yapılacak çalışmalarda öncülük misyonu yasalar tarafından üniversitelerin üzerine yüklenerek üniversitelerin hayata geçireceği çalışmalar ile yatırımların önemi hayati seviyede artmıştır.

şeklinde özetlenebilir. Mevzuatta yapılan bu değişiklikler yenilenebilir enerjiden elektrik üretimini sağlayacak yerli yatırımlara yüksek bir motivasyon kazandırmıştır.

Enerji Verimliliği Kanunu

Enerji verimliliği kavramı;

- Aynı ürün veya hizmeti (kalite ve konfor şartlarından taviz vermeden) daha az enerji ile elde etmek,
- Aynı birim enerji ile daha fazla ürün veya hizmet elde etmek,

olarak iki farklı anlatımla tanımlanmaktadır. 2007 yılında yayınlanan Enerji Verimliliği Kanunu ile bu kanunun uygulanmasını düzenleyen ve 2014 yılına kadar muhtelif revizyonlara uğramış bulunan ilgili yönetmelikleri sanayide, ulaşımda, binalarda ve aydınlatmada enerjinin verimli kullanılmasını temin etmek için uygulanacak süreçlere dair birçok düzenleme ortaya koymuştur. Kanun esas itibarı ile Dokuzuncu Kalkınma Planının [2] bir sonucudur ve Enerji Verimliliği Strateji Belgesinin [9] ortaya konmasına vesile olmuştur. Kanun ve yönetmelikleri enerji verimliliğine yönelik hizmetler ile çalışmaların yönlendirilmesi ve yaygınlaştırılmasında üniversiteleri yetkilendirmekte, enerji yönetimi uygulamalarına yönelik görevler tahsis etmekte, enerji verimliliği ile ilgili eğitim ve sertifikalandırma faaliyetlerine, etüt ve projelere ilişkin usul ve esasları ihtiva etmektedir. Buna göre kanun kapsamında üniversitelere;

- Temel ve uygulamalı araştırma
- Ekipman üreticilerinin desteklenmesi

- Eğitim
- Enerji yönetimi konferansları
- Belirli ölçme, tanımlama ve sertifikasyon önlemleri için uzman sağlanması
- Belirli teknoloji uygulamalarının etkilerinin değerlendirilmesi üzerine uzman know-how sağlanması
- Araştırma faaliyetlerini ve hizmetlerini, sanayi ve kamu taleplerine uygun olarak pratik proje uygulamasına yönlendirilmesinde yardım

gibi görevler yüklenmektedir.

Bunlara ilave olarak Enerji verimliliği kanununun akıllı binalar ile ilgili düzenlemeleri ve hükümleri bulunmakta olup işbu dokümanın *Akıllı Binalar ve Enerji Verimliliği* bölümünde detayları ifade edilmiştir.

Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği

2008 yılında yayınlanan ve 2010 yılında revize edilerek bugünkü halini alan Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği [10], Binalarda Enerji Performansı Ulusal Hesaplama Yöntemine Dair Tebliğ [26] ve bu tebliğin EK-07 Bina Enerji Performansı Hesaplama Yöntemi dokümanları Türkiye genelinde enerji verimliliği kapsamında yürütülecek çalışmalarda binalarda enerjinin verimli kullanılmasını zorunlu kılmakta, bina Enerji Kimlik Belgesi kavramını tanımlamaktadır. Adı geçen mevzuat üniversitelerin Enerji Kimlik Belgesi verebilecek şekilde yapılanmalarını teşvik etmekte ve yetkilendirmektedir.
Buna ilave olarak yönetmelik kapsamında yeni yapılacak olan binalarda ısıtma, soğutma, havalandırma, sıhhi sıcak su, elektrik ve aydınlatma enerjisi ihtiyaçlarının tamamen veya kısmen karşılanması amacıyla, rüzgar, güneş ve kojenerasyon sistemleri gibi fosil olmayan enerji kaynaklı sistemlerin kullanılması esasa bağlanmakta ve özendirilmektedir.

Dünyada ve Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Pazarı ve Son Gelişmeler

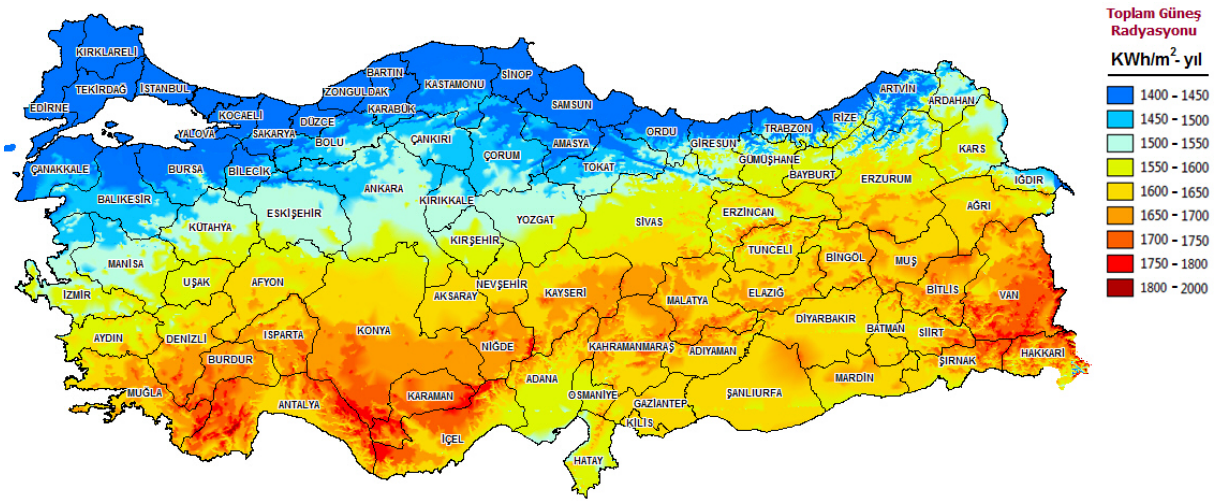
Güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretimi, yoğun ekonomik krizlere ve FV endüstrisinin bir konsolidasyona maruz kalmasına rağmen 2014 yılında dikkate değer bir büyüme eğilimi sergilemiştir ve bu eğilim 2015 yılında da benzer şekilde gözlenmektedir. FV pazarı, tüm otorite kurum ve kuruluşlarının tahminlerinin çok üzerindeki bir hızla hem Avrupa'da hem de tüm dünyada büyümektedir. Bu boyutlardaki büyüme hızının sonsuza kadar devam etmesi beklenmemektedir. FV endüstrisinin, kısa vadeli dönem için, durumunun belirsizliğine karşılık orta ve uzun vadeli dönemde sektörün ve endüstrinin sağlıklı bir büyüme içerisinde olacağı öngörülmektedir. 2014 yılında sektörde izlenen gelişmeler ve gelecek yıllar ile ilgili öngörüler, FV'in elektrik enerjisi pazarında rekabetçi gelişimini sürdüreceğini ve temel enerji kaynağı haline geleceğini göstermektedir [11].

Dünya genelindeki gelişmeler değerlendirildiğinde; 2014 yılında 29,7 GW gücünde PV sisteminin kurularak elektrik şebekelerine bağlandığı ve bunun 2013 yılına kıyasla 16,8 GW artış anlamına geldiği anlaşılmaktadır. Bu haliyle FV'in, hidro ve rüzgar enerjisinden sonra global olarak en önemli üçüncü yenilenebilir enerji kaynağı haline geldiğini ifade etmek mümkündür [12].

2014 yılında Avrupa'da 21,9 GW gücünde yeni FV sistemi elektrik şebekelerine bağlanmış ve 2013 yılına kıyasla 13,4 GW artış göstermiştir. 2014 yılı verilerine göre Avrupa FV pazarı, global pazarın %75 ini oluşturmaktadır. 2014 yılında İtalya'da 9,3 GW, Almanya'da ise 7,5 GW yeni sistem tesis edilmiştir. İtalya ve Almanya tek başına global pazarın %60 ını meydana getirmektedir. 2014 yılı itibarı içe Çin'de 2,2 GW ve A.B.D.'de 1,9 GW yeni PV sistemi kurulmuş ve böylece bir yıl içerisinde 1 GW ın üzerinde FV yatırımı yapan ülke sayısı bir önceki yıla kıyasla 3 den 6 ya (İtalya, Almanya, Fransa, Çin, Japonya ve A.:B.D.) yükselmiştir.

Çin, A.B.D., Japonya ve Hindistan'da mevcut güneş enerjisi potansiyelinin çok küçük bir bölümü kullanılmaktadır. Afrika, Ortadoğu, Güneydoğu Asya ve Güney Amerika bölgelerinde birçok ülkede PV sistemleri ve güneş enerjisi konularında farkındalık süreci tamamlanmış ve mevcut potansiyellerinin kullanılması için çalışmalar başlatılmıştır. Avrupa genelinde pazarın büyüme hızının 2016 yılına kadar 2014 yılına benzer bir hızla devam etmesi beklenmemekle birlikte global olarak pazarın istikrarlı bir büyüme içerisinde olacağı kesindir ve bu süreci finansal kaynak mevcudiyetlerinden daha ziyade FV çözümlerinin rekabet gücünün şekillendireceği öngörülmektedir [11, 13].

Solar FV panellerin verimliliği ile bu panellerin kullanıldığı coğrafi koordinatların ekvator dairesinden uzaklığı arasında lineer bir ilişki mevcuttur. Ekvatordan uzaklaşıldıkça yıllık güneşlenme süresi azalmakta ve bu kapsamda PV verimliliği düşmektedir. Türkiye, PV teknolojisinin yaygın olarak kullanıldığı Avrupa ülkelerine nazaran daha uzun süreli güneşlenmeye maruz kalmaktadır. Bu da kurulacak sistemlerden alınacak verimi artıran önemli bir faktördür, zira Türkiye'de ve Almanya'da kurulacak aynı kapasitedeki sistemler arasında enerji üretimi farkı yaklaşık 1.5 kat olabilecektir. Şekil 1'de Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli grafiksel olarak gösterilmiştir.



Şekil 1: Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası.

Dünyada yaşanan bu gelişmelere paralel olarak Türkiye'de de bu alanda önemli çalışmalar yapılmaktadır. 2005 tarihli olan Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanılmasına Dair Kanun, 8 Ocak 2011 tarihinde Resmi Gazete'de yayınlanarak

yürürlüğe giren şekliyle revize edilmiş [14] ve güneş enerjisi sistemleri ile üretilen elektriğin, devlet tarafından alım garantisine tabi olması sağlanmıştır. Buna göre güneş enerjisi sistemlerinin ürettiği kWh saat başına bir bedel verilmekte, sistem elemanlarında yerli malı bileşenler kullanıldığında ise buna ek destekler sağlanmaktadır [15]. Mevzuatta yapılan bu değişiklikler güneş enerjisinden elektrik üretimini sağlayacak yerli yatırımlara yüksek bir motivasyon kazandırmıştır.

4 Ağustos 2002 tarih ve 24836 sayılı Resmi Gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren ve 3 Nisan 2012 tarihinde güneş enerjisini kapsayacak şekilde son değişikliği yapılan Enerji Piyasası Lisans Yönetmeliği [16] ile Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu Türkiye genelinde 2013 yılına kadar 600 MW lık yeni üretim lisansı vereceğini duyurmuştur. Kapasitenin 600 MW olmasının temel gerekçesi 37 ilde, 27 bölgeye ayrılmış olarak bulunan toplam 21 trafo merkezinin müsait kapasitesinin bu seviyede olmasıdır. Lisansların her biri 50 MW dan daha büyük olamayacaktır.

Türkiye genelinde toplam kurulu FV sistem gücü, tam olarak hesaplanamamaktadır. Bu durum, üretim lisansı sürecinin yeni tanıtılmasından ve kurulu sistemlerin büyük çoğunlukta çatı kurulumları olmasından kaynaklanmaktadır. Güneş Enerjisi Sanayicileri ve Endüstrisi Derneği (GENSED)'in yaptığı araştırmaya göre Türkiye çapında toplam kurulu güç 3-5 MW arası olarak tahmin edilmektedir [20]. Avrupa Fotovoltaik Endüstrisi Derneği (EPIA)'nin yaptığı tahminlere göre Türkiye'de toplam kurulu gücün 2020 itibariyle 20GW a ulaşacağı ve FV sistemlerinin yaygınlığının (penetrasyonunun) yaklaşık %16 civarında olacağı öngörülmektedir [11].

Türkiye'de ilk FV modülü üretiminin oluşması 2000'li yılların başında gerçekleşmiştir. Ülke genelinde FV modül ticareti (alım-satımı) ve kurulumu çeşitli büyüklüklerde birçok işletme aracılığıyla yapılmaktayken, modülün üretimini üstlenmiş olan çok az sayıda işletme vardır. FV modülünün en önemli parçası olan hücrenin üretiminin olmayışı, FV modül üretiminin önünde bir engel oluşturmuştur.

İşbu dokümanın kaleme alındığı tarihte Güneş Enerjisi Sanayicileri ve Endüstrisi Derneği (GENSED) internet sitesinde yapılan incelemede derneğin 72 adet kurumsal üyesi olduğu, bunların 68 adedinin güneş enerjisi sistemleri ile doğrudan ilintili işlerle iştigal ettiği ve ana temanın FV sistem ticareti, kurulumu ve mühendislik hizmetleri olduğu görülmüştür [22]. Aynı şekilde Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği (TUREB) internet sitesinde yapılan incelemede ise birliğin 272 kurumsal üyesinin bulunduğu görülmüştür [23]. Dernek ve birlik üyeleri, Türkiye'de mevcut tüm yenilenebilir enerji üreticisi ve/veya sistem tedarikçisi işletmelerin sayısına dair bir bilgi kaynağı teşkil etmemekle beraber ulusal sektörün bir fotoğrafını sunabilmek açısından önemlidir.

1 MW lık bir solar PV tesisinin maliyetinin yaklaşık olarak 2 milyon dolar seviyesinde olduğu bilinmektedir [20]. 2013 yılından itibaren verilen 600 MW işletme lisansı ile (lisanssız kurulacak tesisler hariç) oluşacak pazarın finansal hacminin 1,2 Milyar Dolar seviyesinde olacağını tahmin etmek rahatlıkla mümkündür. Otorite kurum ve kuruluşlar, bilir kişiler ve basın bu konuda yaptığı çok sayıdaki yayında yukarıda bahis olunan finansal tabloyu 1,5 Milyar Dolar olarak ifade edebilmektedir. FV tedarikçilerinin yerel üretimden uzak yapısı dikkate alındığında bu meblağın yurt dışına gideceğini de öngörmek çok zor olmamaktadır. Dünyada en büyük PV sistem üreticisi ülke Çin'dir ve dünyanın üçüncü büyük PV panel üreticisi işletme de Çin'de kurulu Yingli Solar olarak bilinmektedir [13]. Yingli Solar 2013 öncesinde yapılacak

ihalelerde yer alabilmek için Türkiye'de bir satış ofisi açmıştır. Adı geçen işletme FV panellere ilave olarak inverterler, kablolama sistemleri ve daha birçok ekipman satışı gerçekleştirmekte, finansman sıkıntısı çekenlere vadeli ürün verebilmekte ve 2015 yılı Türkiye pastasından 150 - 200 MW pay almayı hedeflediklerini ifade etmektedirler [20].

İmalat sanayiinin ve hizmetler sektörünün en önemli girdilerinden birini enerji oluşturmaktadır. Ülkemiz enerji açısından büyük oranda dışa bağımlıdır. Türkiye'nin her geçen gün artan enerji talebinin yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanması, sürdürülebilir ekonomik büyüme ve istikrar için son derece önemlidir

Türkiye'nin yıllık ortalama güneşlenme süresi 2640 saat (günlük olarak ortalama 7 saat) ve ortalama ışınım şiddeti 1.311 kWh/m2'dir (Şekil 1). 2015 yılı öncesi döneminde üzerinde en fazla tartışma yapılan yenilenebilir enerji kaynağı rüzgârdır. Türkiye, ETKB'nın resmi verilerine göre 48 GW üretim tesisini işletebilecek rüzgâr enerjisi potansiyeline sahiptir. Bu potansiyel ülke sathında 3 bölgede yoğunlaşmıştır: Çanakkale- Balıkesir Bölgesi, İzmir-Manisa Bölgesi ve Hatay Bölgesi. 2005 yılında çıkarılan 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun'un sağlamış olduğu öngörülebilirlik fırsatının da değerlendirilmesi suretiyle 2007 yılından bu yana RES kurulu gücü hızlı bir artış göstermiş ve 2015 yılı sonu itibarıyla 3 GW düzeyinin üzerine çıkmıştır [Şekil 2]. Bu haliyle bile ülkemiz kurulu güç büyüklüğü olarak dünyadaki ilk 20 ülke içindedir. 2023'e yönelik 20 GW hedefinin gerçekleştirilmesi halinde ülkemiz en büyük 5 inci RES pazarı haline gelecektir.

Şekil 2: Türkiye rüzgar enerjisi santralleri haritası [24].

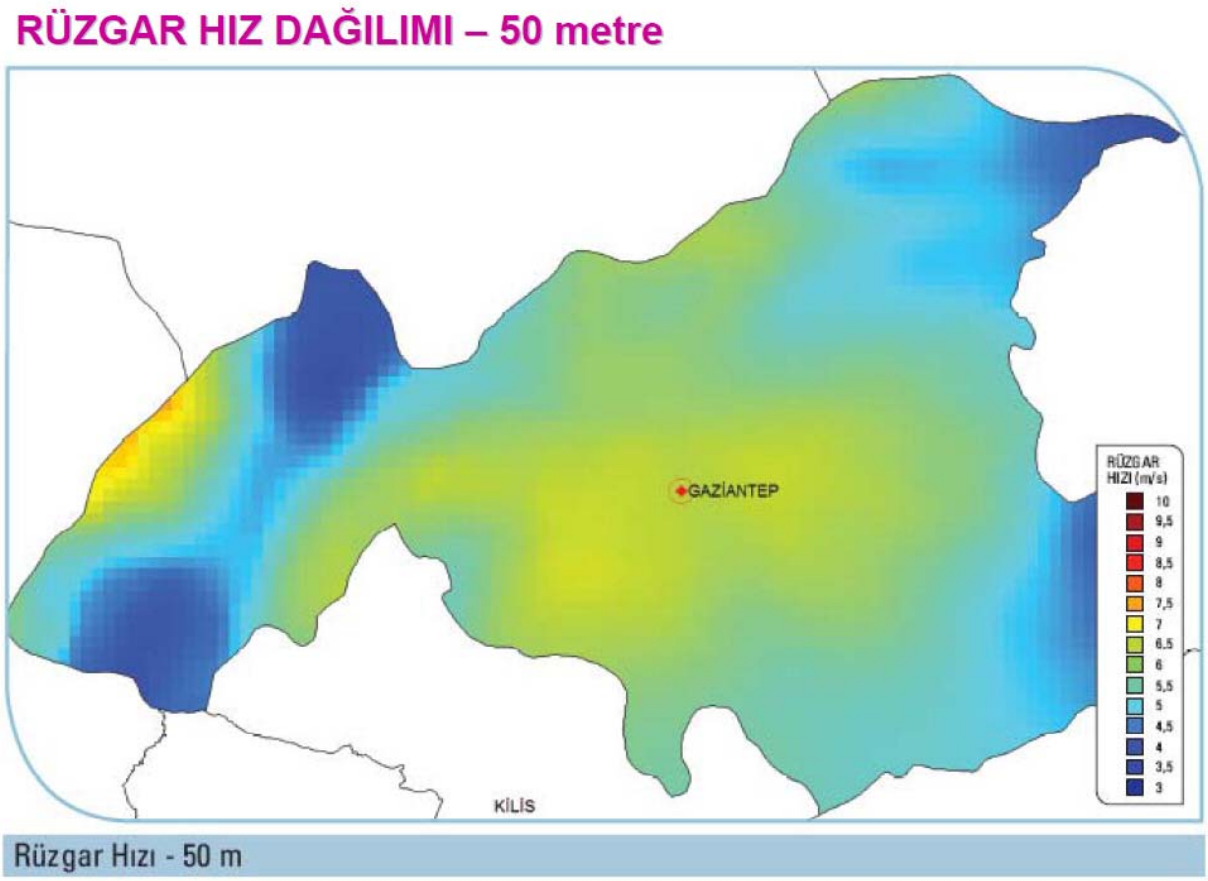
Türkiye 2023 RES hedefinin tutturulabilmesi için RES yatırımlarının sağlıklı bir zeminde yürütülebilmesine yönelik gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Bu kapsamda, en çok para verenin RES yapma hakkını elde ettiği sıradan bir yarışma yöntemi yerine santral verimliliğinin, arazi kullanım koşullarının, dışsal maliyetler ile sağlanacak dışsal faydaların birlikte değerlendirildiği bir yaklaşım benimsenmiştir.

Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, Türkiye genelinde rüzgar enerji potansiyelini detaylı olarak analiz etmiş ve yatırıma uygun sahaların detaylı bir haritasını iller bazında hazırlamıştır. Şekil 3 ve Şekil 4 de Gaziantep ili için rüzgar enerjisi potansiyelinin dağılımı gösterilmiştir.

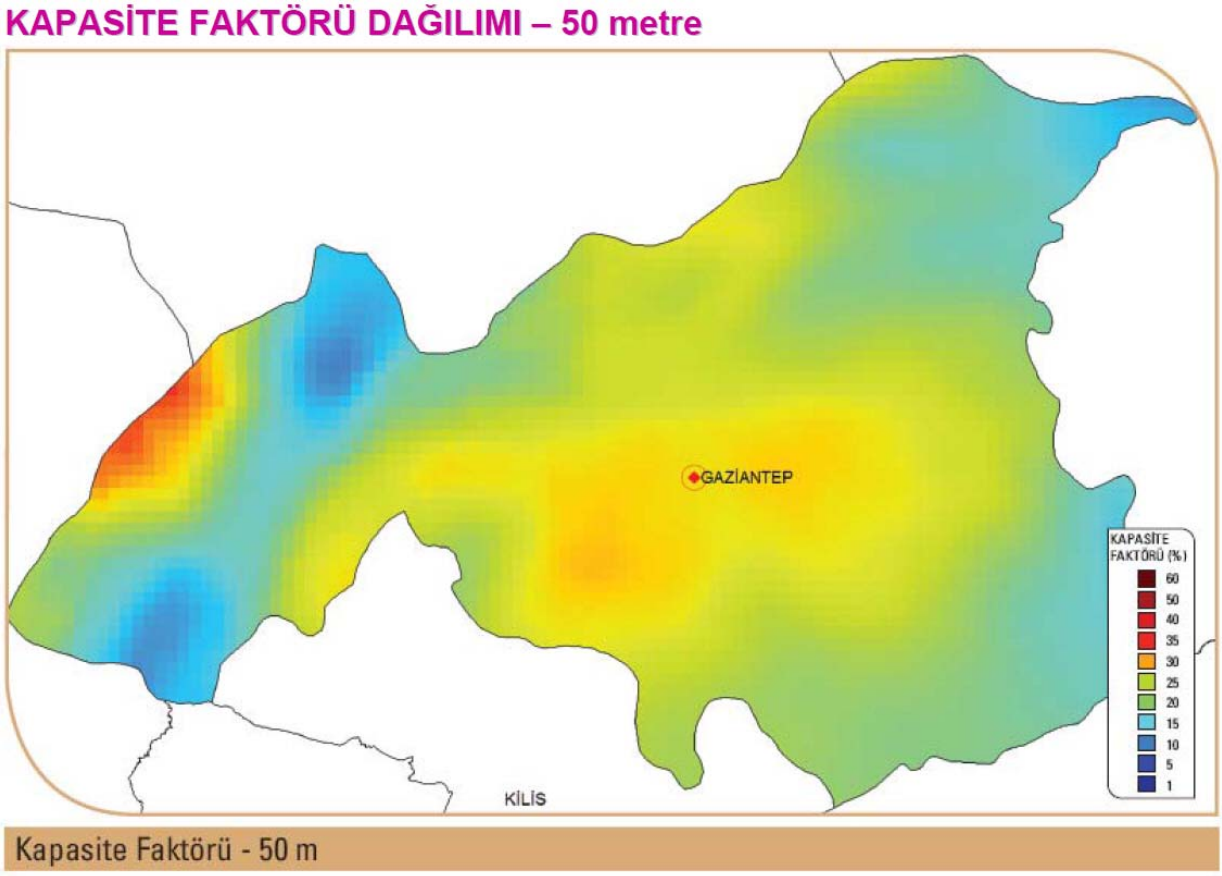
Bilindiği üzere yasal açıdan, Türkiye genelinde yenilenebilir enerjiden elektrik üretim tesislerine yapılacak olan özel sektör yatırımları, tabi olduğu mevzuatı ve yatırım öncesi ve sonrasında uygulanacak usul ve esasları farklılaştırılmış şekilde, *lisanssız* ve *lisanslı* olarak iki ana kategoriye ayrılmıştır. Adana, Osmaniye, Gaziantep, Mersin, Kilis ve Hatay illerini kapsayan coğrafyada elektrik dağıtımından sorumlu olan Toroslar Elektrik Dağıtım Anonim Şirketinin *Toroslar Elektrik Dağıtım Bölgesi* olarak bilinen sorumluluk sahasında 2015 yılının Mart – Temmuz döneminde sadece *lisanssız* elektrik üretimi maksadıyla toplamda 434 MW (yaklaşık 0,5 GW) gücünde yenilenebilir enerjiden elektrik üretimi tesisi için özel sektör yatırımcısı başvurusunun yapılmış olması son derece dikkat çekicidir. Ortaya konulan bu örnekleme veriler, sadece Toroslar EDAŞ bölgesi değil, Türkiye geneli dikkate alındığında, bunun üzerine lisanslı üretim için yapılan başvurular da eklendiğinde sektörel hareketliğin ne seviyede olduğu ve özel sektörün bu konuya ne seviyede ilgi duyduğu kolaylıkla anlaşılmaktadır. Tablo 10, işbu dokümanın kaleme alındığı son beş aylık dönemde Toroslar bölgesinde yapılan lisanssız üretim başvurularından yaklaşık 147 MW lık bölümüne kurulum için ön onay verildiğini göstermektedir.

Tablo 10: Toroslar Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi sorumluluk bölgesinde yenilenebilir enerjiden lisanssız elektrik üretimi tesis yatırımlarına izin almak üzere 2015 yılının Mart – Temmuz döneminde yapılan başvurulardan, ilgili trafo merkezlerinde kapasitenin uygun olması veya olmamasına bağlı olarak olumlu ve olumsuz yanıtlanan toplam kapasite dökümü.

