



Milas'ta Yenilenebilir Enerji Kaynakları Fizibilitesi

Milas Ticaret ve Sanayi Odası, 2015





Bu rapor, T.C. Güney Ege Kalkınma Ajansı'nın desteklediği "Milas'ta Yenilenebilir Enerji Kaynakları Fizibilitesi Projesi" projesi kapsamında Milas Ticaret ve Sanayi Odası tarafından, Denizli ABİGEM A.Ş.'ne hazırlanmıştır. Raporun hazırlanmasına yönelik çalışmalar Aralık 2014 – Ocak 2015 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir.

© Bu raporun tüm hakları saklıdır ve izinsiz kullanılamaz. Milas Ticaret ve Sanayi Odası'nın yazılı onayı olmadan raporun içeriği kısmen ya da tamamen kopyalanamaz, elektronik, mekanik veya benzeri bir araçla herhangi bir şekilde basılamaz, çoğaltılamaz, fotokopi veya teksir edilemez, dağıtılamaz. İçerik ile ilgili tek sorumluluk Milas Ticaret ve Sanayi Odası'na aittir ve T.C. Güney Ege Kalkınma Ajansı'nın görüşlerini yansıtmaz.

MİTSO Proje Ekibi:



Reşit ÖZER

Yönetim Kurulu Başkanı

Kazım SARIOĞLU
Genel Sekreter

Gülay AYTAÇ
Ar-Ge ve Dış İlişkiler Memuru

Olcay AKDENİZ
Basın Danışmanı

Fizibilite Ekibi:



Sıdıka ARIKAN (Denizli ABİGEM Direktörü)

Yard. Doç Dr Koray ÜLGEN (Yenilenebilir Enerji Uzmanı)

Enis ERDAL (Denizli ABİGEM Uzmanı)

Yard. Doç Dr Erkan KAÇAN (Yenilenebilir Enerji Uzmanı)

SUNUŞ

Değerli Üyelerimiz;

Güneybatı Anadolu'da, Muğla'nın önde gelen ilçelerinden birisi olan Milas'ımız doğal, tarihi, kültürel zenginlikleriyle tarih boyunca önemli bir yerleşim merkezi olmuştur.

Çok çeşitli yeraltı ve yerüstü zenginlikleriyle doğa ve kültür varlıklarına sahip olan Milas'ta zeytin, zeytinyağı üretimi ilçe ekonomisi için tarih boyunca çok büyük öneme ve değere sahiptir. Son yıllarda Milas kıyılarında ve toprak havuzlardaki balık üretimi ise giderek artmakta ve ihraç edilmektedir.

Milas'ın en önemli tarımsal üretimi ise hiç kuşkusuz zeytin ve zeytinyağıdır. Öyle ki, ilçemizin 202.427 hektarlık yüzölçümünün 53.340 dekarı zeytinliklerle kaplıdır ve bu alanda yaklaşık 9.500.000 dolayında zeytin ağacı vardır. Zeytinin var yılında Milas'ta 55.000 ton zeytin elde edilmekte, bunların yaklaşık 50.000 tonu ilçemizdeki 72 zeytinyağı fabrikası ve yağhanesinde sıkılarak zeytinyağı elde edilmektedir.

Milas'ta 1980'lerin başında başlayan ve giderek artan kültür balığı üretimi Milas ekonomisinde çok büyük bir önem kazanmıştır. Türkiye'de üretilen kültür balığının % 68'i Milas kıyılarında ve toprak havuzlarda üretilmektedir. Yılda üretilen yaklaşık 45.000 ton balığın yaklaşık üçte ikisi AB ülkelerine ihraç edilmektedir.

Zeytin, zeytinyağı ve balığın Milas ekonomisinde bu kadar önemli olması ve giderek önemini arttırıyor olması, ciddi pazarlama sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Bu nedenle Milas Ticaret ve Sanayi Odası olarak, hem zeytinyağı üreticilerimizin hem de kültür balığı üreticilerimizin pazardaki rekabet gücünü artırabilmek için onların en büyük gider kalemini oluşturan elektrik enerjisi giderini en aza indirmek için bir proje hazırladık. Projemizin, Güney Ege Kalkınma Ajansı 2014 yılı Doğrudan Faaliyet Desteği kapsamında desteklenmesi uygun görülmüştür.

MİTSO olarak kültür balığı ve zeytinyağı üreticilerine yönelik "**Milas'ta Yenilenebilir Enerji Fizibilitesi**" projemizle güneş veya rüzgar enerjisinden yararlanarak enerji giderlerini en aza indirmeyi hedeflemekteyiz. Bunun ekonomik boyutunu ortaya koyacak fizibilite projemiz, hiç kuşku yok ki yöremizdeki kültür balığı ve zeytinyağı üreticileri için önemli bir yatırım kılavuzu olacaktır.

Projemize Doğrudan Faaliyet Desteği Programı kapsamında hibe desteği sağlayan GEKA'ya ve projemizin fizibilitesini hazırlayan Denizli ABİGEM'in uzmanlarına MİTSO Yönetim Kurulu adına teşekkür eder, proje fizibilite sonuçlarının yöremiz kültür balıkçılarına ve zeytinyağı üreticilerine hayırlı olmasını dilerim.

Reşit ÖZER

**Milas Ticaret ve Sanayi Odası
Yönetim Kurulu Başkanı**

YÖNETİCİ ÖZETİ

Milas'ta Yenilenebilir Enerji Kaynakları Fizibilitesi, Milas ilçesinde önde gelen iki sektör, zeytin-zeytinyağı ve toprak havuz balıkçılığı üreticilerinin pazarda rekabet gücünü enerji maliyetlerini düşürerek karşılamak üzere hazırlanmış bir fizibilite çalışmasıdır. Çalışma, Milas ilçesinde güneş panelleri veya rüzgar değirmenlerinin kurulmasının hangi maliyetler getireceği, bu maliyetlerin hangi süre içerisinde kendini amorti edeceği, elde edilecek enerji miktarı ve yeterliliği, toprak havuz balıkçılarının ve zeytinyağı imalathanelerinin üretim maliyetlerinin bu enerjinin kullanımı ile hangi oranla düşeceği konularını içeren detaylı bir fizibilite çalışması ortaya koymak üzere hazırlanmıştır.

Milas'ta Yenilenebilir Enerji Fizibilitesi; Milas'taki toprak havuz balıkçılarına ve zeytinyağı işletmelerine yönelik fizibilite hazırlanmasıyla, ucuz elektrik enerjisi sağlanmasıyla iç ve dış pazarda yer alabilmelerine yönelik, Milas'taki toprak havuz balıkçılarıyla zeytinyağı işletmeleri ortaklığında 5 yıl içinde güneş veya rüzgâr enerjisi üretmek genel hedefiyle üzere hazırlanmıştır. Özel amacı ise, Milas ilçesinde güneş panelleri veya rüzgâr değirmenlerinin kurulmasının hangi maliyetler getireceği, bu maliyetlerinin hangi süre içerisinde kendini amorti edeceği, elde edilecek enerji miktarı ve yeterliliği, toprak havuz balıkçılarının ve zeytinyağı imalathanelerinin üretim maliyetlerinin bu enerjinin kullanımı ile hangi oranla düşeceği konularını içeren detaylı bir fizibilite çalışması ortaya koymaktır.

Çalışmanın hedef grubu olan Milas ilçesinde faaliyet gösteren, 164 toprak havuz balıkçılığı üreticisi ile 72 adet zeytinyağı üreticisi toplam 236 işletmenin enerji tüketimlerini karşılamak üzere fizibilite hazırlanmıştır. Fizibilitesi yapılan yenilenebilir enerji yatırımıyla çalışmanın nihai yararlanıcıları olan; Toprak havuz balıkçıları ve aileleri, zeytinyağı imalathanesi sahipleri ve aileleri, üretim maliyetlerinin düşmesi ile paralel olarak istihdam edilecek işçiler ve aileleri, güneş panelleri veya rüzgâr değirmenleri bakım ve onarımı için görevlendirilecek personel ve aileleri, Milas'taki diğer kültür balığı üretim tesisleri ile zeytinyağı paketleme tesislerinin çalışmadan uzun vadede fayda görmeleri öngörülmektedir.

Milas'ta Yenilenebilir Enerji Kaynakları Fizibilitesi raporunda Dünya'nın ve Türkiye'nin Enerji Görünümü ayrı ayrı ele alınmış; Türkiye'de Yenilenebilir Kaynakları kapsamında, Güneş ve Rüzgâr enerjisi açıklanmıştır. Yenilenebilir Enerji Santralleri ve Yasal Çerçeve, Milas'ta Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının kullanımına dönük incelenerek; 5346-Sayılı "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun", Arazi ihtiyacına ilişkin uygulamalar, Elektrik piyasasında lisanssız elektrik üretimine ilişkin yönetmelik, Lisanssız üreticilere üretim kaynak belgesi verilmesi, Sayaçlar ve ihtiyaç fazlası elektriğin satışı açısından ayrı ayrı ele alınarak raporda yer verilmiştir.

Çalışma kapsamında, iki sektörün enerji maliyetini tespit etmek üzere üretici firmalarla 'Enerji Maliyeti Belirleme Anketi' hazırlanmış ve 88 üreticinin enerji tüketim değerleri ortaya çıkarmak üzere, gündüz, puant, gece ve toplam tüketimleri kWh olarak, enerji maliyetleri ise TL olarak 2009- 2014 yıllarında aylık düzeyde tespit edilmiştir. Böylece dönemsel enerji

tüketimlerindeki azalış- artış tespiti ile ortalama değerler ışığında üreticilerin enerji tüketimlerinin analizi gerçekleştirilmiştir. 88 anketin anlamlı sonuca ulaşılan 67 tanesinden yola çıkarak; 236 işletmenin enerji tüketimleri ve maliyetleri belirlenmiştir.

Raporda gerekçeleri ile birlikte detayları verilen Milas'ta Yenilenebilir Enerji Kaynakları Fizibilitesi, Yenilenebilir Enerji kapsamında

- ✓ Güneş enerjisiyle Lisanssız Elektrik Üretimi;
- ✓ Rüzgâr enerjisiyle Lisanssız ve Lisanslı Elektrik Üretimi,

yatırım fizibilitesini içermektedir.

Milas'ta Yenilenebilir Enerji Kaynakları Fizibilitesi'nin hazırlanmasına katkı koyan Milas Ticaret ve Sanayi Odası Yönetim Kurulu Başkanı Sn. Reşit ÖZER, projenin hayata geçmesinde liderlik etmiş, tüm aşamalarda süreci takip etmiş, analizde ihtiyaç duyulan her türlü bilgiye erişimde destek vermiştir. Genel Sekreter Sn. Kazım SARIOĞLU sürecin sağlıklı olarak işleminde rol almıştır. Ar-Ge ve Dış İlişkiler Memuru Gülay AYTAÇ, proje süresince tüm iletişimi ve bilgiye ulaşımı sağlamıştır. Basın Danışmanı Olcay AKDENİZ çalışma boyunca ilçeye özgü bilgileri paylaşarak ve kamuoyu bilgilendirmesinde destek olarak katkı sağlamıştır.

Denizli ABİGEM Direktörü Sıdıka ARIKAN raporun hazırlama sürecinde koordinasyonunda ve süreç takibinde, Denizli ABİGEM Uzmanı Enis ERDAL projenin arka plan araştırmasında ve süreç takibinde görev almıştır. Yenilebilir enerji üzerine teknik bilgilerin derlenmesinde görev alan uzmanlarımızdan **Yard. Doç. Dr. Erkan KAÇAN** güneş enerjisiyle yenilebilir enerji yatırım fizibilitesini, **Yard. Doç. Dr. Koray ÜLGEN** rüzgâr enerjisiyle yenilebilir enerji yatırım fizibilitesini detaylı olarak analiz etmişlerdir.

Çalışmanın Milas ilçesinde yenilebilir enerji yatırımcılarına bir rehber olması dileğiyle...

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil No	Sayfa No
Şekil 1.1. Dünya enerji kaynakları rezervleri ve tüketim dengesi	2
Şekil 1.2. Nüfus, gelir ve birincil enerji talebi projeksiyonları	3
Şekil 1.3. Türlerine göre fosil yakıt rezervlerinin kalan ömürleri	3
Şekil 1.4. Dünya birincil enerji talebi 2035 yılı projeksiyonu	4
Şekil 1.5. 2035 Yılı Senaryolarına Göre Dünya Birincil Enerji Talebi Projeksiyonları	4
Şekil 1.6. Dünya tüketiminin kaynaklara göre dağılımı	5
Şekil 1.7. Dünya elektrik talebinin kaynaklara göre dağılımı	6
Şekil 1.8. 2008-2013 arası yenilenebilir enerji kapasitesinin yıllık ortalama büyüme oranı	6
Şekil 1.9. Dünya yıllara göre rüzgâr elektrik santral kurulu gücündeki değişimi (MW)	7
Şekil 1.10. 2004-2013 yılları arası dünya genelinde toplam kurulu gücün gelişimi (GW)	8
Şekil 1.11. Dünya'daki güneş enerjisi santralleri haritası	9
Şekil 1.12. Güneş'ten Dünya'ya gelen ışınım (Einstein'ın el yazısı ile..)	11
Şekil 1.13. Monokristal, polikristal ve ince film pv hücreler	11
Şekil 1.14. Gelişmiş ülkelerdeki PV kapasite değişimi	12
Şekil 1.15. PV üretim yapılan ülkeler ve yıllara göre dağılımları	14
Şekil 1.16. İtalya'daki 2008-2013 yılları arasında PV sistem fiyatlarının değişimi	14
Şekil 1.16. Eylül 2013 itibariyle elektrik dağıtım şirketlerine yapılan GES başvurularının dağılımı	16
Şekil 1.17. Parabolik oluk tipi toplayıcıların görünüm	17
Şekil 1.18. Fresnel tipi güneş toplayıcıları	18
Şekil 1.19. Parabolik çanak tipi toplayıcılar	20
Şekil 1.20. Güneş kulesi, Heliostat, (Ivanpah-California)	20
Şekil 1.21. Türkiye'nin ortalama global ışınım değeri (kWh/m ² gün) ve güneşlenme süresi (saat/gün)	22
Şekil 1.22. Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli atlası (GEPA)	22
Şekil 1.23. Rüzgâr enerjisi santralının çalışma prensibinin şematik gösterimi	24
Şekil 1.24. Türkiye rüzgâr enerji santralleri kurulu gücünün yıllara göre değişimi (MW)	25
Şekil 1.25. İşletmede olan rüzgâr enerji santrallerinin bölgelere göre dağılımı	25
Şekil 1.26. İşletmede olan rüzgâr enerji santrallerinin türbin markalarına göre dağılımı	26
Şekil 1.27. Türkiye geneli 50 m yükseklikteki ortalama yıllık rüzgâr hızları dağılımı	27
Şekil 1.28. Türkiye geneli 50 m yükseklikteki ortalama kapasite faktörü dağılımı	27

ŞEKİLLER LİSTESİ (devam)

Şekil No	Sayfa No
Şekil 1.29. Türkiye geneli rüzgâr enerjisi santrali kurulabilir alanların dağılımı	28
Şekil 4.1. Enerji taramasına göre ortalama enerji tüketim değerleri	57
Şekil 5.1. Muğla ilinin "GEPA" toplam ışı nım değerleri (kWh/m ² gün)	61
Şekil 5.2. Muğla ili toplam güneş ışı nım değerleri (kWh/m ² gün)	61
Şekil 5.3. Muğla ilinin (GEPA) ortalama güneşlenme süreleri	62
Şekil 5.4. Muğla ilinin (GEPA) güneş haritası	62
Şekil 5.5. Milas Bölgesi güneş ışı nım değerleri (kWh/m ² gün) ve güneşlenme süresi (saat)	63
Şekil 5.6. Milas-Muğla-Türkiye güneş ışı nım ve güneşlenme süreleri karşılaştırması	64
Şekil 5.7. Aylık bazda Milas-Muğla-Türkiye güneş enerjisi potansiyellerinin karşılaştırması	65
Şekil 5.8. Milas bölgesinin güneş-topografya haritası	65
Şekil 5.9. Milas bölgesinin güneş enerjisi potansiyeli 1.derecede en yüksek alanları	66
Şekil 5.10. Milas Bölgesinin güneş enerjisi potansiyeli 2.derecede en yüksek alanları	68
Şekil 5.11. Milas Bölgesinin güneş enerjisi potansiyeli 3.derecede en yüksek alanları	69
Şekil 5.12. Milas Bölgesi güneş potansiyeli uygun olabilecek Devlet arazileri	72
Şekil 5.13. Örnek GES uygulama alanı	74
Şekil 5.14. PV sistem şeması	74
Şekil 5.15. Aylık Enerji üretim değerleri	76
Şekil 5.16. Rüzgâr hızı tahmini için kullanılan Griggs-Putnam indeksi	77
Şekil 5.17. Milas'ta RES kurulumu için seçilen sahalar	79
Şekil 5.18. Muğla ili 50m yükseklik için rüzgâr hız dağılımı haritası	79
Şekil 5.19. Muğla ili 50m yükseklik için kapasite faktörü haritası	80
Şekil 5.20. Muğla ili için kullanılmaz alanlar	80
Şekil 5.21. Muğla ili enerji nakil hatları ve trafo merkezleri	81
Şekil 5.22. Seçilen RES sahasının trafo merkezine uzaklığı	81
Şekil 5.23 Seçilen RES sahasının rüzgârgülü ve hâkim rüzgâr yönü	82
Şekil 5.24. Seçilen sahanın yıllık rüzgâr hızı esme süresi dağılımı	82
Şekil 5.25. 1 MW'lık rüzgâr türbinin çıkış gücü ve güç faktörü	84
Şekil 5.26. 2 MW'lık rüzgâr türbinin çıkış gücü ve güç faktörü	85
Şekil 5.27. 3.05 MW'lık rüzgâr türbinin çıkış gücü ve güç faktörü	85
Şekil 5.28. Seçilen sahaya 1MW ve 10 MW RES yerleşiminin şematik gösterimi	85
Şekil 5.29. Seçilen saha için 1MW'lık RES'in rüzgâr hızlarına bağlı yıllık enerji üretimi	87