Dönem	**Olumsuz (kW)**	**Olumlu (kW)**
Temmuz 2015	58.756,50	63.553,77
Haziran 2015	100.376,48	35.068,89
Mayıs 2015	59.487,00	11.118,54
Nisan 2015	67.717,58	32.399,84
Mart 2015	510,00	4.495,00
Toplam	**286.847,56**	**146.636,05**



Şekil 3: Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan Gaziantep rüzgar hız dağılımı haritası. Ekonomik RES yatırımı için 7 m/s veya üzerinde rüzgar hızı gerekmektedir.



Şekil 4: Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan Gaziantep rüzgar kapasite faktörü haritası. Ekonomik RES yatırımı için %35 veya üzerinde kapasite faktörü gerekmektedir.

3. Yapılması Planlanan Yatırımın Analizi

Gerekçelendirme

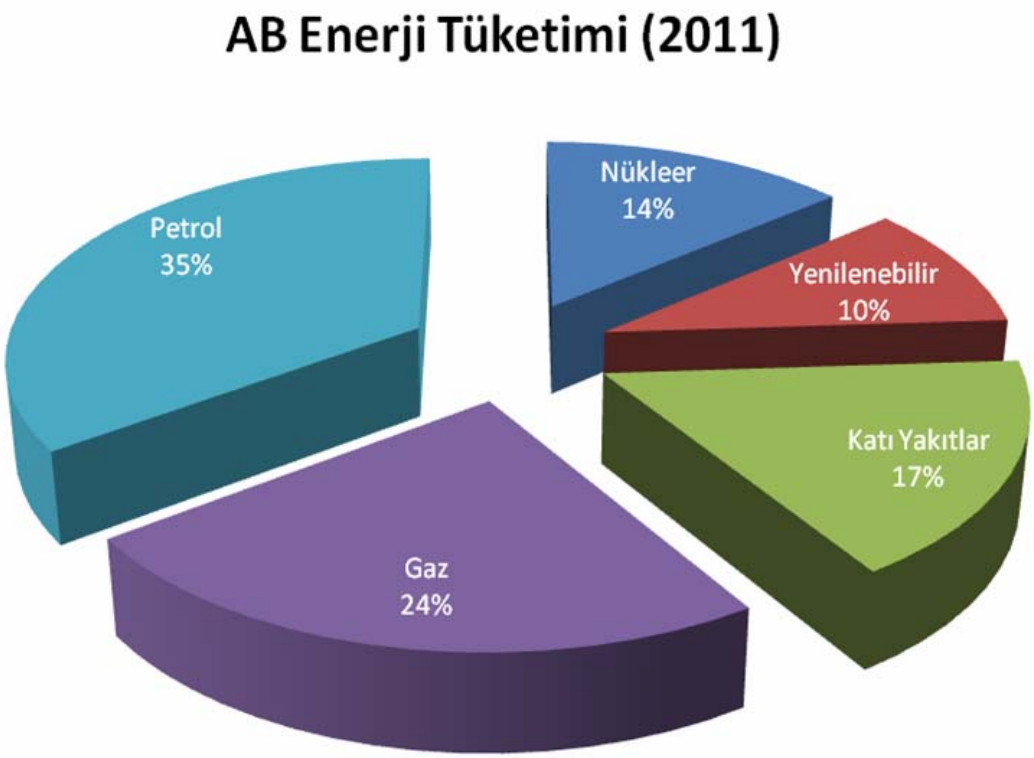
Kalkınma Bakanlığı'nın Onuncu Kalkınma Planı, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması, güneş enerjisinden elektrik üretiminin geliştirilmesi ve teknolojisinin millileştirilmesi konularında son derece önemli hedefler belirlemektedir.
Projemiz, İpekyolu Kalkınma Ajansı'nın 2014-2023 Bölge Planı'nda yer alan hedeflerinden; "Yaşam Kalitesinin Artırılması" öncelikli hedefinin;

- *1.1.2-Güneş ve rüzgâr enerjisi kullanımı yaygınlaştırılacaktır.*
- *1.1.4-Enerji tasarrufu ve verimliliği sağlanacaktır.*
- *1.1.12-Yenilenebilir enerjinin, kamu binalarının ısıtılması-soğutulmasında, konut sektöründe 'yeşil ev' örneği gibi çevre dostu ve enerji verimliliğini artıran konut uygulamalarında kullanımı yaygınlaştırılacaktır." stratejileri, ayrıca Rekabetçi ve Yenilikçilik Kapasitesinin Artırılması öncelikli hedefinin;*
- *4.6.1-Güneş enerji, rüzgâr enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı yaygınlaştırılacaktır.",*
- *4.6.2-Güneş ve rüzgâr enerjisi doğal kaynaklarından enerji üretilmesine ilişkin yenilenebilir enerji üretim tesisleri kurulacaktır."*
- *"4.6.4-İşletmeler, çevresel yatırımların getirileri konusunda bilgilendirilecektir." Ve*
- *4.6.5-Enerji kaynaklarının etkin ve verimli kullanılması sağlanacaktır.*

stratejilerinin hayata geçirilmesine olumlu katkı sağlayacak niteliktedir.

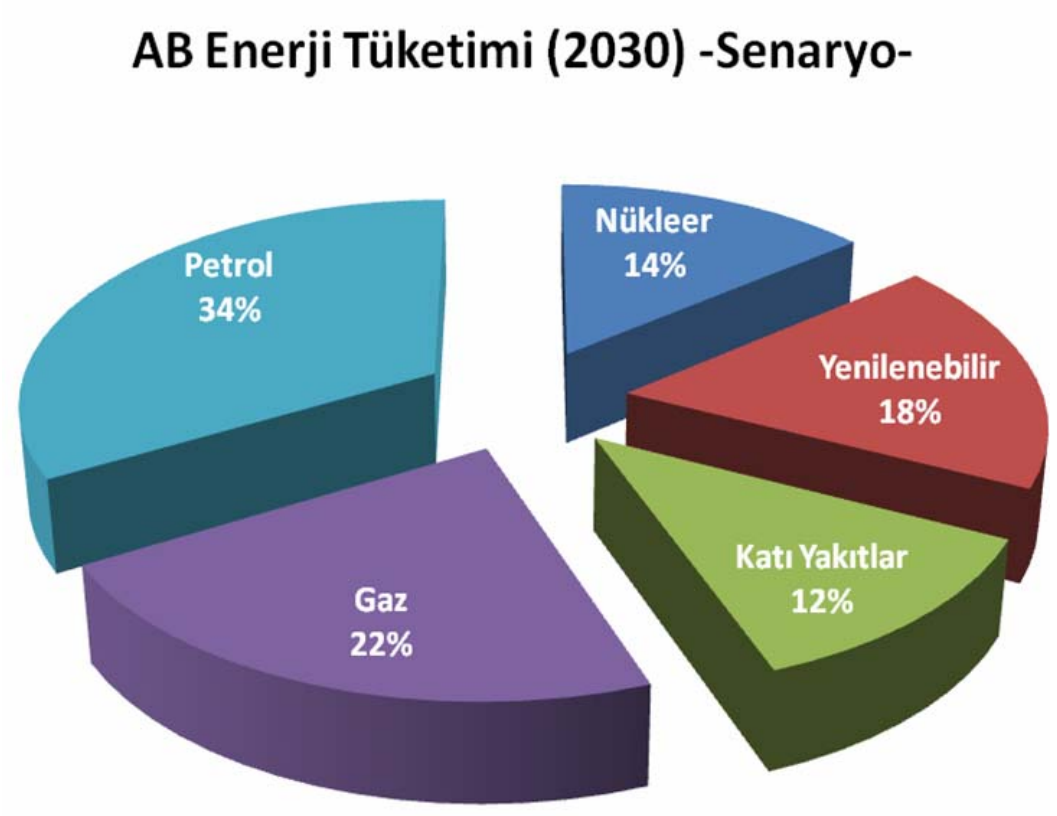
Avrupa Birliği 1990'lı yıllardan itibaren enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi ve enerji verimliliğinin sağlanması konularında ciddi çalışmalar yapmaya başlamıştır. Avrupa Birliği Komisyonu tarafından Enerji Politikası [27]dokümanında, enerji arz güvenliğinin küresel ekonomik rekabet ve çevrenin korunması kadar önem verilmesi gereken bir husus olduğu bildirilmiştir. Söz konusu belgede gelecek projeksiyonları yapılmış; ilerleyen yıllarda elektrik talebinde artış olabileceği, Birliğin enerji bağımlılığının güncel oranının % 50 olduğu, bu oranın 2020 yılında % 70'lere tırmanabileceği belirtilmiştir. Avrupa Birliği Komisyonunun yayınladığı Yeşil Kitap'ta da [28] Avrupa için bir enerji stratejisi formüle edilmiştir. Yeşil Kitap'ta, dünyanın bütün ekonomik bölgelerinin, enerji güvenliklerini garanti altına alma,

ekonomik koşulları dengede tutma ve iklim değişikliğine karşı mücadele etme hususunda zorunlu oldukları dile getirilmiştir. Bu zorunlulukları karşılayabilmek için Avrupa'nın ortak sorumluluklarının bulunduğu vurgulanmıştır. Ortak bir sorumlulukla hareket edilmesi hususunda birtakım ortak politika araçlarının bulunduğu saptanmıştır. Enerjide talep yönetimi, yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesi ve düşük karbon teknolojilerinin geliştirilmesi, bu araçlardan birkaçıdır. Avrupa Birliği'nin enerji kaynaklarının yetersiz olması nedeni ile dışa bağımlı olması, birliği ortak enerji politikaları üretmeye ve uygulamaya sevk etmiştir.



Kaynak: Avrupa Komisyonu, J.M Barroso Sunumu 22 Mayıs 2013

Şekil 5: AB Enerji Tüketim Grafiği (2011).



Kaynak: Avrupa Komisyonu, J.M Barroso Sunumu 22 Mayıs 2013

Şekil 6: AB Enerji Tüketim Grafiği (2030).

Avrupa Komisyonu Eski Başkanı J.M. Barroso - (22.05.2013 - http://ec.europa.eu) tarafından 2013 yılında açıklanan Avrupa İçin Enerjide Öncelikler raporunda, enerji verimliliğinin arttırılması AB hedefleri arasında 1. öncelik olarak sayılmıştır. 2020'ye kadar Avrupa enerji tüketiminde % 20 tasarrufun potansiyel kazanımları arasında; AB'nin her yıl 2,6 milyar varil petrol ithal etmekten kurtulacağı, 1.000 adet daha az kömür santrali inşa edileceği ve bunun da Finlandiya'nın 2012 yılı gayri safi hâsılasına denk olduğu açıklanmıştır. Söz konusu raporda 2. öncelik olarak enerjide iç piyasaların bütünleştirilmesi, 3. öncelik olarak daha akıllı enerji altyapısının oluşturulması sayılmıştır. Bu da karşımıza "Akıllı Şebekeler" kavramını çıkarmaktadır.

Akıllı şebeke, tüketicinin talebi ile üreticinin arzı arasındaki dengeyi, enformasyon teknolojilerine dayalı olarak ve çift yönlü haberleşerek sürekli izleyen ve kontrol eden, bir enerji yönetim sistemi olarak tanımlanabilir. Akıllı şebeke sistemi, enerjinin üretilmesinden tüketilmesine kadar geçen sürecin her noktasında bulunmalıdır. Bu süreçler enerjinin üretimi, iletimi, dağıtımı, ölçümü, akıllı uygulamalar, akıllı yönetim sistemi ve (bilinçli) tüketici davranışlarından oluşur.

Tüm dünyada küresel ısınma ile mücadele edilmesi ve elektrik enerjisi pazarının günümüzün değişen koşullarına uygun bir şekilde yeniden düzenlenmesi amacı ile yapılan çalışmalar hızla artmaktadır. Bu kapsamda akıllı şebeke teknolojisi, üzerinde en fazla çalışma yapılan konuların başında gelmektedir. Akıllı şebekeler; *sürdürülebilir, ekonomik ve güvenilir elektrik enerjisi*

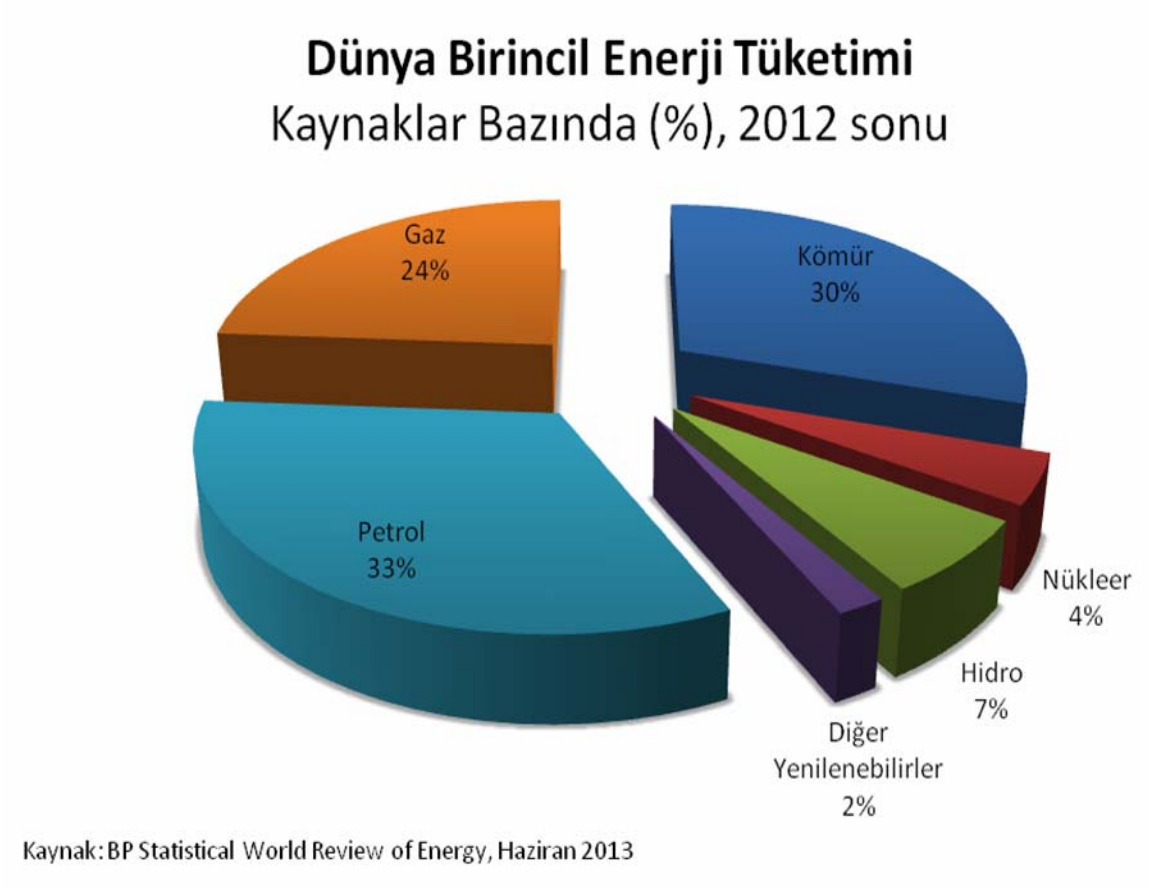
*temini açısından üreticiler, tüketiciler, vb. kendisine bağlı olan tüm kullanıcıların davranışlarını akıllı bir şekilde yönlendirebilen elektrik şebekeleri*dir. Akıllı binalar ise bahsedilen şebeke yapısının temelini oluşturan birimlerdir.

Bu projenin ana hedefi akıllı şebeke altyapılarına uygun bir demo/model bina tasarlamak ve oluşturmaktır. Kurulacak bina farklı sistemlerle bir arada kolaylıkla kullanılabilecektir. Örneğin, dağıtım şirketinin akıllı şebekeler ile ilgili bir çalışma yapmak istemesi durumunda, bu modül sisteme bağlanarak gerekli analizler yapılabilecektir. Ancak en önemlisi, oluşturulacak akıllı bina sayesinde iki yönlü tasarruf elde edilebilecektir. Son kullanıcıyı ilgilendirecek olan ilk tasarruf sayesinde, kullanıcı enerji tüketimi ile ilgili çok detaylı bir veriye sahip olacak ve böylece gerekli uyarıları dikkate alması sonucunda enerji tüketiminde, dolayısıyla da fatura tutarında önemli bir azalma meydana gelecektir. İkinci tasarruf ise üretici veya dağıtıcı firma tarafında olacaktır. Burada dağıtım veya üretim şirketi, kullanıcıların ayrıntılı yük profillerine sahip olacağı için gerekli planlamaları en verimli şekilde yapabilecektir.

Enerji verimliliğinin sağlanması, projenin bir diğer öncelikli amacıdır. Oluşturulacak akıllı şebeke altyapısı ile bu hedef büyük ölçüde gerçekleştirilebilecektir. Bunun yanın sıra, kullanıcılara sağlanacak olan enerji tüketimi ile ilgili detaylı veriler ve bu verilere bağlı olarak getirilecek öneriler sayesinde, enerji verimliliğinin devamı da temin edilecektir. Örnek vermek gerekirse, geliştirilecek olan ara yüzde, bazı cihazların daha verimli olan modelleriyle değiştirilmesi durumunda sağlanacak enerji tasarrufunun ve bunun maliyetinin verilmesi durumunda bile enerji verimliliği için önemli bir adım atılmış olacaktır. Ayrıca bu proje sonucunda oldukça büyük öneme sahip karbon salımının azaltılması gibi faydalar da elde edilecektir.

Sanayi Devrimi'yle birlikte üretim sürecinde yaşanan dönüşüm, enerjiyi tüm ülkeler için en stratejik gereksinimlerden biri hâline getirmiştir. 1951 yılında Avrupa Kömür Çelik Topluluğu'nun kurulması, ardından 1957 yılında Roma Antlaşması kapsamında Avrupa Atom Enerjisi Topluluğu ve Avrupa Ekonomik Topluluğu'nun kurulması ile Avrupa Birliği'nin temelleri atılmıştır. AB'yi kuran 3 kuruluştan 2'sinin enerji odaklı olması, birliğin kurulmasında enerji paylaşım sorunlarının ne denli önemli olduğunun göstergesidir.

Dünya ölçeğinde birinci derecede enerji kaynağı olan fosil yakıtlar; sınırlı rezervleri, istikrarsız fiyatları ve çevreye verdikleri zararlar nedeni ile sürdürülebilir olmaktan uzaktır. Bunun aksine yenilenebilir enerji kaynakları (özellikle rüzgâr enerjisi ve güneş enerjisi) sürekli olarak kendilerini yeniledikleri için tükenmezler. Yenilenebilir enerji teknolojileri ise çevreyi fosil enerji teknolojilerinden daha az etkiler. Çünkü kirleticisi yoktur. Kaynağının bitmesi söz konusu değildir. Her zaman da var olacaktır. Fosil yakıtların yanması ile oluşan zehirli gazlar atmosferde birikerek, binlerce yıldan bu yana en önemli karbondioksit kaynağı olan yanardağların etkisini bile geride bırakmakta ve sera etkisine yol açarak özellikle kutuplarda ısınma sonucu buzulların erimesine yol açmaktadır. Sera etkisi ve küresel ısınmanın azaltılmasının çözümü, karbondioksit salımını azaltacak önlemler almak ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmektir. Ancak dünyada yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı günümüzde oldukça düşük seviyededir.



Şekil 7: Dünya birincil enerji tüketim grafiği.

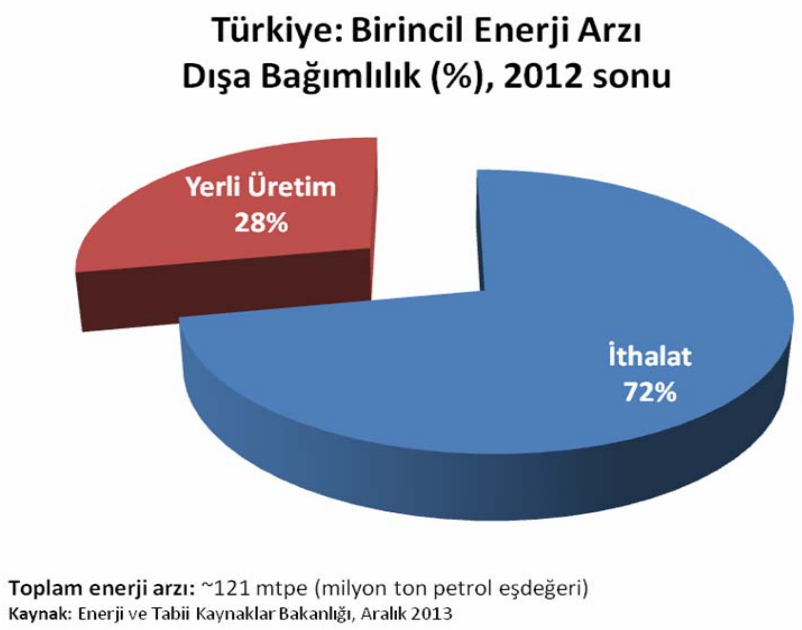
Diğer yandan küreselleşme ve teknolojik gelişmenin sonucu olarak, insanların kırsal bölgelerden büyük şehirlere göç etmeleri süreci artarak devam etmektedir. Bunun sonucu olarak dünya yüzeyinin sadece % 3'ünü kapsayan şehirler halen;

- Dünya enerji tüketiminin dörtte üçünü gerçekleştirmekte,
- Sera gazı salımının % 60-80'inden sorumludur,
- Tüm atıkların % 50'sini oluşturmaktadır.
- BM-ÇP'e göre, 2050 yılında dünya nüfusunun % 80'i (9,7 milyar) şehirlerde yaşayacaktır (halen % 51) ve bu nedenle de, kaynakları daha verimli/akıllı kullanması gereken şehirlere olan gereksinim, «sürdürülebilirlik» çabalarının odağını oluşturmaktadır. BM-ÇP ayrıca, şehirlerin daha sürdürülebilir niteliğe kavuşmasıyla, sayısız ekonomik fırsat yaratılacağına da vurgu yapmaktadır.
- Teknolojik gelişimin merkezleri olarak şehirler, yenilenebilir enerji kaynakları sektöründe "yeşil iş" olanakları yaratılmasına öncülük yapabilecektir.
- Yapılan değerlendirmeler, 2030 yılına kadar; rüzgâr, güneş ve biyo-yakıt alt sektörlerinde, 20 milyon insana istihdam sağlanabileceğine işaret etmektedir. (http://www.un.org/apps/news/

story.asp/html/realfile/story.asp?NewsID=42264&Cr=sustainable+development&Cr1=#.UuyaHrCIoaK – E.T. : 14.11.2014)

Bu koşullar altında projemizin hazırlanmasının arka planında yer alan küresel ve bölgesel sorunlar ve ihtiyaçlar şu şekilde tespit edilmiştir:

- Yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygın olarak kullanılmaması,
- Türkiye'nin enerjide büyük ölçüde dışa bağımlı olması ve bu nedenle enerji ithalatına milyarlarca dolar kaynak aktarması,
- Yenilenebilir enerji kaynakları ve enerji verimliliği konusunda ülkemizde Ar-Ge, inovasyon ve teknoloji transferi çalışmalarının yetersizliği,
- "Karbon Ekonomisi" çalışmalarında yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi,
- Organize sanayi bölgesi başta olmak üzere enerji tüketiminin fazla oluşu,
- Özellikle güneş enerjisi potansiyelinin kullanılması gereği,
- Yenilenebilir enerji sistemlerinin bölgesel iklim şartlarına uygun haline getirilmesi,
- Bölge şartlarında pasif sistemlerle donatılmış referans bina çalışması bulunmaması,
- AB'nin akıllı şebekeye geçiş hedefine rağmen bölgemizde bu alanda çalışma yapılmaması,
- LEED sertifikalı bina bulunmayışı,
- Kamu binaları başta olmak üzere binaların enerjide verimli hale getirilmesi hedefi,
- Binalarda enerji verimliliği sağlamaya yönelik mimari tasarım yapılması ihtiyacı.



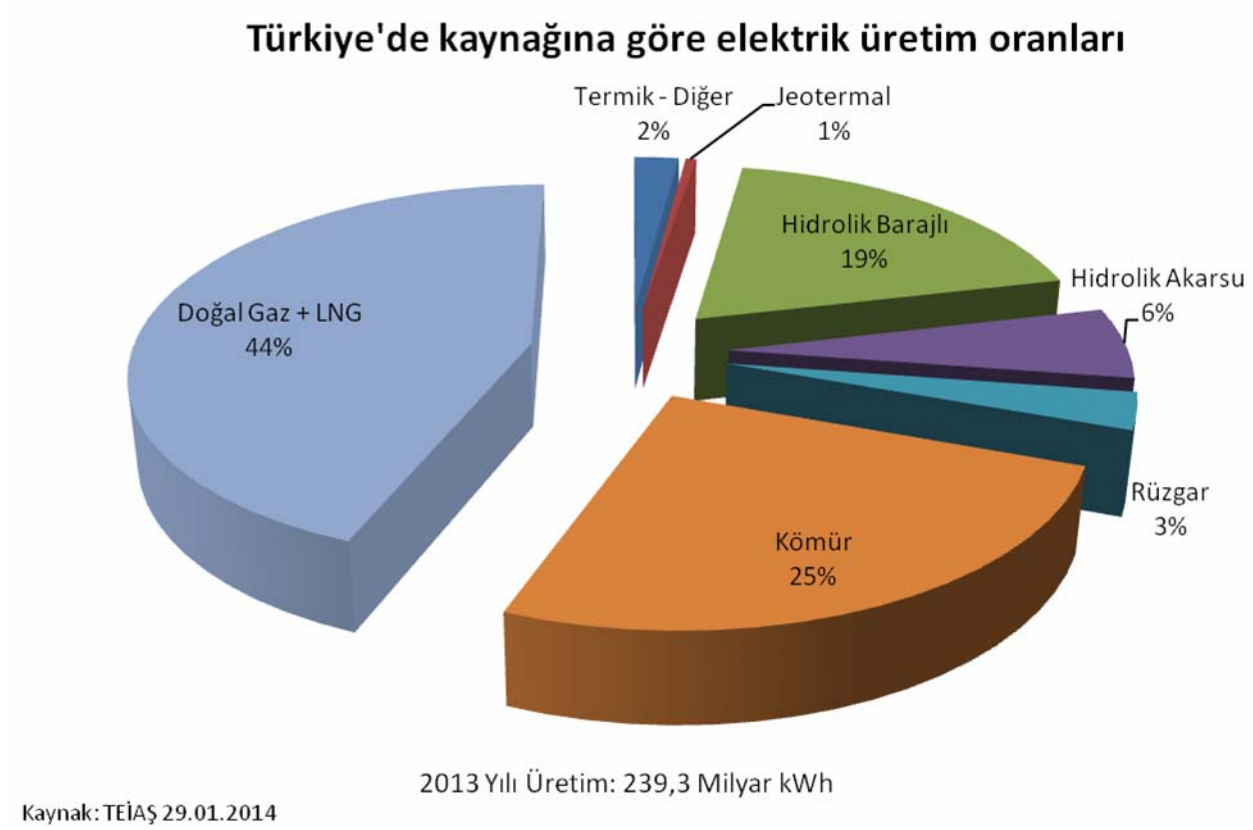
Şekil 8: Türkiye enerjide dışa bağımlılık grafiği.