ŞEKİLLER LİSTESİ (devam)

Şekil No	Sayfa No
Şekil 5.30. Seçilen saha için 10MW'lık RES'in rüzgâr hızlarına bağlı yıllık enerji üretimi	88
Şekil 5.31. Seçilen saha için 24.4MW'lık RES'in rüzgâr hızlarına bağlı yıllık enerji üretimi	89
Şekil 6.1. Sistem yatırım maliyeti	91
Şekil 6.2. Sistemin ürettiği elektrik satış girdisi	91
Şekil 6.3. Sistemin bakım maliyeti	92
Şekil 6.4. Sistemin uzun vade vergilendirilmiş net gelir döngüsü	92
Şekil 6.5. Sistemin nakit akışı	93
Şekil 6.6. Sistemin nakit dengesi ve geri ödeme süresi	93
Şekil 6.7. 1MW'lık RES için nakit akışı	96
Şekil 6.8. 10MW'lık RES için nakit akış	96
Şekil 6.9. 24.4MW'lık RES için nakit akışı	96

ÇİZELGELER LİSTESİ

<u>Çizelge No</u>	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 1.1. Dünya birincil enerji talebinin enerji ve iklim senaryosuna göre 2035 yılı görünümü	5
Çizelge 1.2. 2013 yılı itibariyle dünya'da rüzgâr elektrik santrali kurulu göçü (MW)	7
Çizelge 1.3. Yapısına göre PV göze verimlilikleri	12
Çizelge 1.4. Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli	21
Çizelge 1.5. Türkiye'de rüzgâr enerjisi potansiyeli (kara ve deniz)	28
Çizelge 1.6. 5346 Sayılı Kanun gereği Devletin enerji alım fiyatları	30
Çizelge 1.7. 5346 Sayılı Kanun gereği Devletin yerli üretim teşvik fiyatları	31
Çizelge 1.8. Lisanssız üretim bağlantı başvuru formu	35
Çizelge 1.9. Üretim kaynak belgesi	36
Çizelge 3.1. Türkiye geneli ve Muğla'nın il bazında nüfus artış hızı	42
Çizelge 3.2. Türkiye geneli, Muğla ili, Milâs ilçesi kentleşme oranları (2012)	42
Çizelge 3.3. Muğla ili il bazında temel işgücü göstergeleri (2013)	43
Çizelge 3.4. Muğla ili – Türkiye geneli sosyal güvenlik verileri (2014)	43
Çizelge.3.5. Muğla ilinde 4/a kapsamındaki işyeri sayıları ve zorunlu sigortalı sayıları (2014)	44
Çizelge 3.6. Su ürünleri üretimi, ihracatı, ithalatı ve tüketimi	45
Çizelge 3.7. Yıllar itibarıyla toplam su ürünleri üretimi	45
Çizelge 3.8. Deniz ve içsu yetiştiricilik üretimi	46
Çizelge 3.9. Su ürünleri üretim miktarı (2013)	46
Çizelge 3.10. Yetiştiricilik(kültür balıkçılığı)(miktar, fiyat, değer)	47
Çizelge 3.11. MİTSO tarafından onaylanan balık ihracat miktarları (2014)	48
Çizelge 3.12. 2009-2014 yılları arası işletmelerin ortalama tüketim bedelleri (TL/ay)	51
Çizelge 3.13. Milas İlçesindeki Toprak Havuz Balıkçılarının Ürettiği Balıkların Pazara Satış Fiyatları (Ocak, 2015)	52
Çizelge 4.1. Muğla'da kurulu enerji santraller ve kurulu güçleri	54
Çizelge 4.2. 2009-2014 yılları arası işletmelerin ortalama enerji tüketim değerleri (kWh/ay)	56
Çizelge 5.1. Muğla'nın günlük toplam aylık ortalama güneş ışınımı değerleri (kWh/m ² gün)	60
Çizelge 5.2. PV santrale uygun olma potansiyeline sahip araziler	70
Çizelge 5.3. GES genel verim değerleri	75
Çizelge 5.4. GES dizi verim değerleri ve teknik parametreler	75
Çizelge 5.5. Enerji üretim değerleri	76

ÇİZELGELER LİSTESİ (devam)

Çizelge No	Sayfa No
Çizelge 5.6. Arazi incelemesi için kullanılan Beaufort skalası	78
Çizelge 5.7. Seçilen sahanın UTM koordinatları	79
Çizelge 5.8. Seçilen sahanın rüzgâr kaynak bilgileri	82
Çizelge 5.9. Seçilen sahanın yıllık rüzgâr hızı esme süreleri	83
Çizelge 5.10. Seçilen rüzgâr türbinlerinin özellikleri	83
Çizelge 5.11. 1MW, 2MW ve 3.05MW'lık rüzgâr türbinlerinin elektriksel çıkış gücü verileri	84
Çizelge 5.12. 1MW'lık rüzgâr enerjisi santralının yıllık enerji üretim değerleri	86
Çizelge 5.13. 10MW'lık rüzgâr enerjisi santralının yıllık enerji üretim değerleri	87
Çizelge 5.14. 24.4MW'lık rüzgâr enerjisi santralının yıllık enerji üretim değerleri	88
Çizelge 6.1. Sistemin ekonomik analizi	90
Çizelge 6.2. Farklı kapasite RES tesisleri için oluşturulan senaryoların kıyaslaması	95
Çizelge 6.3. Lisanssız GES ve RES tesisleri için senaryoların kıyaslaması	98

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
SUNUŞ	i
YÖNETİCİ ÖZETİ	ii
ŞEKİLLER LİSTESİ	iv
ÇİZELGELER LİSTESİ	vii
1. GİRİŞ	1
1.1 Dünya'nın ve Türkiye'nin Enerji Görünümü	3
1.1.1 Dünya'nın enerji görünümü	3
1.1.2 Türkiye'nin enerji görünümü	9
1.2 Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynakları	9
1.2.1 Güneş enerjisi	10
1.2.2 Rüzgâr enerjisi	23
1.3 Yenilenebilir Enerji Santralleri ve Yasal Çerçeve	29
1.3.1 5346-Sayılı "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun"	29
1.3.2 Arazi ihtiyacına ilişkin uygulamalar	32
1.3.3 Elektrik piyasasında lisanssız elektrik üretimine ilişkin yönetmelik	33
1.3.4 Lisanssız üreticilere üretim kaynak belgesi verilmesi	36
1.3.5 Sayaçlar ve ihtiyaç fazlası elektriğin satışı	37
2. PROJENİN TANITIMI, KAPSAMI, AMACI VE HEDEFLER	39
2.1 Projenin Tanıtımı ve Kapsamı	39
2.2 Amaç ve Hedefler	40
3. ARKAPLAN VE GEREKÇE	41
3.1 Arkaplan	41
3.1.1 Milas	41
3.1.2 Su ürünleri	44
3.1.3 Zeytinyağı	49
3.2 Gerekçe	51
4. TALEP ANALİZİ	54
4.1 Mevcut Durumun Tespiti	54
4.2 Enerji Taraması	55

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa No</u>
5. TASARIM	59
5.1 Milas'ta Güneş ve Rüzgâr Enerjisi Santrali Amaçlı Saha Tespiti	59
5.2 GES Amaçlı Saha Değerlendirmesi	59
5.2.1 Seçilen sahanın güneş enerjisi potansiyeli	59
5.2.2 GES tabanlı sistem tasarımı ve performans değerlendirme	74
5.3 RES Amaçlı Saha Değerlendirmesi	77
5.3.1 Seçilen sahanın güneş enerjisi potansiyeli	77
5.3.2 RES tabanlı sistem tasarımı ve performans değerlendirme	81
6. EKONOMİK ANALİZ	90
6.1 GES Yatırımının Ekonomik Değerlendirmesi	90
6.2 RES Yatırımının Ekonomik Değerlendirmesi	93
6.3 GES ve RES Yatırımlarının Kıyaslaması	97
7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	100
8. KAYNAKLAR	102
EKLER	104

1. GİRİŞ

Elektrik enerjisi tüketiminin gelişmişliğin bir göstergesi olduğu günümüz koşullarında, birincil enerji kaynaklarının sürekli tükenmekte oluşu ve bu kaynakların kullanılması sırasında ortaya çıkan çevreyle ilgili olumsuzluklar acil olarak çözülmesi gereken bir sorun oluşturmaktadır. Bu problemin en temel çözümü yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmak ve enerji verimliliğini artırmaktır. Geleceği korumak adına yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaşması önemli bir adım olmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasından doğan olumsuzluklar diğer enerji kaynakları ile karşılaştırıldığında yok denecek kadar azdır. Ancak dünya genelinde ülkelerin enerji politikalarında, yenilenebilir enerji kaynağı yetersizliği ve ekonomik sebeplerle yenilenebilir enerjiye gereken önem verilmemiştir. Bununla birlikte son zamanlarda teknolojinin gelişmesiyle daha yüksek verim alınabilen ve daha ucuza mal edilebilen sistemler oluşturulmuştur. Son yıllarda yakıt fiyatlarındaki yüksek artışlar daha önce ekonomik görülmeyen güneş ve rüzgâr enerjilerinin kullanımının yaygınlaşmasına öncülük etmiştir.

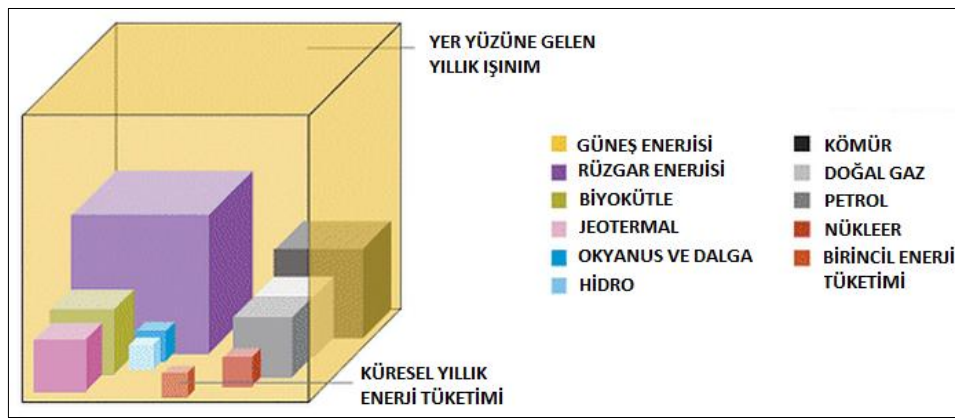
Ayrıca, dünyadaki yaşanabilir ortamın korunması, iklim değişikliğinin sebep olduğu zararlı etkilerin yanı sıra, enerji üretim ve tüketiminden kaynaklanan çevre tahribatının azaltılması gibi konular tüm insanlığa önemli sorumluluklar yüklemektedir. Bu sorumlulukların gereği olarak ulusal ve uluslararası hukuki düzenlemelerin gerçekleştirilmesi, enerji üretimi teknolojilerinde ve kaynak seçiminde çevresel etkilerin öncelikle dikkate alınması, enerji kullanımında verimliliğe azami özenin gösterilmesi gibi hususlar giderek önem kazanmaktadır.

1997 yılında Kyoto'da imzalanan Kyoto Protokolü, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Anlaşması ile karbon emisyon ticareti gündeme gelmiş ve 39 gelişmiş ülke 2008-2012 yılları arasında sera gazı emisyon limitlerini 1990 yılı seviyelerinin % 5 daha da altına çekmeyi kabul etmişlerdir. Özünde bir Avrupa projesi olarak sürdürülen Kyoto Protokolü, her ülke ve endüstriyi somut karbon emisyon kotaları ile sınırlamaktadır. Kyoto Protokolü koyduğu kurallarla taraf ülkelerin enerji, sanayi, ulaşım ve tarım politikalarında fosil yakıt bağımlılığını azaltmaya zorlayan bir yaptırımlar bütünüdür. Kyoto Protokolü, yenilenebilir enerji ve çevre dostu teknolojilerinin kullanımlarının artırılmasını ve bu yöndeki araştırmaların teşvik edilmesini sağlar [1].

Dünyanın var oluşundan bu yana kullanılan en temel enerji kaynağı güneştir. Günümüzde tüketilen tüm fosil enerji kaynakları gibi, yenilenebilir enerji kaynakları olarak adlandırdığımız,

rüzgâr, biokütle ve hidroelektriğin de ana kaynağıdır. Güneşten yeryüzüne gelen enerji miktarı, günümüzde yıllık bazda kullanılan fosil ve nükleer enerji kaynaklarının 10.000 katı kadardır. Güneşten gelen enerjinin toplam miktarı 10^{14} TEP olup, dünyadaki kanıtlanmış tüm fosil rezervlerin 15 katıdır (Şekil 1.1).

Sadece yeryüzüne yıllık ulaşan güneş ışınımının %0.003'ü toplam küresel elektrik talebinin tamamını karşılayabilmektedir. Güneş enerjisinin etkisinden dolayı oluşan bir yıllık rüzgâr enerjisi ise teorik olarak, Güneş Enerjisi değerinin %2'si olup, $2 \cdot 10^{12}$ TEP'dir. Bu değer, ülkemiz yıllık enerji talebinin yaklaşık 100 bin katı olup, talebin kolaylıkla rüzgâr elektrik santrallerinden karşılanabileceği anlamına gelir [2].



Şekil 1.1. Dünya enerji kaynakları rezervleri ve tüketim dengesi.

Güney Ege Kalkınma Ajansı tarafından, 2014 Yılı DFD Programı kapsamında desteklenen “Milâs’ta Yenilenebilir Enerji Kaynakları Fizibilitesi” başlıklı proje kapsamında hazırlanan bu fizibilite çalışmasının amacı, TR32 Bölgesinde yer alan Milas’ta, yenilenebilir enerji kaynakları açısından farkındalık yaratmak ve bu kaynakların kullanımının yaygınlaştırılmasına katkı koymaktır.

Yapılan fizibilite çalışmasının hayata geçirilmesiyle, bölge ve ülke genelinde yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji verimliliği de dikkate alınarak, bilimsel altyapıya dayalı kullanımlarının önü açılmış olacaktır. Bu şekilde bir yaklaşımla, çağrının amacına uygun olarak, bölgenin ve ülkenin daha yaşanabilir hale gelmesine, sürdürülebilir, yenilikçi, rekabetçi ve doğal çevreye duyarlı altyapı oluşturulmasına katkı sağlanmış olacaktır.

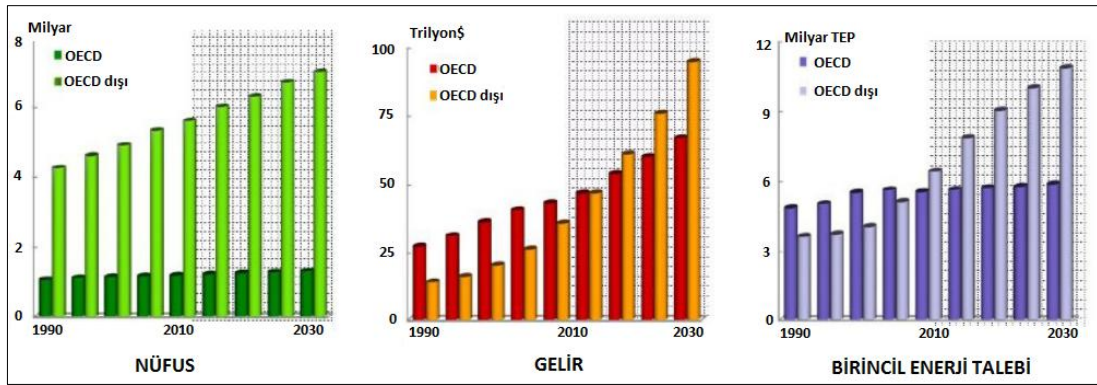
Bu çalışma ile Milâs’ta mevcut toprak havuz balıkçılığı ve zeytinyağı işletmesi olarak faaliyet gösteren toplam 236 işletmenin enerji ihtiyacının bir kısmının veya tamamının güneş yâda rüzgâr enerjisiyle karşılanması araştırılmış ve bir rapor haline dönüştürülmüştür. Böylece, yapılacak yatırımlara yol gösterebilecek bir yapının oluşturulmasına zemin hazırlanmıştır.

1.1 Dünya'nın ve Türkiye'nin Enerji Görünümü

1.1.1 Dünya'nın enerji görünümü

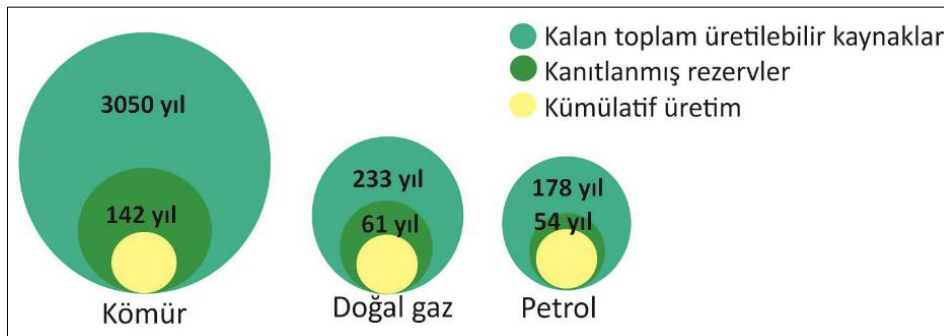
Küresel nüfus artışı, sanayileşme ve kentsel gelişime paralel olarak dünyanın enerji talebi her geçen gün hızla artmaktadır. Enerji talebindeki bu artışın temel nedenlerini başında nüfus ve gelir artışı gelmektedir. Yapılan tahminlemelerin ışığı altında, 2030 yılı dünya nüfusu 8,3 milyara yaklaşacağı düşünülmektedir. Bu durum günümüz popülasyonu düşünüldüğünde, 1,3 milyar insana daha enerji arzının yaratılması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Öngörülen bu nüfus artışının %90'ından daha çok OECD dışı ülkelerden kaynaklanacağı öngörülmektedir. OECD dışı ülkelerin oluşturacağı bu etki, Şekil 1.2'de verilen nüfus, gelir ve birincil enerji talebi projeksiyonlarından net olarak görülmektedir [3].



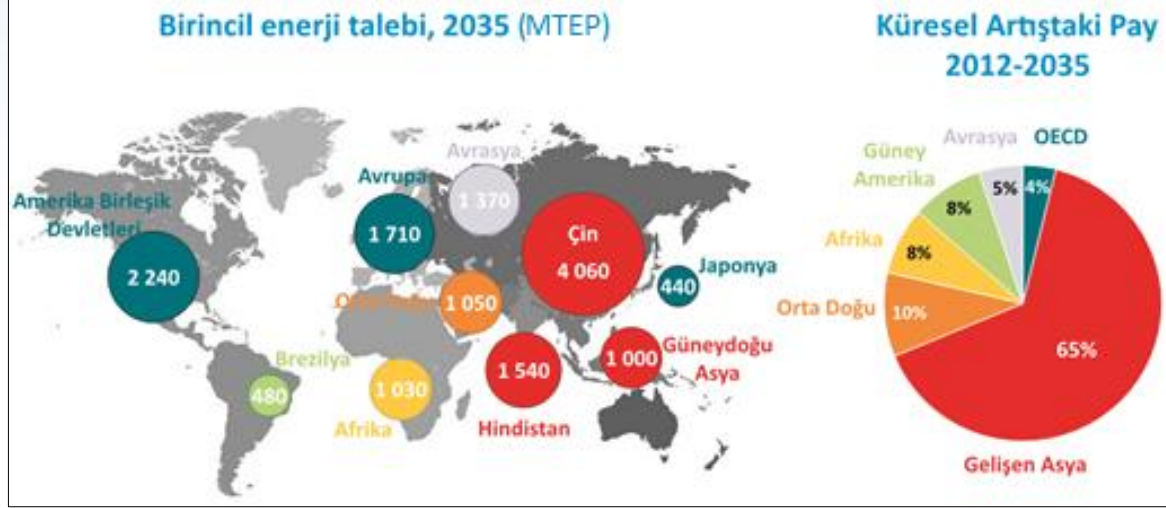
Şekil 1.2. Nüfus, gelir ve birincil enerji talebi projeksiyonları.

2012 sonu itibarıyla, Dünya üzerinde birincil enerji kaynaklarının rezervleri, kömür için yaklaşık 861 milyar ton, petrol için yaklaşık 189 milyar ton, doğal gaz içinse 187 trilyon m³ olarak belirlenmiştir. Bu kaynaklar için öngörülen ekonomik bulunabilirlik ve kanıtlanmış rezervler kömürde 142 yıl, Petrolde 54 ve doğalgazda 61 yıl olarak hesaplanmıştır (Şekil 1.3) [3].



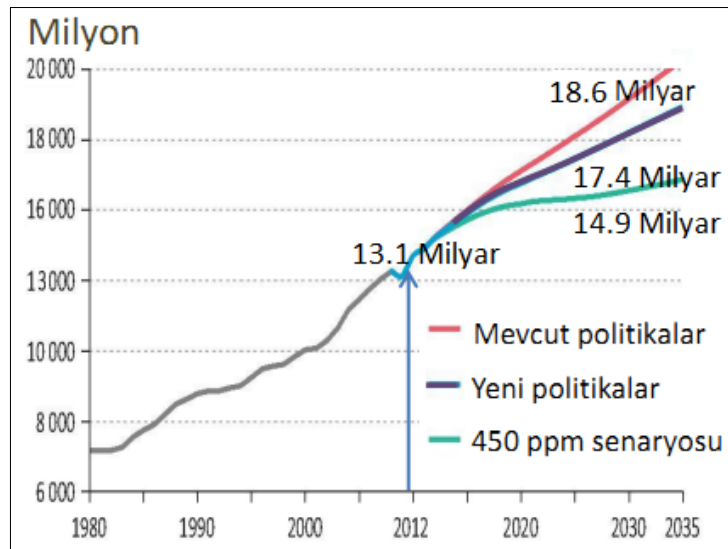
Şekil 1.3. Türlerine göre fosil yakıt rezervlerinin kalan ömürleri.

Uluslararası Enerji Ajansı (IEA)'nın "Dünya Enerji Görünümü – 2013" raporunda, 2035 yılı için dünyanın birincil enerji talebindeki dengenin bozularak Çin, Hindistan ve Orta Doğu ülkeleri başta olmak üzere, küresel enerji kullanımlarını üçte bir oranında artıran yükselen ekonomilere doğru kayacağı vurgulanmaktadır (Şekil 1.4) [4].



Şekil 1.4. Dünya birincil enerji talebi 2035 yılı projeksiyonu.

IEA'nın farklı senaryolara göre oluşturduğu projeksiyona göre 13,1 Milyar TEP olan birincil enerji talebinin, mevcut politikalara göre %42 artış göstererek 18,6 Milyar TEP, yeni politikalara göre ise, 17,4 Milyar TEP olacağı, 450 ppm senaryosuna göre de 14,9 Milyar TEP değerine ulaşacağı tahmin edilmektedir. Her üç senaryoya göre de 2035 yılına kadar olan dönem içinde fosil yakıtlarının kullanımında nispeten bir azalış olmasına rağmen halen hâkim kaynaklar olmaya devam edecektir (Şekil 1.5 ve Çizelge 1.1)[4].

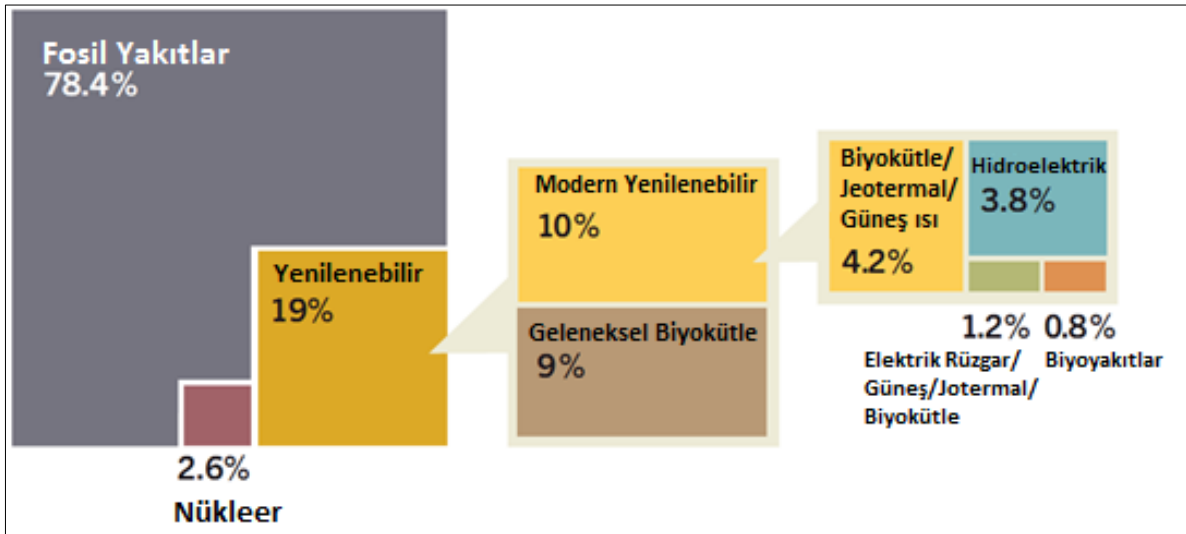


Şekil 1.5. 2035 Yılı Senaryolarına Göre Dünya Birincil Enerji Talebi Projeksiyonları.

Çizelge 1.1. Dünya birincil enerji talebinin enerji ve iklim senaryosuna göre 2035 yılı görünümü.

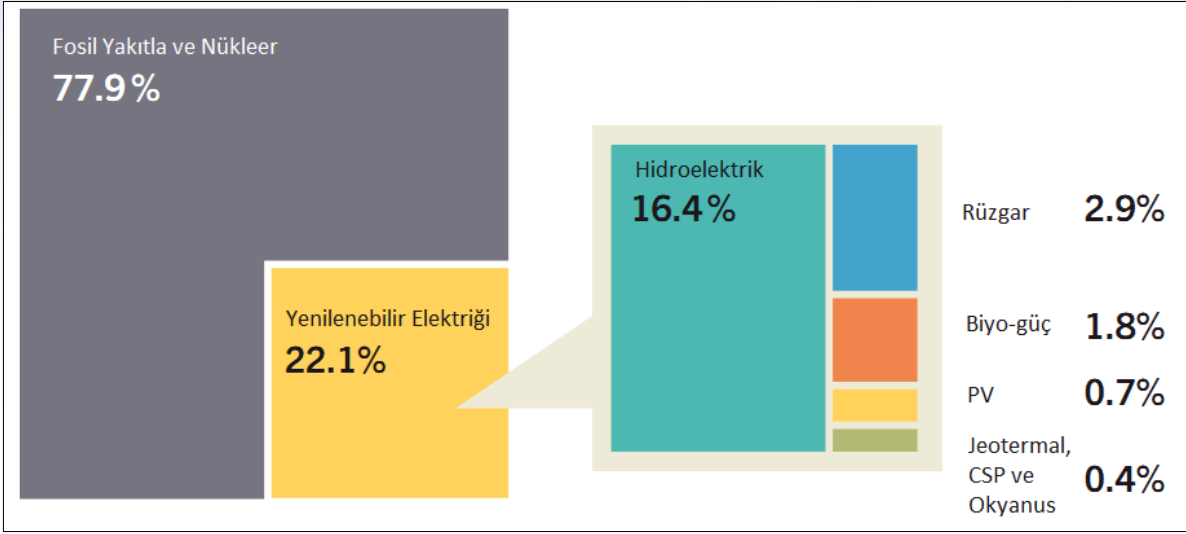
	1990	2000	2012	2020	2025	2030	2035	2012-2035
Petrol	3231	3663	4158	4469	4545	4600	4666	0,5%
Gaz	1668	2072	2869	3234	3537	3824	4127	1,6%
Kömür	2230	2357	3796	4137	4238	4309	4398	0,6%
Nükleer	526	676	642	869	969	1051	1118	2,4%
Hidro	184	225	313	391	430	466	501	2,1%
Biyoenerji	892	1016	1318	1488	1598	1718	1848	1,5%
Diğer Yenilenebilirler	36	60	143	311	432	566	717	7,3%
Toplam (Milyon TEP)	8769	10070	13240	14899	15749	16534	17376	1,2%
Fosil Yakıt Payı	81%	80%	82%	79%	78%	77%	76%	g.d
OECD-Dışı	4047	4506	7606	9019	9859	10623	11406	1,8%
OECD	4522	5292	5271	5478	5461	5455	5484	0,2%
CO₂ Emisyonu	20,9	23,7	31,5	34,3	35,4	36,2	37,2	0,7%

21.Yüzyıl Yenilenebilir Enerji Politikası Ağı (REN21)'nin 2014 yılı küresel durum raporunda, 2012 yılında tüketilen 12,5 milyar TEP enerjinin %78,4'nün fosil yakıtlardan, %2,6'sının Nükleer enerjiden ve %19'nun ise yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılandığı vurgulanmıştır (Şekil 1.6) [5].



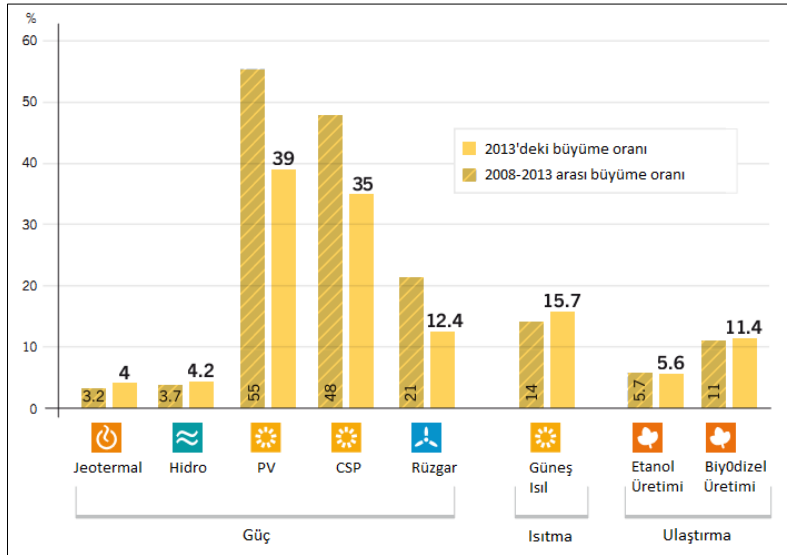
Şekil 1.6. Dünya tüketiminin kaynaklara göre dağılımı.

REN21'nin 2014 yılı küresel durum raporunda, 2012 yılı dünya elektrik enerji tüketiminin dağılımı ise, %77,9 fosil yakıtlar ve nükleerden, %22,1 ise yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanmıştır. Bu dağılım içerisinde hidroelektrik santrallerinin payı, %16,4 iken, hidroelektrik dışındaki diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının payı %5,7 olarak tespit edilmiştir (Şekil 1.7) [5].



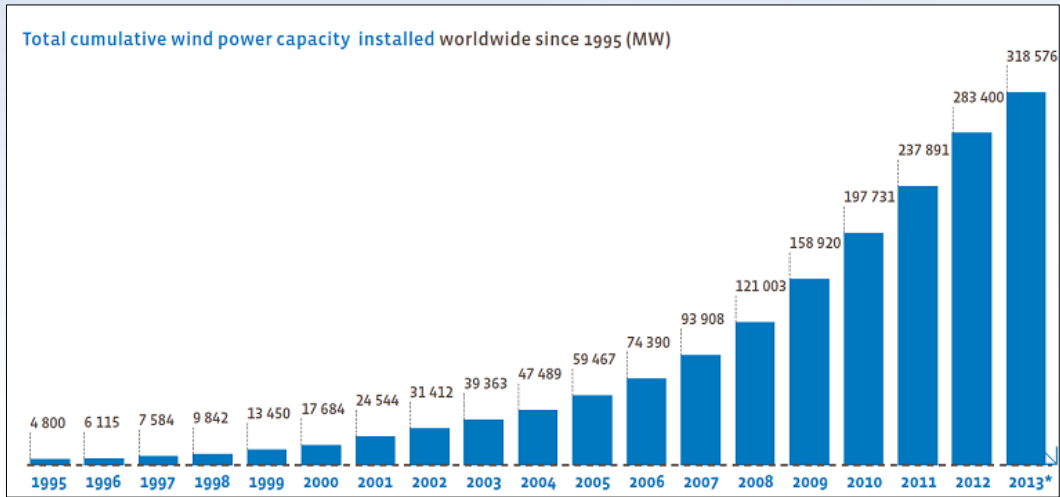
Şekil 1.7. Dünya elektrik talebinin kaynaklara göre dağılımı.