Hedef Gruplar ve Nihai Yararlanıcılar

- Hasan Kalyoncu Üniversitesi'nin 201 öğretim elemanı, 4.300 öğrencisi.
- TRC1 Bölgesi'nde faaliyet gösteren mühendislik, müteahhitlik ve inşaat firmaları; Yaklaşık 1500 kurum.
- Bölgede enerji sektöründe faaliyet gösteren firmalar ve girişimciler, yaklaşık 150 firma.
- Bölgede yenilenebilir enerji kaynakları ve referans bina projeleri uygulayabilecek özel firmalar, kamu kuruluşları ve STK'lar. (Yaklaşık 1000 işletme, kurum, kuruluş)
- Bölgedeki yetkili enerji dağıtım şirketleri (2 kurum)
- Bölgede enerji, mühendislik, çevrenin korunması vb. alanlarda faaliyet gösteren meslek odaları, kurumlar ve dernekler (22 kurum)
- TRC1 Bölgesi'nde mühendislik fakültelerinde öğrenim gören üniversite ve fen bilimleri bölümü lise öğrencileri
- Elektrikli araç teknolojileri firmaları
- TRC1 Bölgesi'nde yer alan 6 üniversitede görev yapan araştırmacılar
- Bölgede enerji, mühendislik, çevrenin korunması vb. alanlarda faaliyet gösteren meslek odaları, kurumlar ve dernekler
- Telekomünikasyon firmaları
- Beyaz eşya üreticileri
- Enerji ve Tabii Kaynaklar, Çevre ve Şehircilik ve Maliye Bakanlıkları
- Bölge halkı

Proje ile Karşılanması Hedeflenen İhtiyaçlar

Türkiye'nin 2014 yılı sonu itibari ile % 70'i bulan enerjide dışa bağımlılığı, cari açığı önemli ölçüde arttırarak sınırlı kaynakların ithalata ayrılmasına neden olmaktadır. Oysa ülkemizin yenilenebilir enerji alanında büyük bir üretim potansiyeli bulunmaktadır. Coğrafi konumu nedeni ile güneş enerjisi potansiyeli açısından oldukça şanslı olan Türkiye'nin yıllık toplam güneşlenme süresi 2.640 saat (günlük ortalama 7,2 saat), ortalama toplam ışınım şiddeti 1.311 kWh/m2-yıl olarak tespit edilmiştir. (EİE). Ülkemizde teknik kapasitesi olarak 405 milyar kWh, ekonomik kapasite olarak ise 380 milyar kWh olarak tahmin edilen güneşe dayalı elektrik üretim kapasitesi değerlendirilmeyi beklemektedir. (YEGM) Bu rakam Grafik'te verilen 2013 yılı toplam elektrik tüketiminden neredeyse % 60 fazladır.



Şekil 9: Kaynağına göre elektrik üretim grafiği.

Yenilenebilir Enerjide Ar-Ge ve İnovasyon Çalışmaları Yapılması

Yenilenebilir enerji kaynakları alanında milli bilgi birikimi yetersizdir. Enerji ithalatının azaltılması, çevre kirliliğinin önlenmesi ve stratejik önem taşıyan enerji sektöründe dışa bağımlılığın azaltılması için, ülke olarak özellikle yenilenebilir enerji kaynakları alanındaki Ar-Ge ve inovasyon çalışmalarının artırılması şarttır. Bölgesinin ticaret ve sanayi başkenti olan Gaziantep, ülkemizin gelecek planlarıyla örtüşen yenilenebilir enerji kaynakları alanındaki inovasyon ve Ar-Ge çalışmaları açısından da öncülük etme potansiyeline sahiptir. Proje kapsamında zehirli gaz salımı yapmayan, kendi enerjisini doğal kaynaklardan karşılayan, ürettiği enerjiyi akıllı kontrol sistemleri ile verimli bir şekilde kullanan inovasyon merkezi kurulacaktır. Kurulacak merkezde güneş, rüzgâr, toprak kullanılarak enerji üretimi ve enerji verimliliği alanında Ar-Ge ve inovasyon çalışmaları gerçekleştirilecektir. Merkez, deneysel amaçlı akıllı ev modelinde olup, bina içerisindeki tüm kontroller online olarak uzaktan kontrol edilebilecek, hava tahminlerini kullanarak optimum sıcaklık düzeyi ayarlanarak verimli ısınma sağlayacaktır. Henüz kullanıma geçmemiş yarıiletken malzemeler aracılığı ile yeni enerji üretim alanları geliştirilecektir. Bu çalışmalardan elde edilen bilgi ve becerinin sanayici ve girişimcilerle paylaşılarak yeni pazarların oluşturulması hedeflenmektedir. İnşa edilecek akıllı evde laboratuarların yanı sıra üniversitenin reel sektör firmaları ile işbirliği yapmasına yönelik çalışmalar yürüten Teknoloji Transfer Ofisi ile öğretim üyeleri ve öğrencilerin yeni kurulan şirketlerinin yer aldığı Kuluçka Merkezi faaliyet gösterecektir. Akademisyenler, öğrenciler ve

özel sektör firmalarına yönelik olarak farkındalık ve bilgilendirme eğitimleri ile toplantılar organize edilecek, bu konuda ulusal ve uluslararası fonlara yönelik projeler hazırlanacaktır.

Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Etkin Biçimde Faydalanılması

Uluslar arası Enerji Ajansı tarafından yapılan ve 2010-2035 dönemini kapsayan elektrik talep artış tahminlerine göre, OECD ülkeleri yıllık ortalama artış tahmini % 0,9, AB % 0,6 Çin % 3,6 iken Türkiye için yapılan tahmin % 6-7 aralığıdır. (WEO, Kasım 2012; Yeni Politikalar Senaryosu, TEİAŞ). Dolayısıyla ülke olarak, hızla artan enerji ihtiyacımızın karşılanmasında yenilenebilir enerjilerin payını arttırılması şarttır. Binaların elektrik talebinin yenilenebilir enerji kaynakları kullanarak karşılanmasına yönelik çalışmalar hızla artmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisi ve rüzgâr enerjisi hem gün boyunca değişkenlik göstermekte hem de süreklilik arz etmemektedir. Bu anlamda literatürde genellikle rüzgâr ve güneş enerjisinin birlikte kullanılmasının daha güvenilir bir yapı sağladığına yönelik çalışmalar çoğunluktadır. Aynı zamanda enerji sürekliliğini sağlamak amacı ile dizel jeneratörlerinin, yakıt hücrelerinin, akü ve ultra-kapasitör kullanımı ile ilgili çalışmalar da bulunmaktadır. Akü grubu yerine son yıllarda giderek yaygınlaşan elektrikli araçlar da enerjinin depolanması amacıyla kullanılabilir. Projede önerilen akıllı ev konseptinde ise temel olarak güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi ve akü/ultra-kapasitör grubu kullanımı dikkate alınacaktır. Akıllı evin şebekeden bağımsız çalışması ve şebekeye bağlanması durumları ayrı ayrı incelenecektir.

Güneş ışınımı, rüzgâr hızı ve bir eve ait elektriksel talep, gün boyunca dinamik olarak değişmektedir. Ayrıca rüzgâr hızı ve güneş ışınımı, bulunulan konuma göre de farklılıklar göstermektedir. Bu açıdan bakıldığında, akıllı ev konseptinde, eve ait yük talebi ile sıcaklık, güneş ışınımı, rüzgâr hızı vb. gibi hava koşulları sürekli olarak izlenecektir. Böylece yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerjinin maksimum düzeyde kullanımını sağlayacak enerji yönetim algoritması ortaya konulacaktır. Bunların dışında, yeni çıkan kanun ile şebekeye enerji satışı mümkün hale gelmiştir. Bu anlamda akıllı bina konseptinde üretilen ihtiyaç fazlası enerji şebekeye geri satılarak evin enerji faturası minimize edilebilecektir.

Toprak kaynaklı ısı pompası sistemi, çevre dostu yenilenebilir enerji kaynağı olmasının yanında konvansiyonel ve diğer yenilenebilir enerji kaynakları ile birlikte kullanılabilmektedir. Hidronik radyant sistemler (duvardan ısıtma sistemi vb.) gibi özelikle düşük sıcaklıklı enerji kaynağından faydalanarak konfor şartlarını sağlayabilen ısıtma sistemlerinin enerji ihtiyacının toprak kaynaklı ısı pompası sistemi ile karşılanması olumlu sonuçlar vermektedir. (Toprak Kaynaklı Isı Pompası Destekli Duvardan Isıtma Sistemi, Prof.Dr. Olcay Kıncay, Tesisat Mühendisliği Sayı: 128, Mart-Nisan 2012) Ülkemizde henüz yaygın olarak kullanılmayan duvardan ısıtma ve soğutma sisteminin uygulaması son derece basittir. Proje kapsamında inşa edilecek binanın belirli bölümlerinde uygulanacak duvardan ısıtma ve soğutma sisteminde ısı pompası cihazının verileri kaydedilerek uygun programlarla değerlendirilecektir. Söz konusu sistem sayesinde topraktan çekilen ısı ile minimum % 50 oranında enerji tasarrufu sağlanabileceği öngörülmektedir.

Şekil 10: Topraktan ısıtma, soğutma sistemi.

Akıllı Referans Bina İnovasyon Merkezinde elektrik enerjisi ile çalışan araçların şarj edilebileceği bir şarj istasyonu da yer alacaktır. Bu sayede Hasan Kalyoncu Üniversitesi kampüsünde kullanılacak elektrikli araçlar şarj edilecek ve söz konusu araçların karbondioksit salımı minimuma indirilecektir.

Kullanılacak çift yönlü akıllı sayaç sayesinde kullanıcılar ne kadar enerji tasarrufu yaptıklarını anlık olarak görebileceklerdir. Sonuç olarak bu projenin TRC1 Bölgesi'ndeki mevcut yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaştırılmasına da katkı sağlaması amaçlanmaktadır. Böylelikle ülkemizdeki enerji çeşitliliğinin artması sağlanacak ve enerji sektöründeki dışa bağımlılığın azaltılmasına katkı yapılacaktır.

Şekil 11: Yenilenebilir enerji kaynakları ve enerji verimliliği.

Akıllı Bina, Akıllı Şebeke, Kayıpların Azaltılması ve Enerji Tasarrufunun Sağlanması

Akıllı şebekeler ile birlikte elektrik enerjisi tüketim profillerine ait doğru ve anlık veriler elde edilebilmekte ve buna göre üretim tesisleri yönlendirilerek enerji akışının verimli bir şekilde gerçekleşmesi sağlanabilmektedir. Ayrıca tüketim talebinin, uygun olan en yakın üretim merkezinden karşılanması sayesinde trafoların ve hatların aşırı yüklenmesi de önlenmektedir. Böylece iletim ve dağıtım kayıplarında önemli azalmalar elde edilebilmekte ve enerji verimliliği arttırılabilmektedir Burada tüketiciler için en önemli hususlardan bir tanesi talebin azaltılması veya enerji tüketiminin pik olmayan bir zaman periyoduna doğru kaydırılması sonucu elde edilen maddi kazançtır. Bu konuda yapılan çalışmalardan biri olan "Enerji Verimliliği Hareket Planı"nda, Avrupa Birliği genelindeki evsel yüklerin enerji tasarrufu potansiyelinin yaklaşık % 27 olduğu tahmin edilmektedir. Ayrıca akıllı şebeke teknolojisi ile enerji verimliliğinin arttırılmasının yanı sıra enerji kalitesi de yükseltilebilecektir.

Uygulanacak olan proje ile enerjinin verimli olarak kullanılması, akıllı enerji yönetimi ile sağlanacaktır. Son zamanlarda popüler hale gelen akıllı bina konusu genel anlamda uzaktan kontrol ve uyarı sistemleri üzerine kurulmuştur. Planlanan akıllı bina projesi bu sistemlerin hepsini barındıracağı gibi sistemin merkezi olarak tek bir ağ sistemi üzerinden otonom şekilde kontrol edilmesiyle sağlanacaktır. Yani sadece ölçme değil, aynı zamanda kendi kendine karar veren sistemleri de barındıracaktır. Bina tüm olası ihtimaller hesaplanarak felaket ve enerji kaybı önleme üzerine şekillenecektir. Yangın, su baskını, duman, hareket, ışık sensörlerinin merkezi bir ağa bağlı olarak bulunduğu sistemde ev kendi enerji tüketimini gözlemleyerek israf haritası çıkarıp bu haritaya göre kapatılması gereken sistemlere karar verecektir.

Akıllı şebeke ağları haberleşme ve bilgi teknolojilerini kullanarak elektrik ağlarının

verimliliğini, güvenilirliğini ve sürdürülebilirliğini sağlamayı hedeflemektedir. Bu ağlar ileri teknoloji sayaç altyapısı üzerine kurulu olup aşağıdaki hedefleri kapsamaktadır:

- Otomatik sayaç altyapısını kullanarak tüketicinin aktif olarak akıllı ağlara iştirak etmesini sağlamak,
- Modern elektrik üretim ve depolama seçeneklerinden faydalanmak,
- Elektrik kesintilerini düşürmek için kendi kendini iyileştirebilen ağlara olanak sağlamak,
- Siber ve fiziksel saldırılara karşı yüksek düzeyde dayanıklılık sağlamak,
- 21. Yüzyılın değişen ihtiyaçlarına cevap verebilecek esnek ve sürdürülebilir ürün ve hizmetleri sağlamak,
- İleri karar verme mekanizması yoluyla tüm akıllı ağların işletme verimliliğini optimize etmek.

Yazılım ve donanım ile tamamlanan sistem sayesinde çevre ve enerji dostu akıllı binalar yaygınlaşacak ve aşağıdaki gibi faydalar elde edilecektir:

- Enerjinin anlık kullanım bilgisi enerji tasarrufuna yönelik motivasyon verecektir.
- Enerjinin akıllı yönetimi ile önemli ölçüde enerji tasarrufu sağlanacaktır.
- Kablosuz ağların kurulumu, mevcut bina yapısına müdahale gerektiren kablo döşeme gereksinimi olmayan düşük masraflı enerji yönetimi sağlayacaktır.
- Otomatik ve akıllı çalışma özelliği sayesinde ev ve işyerlerinde enerji kullanım ve işletim kolaylığı ve sağlayacaktır.
- Enerji santrallerinin yükünü azaltacak, yeni santral kurulumlarına gereksinim azalacak ve böylece çevreye etkiler azaltılacaktır.
- Lisans gerektirmeyen frekans bandında kablosuz haberleşme sayesinde kurulum ve işletim kolaylığı sağlanacaktır.
- Uluslararası standartlarda enerji yönetimi sağlanacaktır.

Projenin enerji tasarrufu sağlanması ve enerji verimliliğinin arttırılması boyutu sayesinde tüketimin arttırılmasına dayalı enerji politikasından, tüketimin azaltılmasına ve enerjinin verimli kullanımına yönelik kent planlamasına dönüşüm sağlanacaktır.

Yeşil Bina

Yaygın düzeyde uluslararası kabul gören LEED (The Leadership in Energy and Environmental Design) sertifikasyon sistemi, US Green Building Council (ABD Yeşil Bina Konseyi) tarafından çevresel sürdürülebilir yapı için uygun standartların oluşturulması amacı ile 1998 yılında geliştirilmiştir. Hızla gelişerek dünyada yaygınlaşan LEED sistemi kapsamında 5 alanda değerlendirme yapılır;

1- Sürdürülebilir alan planlaması,

2- Suyun verimli kullanımı,

3- Enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji kullanımı,

4- Malzeme ve kaynak kullanımı,

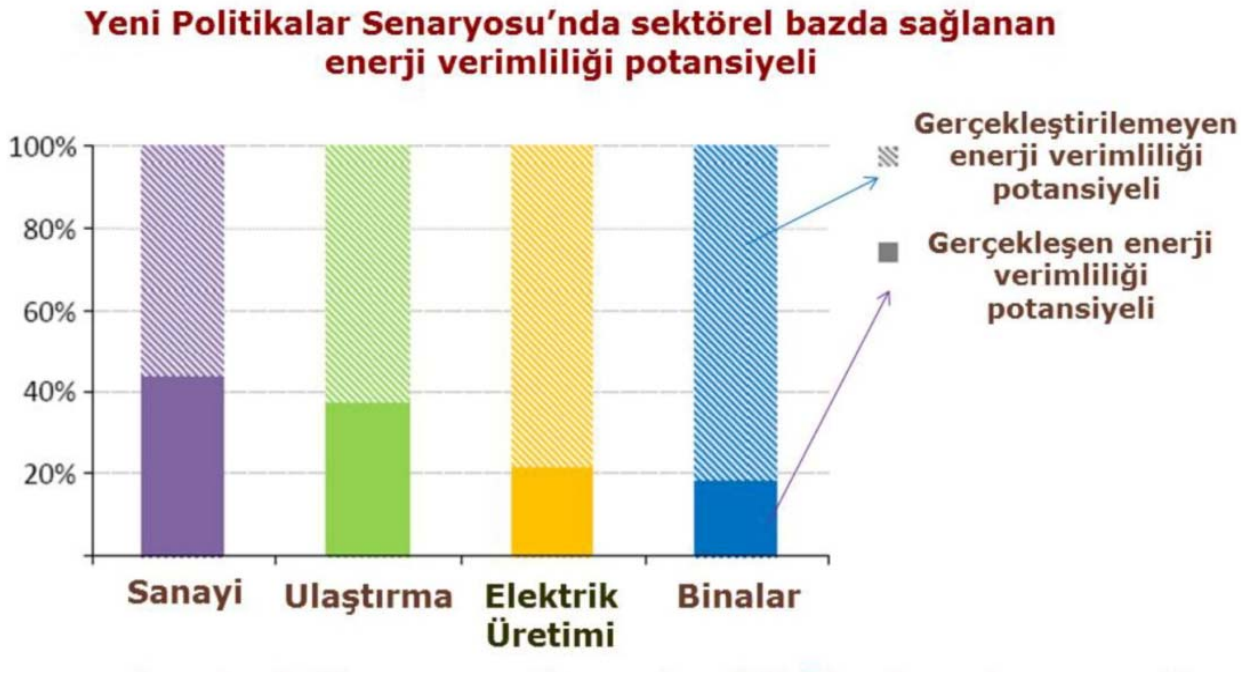
5- İç ortam kalitesi.

Bina inşaatı ve yönetiminde geçerli tüm disiplinlerin eşgüdümlü ve sistematik çalışmalarını gerektiren sertifikasyon süreci tamamlandığında sürdürülebilir çevre yönetimi için ideal şartları temsil eden yeşil bina konsepti hayata geçirilmektedir. Sunulan Akıllı Referans Bina İnovasyon Merkezi projesi kapsamında yukarıda sıralanan 5 temel alanda gerçekleştirilecek düzenlemeler ile sertifikasyon sürecinin başarı ile tamamlanması hedeflenmektedir. Bu kapsamda suyun verimli kullanımı başlığı altında binadaki atık su tüketiminin azaltılması, yağmur sularının biriktirilmesi ve lavabolardan gelen gri suların arındırılarak tekrar kullanılması gibi uygulamalarla şebeke suyunun mümkün olduğunca az kullanılması sağlanacaktır. Az su tüketen armatürlerin kullanılması, peyzajın en az su tüketen bitkiler seçilip damla sulama ile yapılması da bu alanda gerçekleştirilecek çalışmalar olacaktır.

Referans Bina

Türkiye enerji verimliliği potansiyeli binalarda % 50, Sanayide % 20, Ulaşımda % 15, Toplam tüketimde % 25'tir. (Türkiye'nin Enerji Görünümü Sunumu; TMMOB MMO, Mart 2013) Genel olarak Türkiye'deki ulaşım, bina ve sanayi sektörlerine bakıldığında enerji tasarruf potansiyelinin % 25-30 arasında olduğu belirtilmektedir. Mevcut elektrik sistemi ile binalardaki tasarruf potansiyelinin bu oranda olduğu düşünüldüğünde, akıllı bina sistemiyle birlikte enerji verimliliğin çok daha yüksek olacağı tahmin edilebilir. Binalarda enerji verimliliği kazancı sağlama potansiyeli oldukça yüksek olmasına karşın mevcut binalarda henüz önemli çalışmalar yapılmamıştır. AB'de 2018 yılından sonra yeni yapılacak kamu binalarının, 2020'den itibaren de diğer yeni binaların "0" emisyonlu olması öngörülmektedir. (Makine Mühendisleri Odası, 2013)

Bünyesinde akıllı bina yönetim sistemlerini (yazılım, sensör ağı ve donanım) barındıran ve enerji verimliliğini temel alarak bu sistemler tarafından otonom olarak yönetilecek bina tasarımı yapılacaktır. Enerji kaynağı olarak güneş, rüzgâr ve topraktan ısıtma soğutma sistemlerinin kullanılacağı bu bina TRC1 bölgesi için öncü niteliğinde güçlü bir adaydır. Bina için, Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği (BEPY) kapsamında enerji kimlik belgesi alınacak ve bu sayede bölgede gelecekte yapılacak olan akıllı binalar için referans noktası olacaktır.



Şekil 12: Enerji verimliliği analizi.

Sanayiye Öncülük Potansiyeli

Türkiye'nin sanayi işletmelerinin coğrafi dağılımlarının bir analizi yapılarak ülkemizin bir sanayi potansiyeli haritası oluşturulmuştur. İller bazında yapılan sanayi potansiyeli haritasının oluşturulması çalışmasında T.C. Sanayi ve Ticaret Bakanlığı Küçük Sanatlar ve Sanayi Bölgeleri ve Siteleri Genel Müdürlüğü ile Organize Sanayi Bölgeleri Üst Kuruluşu kayıtları esas alınmıştır. İller bazında Organize Sanayi Bölge Müdürlüklerinde kayıtlı ve faal olan işletmelerin detay dökümü çıkartılmış ve Türkiye geneli sanayi işletmeleri toplamına oranlanarak sabit bir sayı ile çarpımından bir sanayi potansiyeli endeksi üretilmiştir.

$$\text{SanayiEndeksi(SE)} = \frac{\sum \text{İldeki İşletmeler}}{\sum \text{Tüm İşletmeler}} \times 100$$

Buna göre Türkiye sanayi potansiyeli endeksi listesi *EK D : Türkiye Sanayi Potansiyeli Endeksi* bölümünde detaylı olarak verilmiştir. Sanayi Endeksi, her bir ildeki işletmelerin sayısının Türkiye genelindeki yüzdesini ifade etmektedir.

Bu çalışmadan elde edilen bulgular ışığında Hasan Kalyoncu Üniversitesinin hitap ettiği komşu illeri de kapsayan coğrafyanın sanayi yoğunluğu analiz edilmiş ve Tablo 11'da sunulmuştur. Buna göre Gaziantep ve Gaziantep'e erişim imkanlarının geniş olduğu komşu illerden oluşan coğrafi bölgede Türkiye sanayi işletmelerinin %5 lik diliminin bulunduğu ve faaliyet gösterdiği görülmüştür.

Yapılması planlanan yatırımın öncülük vasfı değerlendirildiğinde, enerji verimliliği ve akıllı binalar alanında Türkiye genelinde endüstriyel işletmelerin % 5 lik bölümüne örnek teşkil edecek ve teknik/teknolojik hizmetler sunacak bir tesisin kazanılacağı görülmektedir.

Tablo 11: Gaziantep ve komşu illerinin sanayi potansiyeli

Sıra	İller	Sanayi Endeksi
4	Gaziantep	2,42
12	Adana	0,74
16	Şanlıurfa	0,42
19	Malatya	0,37
21	Hatay	0,35
23	Adıyaman	0,30
28	Mardin	0,24
49	Kahramanmaraş	0,09
52	Kilis	0,04
57	Osmaniye	0,02
	TOPLAM	**4,99**

İstihdama katkısı

Her ülkede enerji ithalatına olan bağımlılık azaldıkça, endüstriyel gelişme için yeni iş imkânları doğmaktadır. Bu yeni iş imkânlarına 'Yeşil İşler' veya 'yeşil-yaka işler' adı verilmektedir. Güneş paneli kurulum teknisyeni, güneş laboratuar teknisyeni v.b isimler ile orta öğretim ve ilave sertifikalandırma-deneyim ile yapılabilecek işlerin yanında yükseköğretim hatta doktora derecesi gerektiren finansal analistler, mühendisler güneş enerjisi sektöründe istihdam edilmektedir. Yeşil işler için aşağıdaki yetkinlikler tanımlanmaktadır:

- İş fırsatlarını görüp proje geliştirme yeteneği (finansal yönetim, iş planlama, mevzuat konuları, pazarlama, satış v.b)
- Yenilenebilir enerji sektöründe imalat, inşaat, kurulum ile ilgili teknik yetkinlikler (elektrik, makine, inşaat, elektronik, yazılım ve çevre mühendisliği v.b)
- Danışmanlık, proje geliştirme ve Ar-ge faaliyetleri için mühendislik, çevresel etkileri değerlendirme ve analiz ve planlama için özel teknik yetkinlikler
- Özel karmaşık formları modelleme ve tasarım için gerekli yetkinlikler
- Enerji üretimini sağlayacak gerekli geliştirme ve kurulum için yetkinlikler
- Güç sistemlerinin tasarım ve mühendisliği için gerekli yazılım ve donanım yetkinlikleri
- Artan yenilenebilir enerji projeleri sonucu oluşacak karmaşık ağların yönetimi ve izlenmesi ve kontrolü için gerekli yetkinlikler. (Türkiye'de Güneş Enerjisinin İstihdama Etkisi, Prof Dr. Nilüfer EĞRİCAN, Müjgan ÇETİN) Proje kapsamında Hasan Kalyoncu Üniversitesi ve TRC1

Bölgesi'nde bulunan araştırmacı, akademisyen, sanayici ve girişimcilerin yenilenebilir enerji teknolojileri, yeşil bina, referans bina, akıllı bina konularında bilgi birikimi artacak ve bu da istihdama pozitif katkı sağlayacaktır.