2008-2013 yılları arasında, yenilenebilir enerji kaynaklarının çoğu hızlı bir teknoloji gelişim süreci yaşarken, kurulu güç kapasitelerinde de ivmeli bir artış olmuştur. Bu kaynaklar içerisinde özellikle, rüzgâr ve güneş enerjisi elektrik üretiminde ön plana çıkmaktadır. Aynı zamanda, ısıtma ve soğutma amaçlı güneş enerjisi alanındaki gelişmeler, yenilenebilir enerjinin kullanımını güçlendirmiştir (Şekil 1.8) [5].



Şekil 1.8. 2008-2013 arası yenilenebilir enerji kapasitesinin yıllık ortalama büyüme oranı.

2013 yılında, rüzgâr enerjisi kapasitesi küresel ölçekte yaklaşık 318,5 GW değerine ulaşmıştır. Ancak son yirmi yıldan bu yana ilk defa, yeni rüzgâr türbinlerinin yarattığı kapasite bir önceki yıla göre daha düşük miktarda gerçekleşmiştir. 2012 yılında 45,5 GW'lık kapasite artışı olurken, 2013 yılında bu artış 35,2 GW seviyesinde kalmıştır (Şekil 1.9) [6].



Şekil 1.9. Dünya yıllara göre rüzgâr elektrik santral kurulu gücündeki değişimi (MW).

2013 yılı Avrupa’da deniz üstü rüzgâr türbinleri için rekor yıllarından biri olarak ifade edilmektedir. 2013 yılı sonu itibariyle Avrupa deniz üstü rüzgâr elektrik santral kurulu gücü, 6,9 GW’a ulaşmıştır. Bu rakam ile deniz üstü türbinler, Avrupa’daki toplam rüzgâr elektrik santral kurulu gücü içindeki oranını %6 seviyesine çıkartmıştır. Bu yükselişte en büyük payı toplam 3,7 GW deniz üstü kurulu gücüyle İngiltere oluşturmaktadır [7].

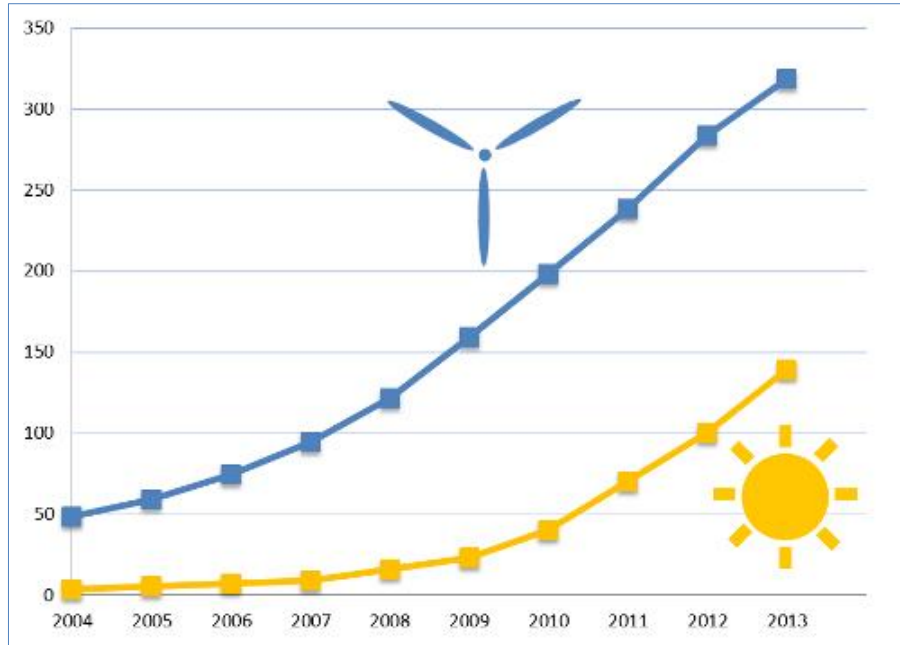
2013 yılı verilerine göre Çin, yeni rüzgâr türbinleri kurarak rüzgâr enerji kapasitesini 16,1 GW arttırmıştır. Bu artış tek başına rüzgâr enerji pazarının yarısından fazlasını yani %45,2 oluşturmaktadır. Çin, bu artış ile rüzgâr enerjisi kapasitesi bakımından ABD’nin liderliğini elinden alarak dünya lideri olmuştur. 2013 yılı itibariyle 1.000 MW üzeri toplam kapasiteye sahip ülke sayısı yirmiye bulmuştur. (Çizelge 1.2) [7].

Çizelge 1.2. 2013 yılı itibariyle dünya’da rüzgâr elektrik santrali kurulu göçü (MW).

Ülkeler	2012 Toplam	2013 Toplam	2013 Eklenen Güç	Devreden Çıkarılan Güç 2013
Avrupa Birliği	106.806,60	117.730,00	11.263,60	340,20
Diğer Avrupa Ülkeleri	3.362,00	4.183,00	871,00	50,00
Avrupa toplam	110.168,60	121.913,00	12.134,60	390,20
Amerika	60.007,00	61.091,00	1.084,00	0,00
Kanada	6.204,00	7.803,00	1.599,00	0,00
Meksika	1.369,00	1.992,00	623,00	0,00
Kuzey Amerika Toplam	67.580,00	70.886,00	3.306,00	0,00
Çin	75.324,00	91.424,00	16.100,00	0,00
Hindistan	18.421,00	20.150,00	1.729,00	0,00
Japonya	2.614,00	2.661,00	50,00	3,00
Diğer Asya Ülkeleri	1.356,00	1.704,00	349,00	1,00
Asya toplam	97.715,00	115.939,00	18.228,00	4,00
Afrika ve Orta Asya	1.165,00	1.255,00	90,00	0,00
Latin Amerika	3.552,00	4.709,00	1.158,00	1,00
Pasifik	3.219,00	3.874,00	655,00	0,00
Dünya Toplamı	283.399,60	318.576,00	35.571,00	395,2
Türkiye	2.312,15	2.958,45(2013 yılı sonu itibariyle)		

2010 yılı sonu itibariyle, kurulu ve çalışır durumda olan tüm rüzgâr türbinleri dünya enerji arzının (430 TWh) yaklaşık %2,5'lik kısmını karşılamaktadır. Üretilen bu enerji ile sanayileşmiş ve dünyanın altıncı büyük ekonomisi olan İngiltere'nin ihtiyacı olan elektrikten daha fazlasının arzı gerçekleştirilmektedir. Ayrıca, rüzgâr enerji sektöründe küresel ölçekte yaklaşık 670.000 kişi çalışmaktadır. 2005 yılından itibaren beş sene içerisinde çalışan sayısında (235.000) neredeyse üç kat artış meydana gelmiştir. Bu durum da sektörün hızla büyüdüğünü ve istihdam açısından da olanak sağlamakta olduğunu göstermektedir [8].

Güneş enerjisine dayalı elektrik üretimi son beş yılda artan bir hızla gelişmektedir. Güneş enerjisi fotovoltaik kurulu gücü 2013 yılında 37 GW artarak dünya genelinde yaklaşık 136,7 GW'a ulaşmıştır (Şekil 1.10) [9].



Şekil 1.10. 2004-2013 yılları arası dünya genelinde toplam kurulu gücün gelişimi (GW).

Özellikle Avrupa Birliği (AB) ülkeleri, orta Amerika, güney Asya ve uzak Doğuda güneş enerji santralleri çok yoğunlaşmış, bu bölgeleri güney Amerika, güney Afrika ve Avustralya takip etmiştir. Günümüzde enerji tüketim değeri ve tüketilen enerjinin hangi enerji kaynağı ile karşılandığı konuları ülkeleri gelişmiş ülke konumuna getirmektedir.

Dünya üzerinde Güneş Enerjisi Santrallerinin (GES) dağılımı incelendiğinde, güneş enerjisinin gelişmiş ülkeler tarafından tercih edilen bir kaynak olduğu açıkça görülmektedir. Bu yönüyle ele alındığında güneş enerjisi ve uygulamaları ülkelerin gelişmişlik göstergesi olarak dikkate alınabilir (Şekil 1.11) [10].



Şekil 1.11. Dünya'daki güneş enerjisi santralleri haritası.

1.1.2 Türkiye'nin enerji görünümü

Türkiye'nin enerji talebindeki artış 1990'dan itibaren yıllık ortalama %4,6 olarak gerçekleşmiştir. 2020 yılına kadar yıllık talep artış oranı %6,7 - %7,5 aralığında öngörülmektedir. Yapılan çalışmalarla bu oranın %5'in üzerinde olması söz konusudur.

2012 yılı Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının verilerine göre yıllık birincil enerji tüketimi 120,1 MTEP'dir. Bu değerlerin %32'si doğalgaz, %26'sı petrol, %31'i kömürü, %4'ü hidrolik ve %7'si diğer yenilenebilir kaynaklardır. Tüketimin %89'u fosil yakıtlardan sağlanmaktadır.

1990 yılında yıllık toplam birincil enerji üretimi 25,6 MTEP, tüketimi 52,9 MTEP iken 2012 yılında yıllık toplam birincil enerji üretimi 34,5 MTEP, tüketimi 121 MTEP değerlerine ulaşmıştır. 1990 yılında birincil enerji tüketiminin %48'i yerli üretimden karşılanırken, 2012 yılında %28,5'si yerli üretimden karşılanmıştır. 1990-2012 yılları arasında toplam enerji talebi milyon tep biriminden %128,7 oranında artış göstermiştir. Toplam yerli üretim %34,5 artarken, toplam enerji ithalatı %204 artmıştır.

2012 yılı sonu itibarı ile tüketime sunulan 245,5 milyar kWh elektrik enerjisinin %43,8'ü sanayide, %27,4'i meskenlerde, %16,4'ü ticarethanelerde, %3,9'u resmi dairelerde, %2,1'i aydınlatmada, %2 tarımsal sulamada ve %4,4'ü diğer alanlarda harcanmıştır [11].

1.2 Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Türkiye, yenilenebilir enerji kaynak potansiyeli açısından oldukça zengin olmakla birlikte henüz bu potansiyelin önemli bir kısmı hayata geçirilmemiştir. Küresel ısınma ve iklim

değişikliğine ilişkin artan kaygıların ortaya çıkardığı küresel eğilim ile birlikte, enerjide yurtdışına bağımlılığı yerli ve yenilenebilir kaynaklardan artan oranlarda faydalanmak suretiyle kontrol altına alma arzusu yeşil fırsatları gündemin en önemli konularından biri haline getirmiştir.

Yenilenebilir enerjinin toplam birincil enerji arzı içerisinde 1990'ların ortalarında %17 civarında olan payı 2009 yılına gelindiğinde %9,4'e düşmüş, 2010 yılı sonu itibari ile de %9,6 olarak gerçekleşmiştir [3].

Özellikle geleneksel usullerle kullanılan biokütle miktarındaki azalış ve hidroelektriğin elektrik üretimindeki payının artan oranda doğal gaz ile yer değiştirmesi bu düşüşü açıklayan olgular olarak karşımıza çıkmaktadır. Biokütle ve hidroelektrik Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarının başlıca türleri olup jeotermal, rüzgâr ve güneş enerjisi halen düşük oranlarda yararlanılan yenilenebilir enerji türleridir

1.2.1 Güneş Enerjisi

Geçmişten günümüze Güneş enerjisi dünyanın ana enerji kaynağı olmuştur. Güneş enerjisi, doğal bir füzyon reaktörü olan güneşte her bir saniyede 564 milyon ton hidrojen, 560 milyon ton helyuma dönüşmekte ve kaybolan 4 milyon ton kütle karşılığı 386 milyon EJ(eksa joule) enerji açığa çıkan ışıma enerjisidir.

Dünya atmosferinin dışında güneş enerjisinin şiddeti, yaklaşık olarak 1370 W/m^2 değerindedir, ancak yeryüzüne ulaşan miktarı atmosferden dolayı $0-1100 \text{ W/m}^2$ değerleri arasında değişim gösterir (Şekil 1.12) [12].

Bu enerjinin dünyaya gelen küçük bir bölümü dahi, insanlığın mevcut enerji tüketiminden kat kat fazladır. Güneş enerjisinden yararlanma konusundaki çalışmalar özellikle 1970'lerden sonra hız kazanmış, güneş enerjisi sistemleri teknolojik olarak ilerleme ve maliyet bakımından düşme göstermiş, çevresel olarak temiz bir enerji kaynağı olarak kendini kabul ettirmiştir.

Güneş enerjisinden elektrik üretimi teknolojileri, yöntem, malzeme ve teknolojik düzey açısından çok çeşitlilik göstermekle birlikte iki ana gruba ayrılabilir.

- Fotovoltaik Güneş Teknolojileri,
- Yoğunlaştırılmış Güneş Isıl Teknolojiler,

HOW MUCH RADIATED POWER DOES THE EARTH RECEIVE FROM THE SUN?


Divide into two parts:
 1. How much power does the sun emit?
 2. How much of this strikes the earth?

$T_{sun} \approx 5800 \text{ K}$ $R_{sun} \approx 6.96 \times 10^8 \text{ m}$

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = (4\pi R_{sun}^2) \sigma T_{sun}^4$$

$$= 4\pi (6.96 \times 10^8)^2 (5.67 \times 10^{-8}) (5800 \text{ K})^4$$

$$= 3.9 \times 10^{26} \text{ watts}$$

 $r_{sun} = 1.5 \times 10^{11} \text{ m}$

At the earth's orbit

$$\frac{1}{A} \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{4\pi R_{sun}^2 \sigma T_{sun}^4}{4\pi r_{earth}^2} = \frac{3.9 \times 10^{26} \text{ watts}}{4\pi (1.5 \times 10^{11} \text{ m})^2} = 1380 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

At sea level, the amount striking the surface of the earth at the equator at noon is

$$\frac{1}{A} \frac{\Delta Q}{\Delta t} \approx 800 \text{ W/m}^2$$

Şekil 1.12. Güneş'ten Dünya'ya gelen ışınım (Einstein'in el yazısı ile..).

1.2.1.1 Fotovoltaik güneş teknolojileri

Fotovoltaik hücre olarak adlandırılan yarı-iletken malzemeler, güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine çevirirler. Yüzey alanları genellikle 100 cm^2 olup, kalınlıkları ise 0,2-0,4 mm arasında değişmektedir. Güneş gözelerinin yüzeyleri kare, dikdörtgen ve daire şeklinde biçimlendirilir. Güneş gözeleri fotovoltaik ilkeye dayalı olarak çalışırlar, yani üzerlerine ışık düştüğü zaman uçlarında elektrik gerilimi oluşur. Yüzeğe düşen güneş enerjisi sonucu hücre elektrik enerjisi üretir. Güneş enerjisi, güneş gözesinin yapısına bağlı olarak % 5 - % 20 arasında bir verimle elektrik enerjisine çevrilebilir (Çizelge 1.3). Çok sayıda güneş gözesi birbirine paralel ya da seri bağlanarak bir yüzey üzerine monte edilmesi ile güneş gözesi modülü ya da fotovoltaik modül elde edilir ve böylelikle güç çıkışı artırılır [13].

Güneş gözeleri ince film ve kristal silikon olmak üzere genel olarak 2 gruba ayrılabilir (Şekil 1.13). Bu gözelerin yapımında günümüzde en çok Kristal Silisyum, Galyum Arsenit (GaAs), Amorf Silisyum, Kadmiyum Tellürid (CdTe), Bakır İndiyum Diselenid (CuInSe₂) kullanılmaktadır.



Şekil 1.13. Monokristal, polikristal ve ince film pv hücreler.

Çizelge 1.3. Yapısına göre PV göze verimlilikleri.

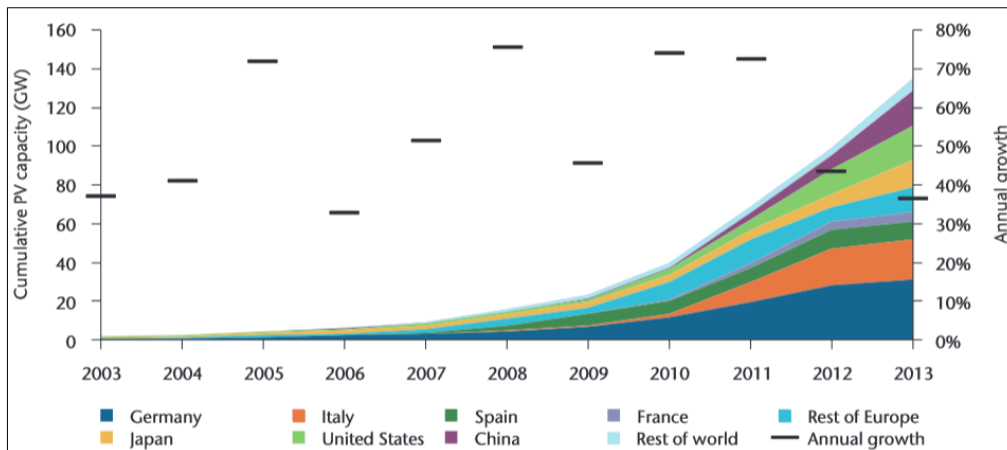
Sistem	Kullanılan Malzeme	Dönüşüm Verimi (%)
PV modül	Kristal Silisyum	~15
	Galyum Arsenit (GaAs)	~30
	Amorf Silisyum (AmSi)	~5-7
	Kadmiyum Tellürid (CdTe)	~7
	Bakır İndinyum di Selenid (CuInSe ₂)	~10
	Optik yoğunlaştırıcı hücreler	~17

Güneş enerjisinden elektrik elde edilmesi, gelişmiş ülkelerde oldukça yaygın bir uygulamadır. Birçok ülkede büyük “Güneş Enerji Santrali (GES)” bulunduğu gibi, bireysel ev uygulamaları da sıklıkla görülmektedir.

Şekil 1.14’de Dünyadaki PV kapasitesindeki değişim görülmektedir. Yıllık kapasite artışının daima %35 ‘in üzerinde olduğu, bu değişimin 2005, 2008, 2010 ve 2011 yıllarında %70-80 aralığında olduğu düşünülürse, gelişmiş ülkelerdeki yatırımların ve GES kurulumlarının ne kadar hızla yaygınlaştığı daha iyi anlaşılacaktır. 2003-2013 arasındaki PV kapasite artışı oranı ortalama %49 olmuştur.

“On-grid” şebeke bağlantılı PV sistemleri birkaç kW boyutundan yüzlerce MW boyutuna kadar kurulmaya devam etmektedir. Diğer taraftan, “off-grid” şebeke bağlantısız nispeten daha küçük ebatlı uygulamalar, elektrik bağlantısının olmadığı yerlerde kurulmaktadır.

Bu duruma uygun, 100 MW kapasitenin üzerinde dünyada 20 işletme bulunmakta ve bu GES yatırımlarının çoğunluğu Almanya, A.B.D ve Çin’de konumlandırılmıştır. Almanya bu konuda Dünya’nın en önde gelen ülkelerinden biridir, 2013 yılı itibariyle büyük-küçük 1,3 milyon GES toplamda 30 TWh’lik elektrik enerjisi üretmiştir. Bu değer Almanya’nın toplam enerji tüketiminin %5,3’üne karşılık gelmiş, 2013 yılı itibariyle toplam kurulu gücü 36 GW’a ulaşmıştır [14].



Şekil 1.14. Gelişmiş ülkelerdeki PV kapasite değişimi.

İtalya'da 2013 yılında, PV sistemleri ile 22 TWh elektrik enerjisi üretilmiş, bu değer toplam enerji tüketiminin %7'sine karşılık gelmiştir. İtalya'nın toplam kurulu gücü 17 GW'a ulaşmıştır.

AB üyesi diğer 5 ülke –ki bunlar İspanya, Belçika, Yunanistan, Çek Cumhuriyeti ve Bulgaristan olmak üzere- toplam elektrik ihtiyaçlarının %3'ünden fazlasını PV sistemler ile karşılamışlardır. Güneş enerjisi pazarında, bu değerlere ulaşılırken mono-kristal ya da polikristal Silikon PV'ler kullanılmış ve bu panellerin pazar payı %90 civarında gerçekleşmiştir [15].

İnce film PV sistemler 2009 yılında pazarda %16 paya sahipken, 2013 yılı itibariyle %10'a gerilemiş durumdadır. Yoğunlaştırılmış PV sistemler ise pazarda payını artırmakla beraber henüz %1'in altında bir Pazar payına sahiptir.

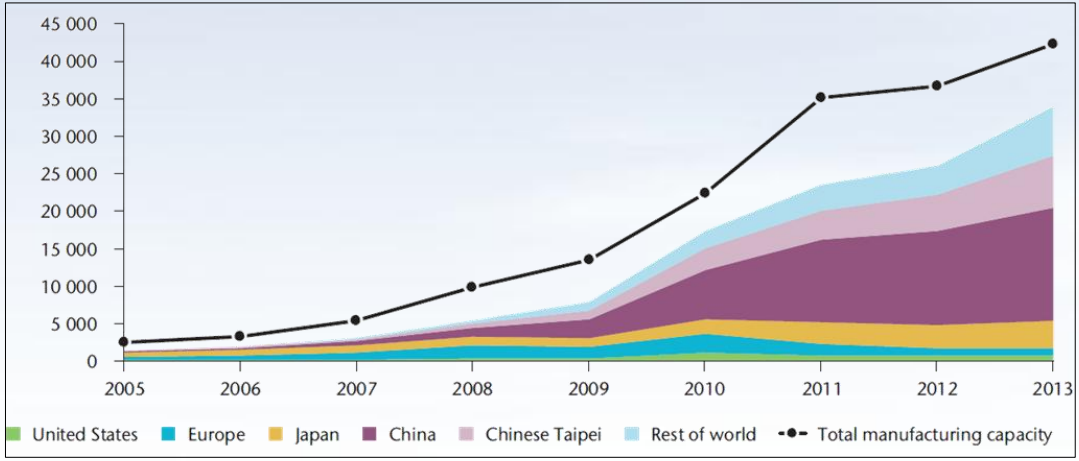
Global pazarda, merkezi olmayan PV sistemler, %60'lık Pazar payına sahipken, merkezi PV sistemler %40 civarında Pazar payına ulaşmıştır. "Off-grid" (şebeke bağlantılı olmayan) sistemler ise pazarda %1'in altında bir paya sahiptir.

Son birkaç yılda, Avrupa'daki özellikle de Almanya'da, PV üretim miktarı oldukça önemli bir düşüş göstermektedir. Üretim miktarındaki bu değişim Asya ülkelerine daha çok ta Çin ve Tayland'a kaymaktadır.

Bu durum, büyük çaplı GES yatırımlarında kullanılan PV panellerin Çin, Tayland ya da Japonya'dan ithal edilmesine yol açmaktadır. Dünya üzerindeki GES'ler incelendiğinde, Avrupa menşei olan sistemlerin yerine son yıllarda daha çok Asya menşei sistemlerin tercih edildiği gerçeğini ortaya koymaktadır. Bunun temel nedeni fayda/maliyet analizinde Asya menşei sistemlerin daha etkin sonuç vermesidir. Avrupa'daki yüksek işgücü maliyetinin neden olduğu bu durum, Asya menşei üreticilerinin teknoloji gelişiminde gösterdiği performansla birleştiğinde daha da derinleşmektedir (Şekil 1.15) [16].

Özellikle Çin'in PV üretimindeki teknoloji atağından sonra, Çin menşei ve Çin menşei olmayan PV modül verimlilikleri neredeyse aynı konuma gelmiştir [17].

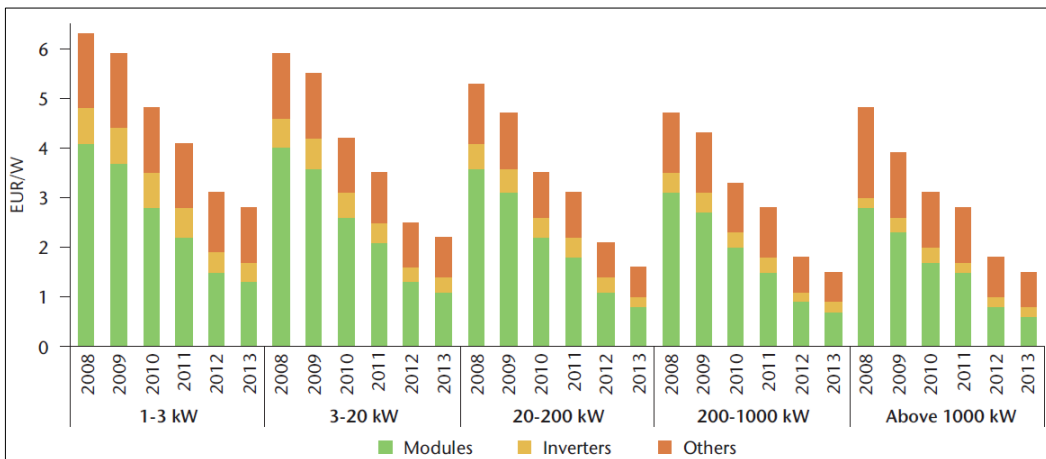
2014 yılının ilk yarısında, "Çin Tier 1" modül üreticilerinin panel satış fiyatları, Çin içinde 0.59-0.60 W/USD, Çin dışında 0.67/0.79 W/USD civarında seyretmiştir. Piyasada Alman modüllerin satış fiyatı ise 0.95 W/USD civarındadır [18].



Şekil 1.15. PV üretim yapılan ülkeler ve yıllara göre dağılımları.

Sistem maliyetlerindeki bu önemli değişim, PV santrallerinin global ölçekteki gelişimi hızlandıracağı, yatırımların hızla artacağı öngörüsünü kuvvetlendirmektedir. Özellikle ülkemizin güneşlenme süreleri ve güneş ışınım değerleri göz önünde bulundurulduğunda, ülkemizdeki yatırımların da kısa vadede artacağını göstermektedir. Aynı zamanda GES'lerin 15-20 yıl civarında olan geri ödeme sürelerinin 10 yılın altına ineceğini ortaya koymaktadır.

Şekil 1.16'de İtalya'daki PV sistem maliyetlerinin 2008-2013 yılları arasındaki değişimi verilmiştir. Küçük uygulamalardaki (PV+ inverter+ diğer sistem bileşenleri) maliyetin 6,2 EUR/W değerinden 2,8 €/W değerine düştüğü gözlenmektedir. 1MW altındaki lisanssız elektrik üretimi dilimine giren sistem büyüklüklerinde bu değer 5 €/W'tan 1,5 €/W'a kadar gerilemiştir. 1MW üzerindeki lisanslı üretim dilimindeki değerler de benzer biçimde azalmıştır [19].



Şekil 1.16. İtalya'daki 2008-2013 yılları arasında PV sistem fiyatlarının değişimi.

Ancak unutulmamalıdır ki, bu değerler sistem maliyetlerini içermektedir. Projelendirme, işçilik, yer maliyeti ve izin alma giderlerini içermemektedir. Bu nedenle yatırımların fizibilite çalışmaları yapılırken bu gider kalemlerinin hesaba katılması ve projelendirme ve kontrol

aşamalarında konusunda uzman ekiplerce çalışılması, yatırımın geri ödeme süresinin belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır.

Ülkemiz güneş enerjisi potansiyeli bakımından oldukça zengin bir bölgede yer almaktadır. Buna rağmen PV santrallerinin kurulu gücü bakımında aynı oranda zengin değildir. Yukarıda bahsi geçen lider ülkeler ile Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli karşılaştırıldığında, ülkemizin görece çok daha etkin bir potansiyele sahip olduğu bilinmektedir. Ancak bu potansiyelin faydaya dönüştürülmesi henüz etkin biçimde gerçekleşmemiştir.

30 Kasım 2014 tarihi itibarıyla Türkiye'deki güneş enerji santrali sayısı 96, toplam kurulu güç değeri 30,6 MW seviyesindedir [20]. 2015 yılının ilk döneminde toplam kurulu santral sayısı, 137'ye ulaşmış, toplam kurulu güç değeri de 59 MW civarındadır. Bu santrallerin Türkiye'nin kurulu gücüne oranı %0.09, toplam üretilen enerji miktarı 82,5 GWh seviyelerindedir [21].

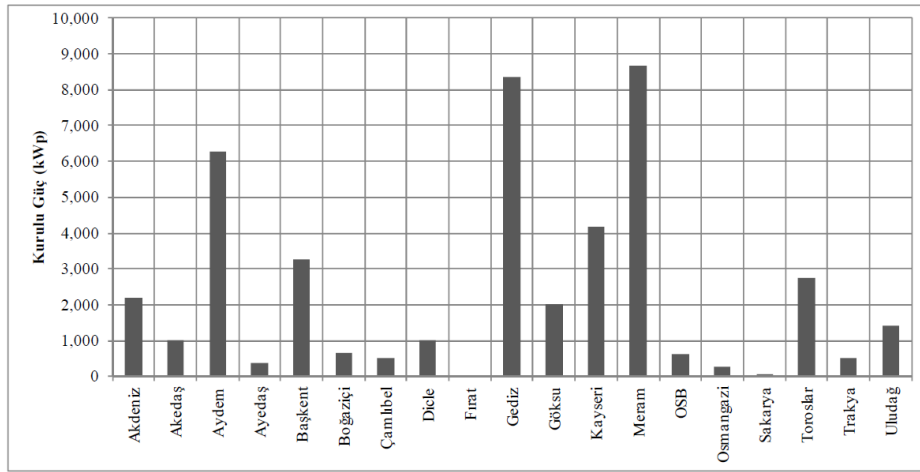
Son yıllarda Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'na bağlı kurumların hazırladığı lisanslama faaliyetleri, lisanssız elektrik üretim şartları gibi hususlar ülkemizde PV santrallerinin hızla artacağına işarettir. Bu düzenlemelerdeki en önemli değişiklik lisanssız elektrik üretim kapasitesindeki değişiklik olmuştur. Daha önceki yönetmelikte lisanssız elektrik üretim kapasitesi 500 kW ile sınırlandırılmıştı, yeni düzenleme ile bu değer 1 MW'a kadar yükseltilmiştir. Ülkemizde 1 MW'a kadar kurulu güce sahip PV santrallerinin kurulumu için lisanslama işlemleri yapılmamaktadır. Bu kolaylık sayesinde, lisanssız elektrik üretimi hedefleyen yatırımcıların sayısının artması beklenmektedir.

Lisanssız GES proje onayları, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından görevlendirilen TEDAŞ tarafından yapılmaktadır. TEDAŞ tarafından yapılan duyuru ile 30 kWp değerine kadar olan "Alçak Gerilim" (AG) sistemlerinin daha da yaygınlaştırılması için yeni bir yönetmelik üzerinde çalışmaktadır. Yapılan taslak çalışmanın ana konusu, AG sistemlerinin ülkemizde yaygınlaşmadığı (özellikle çatı uygulamaları) ve bunun önüne geçmek için alınması gereken düzenlemeler olmuştur. Taslak çalışmanın hazırlanmasını takiben Kurum, kamuoyundan konu ile ilgili görüş önerisi toplama aşamasına gelmiştir. Beklenen düzenleme, AG düzeyinde küçük çaplı PV uygulamalarının izin ve onay gibi süreçlerinin elektrik dağıtım firmaları üzerinden daha kolaylıkla yapılması yönündedir.

Aralık 2014 tarihinde açıklanan proje onay sonuçlarına göre, ülkemizde 343 GES projesi onaylanmış, kurulum aşamasına geçmesi beklenmektedir.

Eylül 2013 itibarıyla TEDAŞ'a yapılan 166 proje müracaatının toplam kurulu gücü yaklaşık 44 MW'tır. Buradan ortalama santral gücünün 265 kW olduğu görülür ki bu yüksek bir orandır [22].

Ortalama santral gücünün bu denli yüksek olması, lisanssız üretimin küçük ölçekli şehir içi ve çatı üstü uygulamalarının henüz yeterli seviyede olmadığını ve kurulumların daha çok yer sistemleri ile domine edildiğini gösterir. Bunda 1 kW ile 1 MW santrallerin eşit proje süreçlerinden sorumlu tutulmasının önemli rolü vardır. Ayrıca 11 kW-1 MW arası santrallerden talep edilen ara-yüz koruma fonksiyonları da benzer yapıya sahiptir. Bu da mikro ölçekli kurulumların ek gider oranını önemli ölçüde artırmaktadır. Öte yandan talep edilen 44 MW'lık güç, lisanslı santraller için açılan 600 MW'lık kapasitenin yaklaşık % 7,5'dur.



Şekil 1.16. Eylül 2013 itibarıyla elektrik dağıtım şirketlerine yapılan GES başvurularının dağılımı.

Meram ve Gediz Dağıtım bölgelerindeki talep yüksekliği dikkat çekmektedir (Şekil 1.16). Bu iki bölgede talep edilen miktar toplam talebin yaklaşık % 40'ıdır. Avrupa'nın önde gelen GES bölgeleriyle karşılaştırıldığında ise 780000 km²'lik Türkiye'nin 44 MW müracaat ile yarışta çok gerilerde kaldığı gözlenir. Örneğin İtalya'nın yoğun GES gölgesi olan ve 20000 km² alana sahip Apulia'da 2010 yılı itibarıyla 80356 adet GES'in toplam kurulu gücü 477 MW olarak tespit edilmiştir. Bölgesel hükümetin çatı üstü uygulamalarının yaygınlaştırılmasını desteklediğini deklare etmesine rağmen ortalama 57 kW'lık ortalama santral gücü, bölgede büyük oranda geniş kurulumlu yer sistemlerinin varlığını işaret etmekte ve oranın daha da aşağı çekilmesi için çalışmalar yapılmasına neden olmaktadır. Bu durum, 265 kW ortalama santral gücü olan Türkiye'de, şehir içi ve çatı üstü uygulamaları konusunda zayıf kalındığının bir başka göstergesidir.