Yapılacak Yatırımın Tanımı ve Özellikleri

Kurulması düşünülen Akıllı Referans Bina İnovasyon Merkezi, kendine özgün karakteristik özellikleri bulunan 2 katlı 500 m^2 kapalı alana sahip bir bina, muhtelif tesisler ve bu merkezi işletecek personelden oluşacaktır. Yapılması planlanan binanın ana hatlarıyla

- yeşil bina,
- akıllı bina,
- enerji yönetim sistemi,
- akredite olmuş laboratuar

şeklinde tanımlanabilecek özellikleri mevcut olacaktır. Merkezin tanımı ve özelliklerinin bir listesi işbu dokümanın *EK B : ARBİM Özellikleri* bölümünde verilmiştir. Binanın dış tasarımı ile üç boyutlu temsili görünümü ise *EK C : ARBİM Üç Boyutlu Konsept Mimari Tasarımı* bölümünde sunulmuştur.

Yatırımın Maliyeti

Yapılması düşünülen yatırımın maliyetleri, muhtelif işletmelerden alınan tekliflerin ortalama değerleri hesaplanarak piyasa analizlerine dayandırılmıştır. Buna göre ortaya konan toplam yatırım maliyeti *Tablo 12: ARBİM tahmini maliyet hesabında* sunulmuştur. Bu kapsamda yatırımın binayı kapsayan inşaat bölümünün tahmini maliyetleri,

- *EK E : ARBİM Yatırım Maliyeti Analizi* bölümünde *Tablo 16: Akıllı ve yeşil bina tahmini maliyet hesabı*'nda

yatırımın laboratuar bölümünün tahmini maliyetleri *EK E : ARBİM Yatırım Maliyeti Analizi* bölümünde

- *Tablo 17: Güneş enerjisi ve güneş enerjisinden elektrik üreten ekipmanların ölçüm ve analizi için kullanılabilecek laboratuar ekipmanlarının tahmini maliyet hesabında*
- *Tablo 18: Rüzgar enerjisi ölçüm ve analizleri için kullanılabilecek laboratuar ekipmanlarının tahmini maliyet hesabında*

sunulmuştur.

Tablo 12: ARBİM tahmini maliyet hesabı

Gider Kalemi	Birim	Birim Sayısı	Birim Maliyet	Toplam Maliyet
Akıllı Bina İnşaatı	adet	1	800.000,00	800.000,00
Çatı sistemleri	adet	1	290.000,00	290.000,00
GES tesisi	adet	1	290.000,00	290.000,00
RES tesisi	adet	1	75.000,00	75.000,00
Yağmur suyu toplama ve arıtma sistemi	adet	1	190.000,00	190.000,00
Akıllı bina ve şebeke bilgi işlem altyapısı	adet	1	100.000,00	100.000,00
Laboratuar ekipmanları	adet	1	765.704,00	765.704,00
Yenilebilir enerji ile çalışan araç ve şarj istasyonu	adet	1	60.000,00	60.000,00
Belgelendirme	adet	1	100.000,00	100.000,00
Topraktan Isıtma - Soğutma Sistemi	adet	1	200.000,00	200.000,00
Danışmanlık ve Eğitim	adet	5	10.000,00	50.000,00
Detay Mimari Tasarım	adet	1	47.000,00	47.000,00
Mühendislik tasarım ve analiz yazılımları	adet	5	18.000,00	90.000,00
Akıllı bina için gerekli ofis eşyaları	adet	1	157.000,00	157.000,00
		TOPLAM		**3.214.704,00**

4. Verilecek Hizmetler ve Sürdürülebilirlik

İşbu raporun hazırlık çalışmaları sürecinde;

- Piyasa araştırması, ön projelendirme ve ilgili tedarikçi firmalardan fiyat tekliflerinin alınması gibi saha araştırması tekniklerine dayandırılarak, ARBİM ismi verilen akıllı/yeşil bina ve araştırma ve inovasyon merkezinin planları ve yatırım maliyetleri ortaya konmuş ve
- Sektör oyuncuları ile Hasan Kalyoncu Üniversitesinin paydaşlarının katılımıyla gerçekleştirilen toplantı, beyin fırtınası, çalıştay ve analizlerden sonra; merkezde verilecek hizmetlerin konu başlıkları, piyasadaki mevcut ticari değerleri, yıllık olası hizmet satış miktarları ortaya konmuş ve bunlara bağlı olarak satış, gelir, nakit akım projeksiyonları üretilmiştir.

Bu kapsamda yatırım harcamaları ve işletme giderleri;

- Sabit yatırım harcamaları toplamı : 3.214.704 TL
- İşçilik giderleri (2 yıllık dönem için) : 540.000 TL
- Pazarlama giderleri (2 yıllık dönem için) : 65.000 TL
- **Genel Toplam (2 yıllık dönem için) : 3.819.704 TL**

şeklide tespit edilmiştir. Piyasanın akıllı şebekeler ve yenilenebilir enerji konularındaki mühendislik/teknolojik hizmetlere yönelik talep yapısı incelenmiş ve; Hasan Kalyoncu Üniversitesinin bu alanlarda mevcut akademik ve teknik personeli ile yeni istihdam edilebilecek ilave kadrolarının birlikte ortaya koyabileceği hizmet arz kapasitesinin bu bulgularla kıyaslanması sonucunda, araştırma, geliştirme ve inovasyon merkezinin hedef sektöre yüksek nitelikte hizmetler sunabileceği, bunların satışından elde edilecek gelirler ile kendi **sürdürülebilirliğini sağlayabileceği** değerlendirilmektedir.

Yapılması planlanan yatırım ile ilgili olarak

- Verilecek hizmetler müteakip bölümde,
- Hizmetlerin tahmini satış bedelleri *Tablo 14: ARBİM hizmetlerinin tahmini satış bedelleri*nde,
- Yatırım maliyeti *EK E : ARBİM Yatırım Maliyeti Analizinin Tablo 20: Yatırım Tutarı*nda,

- İşçilik giderleri *EK E : ARBİM Yatırım Maliyeti Analizinin Tablo 21: İş gücü planı ve giderleri*nde,
- *Amortismanları EK E : ARBİM Yatırım Maliyeti Analizinin Tablo 22: Amortisman giderleri*nde,
- Yıllar bazında işletme giderleri *EK E : ARBİM Yatırım Maliyeti Analizinin Tablo 23: Tam kapasitede yıllık işletme giderleri*nde,
- Hizmet satış bedelleri *Tablo 14: ARBİM hizmetlerinin tahmini satış bedelleri*nde,
- Yıllar bazında satış *projeksiyonları EK E : ARBİM Yatırım Maliyeti Analizinin Tablo 24: Tam kapasitede hizmet satış hedefleri*nde,
- Yıllar bazında gelirleri *EK E : ARBİM Yatırım Maliyeti Analizinin Tablo 25: Tam kapasitede işletme gelirleri*nde
- Nakit akımı *EK E : ARBİM Yatırım Maliyeti Analizinin Tablo 26: Tam kapasitede brüt nakit akımı*nda, ve
- Karlılık *hesabı EK E : ARBİM Yatırım Maliyeti Analizinin Tablo 27: Toplam net nakit akım ve karlılık hesabı*nda

sunulmuştur.

Toplam net nakit akım analizi yapılması planlanan yatırımın geri dönüş süresinin 5 yıl olduğunu göstermektedir.

Ticari İşletmeler ile Araştırmacılara Verilecek Hizmetler

Akıllı Referans Bina İnovasyon Merkezi (ARBİM) bünyesinde

- ticari işletmelere,
- yatırımcılara ve
- araştırmacılara

yönelik hizmetler verilecektir. Bunlara ilave olarak ARBİM'in paydaşları ile çalışma kanalları ile ve üniversite-sanayi işbirliği alanlarını genişletmeye fırsat vermek maksadıyla diğer test ve ölçüm hizmetlerinin de verilmesinin uygun olacağı değerlendirilmektedir. Bu test ve ölçümler gelir getirici mahiyetine atfen ARBİM'in sürdürülebilirliğine katkıda bulunacaktır. Bu hizmetlerin detayları müteakip bölümlerde incelenmiştir.

Ticari işletmelere yönelik hizmetler

- Akıllı binalar ve akıllı şebeke konularında teknik danışmanlık hizmetlerinin verilmesi
- Akıllı binalar, akıllı şebeke ve/veya yenilenebilir enerji alanında Ar-Ge çalışmaları planlayan ve/veya yürüten işletmeler ile işbirliği yapılması, çalışmalara teknik destek verilmesi ve/veya know-how aktarılması
- GES tesislerinin verimlilik analizlerinin yapılması, verimlilik kaçaklarının tespit edilmesi

- RES tesislerinin verimlilik analizlerinin yapılması, verimlilik kaçaklarının tespit edilmesi
- Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği [10] kapsamında binalara Enerji Kimlik Belgesi verilmesi
- Yenilenebilir enerji kaynaklarından (rüzgar ve güneş) elektrik üretim teknolojileri alanında danışmanlık ve teknik destek hizmetlerinin verilmesi
- Yeşil Binalar İle Sürdürülebilir Yerleşmelerin Belgelendirilmesine Dair Yönetmelik [21] kapsamında sürdürülebilir yeşil binalar ile sürdürülebilir yerleşmelerin değerlendirme ve belgelendirme hizmetlerinin verilmesi
- Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Enerjisi Üreten Tesislerde Kullanılan Aksamın Yurt İçinde İmalatı Hakkında Yönetmelik [15] kapsamında belirtilen aksamın yerli üretimini yapmak isteyen ve/veya bu alanda çalışmalar yürüten imalatçılara literatür, araştırma, mühendislik, teknik ve teknolojik know-how desteğinin sağlanması
- Güneş enerjisi santrallerinin çatı tipi uygulamalarında statik yük analizinin yapılması
- Güneş enerjisi santrallerinin çatı ve yer tipi uygulamalarında rüzgar ve kar yükü analizinin yapılması
- GES ve RES sistemleri için uzaktan erişimli verimlilik takip donanım ve yazılımlarının üretilmesi
- Yenilenebilir eneri kaynaklarının kullanımına yönelik olarak hibe ve finans sağlayan kurum ve kuruluşlar nezdinde yapılacak başvurularda projelendirme, raporlama, danışmanlık ve teknik destek hizmetlerinin verilmesi
- GES sistemlerinin montaj ekipmanları ve bağlantı elemanlarının, tesisin kurulacağı ve/veya kurulduğu coğrafyanın özelliklerine uygun olarak tasarımlarının yapılması
- GES sistemlerinde panel, montaj ekipmanları, inverterler, bağlantı elemanlarının tümünün birbiriyle uyumlu çalışacak şekilde planlanması, seçilmesi, marka ve modelin kararlaştırılması, tedarik kaynaklarının belirlenmesi
- Yenilenebilir enerji sektörü ile ilgili literatürdeki gelişmelerin izlenmesi, mevzuatın gelişim, değişim ve güncellemelerinin takip edilmesi, sektörel yeniliklerin ve yeni teknolojilerin takip edilmesi ve konferanslar, seminerler ve eğitimler yoluyla işletmelerin bilgilendirilmesi, bilinçlendirilmesi ve teşvik edilmesi
- Yenilenebilir enerji mevzuatı konusunda danışmanlık hizmetlerinin verilmesi
- Kojenerasyon ve mikro-kojenerasyon sistemlerin teknolojileri alanında danışmanlık ve teknik destek hizmetlerinin verilmesi, verimlilik analizlerinin yapılması

Yatırımcılara yönelik hizmetler

- GES sistemi yatırımlarının fizibilitesinin hazırlanması
- RES sistemi yatırımlarının fizibilitesinin hazırlanması
- Kojenerasyon ve mikro-kojenerasyon sistemlerinin yatırımlarının fizibilitesinin hazırlanması

- GES tesislerinin mühendislik planının ve teknik çizimlerinin hazırlanması
- RES tesislerinin mühendislik planının ve teknik çizimlerinin hazırlanması
- Kojenerasyon ve mikro-kojenerasyon tesislerinin mühendislik planının ve teknik çizimlerinin hazırlanması
- Güneş enerjisi santrallerinin çatı tipi uygulamalarında statik yük analizinin yapılması
- Güneş enerjisi santrallerinin çatı ve yer tipi uygulamalarında rüzgar ve kar yükü analizinin yapılması
- Yenilenebilir enerji mevzuatı konusunda danışmanlık hizmetlerinin verilmesi
- GES ve RES yatırımlarında kullanılacak sistem bileşenlerinin teknolojilerinin seçilmesi, marka ve modelin kararlaştırılması, tedarik kaynaklarının belirlenmesi

Araştırmacılara ve öğrencilere yönelik hizmetler

ARBİM bünyesinde Hasan Kalyoncu Üniversitesi ve tüm paydaşlarının akademik çalışma ve araştırmalarına olanak tanınacaktır. Teknik ve teknolojik ölçüm, analiz ve test cihaz, makine ve ekipmanlarından oluşan envanterde bir gelişme, ilave oluncaya kadar geçecek başlangıç döneminde yapılabilecek akademik çalışmalar şu alanları kapsayacaktır;

- Paneller Üzerine Gelen Radyasyon Ölçümü
- Panel Sıcaklıkları
- Panellerin ürettiği DC Güç Değeri (W)
- Panellerin Ürettiği Enerji (kWh)
- Panellerin Üretmesi Gereken DC Güç Değeri (W)
- Panellerin Üretmesi Gereken Enerji (kWh)
- Panel Verimliliği
- Ortam Şartlarına göre panel verimliliği
- İnverter Çıkışı Güç Değeri
- İnverter Çıkışı Beklenen Güç Değeri
- İnverter Çıkışı Enerji Değeri
- İnverter Çıkışı beklenen Enerji Değeri
- İnverter verimliliği
- Akü Grubuna ve İnverter Grubuna Yük Bağlama Mantığı
- PV Panel Sistem Kurma Mantığı
- 1 kW PV Panel IV Ölçümü

- IV Grafiği çıkartılması
- Panel IV Ölçüm Mantığı
- Hava Şartlarına Göre IV karakteristikleri
- Ölçümleri Uzun Süreli Kayıt Etme İmkanı
- PV Panel Sistemlerinde kullanılan Test Cihazları Kullanma Mantığı
- Gölgelenme Aparatları ile PV Panellerin gölgelenme altında performansı deneyleri
- Gölgelenme Altında İnverter performans deneyleri
- Güneş paneli testleri ve güç analizleri
- Akü ve batarya testleri
- PV Panellerin Termal Analizi
- Farklı ortam şartlarında PV Panellerin termal analizi
- Termal Analiz Testleri
- Bağlantı hatalarının tespit deneyleri
- Farklı ortam koşullarında FV Panellerin termal görüntülerinin incelenmesi
- Hot Spot Deneyleri
- Hot Spot Mantığı ve FV Paneller performansı üzerinde vereceği zararların deneyleri ve mantığının öğrenilmesi
- PV Panel bağlantı hataların tespiti ve deneyleri
- Gölgelenme altında FV Panellerin termal analiz deneyleri
- Güneş Takip Sistemi ve Güneş Verilerinin İzlenmesi
- Global, Direkt, Difuze Güneş Işıması Ölçümleri
- Takip Sistemin istenilen pozisyonda sabit tutulması
- Takip Sisteminin açısının izlenmesi
- Direkt, Global ve Difuze ışınımın FV Paneller üzerindeki etkisinin deneyleri
- Direkt ve Global Işınım altında FV Panellerin karakteristik deneyleri
- Takipli ve Sabit sistemler arasında üretilen enerji farklılıklarının hesaplanma deneyleri
- Direkt Işınım altında FV panel ve inverter hesaplanması
- Farklı güneşlenme süreleri altında FV Panellerin performans deneyleri
- Üniversite bölgesine düşen direkt ışınımın hesaplanması

- Üniversite gölgesindeki toplan güneşlenme süresinin hesaplanması
- Bulutlanma Altında PV Panel Performans Deneyleri
- Bulutlanma örtüsünün PV Panel üzerinde, inverter verimliliği üzerinde etkilerinin incelenmesi ve deneyleri
- Bulut örtüsü fraksiyon algılama deneyleri
- Güneş ışığı altında bütün hava durumlarında çalışma özelliğinin incelenmesi ve deneyleri
- Transientlerin Dalga Formu ile Beraber Kaydı
- Gerilim Çökmeleri, gerilim yükselmeleri, gerilim kesintileri ölçümleri ve kaydı
- Demeraj Akımı ve Flicker ölçümleri ve kaydı
- Aktif, Reaktif ve Görünür Güç, Güç Faktörü, Aktif-Reaktif Enerji,
- Harmonik ve İnterHarmonik Ölçümleri
- Harmonikleri Yönleri ile Beraber ölçme (Şebekeden Yüke veya Yükten Şebekeye şeklide)
- Voltaj- Akım dengesizlikleri ölçümü
- Çift Taraflı Harmonik Ölçümü
- Elektroluminans İnceleme
- Dış Sahada kullanım imkanı
- Kullanıma Hazır Sistem
- Dış saha solar modul string testleri
- 750 Watta kadar panellerin testi (1000 V – 7.5A)
- Rüzgar Enerjisi Üretim Yük Bağlama Prensipleri
- Rüzgar Enerjisi Üretiminin Görsel Gösterimi
- Rüzgar Enerjisi Sistemlerinde kullanılan rüzgar güllerinin iç yapısı
- Permanent Magnet Dizaynı
- 1 faz ve 3 faz AC Jeneratör Yük ve Karşılaştırma Deneyleri
- 2 ve 3 pollu DC Jeneratör Yük ve Karşılaştırma Deneyleri
- DC Motor Deneyleri
- Döner Yapılı AC Jeneratör Yük Deneyleri

Diğer Test ve Ölçüm Hizmetleri

Kısa vadeli dönem için

Elektrik ve Topraklama Ölçümleri

- Elektrik Tesisatı Topraklama Ölçümü
- Elektrik Panolarının Topraklama Ölçümü
- Makinaların Topraklama Ölçümü
- Jeneratör Topraklama Ölçümü
- Paratoner Topraklama Ölçümü
- Aydınlık Şiddeti Ölçümü
- Termal Kamera Ölçümü
- Katotik Koruma Ölçümü
- Harmonik Ölçüm

Orta vadeli dönem için

İş Güvenliği Ortam Ölçümleri

- İşyeri Gürültü Ölçümü ve Gürültü Haritası Çizilmesi
- İşyeri Toz-Lift Ölçümü ve Haritası Çizilmesi
- İşyeri Aydınlatma Ölçümü ve Haritası Çizilmesi
- İşyeri Termal Konfor Ölçümü (Nem,Isı vb.)
- İşyeri Organik Buhar Ölçümü
- İşyeri Aspirasyon Debi Ölçümü
- İşyeri Gaz Buhar Ölçümü,
- Kişisel Ölçümler
- Kişisel Gürültü Ölçümü
- Kişisel Toz-Lift Ölçümü
- Kişisel Titreşim (Vibrasyon) Ölçümü

Uzun vadeli dönem için

Çevresel Ölçümler

- Baca Gazı (Emisyon) Analizleri
- Uçucu Organik Bileşenler (VOC)
- Hava kalitesi Ölçümü ve Modellemesi

- Basınçlı Kap Periyodik Kontrolü
- Kalorifer Kazanı Periyodik Kontrolü
- Sıcak Su Kazanı Periyodik Kontrolü
- Buhar Kazanı Periyodik Kontrolü
- Kızgın Yağ Kazanı Periyodik Kontrolü
- Kompresör Periyodik Kontrolü
- Hidrofor Periyodik Kontrolü
- Hava Tankı Periyodik Kontrolü
- Otoklav Periyodik Kontrolü
- Sanayi Gazlarının Tank Kontrolü
- LPG Tankı Periyodik Kontrolü

Kaldırma Araçları Periyodik Kontrolü

- Forklift Periyodik Kontrol
- Transpalet Periyodik Kontrol
- Mobil Vinç Periyodik Kontrol
- Vinç Periyodik Kontrol
- Caraskal Periyodik Kontrol
- Yük Asansörü Periyodik Kontrol
- Araç Kaldırma Lifti Periyodik Kontrol
- Kaldırma Platformu Periyodik Kontrolü
- Manlift Periyodik Kontrol
- Sepetli Platform Periyodik Kontrolü

Personel İhtiyacı

Tablo 13: ARBİM personel ihtiyaç analizi

Kodu	Hizmet Kalemi	Hizmet Verecek Personel Açıklaması	Üniversite İçinden Görevli	Yeni İstihdam İhtiyacı
P.01	GES tesislerinin verimlilik analizlerinin yapılması, verimlilik kaçaklarının tespit edilmesi	Görevli akademisyen ve uzman	1	1
P.02	RES tesislerinin verimlilik analizlerinin yapılması, verimlilik kaçaklarının tespit edilmesi	P.01 kodlu personel tarafından ikiz görevli olarak icra edilecektir	-	-
P.03	Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği [10] kapsamında binalara Enerji Kimlik Belgesi verilmesi	Enerji kimlik belgesi düzenleme yetki belgesine ve SMM belgesine sahip bir uzman, H.K.U. kendi bünyesindeki personele belge aldıracak/görev verecektir	1	
P.04	Yenilenebilir enerji kaynaklarından (rüzgar ve güneş) elektrik üretim teknolojileri alanında danışmanlık ve teknik destek hizmetlerinin verilmesi	H.K.U. mevcut akademik ve uzman kadrosu	2	-
P.05	Yeşil Binalar İle Sürdürülebilir Yerleşmelerin Belgelendirilmesine Dair Yönetmelik [21] kapsamında sürdürülebilir yeşil binalar ile sürdürülebilir yerleşmelerin değerlendirme ve belgelendirme hizmetlerinin verilmesi	Sürdürülebilir bina uzmanı belgesine sahip bir personel Çevresel sürdürülebilirlik uzmanı bir personel Ekonomik sürdürülebilirlik uzmanı bir personel Sosyal sürdürülebilirlik uzmanı bir personel H.K.U. kendi bünyesindeki personele belge aldıracak/görev verecektir	4	-
P.06	Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Enerjisi Üreten Tesislerde Kullanılan Aksamın Yurt İçinde İmalatı Hakkında Yönetmelik [15] kapsamında belirtilen aksamın yerli üretimini yapmak isteyen ve/veya bu alanda çalışmalar yürüten imalatçılara literatür, araştırma, mühendislik, teknik ve teknolojik know-how desteğinin sağlanması	H.K.U. mevcut akademik ve uzman kadrosu	2	-

Kodu	Hizmet Kalemi	Hizmet Verecek Personel Açıklaması	Üniversite İçinden Görevli	Yeni İstihdam İhtiyacı
P.07	Akıllı binalar ve akıllı şebeke konularında teknik danışmanlık hizmetlerinin verilmesi	H.K.U. mevcut akademik ve uzman kadrosu	1	-
P.08	Güneş enerjisi santrallerinin çatı tipi uygulamalarında statik yük analizinin yapılması	H.K.U. mevcut akademik kadrosu	1	-
P.09	Güneş enerjisi santrallerinin çatı ve yer tipi uygulamalarında rüzgar ve kar yükü analizinin yapılması	H.K.U. mevcut akademik kadrosu	1	-
P.10	GES ve RES sistemleri için uzaktan erişimli verimlilik takip donanım ve yazılımlarının üretilmesi	Görevli akademisyen	1	1[1]
P.11	Yenilenebilir eneri kaynaklarının kullanımına yönelik olarak hibe ve finans sağlayan kurum ve kuruluşlar nezdinde yapılacak başvurularda projelendirme, raporlama, danışmanlık ve teknik destek hizmetlerinin verilmesi	H.K.U. mevcut akademik ve uzman kadrosu	1	-
P.12	GES sistemlerinin montaj ekipmanları ve bağlantı elemanlarının, tesisin kurulacağı ve/veya kurulduğu coğrafyanın özelliklerine uygun olarak tasarımlarının yapılması	P.01 kodlu personel tarafından ikiz görevli olarak icra edilecektir	-	-
P.13	GES sistemlerinde panel, montaj ekipmanları, inverterler, bağlantı elemanlarının tümünün birbiriyle uyumlu çalışacak şekilde planlanması, seçilmesi, marka ve modelin kararlaştırılması, tedarik kaynaklarının belirlenmesi	P.10 kodlu personel tarafından ikiz görevli olarak icra edilecektir	-	-
P.14	Yenilenebilir enerji sektörü ile ilgili literatürdeki gelişmelerin izlenmesi, mevzuatın gelişim, değişim ve güncellemelerinin takip edilmesi, sektörel yeniliklerin ve yeni teknolojilerin takip edilmesi ve konferanslar, seminerler ve eğitimler yoluyla işletmelerin bilgilendirilmesi, bilinçlendirilmesi ve teşvik edilmesi	H.K.U. mevcut akademik kadrosu ve P.01 ve P.10 kodlu personel tarafından ikiz görevli olarak icra edilecektir	2	-

[1] İhtiyaç duyulması halinde dış kaynaktan yeni bir personel istihdam edilecektir.

Kodu	Hizmet Kalemi	Hizmet Verecek Personel Açıklaması	Üniversite İçinden Görevli	Yeni İstihdam İhtiyacı
P.15	Akıllı binalar, akıllı şebeke ve/veya yenilenebilir enerji alanında Ar-Ge çalışmaları planlayan ve/veya yürüten işletmeler ile işbirliği yapılması, çalışmalara teknik destek verilmesi ve/veya know-how aktarılması	H.K.U. mevcut akademik kadrosu ve P.01 ve P.10 kodlu personel tarafından ikiz görevli olarak icra edilecektir	1	-
P.16	Yenilenebilir enerji mevzuatı konusunda danışmanlık hizmetlerinin verilmesi	H.K.U. Hukuk Fakültesi mevcut akademik kadrosu P.01 ve P.10 kodlu personel tarafından ikiz görevli olarak icra edilecektir	2	-
P.17	Kojenerasyon ve mikro-kojenerasyon sistemlerin teknolojileri alanında danışmanlık ve teknik destek hizmetlerinin verilmesi, verimlilik analizlerinin yapılması	H.K.U. mevcut akademik kadrosu P.01 kodlu personel tarafından ikiz görevli olarak icra edilecektir	1	-
P.18	GES sistemi yatırımlarının fizibilitesinin hazırlanması	H.K.U. mevcut akademik kadrosu ve P.01 kodlu personel tarafından ikiz görevli olarak icra edilecektir	1	-
P.19	RES sistemi yatırımlarının fizibilitesinin hazırlanması	H.K.U. mevcut akademik kadrosu ve P.01 kodlu personel tarafından ikiz görevli olarak icra edilecektir	1	-
P.20	Kojenerasyon ve mikro-kojenerasyon sistemlerinin yatırımlarının fizibilitesinin hazırlanması	H.K.U. mevcut akademik kadrosu ve P.01 kodlu personel tarafından ikiz görevli olarak icra edilecektir	1	-
P.21	GES tesislerinin mühendislik planının ve teknik çizimlerinin hazırlanması	H.K.U. mevcut akademik kadrosu ve P.01 kodlu personel tarafından ikiz görevli olarak icra edilecektir	1	-

Kodu	Hizmet Kalemi	Hizmet Verecek Personel Açıklaması	Üniversite İçinden İhdas Edilecek	Dış Kaynaktan İstihdam İhtiyacı
P.22	RES tesislerinin mühendislik planının ve teknik çizimlerinin hazırlanması	H.K.U. mevcut akademik kadrosu ve P.01 kodlu personel tarafından ikiz görevli olarak icra edilecektir	1	-
P.23	Elektrik ve topraklama ölçümlerinin yapılması	Uzman	1	1
P.24	İş güvenliği ortam ölçümlerinin yapılması	Uzman	1	1[2]
P.25	Çevresel ölçümlerin yapılması	P.24 kodlu personel tarafından ikiz görevli olarak icra edilecektir	-	-
P.26	Kaldırma araçları periyodik kontrolü	Uzman	1	1[3]

[2] Orta vadeli dönemde istihdam edilecektir
[3] Uzun vadeli dönemde istihdam edilecektir.

ARBİM Hizmetlerinin Satış Bedeli / Ticari Değeri Analizi

İşbu dokümanın İşbu raporun hazırlık çalışmaları sürecinde;

Piyasa araştırması, ön projelendirme ve ilgili tedarikçi firmalardan fiyat tekliflerinin alınması gibi saha araştırması tekniklerine dayandırılarak, ARBİM ismi verilen akıllı/yeşil bina ve araştırma ve inovasyon merkezinin planları ve yatırım maliyetleri ortaya konmuş ve

- Sektör oyuncuları ile Hasan Kalyoncu Üniversitesinin paydaşlarının katılımıyla gerçekleştirilen toplantı, beyin fırtınası, çalıştay ve analizlerden sonra; merkezde verilecek hizmetlerin konu başlıkları, piyasadaki mevcut ticari değerleri, yıllık olası hizmet satış miktarları ortaya konmuş ve bunlara bağlı olarak satış, gelir, nakit akım projeksiyonları üretilmiştir.

Bu kapsamda yatırım harcamaları ve işletme giderleri;

- Sabit yatırım harcamaları toplamı : 3.214.704 TL
- İşçilik giderleri (2 yıllık dönem için) : 540.000 TL
- Pazarlama giderleri (2 yıllık dönem için) : 65.000 TL
- **Genel Toplam (2 yıllık dönem için) : 3.819.704 TL**

şeklide tespit edilmiştir. Piyasanın akıllı şebekeler ve yenilenebilir enerji konularındaki mühendislik/teknolojik hizmetlere yönelik talep yapısı incelenmiş ve; Hasan Kalyoncu Üniversitesinin bu alanlarda mevcut akademik ve teknik personeli ile yeni istihdam edilebilecek ilave kadrolarının birlikte ortaya koyabileceği hizmet arz kapasitesinin bu bulgularla kıyaslanması sonucunda, araştırma, geliştirme ve inovasyon merkezinin hedef sektöre yüksek nitelikte hizmetler sunabileceği, bunların satışından elde edilecek gelirler ile kendi **sürdürülebilirliğini sağlayabileceği** değerlendirilmektedir.

Yapılması planlanan yatırım ile ilgili olarak

- Verilecek hizmetler müteakip bölümde,
- Hizmetlerin tahmini satış bedelleri *Tablo 14: ARBİM hizmetlerinin tahmini satış bedellerinde,*
- Yatırım maliyeti *EK E : ARBİM Yatırım Maliyeti Analizinin Tablo 20: Yatırım Tutarında,*
- İşçilik giderleri *EK E : ARBİM Yatırım Maliyeti Analizinin Tablo 21: İş gücü planı ve giderlerinde,*
- *Amortismanları EK E : ARBİM Yatırım Maliyeti Analizinin Tablo 22: Amortisman giderlerinde,*
- Yıllar bazında işletme giderleri *EK E : ARBİM Yatırım Maliyeti Analizinin Tablo 23: Tam kapasitede yıllık işletme giderlerinde,*
- Hizmet satış bedelleri *Tablo 14: ARBİM hizmetlerinin tahmini satış bedellerinde,*

- Yıllar bazında satış *projeksiyonları EK E : ARBİM Yatırım Maliyeti Analizinin Tablo 24: Tam kapasitede hizmet satış hedeflerinde,*
- Yıllar bazında gelirleri *EK E : ARBİM Yatırım Maliyeti Analizinin Tablo 25: Tam kapasitede işletme gelirlerinde*
- Nakit akımı *EK E : ARBİM Yatırım Maliyeti Analizinin Tablo 26: Tam kapasitede brüt nakit akımında,* ve
- Karlılık *hesabı EK E : ARBİM Yatırım Maliyeti Analizinin Tablo 27: Toplam net nakit akım ve karlılık hesabında*

sunulmuştur.

Toplam net nakit akım analizi yapılması planlanan yatırımın geri dönüş süresinin 5 yıl olduğunu göstermektedir.

Ticari İşletmeler ile Araştırmacılara Verilecek Hizmetler bölümünde belirlenen hizmet kalemleri için, enerji sektörü oyuncularının, ürün ve hizmet tedarikçilerinin ve meslek kuruluşlarının değerlendirmelerine müracaat edilmek suretiyle satış bedelleri tespit edilmiş ve Tablo 14'de sunulmuştur.

Tablo 14: ARBİM hizmetlerinin tahmini satış bedelleri

Hizmet Kalemi	Hizmet Kodu	Hizmet Satış Bedeli (TL)	Düşünceler
GES, RES tesislerinin verimlilik analizlerinin yapılması, verimlilik kaçaklarının tespit edilmesi	H.01	5.000	
Teknik danışmanlık ve destek hizmetleri (Akıllı bina, akıllı şebeke, GES, RES)	H.02	7.500	
Binalara Enerji Kimlik Belgesi verilmesi	H.03	750	
Sürdürülebilir yeşil binalar ile sürdürülebilir yerleşmelerin değerlendirme ve belgelendirme hizmetleri	H.04		Ticari olarak henüz bilinen bir fiyatı yok
Proje başvurularında projelendirme, raporlama, danışmanlık ve teknik destek hizmetlerinin verilmesi	H.05	4.500	
Statik yük analizinin yapılması	H.06	4.500	
GES ve RES sistemleri için uzaktan erişimli verimlilik takip donanım ve yazılımlarının üretilmesi	H.07	25.000	
Endüstriyel tasarım hizmetleri	H.08	30.000	
Teknoloji planlanması, seçimi, marka ve modelin tespiti, tedarik kaynaklarının belirlenmesi	H.09	8.000	
Konferanslar, seminerler ve eğitimler	H.10	Bedelsiz	
Teknik eğitimler	H.11	500	Kişi başı bedelidir
Mevzuat konusunda danışmanlık hizmetlerinin verilmesi	H.12	1.500	

Hizmet Kalemi	Hizmet Kodu	Hizmet Satış Bedeli	Düşünceler
GES.RES, kojenerasyon ve mikro-kojenerasyon sistemi yatırımlarının fizibilitesinin hazırlanması	H.13	12.000	
GES, RES tesislerinin mühendislik planının ve teknik çizimlerinin hazırlanması	H.14	15.000	
Elektrik ve topraklama ölçümlerinin yapılması	H.15	İlgili meslek kuruluşunun fiyat tarifesi esastır Ortalama 450	Kısa vadeli dönemde devreye alınacak
İş güvenliği ortam ölçümlerinin yapılması	H.16		Orta vadeli dönemde devreye alınacak
Çevresel ölçümlerin yapılması	H.17		Uzun vadeli dönemde devreye alınacak
Kaldırma araçları periyodik kontrolü	H.18		

5. Genel Değerlendirme ve Sonuç

Enerjide dışa bağımlı bir ülke olan Türkiye'nin yurt dışından tedarik ettiği enerji; milli gelirde yılda %4 civarında açık oluşmasına sebebiyet vermekte ve bu fonksiyonu ile de cari açığın % 80 inin sorumluluğunu taşımaktadır. Ülkenin yakın bir gelecekte enerjide kendine yeter bir konuma kavuşması da beklenmediğinden bu durumdan çıkış yolunun Türkiye'de yerli teknolojiye dayalı yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim altyapısının kurulması ve enerji verimliliğinin artırılması olduğu artık anlaşılmıştır.

Türkiye'de 1995 yılından itibaren birçok farklı disiplinde, ileri teknoloji kullanımı ve üretimi açısından önemli girişimler yapılmakta olduğu iyi bilinmektedir. Son 20 yıllık süreçte, tüm hükümetler döneminde bu konuya yönelik bir motivasyonun sürekli varlığını sürdürdüğü gözlemlenmektedir. Dokuzuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı ileri teknolojilerin kullanımına ve teknoloji / know-how transferine yönelik önemli hamleler ortaya koymuş ve Onuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı, çıtayı daha da ileriye taşımıştır. Bu planlar ve bunların uygulama bacağı olan ilgili mevzuat, yenilenebilir enerji, akıllı ve yeşil binalar ile enerji verimliliği alanlarında birçok düzenlemeye amir durumundadır. Dolayısı ile de Türkiye'nin ileri teknoloji üretimi açısından fakirliğini giderici istikamette son derece kararlı olduğu anlaşılmaktadır.

Yapılan çalışmalar ile Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyeli ortaya konmuş, detaylı analizlerden sonra 2018 yılına kadar yenilenebilir kaynakların elektrik üretimindeki payının %30 lar seviyesine yükseltilebileceği görülerek ülkenin önünde net bir hedef halinde kayıt altına alınmıştır. Artık ülke genelinde enerji açısından çok önemli gelişmelerin kaynağı durumunda olan

- Öncelikli teknoloji alanlarında ticarileştirme,
- Yerli kaynaklara dayalı enerji üretimi ve
- Enerji verimliliğinin geliştirilmesi

programları yürütülmektedir. Bu programların kararlılıkla yürütülmekte olduğu, devletin tüm kurumları ile bunların uygulamalarına sahip çıktığı açıkça görülmektedir. Bunun en önemli kanıtı yürürlükte olan mevzuat ile bu mevzuatın uygulanması esnasında elde edilen tecrübelerin gerektirdiği durumlarda ivedilikle mevzuatın revize edilmesi ve dinamik tutulmasıdır. İşbu dokümanın önceki bölümlerinde detayları analiz edilmiş bulunan

- Kalkınma planları,
- Akıllı binalar ve enerji verimliliği mevzuatı ve uygulamaları,

- Yeşil binalara yönelik mevzuat ve sürdürülebilirlik uygulamaları,
- Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı'nın Enerji Stratejik Planı ve Enerji Verimliliği Strateji Belgesi,
- Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın Sanayi Strateji Belgesi

bu alandaki mevzuat ve dokümantasyonun en kıymetli kilometre taşlarını oluşturmaktadır. Bu plan ve programların ortaya koyduğu çerçeveye uygun olarak çıkartılan kanun, yönetmelik ve tebliğler ise Türkiye'de, dünya tarihinde görülmemiş bir hızda yükselme eğiliminde olan bir yenilenebilir enerji sektörü ve pazarı yaratmıştır.

2005 tarihli olan Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanılmasına Dair Kanun, 8 Ocak 2011 tarihinde Resmi Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe giren şekliyle revize edilmiş [14] ve yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektriğin, devlet tarafından alım garantisine tabi olması sağlanmıştır. Bu hamle ise yenilenebilir enerji açısından Türkiye'nin önünde yeni bir dönemin oluşmasına yol açtığı cihetle, son derece önemli sonuçlar doğurmuştur. Enerji Stratejik Planı ile 2019 yılına kadar ülkede rüzgar enerjisinden elektrik üretecek tesislerin kurulu güç kapasitesinin 10GW ve güneş enerjisi santrallerinin kurulu gücünün ise 3GW a ulaştırılmasının hedeflendiği işbu dokümanın önceki bölümlerinde ifade edilmiştir. Yapılan pazar analizi ve elektrik dağıtım şirketlerinin kuruluşuna ön onay verdiği tesislerin toplam gücünün incelenmesinden elde edilen bulgular ışığında; 2019 yılı için belirlenen bu hedeflere 2017 yılında ulaşılacağını ifade etmek çok yanlış olmayacaktır.

İşbu rapor kapsamında yapılabilirliği etüt edilen Akıllı Referans Bina İnovasyon Merkezi oluşturma girişimi/fikri;

- Bölgenin enerji odaklı inovasyon merkezi olmak,
- Yenilenebilir enerji kaynakları ile akıllı şebeke sistemlerinin entegrasyonunu sağlayarak sürdürülebilir kalkınmaya katkı yapılması,
- Çevre dostu, LEED Sertifikalı "Referans Binanın" inşa edilmesi,
- Akıllı şebeke sistemlerinin kullanımının teşvik edilmesi,
- TRC1 bölgesinde enerji verimliliği ve tasarruf konularında farkındalık ve iyi uygulama örneği geliştirilmesi, ve
- Akıllı şebeke, akıllı bina ve yenilenebilir enerji alanlarında uygulamalı eğitimin yaygınlaştırılması

temel hedeflerine odaklanmıştır.

Yenilenebilir enerji teknolojilerinin Türkiye'de kullanım ve üretimine dair tarihe geçecek seviyede hızlı ve güçlü bir hamlenin yaşandığı bu ortamda, araştırma ve geliştirme faaliyetlerine çok yüksek seviyede ihtiyaç duyulduğu, devletin bunlara son derece güçlü vurgular yaptığı ve üniversitelere bu alanda görev ve sorumluluk yüklediği, yapılan analizlerden açıkça anlaşılmaktadır. Hasan Kalyoncu Üniversitesinin akıllı şebekeler ile uyum içerisinde çalışan, akıllı bina ve yeşil bina konseptlerini uygulayan, LEED sertifikalı, yenilenebilir

enerjileri kullanan bir *araştırma, geliştirme ve inovasyon merkezi* oluşturma fikri ve girişiminin böyle bir dönemde ortaya konmasının son derece isabetli bir yaklaşım olduğu değerlendirilmektedir. Böylelikle bir tarafta mevzuatın öngördüğü ve talep ettiği bir sistem hayata geçirilirken diğer tarafta;

- TRC1 Bölgesi'nde ilk kez bir akıllı binanın (akıllı şebekeye geçiş) fiziksel olarak gerçekleşmesi sağlanarak bu alanda ileri araştırmalar için bir araştırma/geliştirme/test platformu oluşturulacak,
- Yenilenebilir enerji kaynaklarının sisteme dahil edilmesi ve sürekli ölçümlerle elde edilecek verilerin, sistemi takip ve verimliliği optimize etmek maksadıyla kullanılması sağlanacak ve böylece kaynaklardan maksimum faydanın sağlanması hedeflenecek,
- Akıllı şebeke, akıllı bina ve akıllı şehirler konularında Ar-Ge çalışmaları yapılacak ve bu konularda ulusal ve uluslar arası düzeyde projeler geliştirilecek,
- Gerçekleştirilecek çalışmalar sonucunda TRC1 Bölgesi'nde yenilenebilir enerji tesislerinin maksimum verimle çalıştırılabilmesi için gerekli kriterler tespit edilecek,
- Enerjinin akıllı yönetimi, anlık enerji kullanım bilgisi, ayrıca kablosuz haberleşme teknolojileri ile ev ve işyerlerinde akıllı enerji kullanımı ve işletim kolaylığı sağlayacak tedbirler ortaya konacak,
- Yenilenebilir enerji ve akıllı bina/şebeke konularında teknoloji ve yenilik transferi süreci başlatılmış olacak,
- Türkiye sanayisinin yaklaşık %5 inin yer aldığı Gaziantep ve komşu illerinden oluşan coğrafyada yenilenebilir enerji teknolojilerinin maksimumu düzeyde kullanımı, bölge koşullarında optimum enerji verimliliği sağlanması, akıllı bina ve akıllı şebeke konularında örnek iyi uygulama platformu oluşturulması temin edilecek

ve böylece enerji tasarrufu ve verimliliği açısından önemli adımlar atılmış olacaktır.

Üniversitenin özgün akademisyen kadrosu, işgücü ve ihtisaslaşmakta olduğu özel ilgi alanları kendisine, böyle bir merkezin gerek kurulması gerekse işletilmesi esnasında ortaya çıkabilecek her türlü güçlüğün üstesinden gelmesini sağlayacak güçlü donanımlar ve kapasite sağlamaktadır. Hasan Kalyoncu Üniversitesi, kampüsünde kuruluşundan bugüne kadar geçen süreç içersinde hayata geçirdiği (tamamlanan ve devam eden) yenilenebilir enerji kaynaklarının maksimum seviyede kullanılmasını sağlayan projeleri ile konuya olan ilgisini ve açlığını kanıtlamıştır.

Piyasa araştırması, ön projelendirme ve ilgili tedarikçi firmalardan fiyat tekliflerinin alınması gibi saha araştırması tekniklerine dayandırılarak, ARBİM ismi verilen araştırma ve inovasyon merkezinin planları ve yatırım maliyetleri ortaya konmuştur. Merkezde verilebilecek hizmetlerin belirlenmesi esnasında da benzer tekniklere başvurulmuştur. Sektör oyuncuları ve Hasan Kalyoncu Üniversitesinin paydaşları ile birlikte yapılan toplantı, beyin fırtınası, çalıştay ve analizlerden sonra; merkezde verilecek hizmetlerin konu başlıkları, piyasadaki mevcut ticari değerleri, yıllık olası hizmet satış miktarları ortaya konmuş ve bunlara bağlı olarak satış, gelir, nakit akım projeksiyonları üretilmiştir. Bu kapsamda;

- Piyasanın akıllı şebekeler, sertifikalı yeşil binalar ve yenilenebilir enerji konularındaki mühendislik/teknolojik hizmetlere yönelik talep yapısının incelenmesi ve
- Hasan Kalyoncu Üniversitesinin bu alanlarda mevcut akademik ve teknik personeli ile yeni istihdam edilebilecek ilave kadrolarının birlikte ortaya koyabileceği hizmet arz kapasitesinin bu bulgularla kıyaslanması sonucunda,

araştırma, geliştirme ve inovasyon merkezinin hedef sektöre yüksek nitelikte hizmetler sunabileceği, bunların satışından elde edilecek gelirler ile kendi sürdürülebilirliğini sağlayabileceği değerlendirilmektedir.

> "*Net nakit akım analizi ARBİM yatırımının Hasan Kalyoncu Üniversitesi'ne geri dönüş süresinin 5 yıl olduğunu göstermektedir.*"

Yatırım geri dönüş süresinin; 10-11 yıllar mertebesindeki sektör standartları dikkate alındığında, göreceli kısalığı, ve üniversitenin tüm paydaşlarına, içersinde bulunduğu coğrafi bölgedeki yatırımlara ve sanayiye getireceği kazanımları dikkate alındığında; yapılması düşünülen/planlanan Akıllı Referans Bina İnovasyon Merkezi yatırımının YAPILABİLİR (fizibil) olduğu değerlendirilmiştir.

EK A : Kavramlar ve Tanımlar

Enerji Yoğunluğu

Enerji verimliliğinin önemli göstergelerinden birisi enerji yoğunluğudur. Enerji yoğunluğu, GSYİH (Gayri Safi Yurtiçi Hasıla) başına tüketilen birincil enerji miktarını temsil eden ve tüm dünyada kullanılan bir göstergedir. Genellikle 1000 $'lık hasıla için tüketilen TEP (ton petrol eşdeğeri) miktarı, uluslararası yayınlarda enerji yoğunluğu göstergesi olarak tercih edilmektedir. Burada TEP; çeşitli enerji kaynaklarının miktarlarını tanımlamak için kullanılan kg, m3, ton, kWh gibi farklı birimleri aynı düzlemde ifade etmeye yarayan bir tanımdır. 1 TEP, 1 ton petrolün yakılmasıyla elde edilecek enerjiye tekabül etmektedir ki, bu da yaklaşık 107 Kcal (kilokalori)'ye, 41,8x109 joule'e ve 11,6x103 kWh'a karşılık gelmektedir. Bu durumda, bir ülkenin enerji yoğunluğu ne kadar düşükse, o ülkede birim hasıla üretmek için harcanan enerji de o kadar düşük demektir ki, bu da enerjinin verimli kullanıldığına işaret etmektedir.

Birincil Enerji

Herhangi bir enerji dönüşümünden henüz geçmemiş enerjidir, yenilenemez ve yenilenebilir enerjiyi kapsar. Şunlar birincil enerji olarak kabul görür;

- Biokütle
- Fosil Yakıtlar
- Jeotermal Enerji
- Hidrolik Enerji
- Nükleer Enerji (Birtakım nükleer yakıtlar, (ör : plütonyum kainatta doğrudan bulunmaz, dolayısıyla ikincil enerji kaynağı olarak kabul edilirler.)
- Güneş Enerjisi
- Gelgit Enerjisi
- Dalga Enerjisi
- Rüzgar Enerjisi

Kojenerasyon

Kojenerasyon (İngilizce; Cogeneration veya combined heat and power (kısaca CHP)), tercihen ısı tüketimi olan yerlerde kullanılan ve aynı zamanda bölge ısıtma ağını yararlı ısıyla besleyebilen elektrik enerjisi ve ısı üretebilen modüler yapılı bir sistemdir. Bu sistem kombine ısı ve güç sistemi ilkesine dayanmaktadır.

Elektrik üretgeçi için hareketlendirici olarak yanmalı motorlar, yani dizel veya gaz motorları ve bunun yanında gaz tribünleri kullanan bir sistemdir.

Geleneksel lokal ısıtma sistemleri ve merkezî enerji santrallerine göre gösterdiği yüksek verimlilik derecesi nedeniyle elektrik üretiminden elde edilen atık ısı doğrudan oluştuğu yerde kullanılır. Elektrik enerjisi verimliliği tesis büyüklüğünden bağımsız olarak %25 ile %50 arasında değişmektedir. Bölgesel ısıtma sistemde atık ısı kullanımıyla dahili birincil enerjinin %80'ninden %90'a kadar kullanılabilmektedir. Kojenerasyonlar %40 kadar birincil enerjiyi tasarruf edebilmektedirler.

EK B : ARBİM Özellikleri

1. **Yeşil Bina**
   a. Yeşil Çatı (LEED Sertifikası)
   b. Sürdürülebilir Alanlar
   Ön Koşul: İnşaat faaliyetinden kaynaklanan kirliliğin, toprak erozyonunun ve sedimantasyonun önlenmesi.

   - Saha Seçimi (Tarım arazisi olmaması)
   - Binanın toplumsal gereksinim duyulan hizmetlere yakınlığı (binada yaşayacakların günlük ihtiyaçlarına cevap verebilecek şekilde olması)
   - Kahverengi alanların kullanılması ve değerlendirilmesi
   - Alternatif ulaşım
   - Açık alanların düzenlenmesi
   - Yağmur suyunu kazanıp kullanan tasarım
   - Isı adası etkisi
   - Aydınlatma kirliliği olmaması

   a. Su Verimliliği

   - Peyzaj
   - Şebeke ve yüzey sularının kullanımı
   - Binanın toplam su tüketimi

   b. Enerji ve Atmosfer
   Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının kullanımının artırılması öngörülmektedir.