1.2.1.2 Yoğunlaştırılmış güneş ısı teknolojiler

Fotovoltaik güneş teknolojilerinde, güneş enerjisinde doğrudan elektrik üretimi gerçekleştirilirken, yoğunlaştırılmış güneş ısı teknolojilerde, güneş enerjisini çizgisel ya da noktasal olarak yoğunlaştırarak, çevrim akışkanını yüksek sıcaklık seviyesi çıkartıp, bu akışkanın enerji potansiyelinden yararlanarak elektrik üretimi sağlanmaktadır. Yoğunlaştırılmış güneş ısı teknolojilerinde akışkan sıcaklıkları orta (100-300°C) ve yüksek (300-1000°C) düzeyde sıcaklıklara erişmektedir

Orta sıcaklık uygulamalarında, genellikle güneşi tek ekseninde takip eden mekanizmalara ihtiyaç vardır [23]. Güneşi tek ekseninde izleyen yoğunlaştırıcı sistemlerin en önemli bileşeni parabolik oluk tipi toplayıcıdır.

Parabolik Oluk Tipi Toplayıcılar; Yansıtıcı yüzey kısmı silindirik şekilde olan bu toplayıcılar güneşten gelen ışınlarını, parabolün merkezinde yer alan toplayıcı kısma yoğunlaştırma yapan sistemlerdir. (Şekil 1.17). Parabolik oluk tipi toplayıcılar, direk güneş ışınımını toplayıcı ekseninde bulunan doğrusal odağa yoğunlaştırarak toplarlar. Doğrusal odağın bulunduğu merkeze, yoğunlaştırılan enerjiyi yutan, yuttuğu enerjiyi içinden geçen enerji taşıyıcı akışkana ileterek entalpisini artıran "alıcı" adı verilir.

Parabolik oluk tipi toplayıcılar, genellikle tek-eksenli izleme sistemleri ile güneş ışınlarının toplayıcı açıklık düzlemine dik gelmesini sağlar. Bu toplayıcılar, direk güneş ışınım demetlerini yansıtırlar, bir başka deyişle yansıyan ya da atmosfer tabakasında bulutlardan süzülen, tozlardan kırılan güneş ışınlarını kullanmazlar. Bu nedenle gökyüzünün karakteristik özellikleri, parabolik toplayıcıların performansı üzerinde oldukça etkilidir.



Şekil 1.17. Parabolik oluk tipi toplayıcıların görünüm.

Parabolik güneş toplayıcılarının uygulama alanları en temelde iki grupta incelenebilir;

1. Yoğunlaştırıcı Termal Güneş Enerji Santralleri (Concentrated Solar Power (CSP) Plants)
2. Diğer Uygulamalar
 - a. Endüstriyel amaçlı ısı eldesi (Industrial Process Heat IPH)
 - b. Düşük sıcaklık gereksinimi yüksek enerji tüketimi olan uygulamalar (kullanım sıcak suyu eldesi, alan ısıtma, havuz ısıtması vs.)
 - c. Isı güdümlü soğutma uygulamaları.

Yukarıda bahsi geçen uygulama alanları parabolik toplayıcıdan elde edilen termal enerjinin, akışkan sıcaklığında yarattığı etki oranında değişkenlik gösterir. Genellikle parabolik toplayıcıların, akışkan sıcaklık aralığı 150-300°C arasında değişmektedir. Bu sıcaklık değeri toplayıcının fiziksel özelliklerine göre 400°C'ye ulaşabilir.

Doğrusal Fresnel Tipi Toplayıcılar; Bu toplayıcı sisteminin parabolik oluk tipi toplayıcıdan farkı, yansıtıcı yüzeyin düzlemsel yansıtıcılardan oluşmasıdır. Değişik açılara konumlandırılan düzlemsel yansıtıcılar, gelen güneş ışınlarını yutucu yüzeye toplarlar, bu sayede güneş ışınlarının yoğunlaştırılarak yutucu yüzeye yansıtılmasını sağlarlar (Şekil 1.18).

Düzlemsel yansıtıcı yüzeyler tek eksende güneşi takip ederek, her yönden gelen direk güneş ışınlarını yutucu yüzeye odaklar. Bu tip toplayıcıların dezavantajı, yutucu yüzeyin yansıtıcı yüzeyden uzakta konumlandırılmasıdır. Bu nedenle yansıyan ışınların dağılması ve yüksek ısı kaybı, verimliliğin düşmesine neden olur.



Şekil 1.18. Fresnel tipi güneş toplayıcıları.

Bu sistemin avantajı ise, düz aynaların parabolik aynalara göre ucuz olmasından ötürü maliyetinin düşük olmasıdır. Güneş izleme sistemleri tüm kütleyi beraber hareket ettirmek

yerine, her bir ayna dizisini ayrı açılarla hareket ettirerek toplayıcı tüpe yoğunlaştırır. Bununla birlikte, aynı büyüklükte bir alana parabolik sistemlere kıyasla daha çok ayna yerleştirilebilir. Bu da, aynı büyüklükte bir alandan daha fazla enerji üretimi anlamına gelir.

Güneş enerjisinin yüksek sıcaklık uygulamaları, ısı taşıyıcı akışkanın 300°C'nin üzerinde sıcaklıklara ulaştığı uygulamalardır. Bu uygulamalarda ulaşılan yüksek sıcaklık, bu sistemlerin kullanım alanlarını artırmaktadır. Büyük hacimlerin ısıtılması ve soğutulması, elektrik üretim santrallerinin kurulması, yüksek sıcaklık reaksiyonların gerçekleştirilmesi gibi birçok uygulama alanı bulunmaktadır. En sık kullanılan uygulama biçimi elektrik üretimi amaçlı olanlardır. Bu uygulamalarda kullanılan güneş toplayıcıları; noktasal odaklı çanak tipi toplayıcılar ve heliostatlardır.

Yüksek sıcaklık uygulamalarında, güneş çift ekseninde izleyen, ya da merkezi alıcılı sistemler kullanılarak akışkan sıcaklığı 1000°C'ye yakın değerlere çıkartılır.

Çanak tipi toplayıcılar: toplayıcı, alıcı ve bir motordan oluşan başlı başına bir ünedir. Bu tip toplayıcıların odak noktasına yüksek sıcaklığı mekanik enerjiye çeviren "Stirling motoru" yerleştirilir. Bu sayede ısı enerjisi mekanik enerjiye, mekanik enerji de elektrik enerjisine dönüştürülür.

Güneş enerjisi, çanak biçimli bir yüzey tarafından bir alıcı yüzey üzerine nokta şeklinde yoğunlaştırılır. Alıcı yüzey de bu toplanan enerjiyi ya termal enerjiye dönüştürür ve direkt ısı enerjisi olarak kullanılmasını sağlar ya da bir motor içerisindeki çalışma akışkanına aktarır (Şekil 1.19).

Motor ise ısıyı mekanik güce çevirir. Bu mekanik enerji bir jeneratör veya bir alternatör yardımıyla elektrik enerjisine dönüştürülür. Çanak-motor sistemleri güneşi iki ekseninde izlerler.

Alıcı yüzey ve motor tipi için başta Stirling motor ve Brayton alıcısı olmak üzere birçok seçenek vardır. Tek bir çanak motor sistemi ile 25 kW kadar güç üretmek mümkündür. Amerika ve Avrupa'da kırsal bölgelerde 7,5 –25 kW boyutunda uygulamalar yapılmaktadır.

Diğer güneş enerjili sistemlerden farklı olarak çanak-motor sistemleri yüksek elektrik dönüşüm verimine sahiptir (%29,4). Bu sistemler kırsal bölgelerin enerji ihtiyacını karşılamak için önemli bir alternatif olma durumundadır.



Şekil 1.19. Parabolik çanak tipi toplayıcılar.

Merkezi Alıcı Sistemler-Güneş Kulesi (Heliostat): Büyük bir alana yerleştirilen yüzlerce düzlemsel yansıtıcılar üzerlerine gelen güneş ışınımını yüksek bir noktaya yerleştirilmiş alıcıya (yutucuya) odaklar. Bu sayede yoğunlaştırılan güneş enerjisi yutucu yüzeyde yüksek sıcaklık oluşturur. Bazı uygulamalarda sıcaklığın 3500°C 'ye ulaştığı gözlenmiştir. Bu tip toplayıcılarda yoğunlaştırma oranı 200-400 arasında değişir. Bu nedenle birim yüzeye gelen ışınımın 200-400 katı kadar güneş ışınımı yutucu yüzeye ulaştırılır.



Şekil 1.20. Güneş kulesi, Heliostat, (Ivanpah-California).

Güneş güç kulesi sisteminde (Şekil 1.20), iki eksenli izleyici heliostat aynalar, güneş enerjisini, kulenin tepesine merkezi bir şekilde yerleştirilmiş olan alıcıya yansıtırlar. Burada, alıcıya gelen güneş enerjisi, çalışma akışkanı (gaz veya tuz eriyiği) tarafından absorbe edilir ve sonra

toplanan ısı buhar üretiminde kullanılır. Üretilen buhar bir buhar güç çevriminde kullanılarak elektrik üretilir. Bu sistemlerin kullanımı ve uygulaması ülkemizde oldukça azdır ancak konu ile ilgili çalışmalar, 10 MW'lık bir sistemin 120m kule yüksekliğine sahip 380 m yarıçaplı yansıtıcı alan ile yapılabilirliğini ortaya koymuştur.

1.2.1.3 Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli

Ülkemizin güneş enerjisi potansiyelinin yakın komşu ülkelerdeki duruma göre görece daha yüksek olduğu bilinmektedir. Türkiye'nin ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat (günlük toplam 7,2 saat), ortalama toplam ışınım şiddeti 1311 kWh/m²-yıl (günlük toplam 3,6 kWh/m²) olduğu tespit edilmiştir. Çizelge 1.4'de aylık bazda gerçekleşen güneş enerjisi ve güneşlenme süreleri detaylı olarak verilmiştir [24].

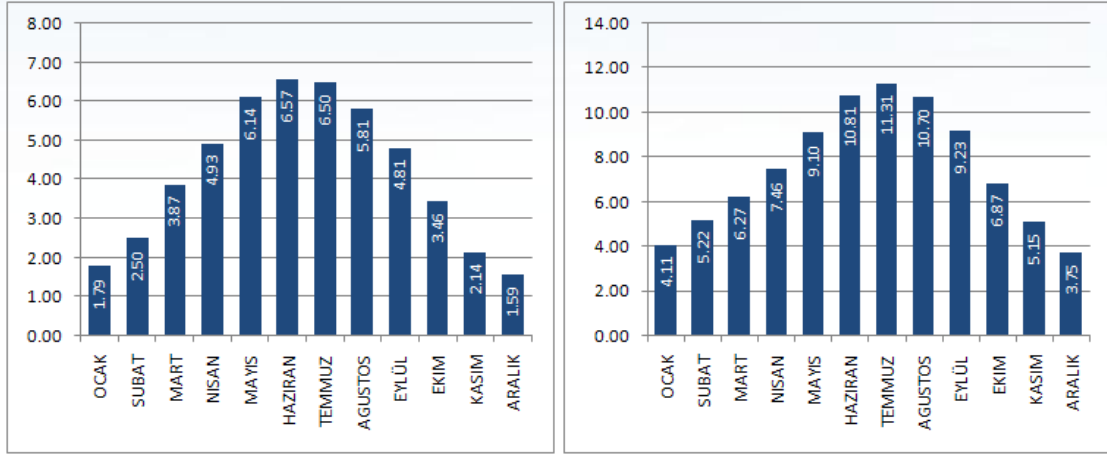
Çizelge 1.4. Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli.

AYLAR	AYLIK TOPLAM GÜNEŞ ENERJİSİ (Kcal/cm ² ay)	(kWh/m ² ay)	GÜNEŞLENME SÜRESİ (Saat/ay)
OCAK	4,45	51,75	103,0
ŞUBAT	5,44	63,27	115,0
MART	8,31	96,65	165,0
NİSAN	10,51	122,23	197,0
MAYIS	13,23	153,86	273,0
HAZİRAN	14,51	168,75	325,0
TEMMUZ	15,08	175,38	365,0
AĞUSTOS	13,62	158,40	343,0
EYLÜL	10,60	123,28	280,0
EKİM	7,73	89,90	214,0
KASIM	5,23	60,82	157,0
ARALIK	4,03	46,87	103,0
TOPLAM	112,74	1311	2640
ORTALAMA	308,0 cal/cm ² -gün	3,6 kWh/m ² -gün	7,2 saat/gün

Buna göre, birim alana en fazla güneş ışınımının geldiği ay 175,38 kWh/m² ay değeri ile Temmuz ayıdır. Birim alana gelen en düşük güneş enerjisi değeri 46,87 kWh/m² ay, Aralık ayında görülmektedir. En yüksek güneşlenme süresi, 365 saat/ay değeri ile Temmuzda, en düşük güneşlenme süresi 103 saat/ay değeri ile Aralık ve Ocak ayında gözlenmektedir.

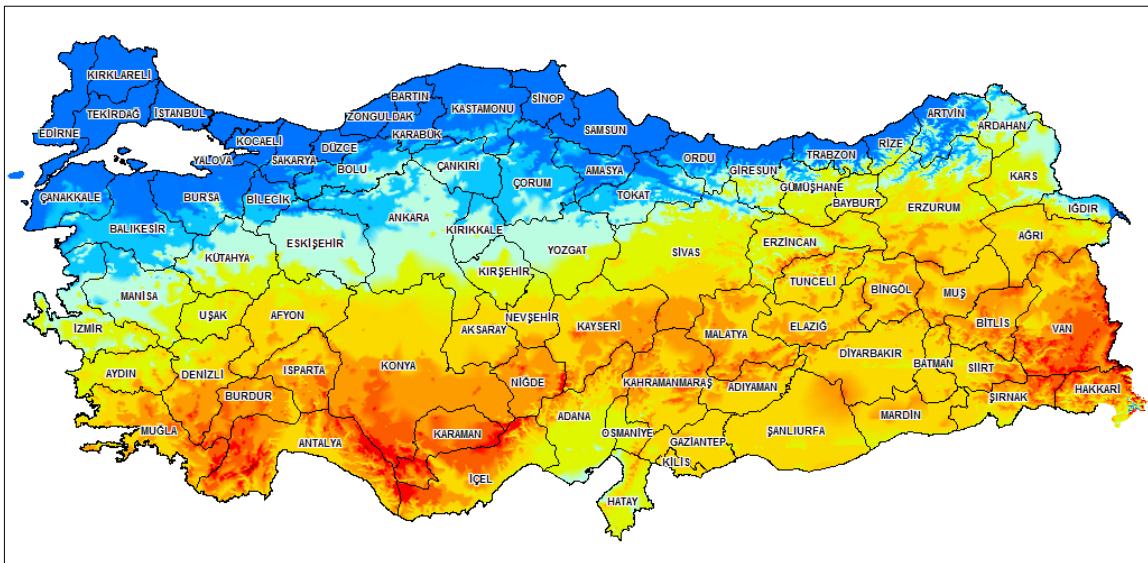
Şekil 1.21'de Türkiye'nin birim alan başına düşen global güneş ışınım değeri ve günlük ortalama güneşlenme süreleri görülmektedir. Güneşlenme süresi bakımından ortalama değerlerin en yüksek olduğu ay yine Temmuz ayıdır. Ancak global güneş ışınımı değerine göre en yüksek ortalama günlük değer 6,57 kWh/m² gün ile Haziran ayında gerçekleşmektedir.

Bölgelerimizin güneş enerjisi potansiyelleri incelendiğinde, en yüksek potansiyele sahip olan bölgenin Güney Doğu Anadolu Bölgesi olduğu görülmektedir. Bu bölgemizi sırasıyla, Akdeniz, Doğu Anadolu, İç Anadolu, Ege, Marmara ve Karadeniz Bölgeleri takip etmektedir. Güneş enerjisi bakımından en düşük potansiyele sahip olan Karadeniz Bölgesinin yıllık 1120 kWh/m^2 değeri Almanya'nın ortalama güneş enerjisi değerinin çok üzerindedir.



Şekil 1.21. Türkiye'nin ortalama global ışınım değeri ($\text{kWh/m}^2\text{gün}$) ve güneşlenme süresi (saat/gün).

Türkiye'nin Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA) incelendiğinde, Ardahan-İzmir hattının altında kalan bölgelerin oldukça değerli bölgeler olduğu görülmektedir (Şekil 1.22). Güneş enerjisi potansiyeline göre GES yatırım teşvik bölgeleri belirlenerek ilan edilmektedir. Buna göre en yoğun teşvik noktası içeren ilimiz 92 MW ile Konya olmuştur. Konya'yı, 77 MW ile Van, 58 MW ile Antalya izlemiştir. Muğla bölgesi teşvik kapsamında 20 MW ile 14. Sırada yer almıştır.



Şekil 1.22. Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli atlası (GEPA).