   - İleri seviyede işletmeye alma (Mal sahibinin beklentilerinin karşılanıp karşılanmadığı gözetilerek kalitenin doğrulanarak, uygunluğunun onaylanıp işletmeye alması gerekir. Binanın kullanım kılavuzunun hazırlanması ve bunun eğitiminin verilmesi istenir.)
   - Minimum enerji performansı (Ashrae 90/1-2004'e göre; iklimlendirme, aydınlatma, yalıtım, sıcak su ve asansör gibi elektrik kullanan cihazlarda minimum enerji performansı ve maliyeti çıkarılmaktadır. Binanın yönü, gün ışığının doğru kullanılması, cihaz, sistem ve malzeme seçimi bir bütündür.)
   - Yenilenebilir enerji kullanımı (Güneş, Rüzgâr, Toprak Enerji kaynakları)
   - Soğutucu gaz yönetimi

- Ölçüm ve doğrulama (Enerji performansı arttırıcı projeler yapılması ve bunların taahhüt edilmesi istenmektedir. LEED'de performans ölçümü ve doğrulama protokolü mevcuttur.)

c. Malzemeler ve Kaynaklar

- Geri dönüşebilir malzeme kullanımı (Binanın inşasından itibaren geri dönüştürülebilir malzemelerin saklanması ve toplanması şeklinde tanımlanmıştır.)
- Malzemelerin veya binanın tekrar kullanımı (Duvarların, döşemelerin, tavanların tekrar kullanılmasıdır. Toplam malzeme bedelinin ne kadarı yeniden kullanıma uygun ise alınan puan artmaktadır.)
- Yenilenebilir malzeme kullanımı (Ayçiçeği, buğday, bambu kamışından yapılmış suntalar gibi hızlı üretilip kullanılabilen yenilenebilir malzemeler önerilmektedir. Örn: yün de iyi bir yalıtım malzemesidir.)
- Yerel malzeme kullanımı (Nakliye mesafeleri kısaltılmıştır)

d. İç Mekân Kalitesi

- Taze Hava Miktarı (Ashrae 62/1-2004'e göre tanımlanan taze hava miktarının ortama verilmesi)
- Taze hava girişinin izlenmesi (karbondioksit sensoru ve yoğun olamayan bölgelerde ise taze hava beslemesinin ölçülerek izlenmesi öngörülmektedir)
- Sigara Dumanı Kontrolü
- İç hava kalitesi yönetim planı
- Düşük Emisyonlu malzeme kullanımı ve VOC sınırlandırması
- Aydınlatma ve ısıl konforun bireysel kontrolü

e. Tasarımda Yenilikler

- Tasarımda Yeşil bina yapısına uygun bir yenilik getirmek
- LEED AP (Acredite Professional) bir kişinin bulunması

f. Bölgesel Öncelikler

2. Akıllı Bina
Enerji verimliliği sistemleri

- Bina otomasyon sistemi
- Enerji yönetimi sistemi

- Enerji kontrolü sistemi
- Merkezi kontrol ve izleme sistemi

Güvenlik Sistemleri

- Gelişmiş makinalar ile üst düzey güvenlik
- Kart kontrol sistemleri
- Kişi tanıma sistemleri (parmak izi-ses-iris tarama)
- Duman algılama sistemleri
- Kartsız girişlerde alarm
- Asansör ve kapılarda tehlike anında devreye girecek sistemler UPS (Kesintisiz güç kaynakları) Gerektiğinde kolayca ulaşılabilecek kurtarma ekipmanları Termal kameralar ile canlı kontrolü

İletişim ve Haberleşme Sistemleri

- PBX telefon sistemi
- Telsiz sistemi
- Vidyotext
- Kablosuz internet
- Elektronik posta
- Telekonferans sistemi

İşyeri otomasyonu

- Merkezi bilgi paylaşım servisi
- Uzak sunucu yedeklemesi
- Bilgisayar destek sistemi
- Bilgi servisleri
- Çalışanlar için rahatlama ortamları

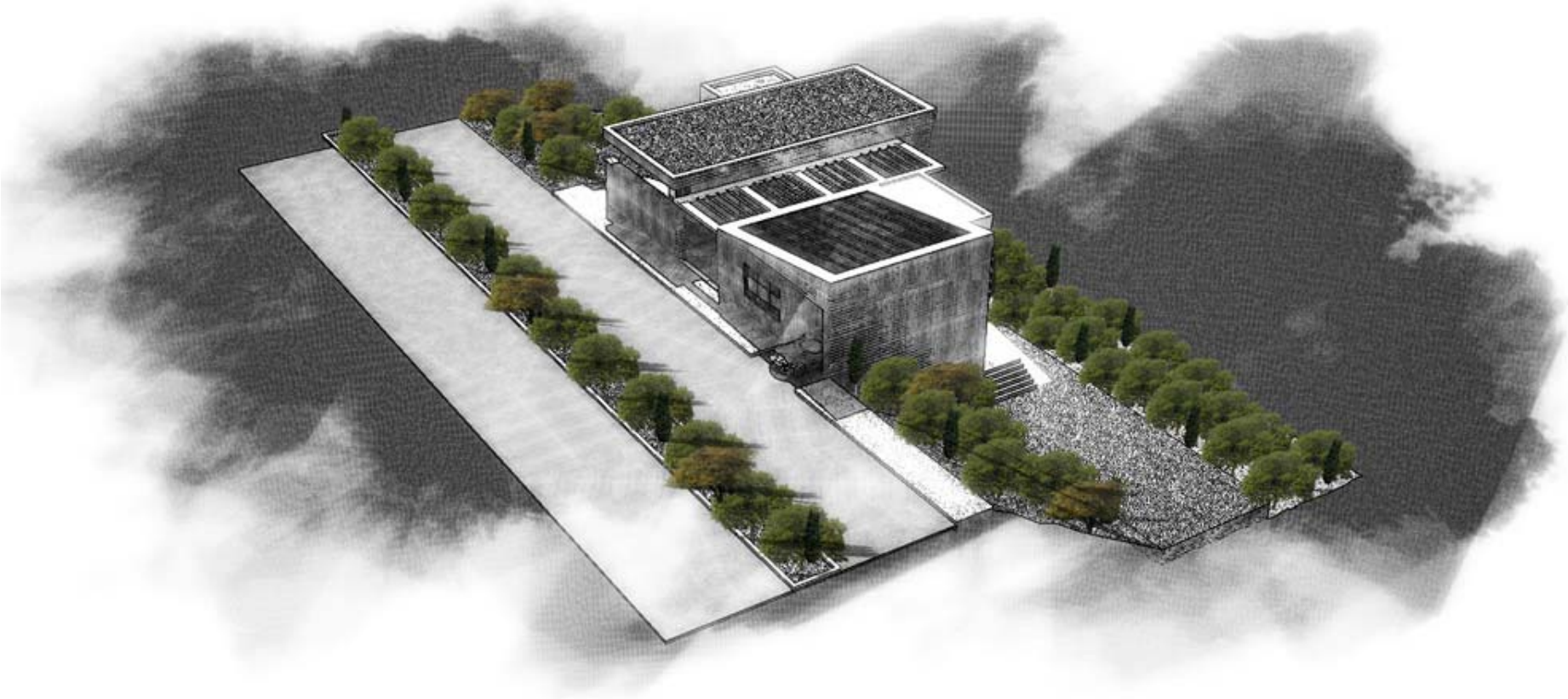
3. TS EN ISO/IEC 17020 Muayene Kuruluşu Akreditasyonu
TS EN ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi

Bina (2 Katlı 500 m^2 Kapalı Alan)

(15 m^2 Ofis + 5 m^2 numune kabul bölümü + 30 m^2 cihazların bulunduğu bölüm + 6 m^2 Kimyasal madde deposu 60 m^2)

- Laboratuar,
- Ofisler (Open Office modeli (En az 6 uzmanın çalışabileceği) + yönetici odası)
- Kontrol ve Pano Odası (10m2 + 15m2 = Tot. 25 m2)
- Tesisat Odası (Makine Müh. Alanı) (20 m2)
- Arşiv odası,
- Lobi (Dinlenme Alanı) ve Mutfak,
- Toplantı Odası,
- Akıllı Derslik,
- Tuvaletler,
- Bisiklet park alanı,
- Şarj istasyonu,
- Otopark,
- Güneş Enerji Santrali,
- Rüzgâr Enerji Santrali.

EK C : ARBİM Üç Boyutlu Konsept Mimari Tasarımı



Yrd.Doç.Dr. Tülay KARDAYI YENİCE
Yüksek Mimar

EK D : Türkiye Sanayi Potansiyeli Endeksi

Türkiye'nin iller bazında sanayi potansiyeli haritasının oluşturulmasında Sanayi ve Ticaret Bakanlığı Küçük Sanatlar ve Sanayi Bölgeleri ve Siteleri Genel Müdürlüğü ile Organize Sanayi Bölgeleri Üst Kuruluşu kayıtları esas alınmıştır. İller bazında Organize Sanayi Bölge Müdürlüklerinde kayıtlı ve faal olan işletmelerin detay dökümü alınmış ve Türkiye geneli sanayi işletmeleri toplamına oranlanarak sabit bir sayı ile çarpımından bir sanayi potansiyeli endeksi üretilmiştir. Buna göre Türkiye sanayi potansiyeli endeksi listesi Tablo 15' de verilmiştir.

$$\text{SanayiEndeksi(SE)} = \frac{\sum \text{İldeki İşletmeler}}{\sum \text{Tüm İşletmeler}} \times 100$$

Sanayi Endeksi, her bir ildeki işletmelerin sayısının Türkiye genelindeki yüzdesini ifade etmektedir.

Tablo 15: Türkiye Sanayi Potansiyeli Endeksi

Sıra	İller	Sanayi Endeksi
1	İstanbul	46,33
2	Ankara	28,46
3	Bursa	3,01
4	Gaziantep	2,42
5	Kayseri	2,18
6	İzmir	1,48
7	Kocaeli	1,46
8	Uşak	1,41
9	Konya	1,30
10	Eskişehir	0,98
11	Afyon	0,79
12	Adana	0,74
13	Kütahya	0,56
14	Manisa	0,52
15	Tekirdağ	0,49
16	Şanlıurfa	0,42
17	Antalya	0,40
18	Denizli	0,38
19	Malatya	0,37

Sıra	İller	Sanayi Endeksi
20	Aydın	0,37
21	Hatay	0,35
22	Mersin	0,33
23	Adıyaman	0,30
24	Aksaray	0,29
25	Samsun	0,28
26	Sakarya	0,26
27	Karaman	0,26
28	Mardin	0,24
29	Elazığ	0,23
30	Sivas	0,22
31	Çorum	0,22
32	Erzurum	0,21
33	Tokat	0,21
34	Trabzon	0,20
35	Niğde	0,20
36	Ordu	0,18
37	Balıkesir	0,17
38	Bolu	0,15
39	Bilecik	0,14
40	Burdur	0,13
41	Amasya	0,12
42	Düzce	0,12
43	Kırıkkale	0,12
44	Isparta	0,11
45	Kars	0,11
46	Van	0,11
47	Kırşehir	0,10
48	Çanakkale	0,09
49	Kahramanmaraş	0,09
50	Zonguldak	0,09
51	Batman	0,08

Sıra	İller	Sanayi Endeksi
52	Kilis	0,04
53	Çankırı	0,04
54	Sinop	0,03
55	Giresun	0,03
56	Kırklareli	0,02
57	Osmaniye	0,02
58	Kastamonu	0,01
59	Gümüşhane	0,01

EK E : ARBİM Yatırım Maliyeti Analizi

Tablo 16: Akıllı ve yeşil bina tahmini maliyet hesabı

No	Poz No	Malzeme Çeşidi	Birim	Miktar	Birim Fiyat	Toplam Fiyat
1	16.002	Grobeton	m^3	24,00	104,00 TL	3.655,34
2	16.003	Koruma betonu	m^3	17,52	110,00 TL	2.822,35
3	16.022/1	Süpürgeli beton	m^3	22,00	105,64 TL	3.403,57
4	16.059/1	C 25 BETONU	m^3	236,00	125,06 TL	43.222,90
5	18.011	Dolu Harman Tuğlası	m^2	30,00	28,14 TL	1.236,31
6	18.071/1	10 cm Duvar	m^2	202,00	15,03 TL	4.446,25
7	18.071/1	20 cm Duvar	m^2	346,00	15,03 TL	7.615,85
8	18.113/07	Asmolen Döşeme	m^2	440,00	52,94 TL	34.113,02
9	18.140/a1	Alçı Panel Asma Tavan Yapılması	m^2	320,00	36,29 TL	17.006,72
10	18.467/2	Elastomer Esaslı Örtülerle Temellerde İki Kat Su Yalıtımı	m^2	260,00	32,95 TL	12.546,20
11	18.460/2	Ø200 Drenaj Borusu	mt	140,00	22,75 TL	4.664,37
12	18.470	Geotextil Keçe Serilmesi	m^2	260,00	2,00 TL	761,53
13	19.053/2-5	Extrüde polistren köpük 5cm.	m^2	245,00	9,78 TL	3.509,04
14	21.001	Ahşap Seri Kalıp Yapılması	m^2	25,00	8,05 TL	294,73

No	Poz No	Malzeme Çeşidi	Birim	Miktar	Birim Fiyat	Toplam Fiyat
15	21.011	Her Tip Betonarme Kalıp Yapılması	m^2	1675,00	28,00 TL	68.684,12
16	22.009/3a	Laminant Levha Kaplamalı İki Yüzü Kontrplak Presli Kapı	m^2	37,80	133,35 TL	7.381,90
17	23.015/Alt	Kalın ve ince Demir	ton	21,00	2.017,85 TL	62.057,13
18	23.152	Çeşitli Demir işleri	kg	12000,00	6,43 TL	112.999,29
19	23.155	2mm Yerli DKP. Sacdan Bükme Kapı Kasası Yapımı	kg	1071,00	7,60 TL	11.920,28
20	23.220	Boru korkuluk	kg	2500,00	5,04 TL	18.452,45
21	23.243/6a	Asma Tavan 30x30	m^2	180,00	76,80 TL	20.244,97
22	23.243/20	Asma Tavan 60x60	m^2	140,00	62,69 TL	12.853,16
23	23.244/B1	Isı Yalıtımsız Alüminyum Doğrama	kg	40,00	19,14 TL	1.121,21
24	23.244/G1	Isı Yalıtımlı Alüminyum Doğrama	kg	30,00	20,29 TL	891,43
25	25.016/1	Yağlı boya	m^2	548,00	13,54 TL	10.866,33
26	25.048/1A	Plastik Boya	m^2	160,00	4,56 TL	1.068,48
27	27.531	İç Sıva	m^2	585,62	13,46 TL	11.543,69
28	27.535	Tavan Sıvası	m^2	438,70	9,51 TL	6.109,87
29	28.133/a	4+4mm Isı Kontrol Kaplamalı Çift Cam	m^2	80,00	72,48 TL	8.491,64
30	28.063	4mm Normal Düz Cam Takma	m^2	24,00	18,91 TL	664,64

No	Poz No	Malzeme Çeşidi	Birim	Miktar	Birim Fiyat	Toplam Fiyat
31	28.097	Çift Cam (4mm+12mm (hava boşluğu)+4 mm)	m^2	38,00	64,25 TL	3.575,53
32	5005/3	Kırma taş Dolgu	m^3	66,00	25,00 TL	2.416,39
33	25.010-1	Saten boya	m^2	160,00	12,40 TL	2.905,53
34	26.082/B	Seramik Kaplama 20x25	m^2	54,60	40,01 TL	3.199,23
35	27.531	Düz sıva yapılması	m^2	180,00	9,96 TL	2.625,52
36	27.581	Tesviye Tabakası Yapılması	m^2	220,00	6,60 TL	2.126,43
37	Özel 2	Alüminyum kompozit kaplama	m^2	250,00	200,00 TL	73.224,01
38	Özel 3	Alüminyum giydirme cephe yapılması	m^2	360,00	400,00 TL	210.885,15
39	MSB.805/A	Paslanmaz korkuluk+küpeşte	kg	1200,00	2,50 TL	4.393,44
			TOPLAM			**800.000,00 TL**

Tablo 17: Güneş enerjisi ve güneş enerjisinden elektrik üreten ekipmanların ölçüm ve analizi için kullanılabilecek laboratuar ekipmanlarının tahmini maliyet hesabı

Kullanım Alanı	Cihaz Ekipman Adı	Fiyat [4](EURO)	Fiyat (TL)
Güneş enerjisi ve güneş enerjisinden elektrik üreten ekipmanların ölçüm ve analizi	1 kW PV Panel Deney Seti ve Testleri	42.000	126.800
	Güneş Paneli Test Cihazı ve Üç Faz Güç Analizörü	4.720	14.250
	Batarya Test Cihazı	4.720	14.250
	FV Panel Termal Analiz Seti	11.800	35.600
	Güneş Takip Sistemi ve Güneş Verilerini İzlenme Seti	35.400	106.900
	Gökyüzü Kamerası ve Hava – Bulut Gözlem Seti	15.340	46.300
	Taşınabilir Güç Analizörü	10.620	32.070
	Dış Saha Bataryalı Elektroluminans İnceleme Sistemi	76.700	231.630
	TOPLAM	**201.300**	**607.800**

Tablo 18: Rüzgar enerjisi ölçüm ve analizleri için kullanılabilecek laboratuar ekipmanlarının tahmini maliyet hesabı

Kullanım Alanı	Cihaz Ekipman Adı	Fiyat [5](Döviz)	Fiyat (TL)
Rüzgar enerjisi analizi	Rüzgar Enerjisi Üretim Simülatörü	7.080	19.680
	Rüzgar Enerjisi Üretimi Dizaynı Deney Seti	22.060	61.340
	TOPLAM	**29.140**	**81.020**

[4] İlgili tedarikçi işletmeler yabancı para birimi ile teklif verdiğinden işbu dokümanın kaleme alındığı tarihteki TCMB Euro/TL paritesi 3,02 olarak alınmıştır.
[5] İlgili tedarikçi işletmeler yabancı para birimi ile teklif verdiğinden işbu dokümanın kaleme alındığı tarihteki TCMB USD/TL paritesi 2,78 olarak alınmıştır.

Tablo 19: Diğer ölçüm ve testler için kullanılabilecek laboratuar ekipmanlarının tahmini maliyet hesabı

Kullanım Alanı	Cihaz Ekipman Adı	Fiyat (TL)
Diğer testler	Termal Kamera	11.931
	Desibelmetre	1.671
	Termal Konfor Cihazı, Probları ve Luxmetre	13.184
	Topraklama Megeri	15.340
	Multimetre	1.331
	Pens Ampermetre	1.802
	Harmonik Analizörü	30.245
	Vibrasyon Ölçer	1.380
	TOPLAM	**76.884**

EK F : Net Nakit Akım Analizi

Tablo 20: Yatırım Tutarı

	1. Yıl	2. Yıl	3. Yıl	4. Yıl	5. Yıl	TOPLAM
İnşaat Giderleri Toplamı	1.892.000,00					1.892.000,00
Akıllı Bina İnşaatı	800.000,00					800.000,00
Çatı sistemleri	290.000,00					290.000,00
GES tesisi	290.000,00					290.000,00
RES tesisi	75.000,00					75.000,00
Yağmur suyu toplama ve arıtma sistemi	190.000,00					190.000,00
Detay Mimari Tasarım	47.000,00					47.000,00
Topraktan Isıtma - Soğutma Sistemi	200.000,00					200.000,00
Makine Ekipman Giderleri Toplamı	1.172.704,00					1.172.704,00
Akıllı bina ve şebeke bilgi işlem altyapısı	100.000,00					100.000,00
Laboratuar ekipmanları	765.704,00					765.704,00
Yenilebilir enerji ile çalışan araç	60.000,00					60.000,00
Mühendislik analiz yazılımları	90.000,00					90.000,00
Akıllı bina için gerekli ofis eşyaları	157.000,00					157.000,00
Diğer Harcamalar	150.000,00					150.000,00
Belgelendirme	100.000,00					100.000,00
Danışmanlık ve Eğitim	50.000,00					50.000,00
Genel Toplam	**3.214.704,00**					**3.214.704,00**

Tablo 21: İş gücü planı ve giderleri

Personel	**Adet**	**Aylık Ücret**	**Çalıştığı Ay**	**Yıllık Ücret**
Koordinatör	1	8.000,00	12	96.000,00
Uzman	1	5.000,00	12	72.000,00
Uzman	1	5.000,00	12	72.000,00
Destek Personeli	1	2.500,00	12	30.000,00
		Genel Toplam		**270.000,00**

Tablo 22: Amortisman giderleri

Oran	Sabit Yatırımlar	Yatırım Tutarı	1. Yıl	2. Yıl	3. Yıl	4. Yıl	5. Yıl
0,02	İnşaat	1.675.000,00	33.500,00	33.500,00	33.500,00	33.500,00	33.500,00
0,10	Makine Ekipman	947.704,00	94.770,00	94.770,00	94.770,00	94.770,00	94.770,00
	Toplam	**2.622.704,00**	**128.270,00**	**128.270,00**	**128.270,00**	**128.270,00**	**128.270,00**

Tablo 23: Tam kapasitede yıllık işletme giderleri

Dğş. Oranı	Gider Kalemi	Gider	Sabit	Değişken
100	Hizmet girdileri	0,00	0,00	0,00
100	Yardımcı	0,00	0,00	0,00
100	Diğer girdiler	0,00	0,00	0,00
70	Su, elektrik, yakıt gideri	0,00	0,00	0,00
70	Diğer enerji giderleri	0,00	0,00	0,00
30	Bakım onarım malzemeleri	0,00	0,00	0,00
80	Personel, işçilik	270.000,00	270.000,00	0,00
30	Bakım onarım hizmet alımı	500,00	350,00	150,00
100	Diğer hizmet alımı	0,00	0,00	0,00
30	Pazarlama ve diğer faaliyetler	65.000,00	45.500,00	19.500,00
50	Haberleşme giderleri	0,00	0,00	0,00
0	Finansman giderleri	0,00	0,00	0,00
0	Amortismanlar	185.110,40	185.110,40	0,00
25	Genel giderler	1.200,00	900,00	300,00
	TOPLAM	521.810,40	501.860,40	19.950,00
	Girdiler hariç toplam	521.810,40	501.860,40	19.950,00

Tablo 24: Tam kapasitede hizmet satış hedefleri

Kod	Hizmet Kalemi	1. Yıl	2. Yıl	3. Yıl	4. Yıl	5. Yıl
H.01	GES, RES, Akıllı bina ve şebeke tesislerinin verimlilik analizlerinin yapılması, verimlilik kaçaklarının tespit edilmesi	3	5	8	8	12
H.02	Teknik danışmanlık ve destek hizmetleri	16	25	32	32	36
H.03	Binalara Enerji Kimlik Belgesi verilmesi	3	5	7	7	9
H.04	Sürdürülebilir yeşil binalar ile sürdürülebilir yerleşmelerin [6]değerlendirme ve belgelendirme hizmetleri					0
H.05	Proje başvurularında projelendirme, raporlama, danışmanlık ve teknik destek hizmetlerinin verilmesi	4	8	13	13	16
H.06	Statik yük analizinin yapılması	15	22	40	40	45
H.07	GES ve RES sistemleri için uzaktan erişimli verimlilik takip donanım ve yazılımlarının üretilmesi	1	2	2	2	3
H.08	Endüstriyel tasarım hizmetleri	1	3	6	6	8
H.09	Teknoloji planlanması, seçimi, marka ve modelin tespiti, tedarik kaynaklarının belirlenmesi	3	5	7	7	9
H.10	Konferanslar, seminerler ve eğitimler	1	1	1	1	2
H.11	Teknik eğitimler (Kişi)	100	500	600	700	850
H.12	Mevzuat konusunda danışmanlık hizmetlerinin verilmesi	3	8	9	9	9
H.13	GES.RES, kojenerasyon ve mikro-kojenerasyon sistemi yatırımlarının fizibilitesinin hazırlanması	6	5	7	7	7
H.14	GES, RES tesislerinin mühendislik planının ve teknik çizimlerinin hazırlanması	4	4	5	5	5
H.15	Elektrik ve topraklama ölçümlerinin yapılması	45	70	90	90	90
H.16	İş güvenliği ortam ölçümlerinin yapılması		30	60	60	60
H.17	Çevresel ölçümlerin yapılması			35	35	35
H.18	Kaldırma araçları periyodik kontrolü			42	42	42

[6] İşbu dokümanın hazırlandığı tarihte piyasa satış fiyatı belirsizliğini koruduğundan satış hedefi belirlenmedi.

Tablo 25: Tam kapasitede işletme gelirleri

Kod	Hizmet Kalemi	1. Yıl	2. Yıl	3. Yıl	4. Yıl	5. Yıl
H.01	GES, RES, Akıllı bina ve şebeke tesislerinin verimlilik analizlerinin yapılması, verimlilik kaçaklarının tespit edilmesi	15.000,00	25.000,00	40.000,00	40.000,00	60.000,00
H.02	Teknik danışmanlık ve destek hizmetleri	120.000,00	187.500,00	240.000,00	240.000,00	270.000,00
H.03	Binalara Enerji Kimlik Belgesi verilmesi	2.250,00	0,00	0,00	0,00	0,00
H.04	Sürdürülebilir yeşil binalar ile sürdürülebilir yerleşmelerin değerlendirme ve belgelendirme hizmetleri					
H.05	Proje başvurularında projelendirme, raporlama, danışmanlık ve teknik destek hizmetlerinin verilmesi	18.000,00	36.000,00	58.500,00	58.500,00	72.000,00
H.06	Statik yük analizinin yapılması	67.500,00	99.000,00	180.000,00	180.000,00	202.500,00
H.07	GES ve RES sistemleri için uzaktan erişimli verimlilik takip donanım ve yazılımlarının üretilmesi	25.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00	75.000,00
H.08	Endüstriyel tasarım hizmetleri	30.000,00	90.000,00	180.000,00	180.000,00	240.000,00
H.09	Teknoloji planlanması, seçimi, marka ve modelin tespiti, tedarik kaynaklarının belirlenmesi	24.000,00	40.000,00	56.000,00	56.000,00	72.000,00
H.10	Konferanslar, seminerler ve eğitimler	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
H.11	Teknik eğitimler (Kişi)	50.000,00	250.000,00	300.000,00	350.000,00	425.000,00
H.12	Mevzuat konusunda danışmanlık hizmetlerinin verilmesi	4.500,00	12.000,00	13.500,00	13.500,00	13.500,00
H.13	GES.RES, kojenerasyon ve mikro-kojenerasyon sistemi yatırımlarının fizibilitesinin hazırlanması	72.000,00	60.000,00	84.000,00	84.000,00	84.000,00
H.14	GES, RES tesislerinin mühendislik planının ve teknik çizimlerinin hazırlanması	60.000,00	60.000,00	75.000,00	75.000,00	75.000,00
H.15	Elektrik ve topraklama ölçümlerinin yapılması	20.250,00	31.500,00	40.500,00	40.500,00	40.500,00
H.16	İş güvenliği ortam ölçümlerinin yapılması		13.500,00	27.000,00	27.000,00	27.000,00
H.17	Çevresel ölçümlerin yapılması			15.750,00	15.750,00	15.750,00
H.18	Kaldırma araçları periyodik kontrolü			18.900,00	18.900,00	18.900,00
	Projelerden gelecek kurum hissesi ve katkı payları	50.000,00	125.000,00	200.000,00	200.000,00	200.000,00
	Gelirler Toplamı	**558.500,00**	**1.079.500,00**	**1.529.150,00**	**1.629.150,00**	**1.629.150,00**

Tablo 26: Tam kapasitede brüt nakit akım

	1. Yıl	2. Yıl	3. Yıl	4. Yıl	5. Yıl
İşletme Gelirleri	558.500,00	1.079.500,00	1.579.150,00	1.629.150,00	1.891.150,00
Sabit giderler	501.860,40	501.860,40	501.860,40	501.860,40	501.860,40
Değişken giderler	19.950,00	19.950,00	19.950,00	19.950,00	19.950,00
İşletme Giderleri Toplamı	521.810,40	521.810,40	521.810,40	521.810,40	521.810,40
Brüt Nakit Akım	**36.689,60**	**557.689,60**	**1.057.339,60**	**1.107.339,60**	**1.369.339,60**

Tablo 27: Toplam net nakit akım ve karlılık hesabı

	1. Yıl	2. Yıl	3. Yıl	4. Yıl	5. Yıl
İşletme Gelirleri	558.500,00	1.079.500,00	1.579.150,00	1.629.150,00	1.891.150,00
İşletme Giderleri	521.810,40	521.810,40	521.810,40	521.810,40	521.810,40
Brüt Gelir	36.689,60	557.689,60	1.057.339,60	1.107.339,60	1.369.339,60
Amortismanlar	185.110,40	185.110,40	185.110,40	185.110,40	185.110,40
Finansman Giderleri	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vergi Öncesi Kar	-148.420,80	372.579,20	872.229,20	922.229,20	1.184.229,20
Geçmiş Yıl Zararı	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Yatırım İndirimi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kurumlar Vergisi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vergi Sonrası Kar	-148.420,80	372.579,20	872.229,20	922.229,20	1.184.229,20
Amortismanlar	185.110,40	185.110,40	185.110,40	185.110,40	185.110,40
İşletme Sermayesi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sabit Yatırım	3.214.704,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Net Nakit Akım	-3.178.014,40	557.689,60	1.057.339,60	1.107.339,60	1.369.339,60
Toplam Net Nakit Akım	**-3.178.014,40**	**-2.620.324,80**	**-1.562.985,20**	**-455.645,60**	**913.694,00**

EK G : ARBİM'de Solar Enerji Sistemlerine Yönelik Mühendislik Hizmetleri için Teknik Kılavuz

Güneş Radyasyonu

Işınım veya radyasyon, bir kaynaktan çevreye enerji taşınımıdır. Radyasyon, elektromanyetik dalgalar veya parçacıklar biçimindeki enerji emisyonu (yayımı) ya da aktarımı şeklinde ifade edilir. Bilindiği gibi maddenin temel yapısını atomlar meydana getirmektedir. Atom ise, proton ve nötronlardan oluşan bir çekirdek ile bunun çevresinde dönmekte olan elektronlardan oluşmaktadır. Herhangi bir maddenin atom çekirdeğindeki nötronların sayısı, proton sayısına göre oldukça fazla ise; bu tür maddeler kararsız bir yapı göstermekte ve çekirdeğindeki nötronlar alfa, beta, gama gibi çeşitli ışınlar yaymak suretiyle parçalanmaktadırlar [29]. Çevresine bu şekilde ışın saçarak parçalanan maddelere *radyoaktif madde* (güneş), çevreye yayılan alfa, beta ve gama gibi ışınlara ise *radyasyon* adı verilmektedir. Geniş çapta kabul görülmüş olan terminolojiye göre taşıdığı enerji büyüklüğüne bakıldığında güneş radyasyonu çoğunlukla kısa dalga boyuna sahiptir ve bu radyasyon değerleri *irradyans* ve *irradyasyon* isimli iki kavram ile açıklanmaktadır.

İrradyans : Birim zamanda birim alana düşen güneş gücüne denir(anlık enerji). Birimi W/m2'dir.

İrradyasyon : Belirli bir zaman aralığında birim alana düşen güneş enerjisi miktarıdır. Birimi Wh/m2'dir.

Direkt Radyasyon : Saçılmadan, yansıtılmadan, direkt olarak açık gök yüzünden yer yüzeyine ulaşan radyasyona direkt radyasyon denilmektedir.

Difüz Radyasyon : Difüz radyasyon İse saçılarak ve dağılmaya uğrayarak yeryüzüne ulaşabilen radyasyondur. Güneş radyasyonu, bulut ve hava molekülleri, aerosoller gibi parçacıklar ve su damlacıkları nedeniyle atmosferde dağılır. Dağılarak yere ulaşabilen güneş radyasyonu ise yer yüzeyine çarparak tekrar dağılıma (emisyona) uğrarlar [30].

Yansıtılan Radyasyon : Gelen güneş radyasyonunun bulutlar ve yer yüzeyi tarafından atmosfere geri gönderilen (radyasyonun az bir kısmı) radyasyondur [30].

Albedo : Yer yüzeyine ulaşan güneş ışınımının yerden yansımasının ölçüsüdür. Yerden yansıtılan radyasyonun güneşten gelen toplam radyasyona oranı albedoyu verir. Yer yüzeyine bağlı olarak değişir. Yansıtabilirlik ya da Albedo, yüzeylerin yansıtma gücü veya bir yüzeyin üzerine düşen elektromanyetik enerjiyi yansıtma kapasitesidir. Genel olarak güneş ışığını yansıtma kapasitesi için kullanılır. Albedo, cismin yüzey

dokusuna, rengine ve alanına bağlı olarak değişir. Elektromanyetik tayfın tümünde veya belirli bir bölümünde hesaplanabilir. Uzaydan dünyamıza bakıldığında, bulutlar parlak, okyanus yüzeyi ise genelde koyu olarak gözükür. Beyaz bulutlar üzerlerine düşen ışığın büyük bölümünü yansıtırlar; albedoları yüksektir. Deniz yüzeyi ise üzerine düşen ışığın büyük bölümünü emer, ancak çok küçük bölümünü yansıtır; albedosu düşüktür. Gezegenimizin yüzeyinde en yüksek albedo oranına sahip olan cisimler arasında kar ve kum vardır. En düşük albedo değerlerine ise yeni sürülmüş nemli topraklarda ve ormanlık alanlarda rastlanır [31].

Toplam (Global Radyasyon) : Direkt, difüz ve albedo bileşenlerinin toplamıdır.

Güneş Açıları

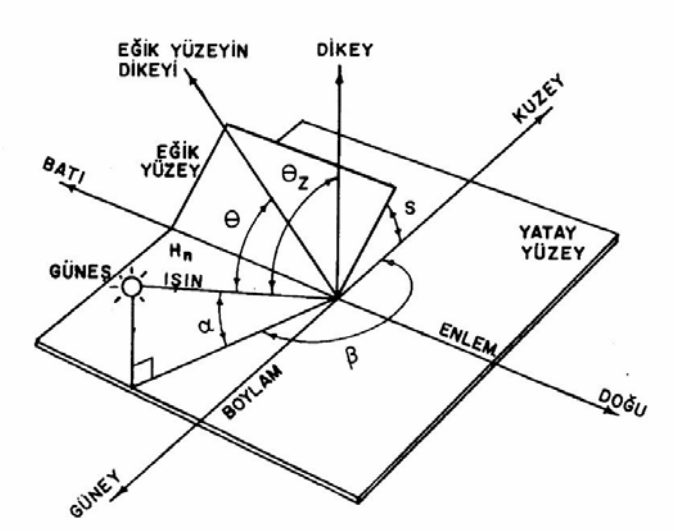
Güneş açıları ile dünya üzerindeki objelerin yüzeyleri arasında belirli açılar vardır. Eğer güneş enerjisi verimli kullanılmak isteniyorsa bu açılar hakkında bilgi edinilmelidir.

Yükseklik açısı (α) : Güneş Işınımı ile yatay yüzey arasındaki açıdır [32].

Eğim Açısı (s) : Yatay yüzey ile eğik yüzey arasında kalan açıdır. Ekvatora yönelen yüzey için artı değer alınır [32].

Güneş azimut açışı (β) : Güneş ışınlarının kuzeye göre, saat dönüş yönünde sapmasını gösteren açıdır. Örneğin saat 12:00 de 180° dir [33].

Yüzey azimut açısı : Yüzeyin dikeyinin, yerel boylama göre, sapmasını gösteren açıdır. -180° ile 180° arasında değişebilir. Güneye bakan yüzey için sıfır olur. Doğuya yönelen yüzeyde artı, batıya yönelen yüzeyde ise eksi değer alır [34].



Şekil 13: Güneş açıları.

Transpozisyon Faktörü

Transpozisyon faktörü bir doğrulama katsayısıdır, bu katsayı yatay olarak yerleştirilmiş modüller için 1' dir. Ancak, panelin eğim açısının ve güneyden sapma açısının (kuzey yarımküre için) değiştirilmesiyle birlikte modülün yatay düzleme göre aldığı güneş radyasyonunda kazanç yada kayıp oluşabilir. Bu durumun analiz edilip yatay modül yüzeyine gelen radyasyona bir çarpan olarak eklenmesiyle belirlenen eğim açısında ve güneyden sapma açısında modül yüzeyine gelen radyasyon hesaplanmış olur [35].

Transpozisyon Faktörü Hesaplanması

Hay Modeli

Hay modeli difüz radyasyon hakkında çok iyi bilgi olmadığı zaman iyi sonuçlar veren klasik ve güçlü bir metottur [36].

Işın direkt radyasyon bileşeni;

$$Beam_{inc} = Beam_{hor} \times \frac{\sin(H_{soli})}{\sin(H_{sol})} \quad (1)$$

Işın difüz radyasyon bileşeni;

$$Diff_{inc} = Diff_{hor} \times \frac{(1-K_b)\times(1+\cos(i))}{2} \times K_b \times \frac{\sin(H_{soli})}{\sin(H_{sol})} \quad (2)$$

Işın albedo bileşeni;

$$Alb_{inc} = p \times Glob_{hor} \times \frac{(1-\cos(i))}{2} \quad (3)$$

$$K_b = \frac{Beam_{hor}}{I_o \times \sin(H_{sol})} \quad (4)$$

Formülde geçen ifadelerin anlamları;

i	: Yüzey açısı.
H_{sol}	: Yatay düzlemdeki güneş yüksekliği.
H_{soli}	: Yüzeydeki güneş yüksekliği (= 90° - gelme açısı)
K_b	: Netlik katsayısı
I_o	: Solar sabit (günlere göre değişir)
P	: Albedo bileşeni (genellikle ~ 0.2)

Perez Modeli

Perez modeli daha gelişmiş bir modeldir, ancak Perez modelinin kullanılabilmesi için çok iyi ölçülmüş yatay radyasyon bilgilerine ihtiyaç vardır [36].

AC – DC Kablolama Güç Ve Voltaj Düşümü

AC Kablolama

Şebekeler akımı AC olarak taşımaktadır ve inverterden şebekeye AC akım verilir. AC akımda voltaj düşümleri şebekeye verilen aktif ve reaktif güce bağlı olarak değişir [37]. Şebekeye tamamen aktif güç veren bir sistem için AC voltaj düşümü hesabı;

1 Faz 220V için;

$$\Delta u\% = \frac{200 \times L \times P}{K \times S \times U^2} \tag{5}$$

3 Faz 380V için;

$$\Delta u\% = \frac{100 \times L \times P}{K \times S \times U^2} \tag{6}$$

DC Kablolama

Fotovoltaik sistemlerde FV modüller ile inverter arasındaki enerji taşıması DC akım ve DC kablolama ile yapılır [37]. DC kablolamadaki voltaj düşümü hesabı aşağıdaki basit formülasyonla yapılabilir.

$$\Delta u\% = \frac{200 \times L \times P}{K \times S \times U^2} \tag{7}$$

AC ve DC kablolamanın her biri için maksimum voltaj düşümünün %1'in üstünde olmaması önerilmektedir.

FV Modül Sıcaklık İlişkisi

Modül çıkış voltaj değeri sıcaklık artışıyla birlikte azalma gösterir. Bu duruma ters olarak akım değerlerinde de artış olur ancak akım değerindeki artış voltaj değerindeki düşüş ile kıyaslanamayacak kadar azdır.

Sıcaklığa bağlı olarak değişen akım-voltaj değerlerinin ve güç çıkışının değişimi [38, 39];

$$I_{SC}(T) = I_{SC} \times [1 + \alpha_{ISC} \times (T_{hücre} - 25)] \tag{8}$$

$$I_{MP}(T) = I_{MP} \times [1 + \alpha_{MP} \times (T_{hücre} - 25)] \tag{9}$$

$$V_{OC}(T) = V_{OC} \times [1 + \beta_{VOC} \times (T_{hücre} - 25)] \tag{10}$$

$$V_{MP}(T) = V_{MP} \times [1 + \beta_{VMP} \times (T_{hücre} - 25)] \tag{11}$$

Eğer herhangi bir T sıcaklığı için P_{mp} hesaplanmak istenirse

$$P_{MP}(T) = V_{MP} \times I_{MP} \tag{12}$$

yöntemi kullanılır.

PV Modül Sıcaklığının Hesaplanması

PV modüllerin sıcaklığı neredeyse her zaman ortam sıcaklığından çok daha fazladır. PV modül sıcaklığının hesaplanabilmesi için temel olarak iki model kullanılmaktadır. İlk model

Lineer Sıcaklık Modeli

Lineer sıcaklık modeli PV modüllerinin kullanılacağı alan ile ilgili geniş bir meteorolojik veri bilgisi yoksa tercih edilir [40]. Lineer sıcaklık modeli için yaklaşık irradyansın bilinmesi yeterlidir. Lineer sıcaklık modeli şu bağıntıyla gösterilmektedir [40, 41]:

$$T_{modül}=T_{ortam} + k \times G/G_{stc} \quad (13)$$

Burada **k** katsayısı sistemin kurulum tipine göre değişmektedir. Buna göre;

Arka havalandırmalı sistemler için	k = 20°C,
Çatıya kurulu arka havalandırmalı sistemler için	k = 30°C,
Çatıya kurulu havalandırmasız, entegre sistemler için	k = 45°C

alınır.

Dinamik Sıcaklık Modeli

Dinamik sıcaklık modeli termal denge denklemlerinin analiz edilmesiyle oluşur. Dinamik sıcaklık modelinde havanın rüzgâr koşulları da göz önünde bulundurulur [42]. Bu modelde hesaplamalar olabildiğince küçük zaman aralıklarında yapılmalıdır.

$$Q_G = \alpha.G.A_{Modül} \quad (14)$$

$$Q_s = f_E.\varepsilon.A_{Modül}.\alpha.(T_{modül}^4 - T_\alpha^4) \quad (15)$$

$$Q_K = f(A_{Modül}\ T_{modül}\ T_\alpha\ \nu_w\ I_{char}) \quad (16)$$

Rüzgar hızı:

$$V_r = V_r \times 10m \times \frac{\frac{\ln(hr)}{0,3}}{\frac{\ln(10m)}{0,3}} \quad (17)$$

formülü ile hesaplanır.

FV Modül Güneş Radyasyonu İlişkisi

Birimi W/m2 olan güneş ışınımı, güneş yoğunluğu veya güneş radyasyonu olarak ifade edilir. FV kısa devre akımı güneş yoğunluğu ile doğru orantılı olarak değişir. %100 güneş yoğunluğu (1000W/m2) altında kısa devre akımı, %50 güneş yoğunluğu (500W/m2) altındaki kısa devre akımının iki katıdır [43]. Referans olarak kısa devre akımı IO ve güneş radyasyonu GO ile gösterilir ve dolayısı ile farklı ışınım altındaki kısa devre akımı

$$I = I_O \times G/G_O \tag{18}$$

olarak hesaplanır.

İnverter

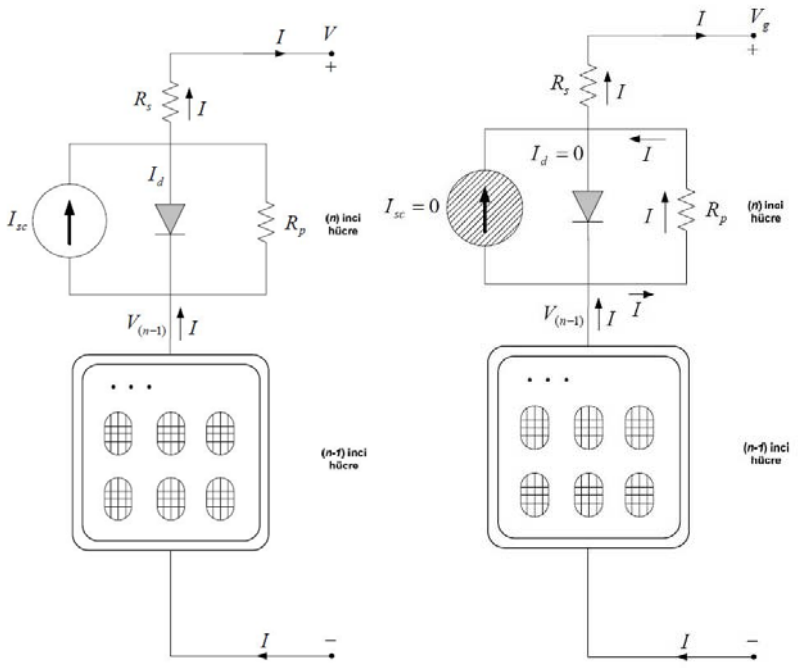
İnverterler PV modüllerden gelen DC akımı AC akıma çeviren cihazlardır. İnverterler temel olarak iki göreve yaparlar birincisi DC akımı AC akıma çevirmek, ikincisi ise kendi algoritmaları ile PV modüllerde ki maksimum güç noktasını izlemek. AC taraftaki çıkış gücü ise:

$$P_{AC} = P_{DC} * \eta_{İnv} \tag{19}$$

olarak hesaplanabilir. Burada $\eta_{İnv}$: İnverter evirme verimliliğidir [45].

Kısmi Gölgeleme Etkisi ve By-Pass Diyotlar

Gölgeleme etkisini aşağıdaki şekillerle daha iyi anlayabiliriz. Şekil 8.1 deki durumda bütün hücreler güneş altında iken, şekil 8.2 de en üstteki hücre gölge etkisine maruz kalmaktadır. Kısa devre akımı, gölgeli hücrede sıfırdır [46]. Bu durumda sistem tarafından üretilen akım Rp direnci üzerinden akar ve sistemin toplam çıkış gerilimi, gölgeli hücrelerden dolayı azalacaktır.



(a) (b)

Şekil 14: Kısmi gölgeleme etkisinin devre eşdeğeri (a)Bütün hücreler güneş altında, ve (b) En üstteki hücre gölgeli

Hücreler çoğu kez homojen olmayan güneş radyasyonuna maruz kalmaktadır. FV modüldeki ufak bir kısmi gölgeleme bile FV modülün çıkış gücüne büyük oranda yansıyacaktır. Gölgeleme altında kalan hücrelerin FV modül üzerindeki etkisi köprülüme (by-pass) diyotlarıyla engellenebilir. Köprülüme diyotu olmadığı durumlarda gölgede kalan hücreler paneldeki diğer hücrelerden akım çeker ve güç harcar bu durumda hücre ısınmaya başlar bu da hücrede kalıcı hasarlara ve doğal olarak da FV modülde kalıcı hasarlara yol açar. By-pass diyotlar her bir hücreye değil, genel olarak bir hücre gurubuna bağlanır [47].

FV Sistem Enerji Çıkış Gücünün Hesaplanması

FV sistem çıkış gücünü hesaplayabilmek için öncelikle etkisi altında olduğu faktörlerin incelenmesi gerekir. FV sistemin enerji çıkış gücünü etkileyen faktörler;

- sistemin performans oranı,
- panellerin dünya üzerindeki konumu olarak radyasyondan faydalanma miktarı(panellere ulaşan yıllık ortalama güneş ışınımı),
- birim alandaki panel sayısıdır.

Bu faktörleri kullanarak enerji genel formülünü elde edilebilir Solar enerji çıkış gücü genel formülünü kullanarak, elde edilecek yaklaşık enerji miktarı hesaplanır.

Solar enerji çıkış gücü genel formülü ;

$$E = A \times r \times H \times PR \qquad (20)$$

Solar enerji Performans oranı (PR) ;

$$PR = (1-a)*(1-b)*(1-c)*(1-d)*(1-e)*(1-f) \quad (21)$$

Performans Oranının Hesaplanması (PR)

Performans oranını hesaplayabilmek için performans oranını artıran veya düşüren sebeplerin hepsini incelemek gerekir. Performans oranına etki eden sebepleri olarak

- sıcaklık,
- panel üzerinde biriken toz ve kirlilik,
- kablolama sırasında yapılan uyumsuzluklar,
- DC kablolama ve AC kablolama sırasındaki güç kayıpları,
- bulunduğu konum sebebiyle üzerinde oluşan radyasyon etkisi, açısı ve azimuth değerleri, gölgeleme unsurları,
- inverter kayıpları

değerlendirilir. Bu faktörlerin etkisiyle performans oranı da değişiklik gösterir. Performans oranın değeri de panellerden elde edilebilecek enerji miktarına etki eder.

FV panel üreticileri panel gücünü hesaplarken STC (standart test koşulları) kullanırlar. Standart test koşulları: 25°C hava sıcaklığı, 1000 W/m^2 güneş radyasyonu yoğunluğu ve 1,5 atmosfer katsayısı koşulları altında yapılan ölçümlerdir.

Tablo 1 de bir panelin STC' deki elektriksel parametrelerini görebilirsiniz. Maksimum güç panelin çıkış gücünü göstermektedir. Vmpp, Impp,ISC,VOC,ISCsıcaklık katsayısı, VOC sıcaklık katsayısı, Pmax sıcaklık katsayısı gibi panel verilerini sırasıyla kısaca açıklamak gerekirse;panelin çıkış voltajı, panelin çıkış akımı,kısa devre akımı, açık devre gerilimi,kısa devre akımının sıcaklıkla değişme katsayısı,açık devre geriliminin sıcaklıkla değişme katsayısı, panelin maksimum gücünün sıcaklıkla değişme katsayısı olarak ifade edilir. Bu panel parametrelerini performans oranını hesaplarken ve enerji çıkış gücünü hesaplarken kullanılır.

Sıcaklığın Etkisi

Modüllerin çıkış gücü modülün sıcaklığının artmasıyla azalır. Panellerin çalışması sırasında FV sistemlerde modüllerin hücre sıcaklığı 40-75 °C ye yükselmektedir. FV panel üreticileri FV panelin sıcaklıkla verim değişimini bir oranda data kağıtlarında vermektedirler. Sıcaklığın etkisiyle oluşan kayıpları hesaplayabilmek için kullanılacak formüller aşağıda verilmiştir. Bu formülleri kullanarak sıcaklık yüzünden oluşabilecek güç kaybını hesaplanır. İlk formül hücre sıcaklığını hesaplamak için kullanılır. Diğer formül ise hücre sıcaklığındaki artış sebebiyle oluşan performans kayıp yüzdesini hesaplamak için kullanılır.

$$T_{cell} = T_{amb} + \left(\frac{N_{OCT} - 20^{o}}{0,8}\right) \times S \quad (22)$$

Kir ve Toz

FV modüllerin yüzeylerinin kirlenmesinden ya da yüzeyde kar birikmesinden dolayı, modüllere ulaşan ışınım miktarının azalmasıyla gerçekleşen kayıplardır. Tozlanma üzerine yapılan araştırmalar göstermiştir ki, özellikle az yağış alan bölgelerde bu kayıplar ekstra durumlarda %15 oranlarına ulaşmaktadır. Bu durumda yapılması gereken modüllerin temizlenmesidir. Fakat büyük güçlü GES'lerde, özellikle su sıkıntısı çekilen alanlarda bu işlem pahalıya mal olabilir. Tozlanmadan kaynaklanan güç kaybı tozun cinsine, en son düşen yağmurdan beri geçen zamana ve temizlik programına bağlıdır. Yatayla eğim açısı 15°'den büyükse yağmurun tozu temizlemede etkili olacağı varsayılır. Bu durumda tozlanmadan kaynaklanan verim kaybı % 0.5'le sınırlıdır.

Kir ve Toz FV panellerinin çıkış gücünü azaltmaktadır. Bu faktör mevsimlere hatta saate göre bile değişebilir ama ortalama olarak kirlilik ve toz faktörü, standart bir değer olarak 3 % olarak belirlenir.

Mismatch (Uyumsuzluk) ve Kablolamadaki Kayıplar

Sistemdeki uyumsuzluklar, kablolamanın artmasıyla yada yanlış kablo seçimi sonucunda oluşan kayıplardır. FV modüller, inverter girişinde gerekli olan DC gerilim ve akımı tutturabilmek için birbirlerine seri ve paralel şekilde bağlanır. Fakat böyle bir yapıdaki toplam DC güç, tek tek panellerin güçlerinin toplamından daha düşüktür. Bu durumun ana sebepleri;

- statik uyumsuzluk,
- çevresel gerilim ve
- gölgelenme

faktörleridir. Statik uyumsuzluk üretim esnasındaki toleranslar ve dize içindeki modüllerin yaşlanma faktörleridir. Çevresel gerilim, hava koşullarından dolayı modüllerin zarar görmesiyle ilgilidir. Bir FV dizesindeki modüllerin birbirinden farklı çalışma sıcaklıklarında bulunması ya da farklı ışınım değer ve açılarına maruz kalması uyumsuzluk kaynağıdır. Yine aynı FV dizesindeki modül DC kabloları arasındaki mesafe ve kesit farkları uyumsuzluk kayıplarına neden olur. Dinamik uyumsuzluk modüllerin maksimum güç noktalarından uzakta çalıştırılmalarından kaynaklanır. Sistemdeki modüller arasındaki seri dizi ve paralel bağlantılar inverterler tarafından iyi yönetilmelidir. Dizideki seri olarak birbirine bağlanan modüllerin güç toleransları arasında farklara bağlı olarak uyumsuzluk kayıpları artar ya da azalır. Ortalama olarak uyumsuzluk kayıpları 2 % olarak alınır. c= 2% Mismatch (uyumsuzluk) ve kablolamadaki kayıpların performanstaki düşme yüzdesini hesaplamalarda standart alınabilir.

DC-AC Çevirme (İnverter) Kayıpları

Bu kayıplar inverterin stand-by konumundaki enerji tüketimi de göz önünde bulundurularak, inverter verim eğrisi vasıtasıyla hesaplanır. DC/AC güç çevrimi verimliliği için Avrupa Verimlilik "European Efficiency" ve Ağırlık Verim gibi metrikler kullanılır. İnverter deki DC/AC çevrim kayıpları, güç katmanı topolojisinin tipine ve FV inverter dahilinde kullanılan yarı iletken, manyetik elementler ve kapasitörlerin iletim ve anahtarlama gibi operasyonel karakteristiklerine bağlıdır. İnverter verimi Avrupa verimlilik "European Efficiency" formülüne göre bir standartta hesaplanabilir. Bu formül;

$$\eta E = 0{,}03 * \eta 5\% + 0{,}06 * \eta 10\% + 0{,}13 * \eta \%20 + 0{,}1 * \eta 30\% + 0{,}48 * \eta 50\% + 0{,}2 * \eta 100\% \quad (23)$$

dir.

Tipik olarak FV inverter verimi her 150 V DC giriş gerilimi genliğinde %0.3 - %1 oranlarında azalır. Bunun yanı sıra verim, düşük ışınım ve yüksek DC giriş gerilimlerinde kontrol ünitesinin güç tüketiminden ve anahtarlama kayıplarından dolayı %5'e kadar düşüş gösterir. Günümüzde üretilmekte olan trafosuz şebeke bağlantılı inverterlerin nominal DC giriş gerilimlerinde maksimum verimleri %98 mertebelerindedir.