1.2.2 Rüzgâr Enerjisi

Rüzgâr enerjisi; doğal, yenilenebilir, temiz ve sonsuz bir güç olup kaynağı güneştir. Güneşin dünyaya gönderdiği enerjinin %1-2 gibi küçük bir miktarı rüzgâr enerjisine dönüşmektedir. Güneşin, yer yüzeyini ve atmosferi homojen ısıtmamasının bir sonucu olarak ortaya çıkan sıcaklık ve basınç farkından dolayı hava akımı oluşur. Bir hava kütlesi mevcut durumundan daha fazla ısınrsa atmosferin yukarısına doğru yükselir ve bu hava kütlelerinin yükselmesiyle boşalan yere, aynı hacimdeki soğuk hava kütlesi yerleşir. Bu hava kütlelerinin yer değiştirmelerine rüzgâr adı verilmektedir.

Diğer bir ifadeyle rüzgâr; birbirine komşu bulunan iki basınç bölgesi arasındaki basınç farklarından dolayı meydana gelen ve yüksek basınç merkezinden alçak basınç merkezine doğru hareket eden hava akımıdır. Rüzgârlar yüksek basınç alanlarından alçak basınç alanlarına akarken; dünyanın kendi eksenini etrafında dönmesi, yüzey sürtünmeleri, yerel ısı yayılımı, rüzgâr önündeki farklı atmosferik olaylar ve arazinin topografik yapısı gibi nedenlerden dolayı şekillenir.

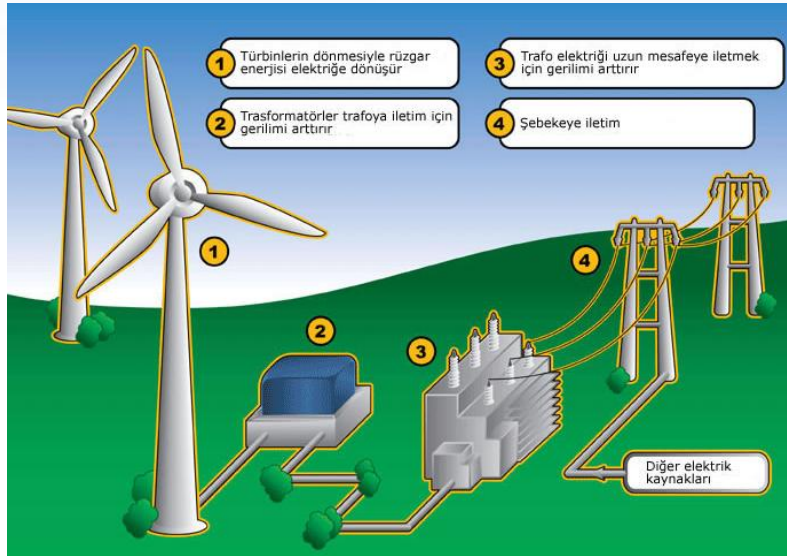
Rüzgârın özellikleri, yerel coğrafi farklılıklar ve yeryüzünün homojen olmayan ısınmasına bağlı olarak, zamansal ve yöresel değişiklik gösterir. Rüzgâr hız ve yön olmak üzere iki parametre ile ifade edilir. Rüzgâr hızı yükseklikle artar ve teorik gücü de hızının küpü ile orantılı olarak değişir. Rüzgâr enerjisi uygulamalarının ilk yatırım maliyetinin yüksek, kapasite faktörlerinin düşük oluşu ve değişken enerji üretimi gibi dezavantajları yanında üstünlükleri genel olarak şöyle sıralanabilir

- Atmosferde bol ve serbest olarak bulunur.
- Yenilenebilir ve temiz bir enerji kaynağıdır, çevre dostudur.
- Kaynağı güvenilir, tükenme ve zamanla fiyatının artma riski yoktur.
- Maliyeti günümüz güç santralleriyle rekabet edebilecek düzeye gelmiştir.
- Bakım ve işletme maliyetleri düşüktür.
- İstihdam yaratır.
- Hammaddesi tamamıyla yerlidir, dışa bağımlılık yaratmaz.
- Teknolojisinin tesisi ve işletilmesi göreceli olarak basittir.
- İşletmeye alınması kısa bir sürede gerçekleşebilir.

Rüzgâr enerjisinde elektrik üretiminin en önemli aracı rüzgâr türbinleridir. Bu türbinlerde bir rotor, bir güç şaftı ve rüzgârın kinetik enerjisini elektrik enerjisine çevirecek bir jeneratör

kullanılır. Rüzgâr rotordan geçerken, aerodinamik bir kaldırma gücü oluşturur ve rotoru döndürür. Bu dönel hareket jeneratörü hareket ettirir ve elektrik üretir. Türbinlerde ayrıca, dönme oranını ayarlayacak ve kanatların hareketini durduracak bir rotor kontrolü bulunur. Rüzgâr şiddeti yükseklikle arttığı için rüzgâr türbinleri kule tepelerine yerleştirilir. Yatay ve düşey eksen sistemleri olmak üzere iki tür rüzgâr türbini bulunmaktadır.

Şebeke bağlantılı bir rüzgâr güç sisteminin çalışma prensibi Şekil 1.23’de görüldüğü gibidir.

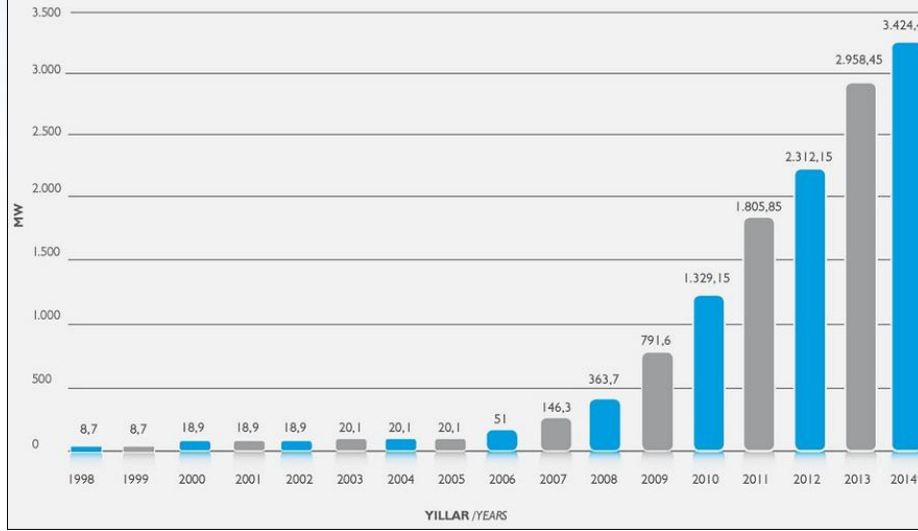


Şekil 1.23. Rüzgâr enerjisi santralinin çalışma prensibinin şematik gösterimi.

Şekil 1.23’de şematik gösterimi verilen rüzgâr enerjisi santrallerinin daha çok elektrik üretmek için rüzgâr hızının sabit olduğu alanlarda kurulması uygundur ve bu nedenle de dünyada pek çok yer elverişli değildir. Rüzgâr şiddeti 7 sınıfa ayrılmaktadır. Bunlardan 7. sınıftaki rüzgârlar son derece kuvvetli, 2. sınıftakiler ise esinti şeklindedir. Elektrik üreten türbinler için ise 4. sınıftaki rüzgârların (yıllık ortalama rüzgâr hızının 5,3 m/s - 19,2 km/saat) uygun olduğu kabul edilmektedir.

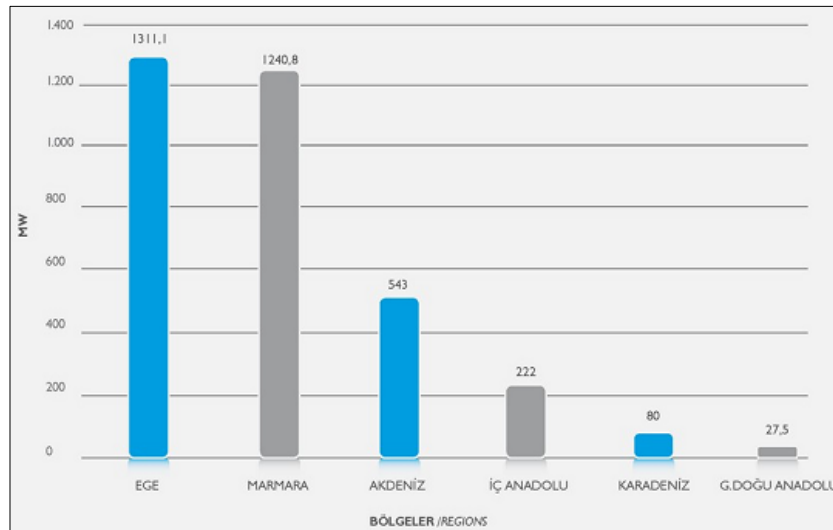
Ülkemizde genel kullanıma dönük ilk elektrik üretim amaçlı rüzgâr enerjisi uygulaması, 1986 yılında Çeşme Altinyunus Tesisleri’nde kurulan 55 kW nominal güçlü rüzgâr türbininden elde edilmiştir. 55 kW’lık nominal güce 12 m/s’lik rüzgâr hızında erişen bu türbinden yılda ortalama 100 MW elektrik enerjisi elde edilmektedir. Bu miktar tesis elektrik enerji ihtiyacının %4’ünü oluşturmaktadır. Ayrıca; Türkiye’de uluslararası boyutta ilk rüzgâr enerjisi santralini, 21 Şubat 1998 tarihinde Çeşme Germiyan Köyü’nde 1,5 MW olarak devreye almıştır.

Türkiye'nin Kurulu rüzgar enerjisi gücü 2005 yılına kadar 20 MW sınırında seyretmiş, 2008 sonu itibariyle 363,7 MW düzeyine ulaşmış ve 2013 yılı sonu itibariyle, 3 GW sınırına dayanmıştır. Bu beş yıllık dönem içerisinde rüzgâr enerjisi sektörü, 8 kat artmıştır (Şekil 1.24) [25].



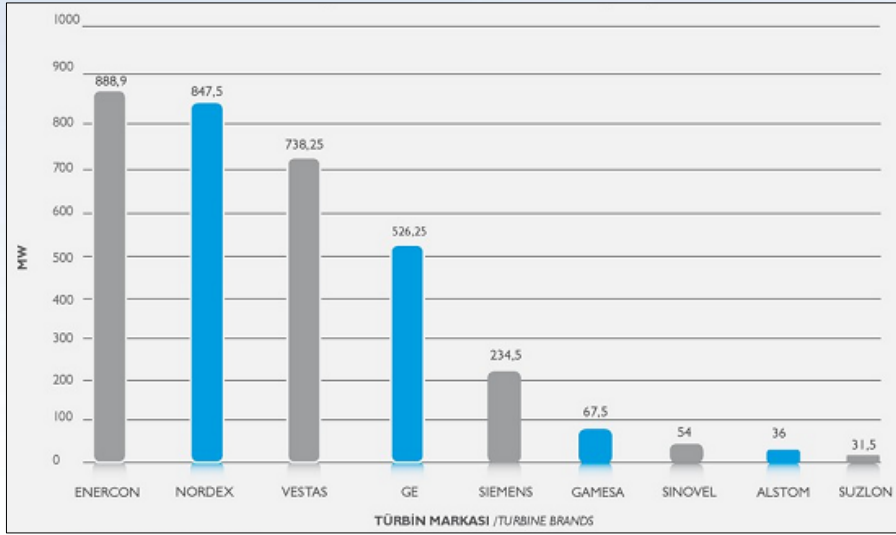
Şekil 1.24. Türkiye rüzgâr enerji santralleri kurulu gücünün yıllara göre değişimi (MW).

Türkiye Rüzgâr Enerjisi Birliği'nin günümüz verilerine göre, Türkiye rüzgâr enerjisi gücünün % 38,28'lik bölümünü oluşturan 1,31 GW kurulu gücündeki rüzgâr türbini Ege bölgesinde bulunurken, Marmara bölgesi 1,24 GW, Akdeniz bölgesi ise 0,54 GW gücünde rüzgâr enerjisi santraline ev sahipliği yapmaktadır (Şekil 1.25) [25].



Şekil 1.25. İşletmede olan rüzgâr enerji santrallerinin bölgelere göre dağılımı.

Dokuz rüzgâr türbini üreticisinin faaliyet gösterdiği Türkiye'de halihazırda devrede olan rüzgâr gücünde Enercon türbinlerinin payı % 27,26 iken, Nordex'in % 24, Vestas'ın % 22,42, GE'nin % 15,87, Siemens'in ise % 4,97 düzeyinde bulunuyor (Şekil 1.26) [25].



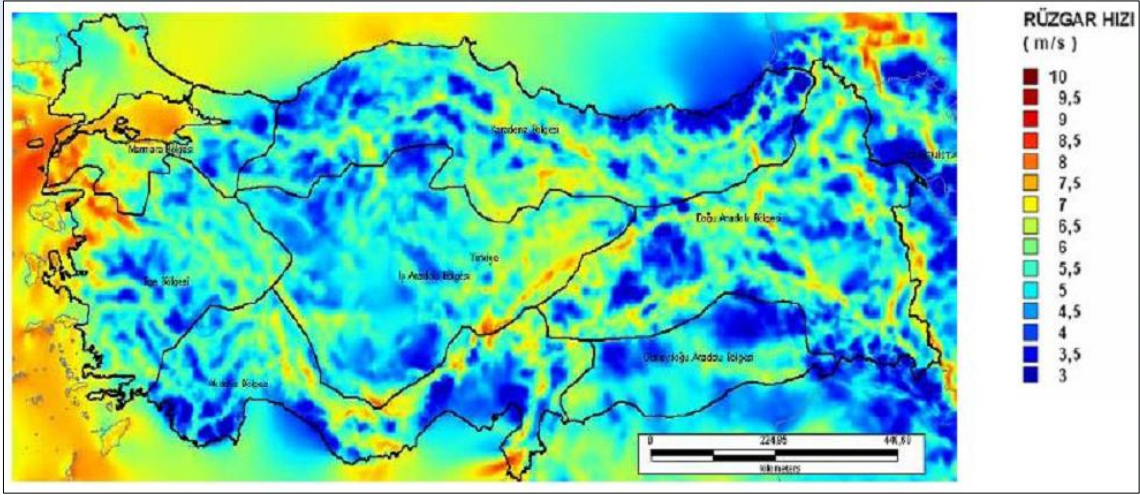
Şekil 1.26. İşletmede olan rüzgâr enerji santrallerinin türbin markalarına göre dağılımı.

Türkiye rüzgâr enerjisi hakkında oluşturulan en önemli kaynak enerji atlasıdır. Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü(Eski adıyla Elektrik İşleri Etüt İdaresi) ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü işbirliğinde rüzgâr enerji kaynağının değerlendirilmesi ve planlamalarına referans oluşturmak ve rüzgâr dönüşüm sistemlerine uygun olan yerlerin belirlenmesi amacıyla Türkiye'nin Rüzgâr Atlası hazırlanmıştır. Rüzgâr Enerji Potansiyeli Atlası (REPA) rüzgâr enerjisi çalışması yapacak firmalara kılavuz niteliğindedir. Atlas, rüzgâr ölçüm verileri, arazi pürüzlülük bilgileri, yakın çevresel bilgileri ve harita bilgileri (topografya) açısından özenle hazırlanmıştır. Rüzgâr yatırımcıları, projelerinde ihtiyaç duydukları her türlü teknik bilgiye erişebilmektedir [25].

Yine bu atlas yardımıyla Türkiye genelinde 200 m x 200 m çözünürlüğünde;

- 30, 50, 70 ve 100 m yüksekliklerdeki yıllık, mevsimlik, aylık ve günlük rüzgâr hız ortalamaları,
- 50 ve 100 m yüksekliklerdeki yıllık, mevsimlik ve aylık rüzgâr güç yoğunlukları,
- Referans bir rüzgâr türbini için 50 m yükseklikteki yıllık kapasite faktörü,
- 50 m yükseklikteki yıllık rüzgâr sınıfları,
- 2 ve 50 m yüksekliklerdeki aylık sıcaklık değerleri,
- Deniz seviyesinde ve 50 m yüksekliklerdeki aylık basınç değerleri öğrenilebilmektedir.