Kablolama

FV sistemler çok yüksek güç üretebilmektedir. Bu gücü sisteme iletirken kablolama çok önemlidir. Çünkü yanlış kablolamayla sistem verimi düşebilir ve sistemde zararlar meydana getirebilir. FV sistemde AC ve DC tarafında da maksimum gerilim düşümü %3 olmalıdır. Bu miktarı aşmamak için gerekli hesaplamalar yapılarak minimum güç kaybını hedefleyen tasarımlar hazırlanır. Panellerin çıkışından invertere kadar olan bölümdeki kablo bağlantısı DC kablolama, inverterden trafoya kadar olan kablo bağlantısı ise AC kablolama ile yapılmaktadır.

DC Kablolama

Fotovoltaik sistemlerde FV modüller ile inverter arasındaki enerji taşıması DC akım ve DC kablolama ile yapılır. DC kablolamadaki voltaj düşümü hesabı aşağıdaki basit formülasyonla yapılır.

$$\Delta u\% = \frac{200 \times L \times P}{K \times S \times U^2} \quad (24)$$

$$\Delta u\% = \frac{2 * 100 * L * P}{K * S * U^2}$$

AC Kablolama

Şebekeler akımı AC olarak taşımaktadır ve inverterden şebekeye AC akım verilir. AC akımda voltaj düşümleri şebekeye verilen aktif ve reaktif güce bağlı olarak değişir. Şebekeye tamamen aktif güç veren bir sistem için AC voltaj düşümü hesabı;

$$\Delta V = b\,[\rho\, L / S \cos\varphi + \lambda\, L \sin\varphi] \times IBR = \rho / S,\ \ X = \lambda \quad (25)$$

$$\Delta V = b\,[R \cos\varphi + X \sin\varphi] \times IB \times L \quad (26)$$

$$\Delta V = [R \cos\varphi + X \sin\varphi] \times IB \times L \text{ 3 faz Faz-Nötr voltaj düşümü} \quad (27)$$

$$\Delta V = \sqrt{3}\,[R \cos\varphi + X \sin\varphi] \times IB \times L \text{ 3 faz Faz-Faz voltaj düşümü} \quad (28)$$

$$K = \sqrt{3}\,[R \cos\varphi + X \sin\varphi] \quad (29)$$

$$\Delta V = K \times IB \times L \quad (30)$$

Panellerde Ortalama Yıllık Güneş Işınımının Hesaplanması

FV modüllerin gücü hesaplanırken STC (standart test koşulları) standartları kullanılarak hesaplanır. Bu koşullar 25°C modül sıcaklığı, 1000w/m^2 irradyans değeri ve 1,5 atmosfer geçirgenlik katsayısıdır. Örneğin bir modül %15.15 modül verimine ve 1,65m2 modül alanına sahipse bu modülün STC'deki gücü;

1000W/m2*1,65m2*0,1515 =249,97 Watt, olarak hesaplanır.

Eğer modülün gücü 800W/m2 irradyans değeri altında alınırsa;

800W/m2*1,65*0,1515 = 199,98 Watt, olarak hesaplanır.

Ancak normal koşullarda modüllerin STC'de hesaplanan güçte çalışmaları zordur. Bunun ilk nedeni irradyansın STC'de ki irradyanstan küçük olması ve modül sıcaklığının kış aylarında bile 25°C 'den büyük olmasıdır. Gaziantep için hesaplanan irradyans ve irradyasyon değerleri **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**'de verilmiştir.

Panellerde Değişken Azimuth ve Tilt Olduğunda Yıllık Ortalama Güneş Işınımı Hesaplanması

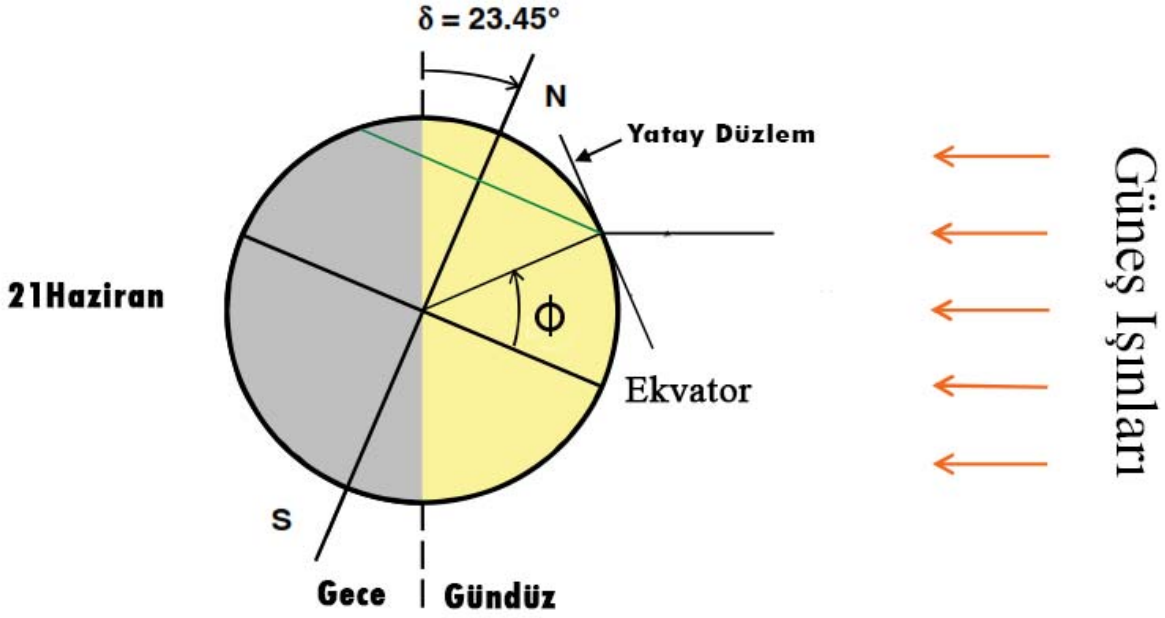
Paneller üzerindeki global radyasyonu hesaplayabilmek için öncelikle güneşin saatlik hareketlerini açılarını bilmemiz gerekir. Ardından önceden hesaplanmış yaklaşık verileri kullanarak aylık ve günlük olarak panellerin üzerine düşen radyasyon miktarını ölçmek mümkündür.

Güneş Geometrisi

Güneş Açıları: Yeryüzünde, ışınımın en önemli özellikleri dünyanın kendi ekseni etrafında dönmesiyle ve güneş çevresinde eliptik yörüngesiyle belirlenir. Güneşten gelen ışınlar ile dünya üzerindeki yüzeyler arasında belirli açılar oluşur. Güneş yüzeyinden gelen radyasyonun paneller üzerindeki etkisini anlayabilmek için bu açıların etkin olarak kullanılması gerekmektedir.

Enlem Açısı (latitude), φ

Yeryüzündeki herhangi bir noktayı dünya merkezine birleştiren doğrunun, dünyanın ekvator düzlemi ile yaptığı açıdır. Kuzey yön pozitif olmak üzere -90° ile 90° arasında değişir (-90°≤ φ ≤90). Enlem açısı herhangi bir bölge için atlastan okunabilir. Türkiye, 36-42° kuzey enlemleri (26°-45° doğu boylamları) arasında yer alır. Enlem açısı ayrıca güneş yükseklik açısının hesaplanmasında da kullanılır. Coğrafi koordinat sisteminde; 1°=60´ olup 1´=60"dir. Ancak güneş geometrisinde ondalık sistemin kullanıldığı unutulmamalıdır.



Şekil 15: Latütide açısının gösterimi

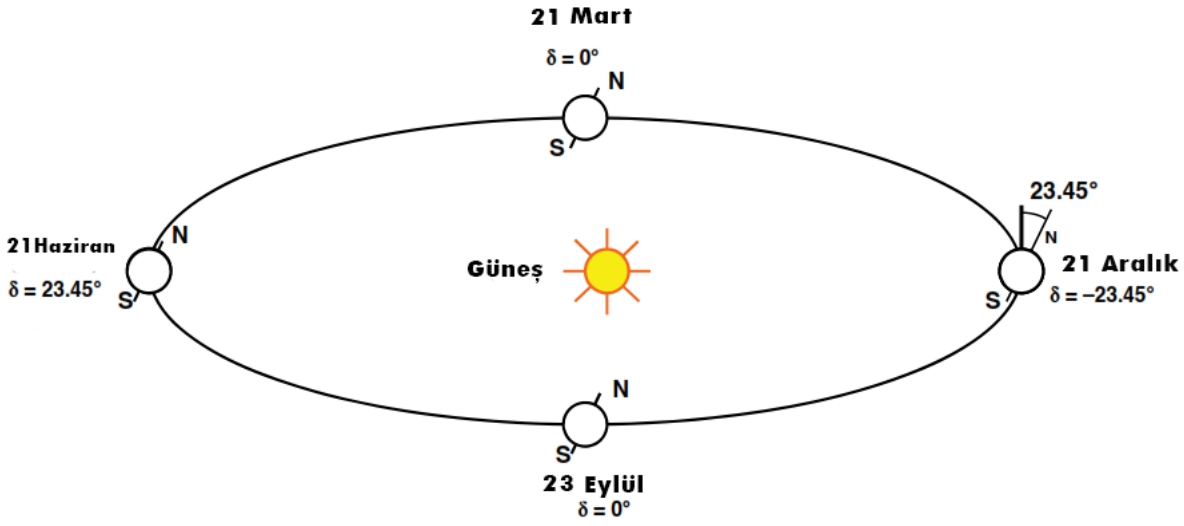
Deklinasyon Açısı (declination), δ

Güneş ışınları ve dünya arasındaki açısal ilişkiler bakımından en önemli olanıdır. Güneş ışınlarının aylar ve mevsimlere göre dünyaya geliş açısı olup ayrıca diğer bir tanımlamayla da güneş ışınlarının ekvator düzlemi ile yaptığı açıdır. Deklinasyon açısının diğer adı "sapma açısıdır!". Deklinasyon açısı dünyanın kendi ekseni ve yörünge düzlemi ile yaptığı 23,45 derecelik açıdan kaynaklanır. (Eğer dünya dönme ekseninde eğik olmasaydı deklinasyon açısı daima "sıfır" olurdu.) Deklinasyon açısı; $-23{,}45° \leq \delta \leq 23{,}45°$ açıları arasında yer alır bu açıların arasında yer almasının sebebi ise dünyanın etrafında döndüğü kutupsal eksen, uzayda kendi yörünge düzlemine 66,55°'lik bir açıyla sabitlenmesindendir. (90°-66,55° = 23,45°) Daha detaylı açıklamak gerekirse; yörünge düzlemi ile dünyanın ekvator düzlemi arasında ki bu açı yaz ortasında (21 Haziran) en yüksek (23,45°), kış ortasında (21 aralık) ise en düşük (-23,45°) açısal değerdedir. Ekinoks noktalarında ise (21 Mart ilkbahar ekinoksu, 22 Eylül sonbahar ekinoksu) deklinasyon açısı "sıfır" olur! Deklinasyon açısının yaklaşık değeri Cooper (1969) denkleminden hesaplayabiliriz;

$$\delta = 23{,}45 \times \sin[(360/365)\times(284+n)] \quad \text{veya} \qquad (31)$$

$$\delta = -23{,}45 \times \cos\{0{,}986 \times (n+10{,}5)\} \qquad (32)$$

denklemlerde yer alan "n" = 1 Ocaktan itibaren gün sayısıdır.



Şekil 16: Denklinasyon açısının zamana göre değişimi

Saat açısı (hour angle) ω

Güneş ışınlarının bulunduğu boylam (güneş boylamı denilebilir) ile göz önüne alınan yerin boylamı arasındaki açıdır. Saat açısı, güneş boylamının göz önüne alınan yerin boylamı ile kesiştiği "güneş öğlesi"nden itibaren önce ise (-), sonra ise (+) olarak alınır. Güneş öğlesinde, güneş saati (GS)12'dir. Güneş öğle vakti ile ilgili zaman arasındaki saat farkı, 15 sabit sayısı ile çarpılarak güneş saat açısı bulunur. Bu sabit sayı, dünyanın güneş etrafında bir defa dönüşü sırasında kat ettiği 360° 'lik açının 24'e bölünmesi ile elde edilmiştir. Başka bir ifade ile bu katsayı, dünyanın güneş çevresinde 1 saatte yaptığı açıdır. Bir saat 15 boylama eşittir. Güneş açıları güneş öğlesine göre simetriktir.

Formül olarak ifade edilirse; (Güneş saat açısı hesaplanmasında yerel saat kullanılmalıdır.)

$$\omega = 15 \times (GS-12) \qquad (33)$$

15 sabit sayısı her 15° saat açısı zaman olarak 1 saate tekabül eder diğer bir tanımlamayla dünyanın güneş çevresinde bir defa dönüşü sırasında kat ettiği 360°'lik açının 24 saate bölünmesiyle elde edilir yani 4 dakika da 1° olarak tanımlanabilir. Saat açıları güneş öğlesine göre simetriktir. Saat 14:00 (30°) ile saat 10:00'da (-30°) saat açıları eşittir.

Güneşin batış derecesi (GB°) zamanı aşağıdaki eşitlikten hesaplanabilir;

$$GB = \cos\text{-}1\,[-\tan(\delta)\,\tan(\varphi)] \qquad (34)$$

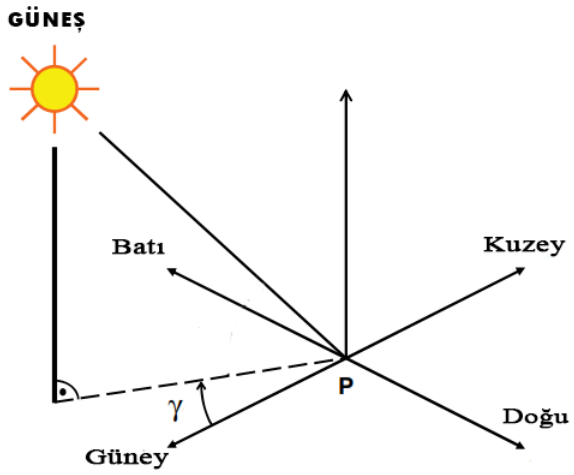
Güneşin batışı, yukarıdaki eşitlikten derece olarak belirlenir. Belirlenen derece değeri 15'e bölünerek güneş batışının, yerel öğle zamanından kaç saat sonra olduğu bulunur. Güneş doğuş zamanını bulmak için bulunan sayı, 12'ye göre saat ibresinin tersi yönünde alınır. Güneş öğle vakti ile güneşin doğuşu ve batışı arasındaki süre aynıdır. Sürenin aritmetik toplamı günün toplam uzunluğunu verir. Güneş ışınımı hesaplamaları, güneş zamanına göre yapılır. Güneş azimut açısının 0° olduğu, başka bir deyişle, güneş yükseklik açısının en yüksek olduğu zamanın, saat 12 olarak alındığı saat sistemine güneş saati (yerel saat) denir. Bir

ülkenin kullandığı standart saat zamanı ile güneş saati birbirinden farklıdır. Standart saatin, güneş saatine dönüştürülmesi için standart boylam ile bulunulan bölgenin yerel boylamı arasındaki boylam farkı ve günlere göre değişen zaman düzeltme faktörü dikkate alınır. Boylam Greenwich'in doğusundaki ülkeler için (-), batısındaki ülkeler için (+) değer alır. Aşağıdaki denklikle bulunabilir;

$$YS = GOZ + [\ E\text{-}4\ (Boylam)] / 60 \qquad (35)$$

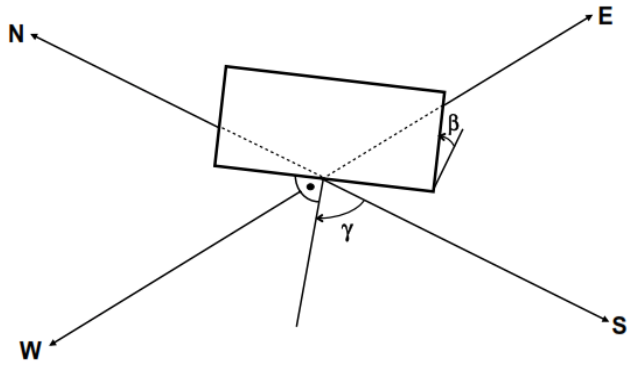
Azimut Açısı (Azimuth) γ

Güneşin güney eksenle yaptığı yatay açıdır. Panel üzerine düşen radyasyonun hesaplanmasında gereklidir.



Şekil 17: Azimut açısı

Bu noktada, yere göre açıya ve azimut açısına sahip bir panelin üzerine düşen güneş ışınlarını anlık olarak hesaplamak mümkün değildir. Bu sorunu aşmak için günlük, aylık ve yıllık olarak ortalama değerler alınmış ve kaydedilmiştir.



Şekil 18: Eğimli bir panelin örnek olarak gösterilmesi

Bu kaydedilen değerlerin baştan hesaplanmasına gerek yoktur. Bunun yerine küresel ışınlama faktörünü $R(\beta,\gamma)$ (global irradiation factor) bilmek yeterlidir. Bu faktörü kullanarak belirli bir azimut ve yere göre açıya sahip bir panelin üzerine düşen H miktarındaki aylık radyasyonu tanımlanabilir.

$$HG= R(\beta,\gamma).H$$

REFERANSLAR

1 Enerji Güvenliği ve Verimliliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Onuncu Kalkınma Planı 2014 – 2018, T.C. Kalkınma Bakanlığı

2 Dokuzuncu 5 Yıllık Kalkınma Planı (2007-2013), T.C. Kalkınma Bakanlığı , 1 Temmuz 2006.

3 Onuncu 5 Yıllık Kalkınma Planı (2014-2018) ÖİK El Kitabı, T.C. Kalkınma Bakanlığı , 1 Ağustos 2012.

4 2015 – 2019 Stratejik Planı, Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı.

5 IEA Ülkelerinin Enerji Politikaları - Türkiye 2013 incelemesi, Uluslararası Enerji Ajansı, 2013.

6 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu, Yürürlüğe giriş: 02 Mayıs 2007 tarih ve 26510 sayılı Resmi Gazete.

7 Türkiye Sanayi Strateji Belgesi 2015 - 2018, T.C. Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı,

8 5018 sayılı Kamu Mali Yönetimi ve Kontrol Kanunu, Yürürlüğe giriş: 24.12.2003 tarih ve 25326 sayılı Resmi Gazete.

9 Enerji Verimliliği Strateji Belgesi 2012-2023, Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı, Yüksek Planlama Kurulu'nun 20 Şubat 2012 tarih ve 2012/1 sayılı kararı, Yürürlüğe giriş: 25 Şubat 2012 tarih ve 28215 sayılı Resmi Gazete.

10 Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği, Yürürlüğe Giriş: 5 Aralık 2008 tarih ve 27075 sayılı Resmi Gazete (Değişiklik 1 Nisan 2010 tarih ve 27539 sayılı Resmi Gazete)

11 Report: Global Market Outlook For Photovoltaics Until 2016, European Photovoltaic Industry Association, Mayıs 2012.

12 Report: Global PV Market, Global Market Research and Analysis, Solarbuzz, 2015.

13 Report: Global Market Outlook for Photovoltaics until 2017 - Facing a sunny future, European Photovoltaic Industry Association, 2013.

14 6094 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun, Yürürlüğe giriş: 8 Ocak 2011 tarih ve 27809 sayılı Resmi Gazete.

15 Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Enerjisi Üreten Tesislerde Kullanılan Aksamın Yurt İçinde İmalatı Hakkında Yönetmelik, Yürürlüğe Giriş: 19 Haziran 2011 tarih ve 27969 sayılı Resmi Gazete.

16 4 Ağustos 2002 tarih ve 24836 sayılı Resmi Gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren ve 3 Nisan 2012 tarihinde güneş enerjisini kapsayacak şekilde son değişikliği yapılan Enerji Piyasası Lisans Yönetmeliği, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, 2012.

17 İmalat Sanayinde Dönüşüm Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Onuncu Kalkınma Planı 2014 – 2018, T.C. Kalkınma Bakanlığı

18 Sürdürülebilir Orman Yönetimi Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Onuncu Kalkınma Planı 2014 – 2018, T.C. Kalkınma Bakanlığı

19 KENTGES Bütünleşik Kentsel Gelişme Stratejisi ve Eylem Planı 2010 – 2023, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.

20 2015 Yılı Güneş Yılı Olacak, Güneş Enerjisi Sanayicileri ve Endüstrisi Derneği (GENSED), Para Haftalık Ekonomi Dergisi, 22 - 28 Temmuz 2014.

21 Sürdürülebilir Yeşil Binalar İle Sürdürülebilir Yerleşmelerin Belgelendirilmesine Dair Yönetmelik, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. Yürürlüğe Giriş: 8 Aralık 2014 tarih ve 29199 sayılı Resmi Gazete.

22 Güneş Enerjisi Sanayicileri ve Endüstrisi Derneği (GENSED) İnternet Sitesi, http://www.gensed.org.

23 Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği (TUREB) İnternet Sitesi, http://www.tureb.com.tr.

24 Türkiye Rüzgar Enerjisi Santralleri Atlası TÜRSAT 2015, Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği (TUREB).

25 Dış Ticaret ve Enerji Tüketim Verileri, Türkiye İstatistik Kurumu.

26 Binalarda Enerji Performansı Ulusal Hesaplama Yöntemine Dair Tebliğ (Tebliğ No: YİG/2010-02), Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Yürürlüğe Giriş: 7 Aralık 2010 tarih ve 27778 sayılı Resmi Gazete

27 For a European Union Energy Policy, Green Paper. Avrupa Birliği Komisyonu, 2008.

28 A European Strategy for Sustainable, Competitive and Secure Energy, Green Paper. Avrupa Birliği Komisyonu, 2006.

29 Duffie, J. A.; Beckman, W. A. (1980), Solar engineering of thermal processes, Research supported by the University of Wisconsin. New York, Wiley-Interscience, 1980. 775 p.

30 Benjamin Y.H. Liu, Richard C. Jordan , The interrelationship and characteristic distribution of direct, diffuse and total solar radiation, Solar Energy, Volume 4, Issue 3, July 1995, Pages 1–19.

31 Muhammad IQBAL (1998), An Introduction to Solar Radiation, (Book) Academic Press Canada Inc. Publication, ISBN 0-12-373750-8.

32 King, D.L. ; Sandia Nat. Labs., Albuquerque, NM, USA ; Kratochvil, J.A. ; Boyson, W.E, (1997) Measuring solar spectral and angle-of-incidence effects on photovoltaic modules and solar irradiance sensors, Photovoltaic Specialists Conference, 1997., Conference Record of the Twenty-Sixth IEEE, 1113 – 1116.

33 Stéphane Lavignac, Isabella Masina, Carlos A. Savoy, (2002) Large solar angle and see-saw mechanism: a bottom-up perspective, Nuclear Physics B, Volume 633, Issues 1–2, 24 June 2002, Pages 139–170.

34 Paul J. Pinter Jr., (2003) Solar angle independence in the relationship between absorbed PAR and remotely sensed data for alfalfa, Remote Sensing of Environment, Volume 46, Issue 1, October 2003, Pages 19–25.

35 Dolara, A., Grimaccia, F. ; Leva, S. ; Mussetta, M. ; Faranda, R. ; Gualdoni, M., (2012), Performance Analysis of a Single-Axis Tracking PV System, Photovoltaics, IEEE Journal of Volume:2, Issue: 4 , pages 524 – 531, 2012.

36 D.R. Myers, (2003) Solar Radiation Modeling and Measurements for Renewable Energy Applications: Data and Model Quality, International Expert Conference on Mathematical Modeling of Solar Radiation and Daylight—Challenges for the 21st Century, Edinburgh, Scotland, September 15–16, 2003.

37 de Haan, S.W.H., Oldenkamp, H., Wildenbeest, E.J., (2004) Test results of a 130 W AC module; a modular solar AC power station, Photovoltaic Energy Conversion, IEEE Photovoltaic Specialists Conference, Volume:1,pages 925 - 928.

38 E. Skoplaki, J.A. Palyvos, (2009) Operating temperature of photovoltaic modules: A survey of pertinent correlations, Renewable Energy, Volume 34, Issue 1, January 2009, Pages 23–29.

39 E. Skoplaki, J.A. Palyvos, (2009) On the temperature dependence of photovoltaic module electrical performance: A review of efficiency/power correlations, Solar Energy Volume 83, Issue 5, May 2009, Pages 614–62.

40 A. D. Jones and C. P. Underwood (2001) A Thermal Model For Photovoltaic Systems, Solar Energy Vol. 70, No. 4, pp. 349–359, 2001.

41 D. Chemisana, M. Ibáñez, and J.I. Rosell, (2011) Characterization of a photovoltaic-thermal module for Fresnel linear concentrator, Energy Conversion and Management, Volume 52, Issue 10, September 2011, Pages 3234–3240.

42 Hainan Hu, Rui Wang and Guiyin Fang (2010) Dynamic Characteristics Modeling of a Hybrid Photovoltaic–Thermal Heat Pump System, International Journal of Green Energy, Volume 7, Issue 5, pages 537-551.

43 Markvart, Tomas (ed.) (2000) Solar electricity. 2nd edition, John Wiley & Sons.

44 Masoum, M.A.S., Dehbonei, H., and Fuchs, E.F., (2002) Theoretical and experimental analyses of photovoltaic systems with voltage and current-based maximum power-point tracking, Energy Conversion, IEEE Transactions on Volume:17 , Issue: 4 , pages 514 – 522.

45 G. Notton, V. Lazarov, L. Stoyanov (2010) Optimal sizing of a grid-connected PV system for various PV module technologies and inclinations, inverter efficiency characteristics and locations, Renewable Energy. Volume 35, Issue 2, February 2010, Pages 541–554.

46 Photovoltaic Education Network, Christiana Honsberg and Stuart Bowden, http://www.pveducation.org.

47 How Can We Make PV Modules Safer, John H. Wohlgemuth and Sarah R. Kurtz, 2012 IEEE Photovoltaic Specialists Conference, Austin, Texas, Nisan 3–8, 2012.

48 Toward a Smart Grid, S.Massoud, B. Wollenberg, IEEE Power & Energy Magazine, October 2013.

49 Elektrik Şebeke Yönetmeliği, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu. Yürürlüğe giriş: 28 Mayıs 2014 tarih ve 29013 sayılı Resmi Gazete

50 Elektrik Dağıtımı ve Perakende Satışına İlişkin Hizmet Kalitesi Yönetmeliği, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu. Yürürlüğe giriş: 9 Ekim 2013 tarih ve 28790 sayılı Resmi Gazete

51 Ulusal Enerji Ar-Ge ve Yenilik Stratejisi, TÜBİTAK Bilim, Teknoloji ve Yenilik Politikaları Daire Başkanlığı, 2011.