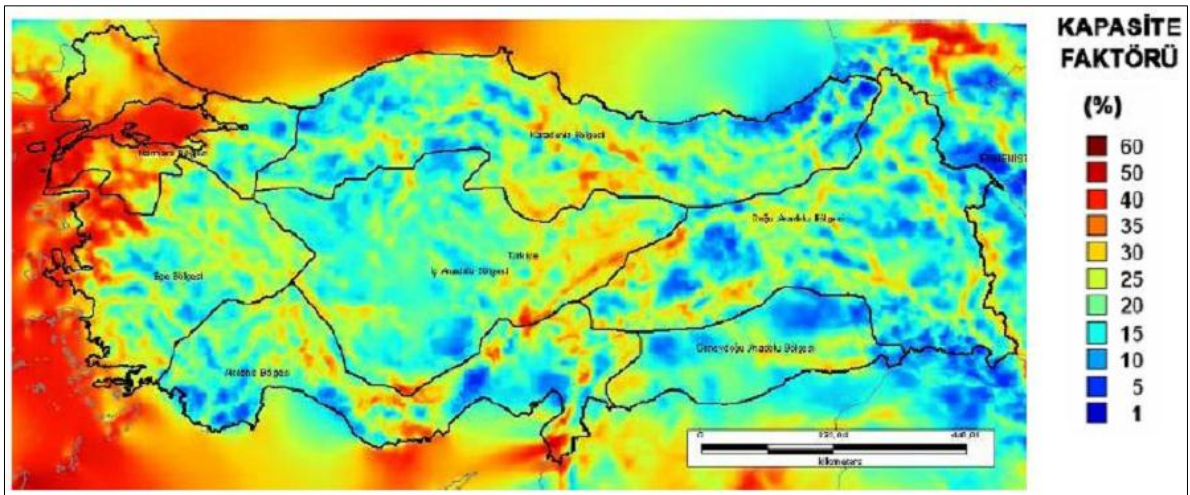
REPA ile denizlerde, kıyılarda ve yüksek rakımlı bölgelerde daha önce ölçülemeyen yüksek yoğunluklu potansiyeller görünür hale gelmiştir. Şekil 1.27'de Türkiye'nin 50 metre yükseklikteki ortalama yıllık rüzgâr hızı dağılımı verilmiştir. Ekonomik bir RES yatırımı için 7 m/s ve üzeri rüzgâr hızına ihtiyaç duyulmaktadır [25].



Şekil 1.27. Türkiye geneli 50 m yükseklikteki ortalama yıllık rüzgâr hızları dağılımı.

Şekil 1.28'da Türkiye'nin 50 metre yükseklikteki ortalama yıllık kapasite faktörü dağılımı verilmiştir. Hesaplamalarda 1 MW gücündeki referans rüzgâr türbinine ait teknik değerler kullanılmıştır. Ekonomik bir RES yatırımı için %35 veya üzerinde kapasite faktörü gerekmektedir [25].

Rüzgâr kaynak bilgileri, Şekil 1.27 ve Şekil 1.28 ile belirtilen tematik haritalarla desteklenerek Türkiye geneli, grid, coğrafi bölge, il ve seçilecek herhangi bir alan veya nokta bazında sorgulanabilmektedir. Böylece rüzgâr enerji santrali kurulabilecek alanlar kolaylıkla belirlenmekte, ön fizibilite çalışmaları yapılabilmekte, rüzgâr kaynağı arama amacıyla yapılan çalışmalar ortadan kaldırılarak tasarruf sağlanmaktadır (Şekil 1.29) [25].

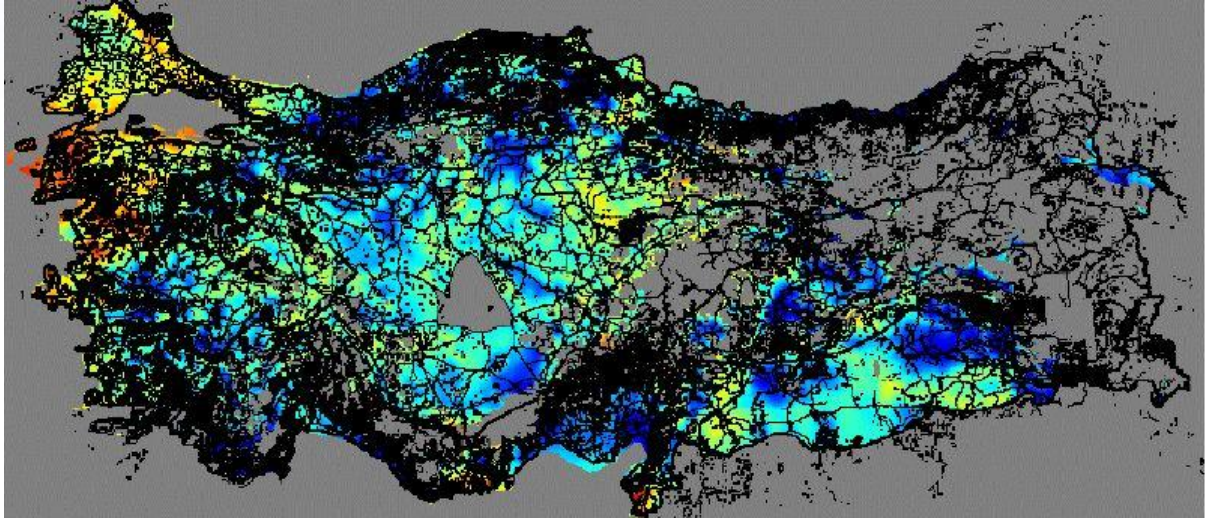


Şekil 1.28. Türkiye geneli 50 m yükseklikteki ortalama kapasite faktörü dağılımı.

Türkiye iyi-sıradışı rüzgâr sınıfına giren aralıkta rüzgârlı alanların potansiyeli yaklaşık 48.000 MW'lık rüzgâr kurulu gücü destekleyebileceği hesaplanmıştır. Rüzgâr enerjisi potansiyelini

ortaya koyarken daha önce belirtilen birçok parametre kullanılmıştır. Fakat bu hesaplamada elektriksel altyapı dikkate alınmamıştır.

Hesaplamalarda 50 m yükseklikteki rüzgâr hızları dikkate alınarak, kapasite faktörünün %35 ve üzeri, yıllık ortalama rüzgâr hızının ise 7 m/s ve üzerindeki kullanılabilir alanlar ve km² başına 5 MW'lık bir güç kurulabileceği gibi güvenli yaklaşımlar kabul edilerek yapılmıştır (Çizelge 1.5) [25].



Şekil 1.29. Türkiye geneli rüzgâr enerjisi santrali kurulabilir alanların dağılımı.

Çizelge 1.5. Türkiye'de rüzgâr enerjisi potansiyeli (kara ve deniz).

Rüzgar Kaynak Derecesi	Rüzgar Sınıfı	50 m'de Rüzgar Gücü (W/m ²)	50 m'de Rüzgar Hızı (m/s)	Toplam Alan (km ²)	Rüzgarlı Arazisi Yüzdesi	Toplam Kurulu Güç (MW)
Orta	3	300 – 400	6,5 – 7,0	16.781,39	2,27	83.906,96
İyi	4	400 – 500	7,0 – 7,5	5.851,87	0,79	29.259,36
Harika	5	500 – 600	7,5 – 8,0	2.598,86	0,35	12.994,32
Mükemmel	6	600 – 800	8,0 - 9,0	1.079,98	0,15	5.399,92
Sıradışı	7	> 800	> 9,0	39,17	0,01	195,84
Toplam				26.351,28	3,57	131.756,40

1.3 Yenilenebilir Enerji Santralleri ve Yasal Çerçeve

Türkiye'nin enerji dengesi esas alındığında tükettiği enerjinin yaklaşık %78'lik kısmını dışarıdan ithal etmektedir. Bu ithalat, Türkiye'nin en kırılgan ekonomik göstergesi olan Dış ticaret açığını derinleştirmektedir. Dış ticaret açığının %25'lik kısmı enerji ithalatından kaynaklanmaktadır [26]. Türkiye gelişimini sürdürdükçe enerji talebi de artmaktadır. Son birkaç yılda Türkiye'nin enerji talep artışı yaklaşık %5,5-6 aralığından %8 değerine yükselmiştir ki [27] gelişimin hız kazanmasıyla bu değer kısa vade de %10'a ulaşması öngörülmektedir. Özellikle ekonomik büyüme senaryolarının yıllık bazda gerçekleşmesi ile birlikte ağır sanayi ve üretim tesislerinin artışı, enerji talebinde yüksek değerlerin gözlenmesine neden olacaktır ki bu süreç gelişmiş ülkelerin tamamında benzer biçimde gözlenmiştir. Örneğin AB ülkelerinde kişi başına düşen enerji tüketimi 40000 kWh civarında iken ülkemizde bu değer 2700 kWh civarındadır [28].

Bu nedenle, Türkiye enerji açığını azaltmak amacıyla orta vadeli programını; özelleştirmeyi tamamlama, nükleer güç santralleri çalışmalarının hızlandırma, enerji üretiminde yerli ve yenilenebilir kaynaklara yönelme eğilimini arttırma olarak belirlemiştir. Orta vadeli kalkınma planında yer alan bu amaç doğrultusunda bazı yasa, yönetmelik ve mevzuat uygulamaları hayata geçirilmiştir.

1.3.1 5346-Sayılı “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun”

18.05.2005 tarihli 25819 sayılı resmi gazetede yayınlanan 5346 numaralı yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımına ilişkin kanunda hidrolik, rüzgâr, güneş, jeotermal, biokütle, biokütleden elde edilen gaz (çöp gazı dâhil), dalga, akıntı enerjisi ve gel git gibi fosil olmayan enerji kaynakları yenilenebilir enerji olarak tanımlanmıştır. Bu kanunun yürürlüğe girmesi ile birlikte ortaya çıkan önemli hususlar maddeler halinde aşağıda belirtilmiştir;

- *Bu kanun yürürlüğe girdikten sonra kamu veya hazine arazilerinde yenilenebilir enerji kaynak alanlarının kullanımını ve verimliliğini etkileyici imar planları düzenlenmesi yasaklanmıştır.*
- *Yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektrik enerjisinin iç piyasada ve uluslararası piyasalarda alım satımında kaynak türünün belirlenmesi ve takibi için*

Üretim lisansı sahibi tüzel kişiye EPDK tarafından "Yenilenebilir Enerji Kaynak Belgesi" (YEK Belgesi) verilir. Bu belge ile uluslararası karbon sertifika işlemleri yapılabilir.

Burada belirtilen "YEK Belgesi" lisanslı üretim için geçerli olan belgelendirme türüdür. Ülkemizde 1 MW kapasiteye kadar olan enerji santrallerinin lisans zorunluluğu kaldırılmıştır. 1 MW'a kadar olan santraller lisanssız enerji üretim standartlarına uyacaklardır.

- *31.12.2015 tarihine kadar işletmeye alınan ya da alınacak üretim tesislerine devlet 10 yıllık alım garantisi sağlamaktadır. Bunun yanında lisans sahibi tüzel kişilere, bu kanun kapsamındaki yenilenebilir enerji üretim tesislerinde kullanılan mekanik ve/veya elektro-mekanik aksamın yurt içinde imal edilmiş olması halinde 5 yıl süre ile ekstra teşvik verileceği kanun metninde belirtilmiştir.*

cretlendirmeler izelge 1.6 ve izelge 1.7'de detaylı biçimde belirtilmiştir. 5346 sayılı kanunun en önemli ve dikkat çeken bu maddesi, herhangi bir enerji yatırımının geri ödeme süresinin belirlenmesinde, fizibilite analizinin yapılmasında ve de en önemlisi yatırımın hayata geçirilmesinde belirleyici niteliktedir.

Çizelge 1.6. 5346 Sayılı Kanun gereği Devletin enerji alım fiyatları.

I Sayılı Cetvel (29/12/2010 tarihli ve 6094 sayılı Kanun hükmüdür	
Yenilenebilir Enerji Kaynağına Dayalı retim Tesis Tipi	Uygulanacak Fiyatlar (ABD Dolar cent/kWh)
a. Hidroelektrik retim tesisi	7,3
b. Rüzgâr enerjisine dayalı üretim tesisi	7,3
c. Jeotermal enerjisine dayalı üretim tesisi	10,5
d. Bioktleye dayalı üretim tesisi (p gazı dâhil)	13,3
e. Güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	13,3

Buna göre GES santrallerinde devletin elektrik alım cretlendirmesi 13,3 \$cent/kWh fiyatı üzerinden yapılacaktır. Rüzgâr enerji santrallerinde üretilen elektriğin alım fiyatı ise 7,3 \$cent/kWh seviyesindedir. Her bir yenilenebilir enerji kaynağına dayalı elektrik üretim tesisinde kullanılan ekipman ve sistem elemanının yerli olması (tamamen ülkemizde imal edilmesi), devletin alım fiyatına ilave olacak şekilde artış gösterecektir. Buna göre yerli üretim sistem ekipmanları ile kurulan PV santrallerinden üretilen enerjinin alım fiyatı "kWh" başına 13,8 \$cent ile 16,8 \$cent arasında değişecektir. Birim girdi bazında düşünüldüğünde, yerli üretim, toplam girdi kalemlerini %3 ile %26 arasında artırıcı etki oluşturmaktadır. Ancak bu teşviklerin tek kalem halinde olmadığı, her bir kalemin yerli üretimle karşılanması halinde toplamda 6,7 \$cent/kWh yaklaşık olarak %50 oranında artış gösterebileceği bilinmelidir. Bu

durumda devletin belirtilen bileşenleri yerli olma şartıyla PV santrallerden üretilen elektriği alım fiyatı 20 Şcent/kWh olacaktır.

Çizelge 1.7. 5346 Sayılı Kanun gereği Devletin yerli üretim teşvik fiyatları.

II Sayılı Cetvel (29/12/2010 tarihli ve 6094 sayılı Kanun hükmüdür)		
Tesis Tipi	Yurt içinde gerçekleşen imalat	Yerli katkı ilavesi (ABD Dolar cent/kWh)
A. Hidroelektrik üretim tesisi	1. Türbin	1,3
	2. Jeneratör ve güç elektroniği	1,0
B. Rüzgâr enerjisine dayalı üretim tesisi	1. Kanat	0,8
	2. Jeneratör ve güç elektroniği	1,0
	3. Türbin kulesi	0,6
	4. Rotor ve nasele gruplarındaki mekanik aksamın tamamı (Kanat grubu ile jeneratör ve güç elektroniği için yapılan ödemeler hariç)	1,3
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. İnvvertör	0,6
	5. PV modül üzerine güneşi odaklayan malzeme	0,5
D. Yoğunlaştırılmış güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	1. Radyasyon toplama tüpü	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 ışığını toplayarak buhar üretim sisteminin mekanik aksamı	2,4
	6. Stirling motoru	1,3
	7. Panel entegrasyonu ve güneş paneli yapısal mekaniği	0,6
E. Biokütle enerjisine dayalı üretim tesisi	1. Akışkan yataklı buhar kazanı	0,8
	2. Sıvı ve gaz yakıtlı buhar kazanı	0,4
	3. Gazlaştırma ve gaz temizleme grubu	0,6
	4. Buhar ve gaz türbini	2,0
	5. İçten yanmalı motor veya stirling motoru	0,9
	6. Jeneratör ve güç elektroniği	0,5
	7. Kojenerasyon sistemi	0,4
F. Jeotermal enerjisine dayalı üretim tesisi	1. Buhar veya gaz türbini	1,3
	2. Jeneratör ve güç elektroniği	0,7
	3. Buhar enjektörü veya vakum kompresörü	0,7

Ülkemizdeki yarı iletken teknolojisinin zayıf olduğu ve bu konudaki üretimin bulunmadığı göz önünde bulundurulursa, ek teşvik ödeneklerinden faydalanma olasılığının düşük olduğu öngörülmektedir.

31.12.2015 tarihinden sonra devreye girecek olan santrallerde uygulanacak olan fiyatlandırma, ilgili dönemde alınacak olan Bakanlar Kurulu Kararı ile belirlenecektir.

Bu tarihe kadar YEK Destekleme Mekanizmasına tabi olan işletmeler EPDK tarafından her yılın 30 Kasım tarihine kadar ilan edilecektir. Bu teşvik yasası dışında serbest piyasada elektrik satma talepleri işletmenin tercihine bırakılmıştır.

- *Bu Kanunun yürürlüğe girdiği tarihten itibaren altı ay içerisinde, 31.12.2015 tarihine kadar her yıl güneş enerjisine dayalı üretim tesislerinin bağlanabileceği trafo merkezleri ve bağlantı kapasiteleri, E.İ.E. İdaresi'nin ve TEİAŞ'ın teknik görüşleri alınarak Bakanlık tarafından belirlenir ve yayımlanır. 31.12.2015 tarihinden sonraki yıllara ait bağlantı kapasiteleri ve trafo merkezleri, ilki 1.4.2014 tarihinde olmak üzere her yıl Bakanlık tarafından belirlenir ve yayımlanır.*

Kanun yürürlüğe girdiği tarihten 31.12.2013 tarihine kadar Türkiye'deki yenilenebilir kaynaklardan enerji üretiminin 600 MW değerinin üzerinde olmasının önüne geçilmiştir. Burada hedef ani yük artışlarının iletim hatlarında meydana getireceği alt yapı yetersizliği ve verim kayıplarının önüne geçmektir. Bu tarihten sonra toplam kurulu gücü belirleme yetkisi yine Bakanlar Kurulu'na verilmiştir.

Aynı Kanun bölgede kullanılacak ısı enerjisinin karşılanması için "jeotermal" ve "güneş-termal" kaynaklarının kullanımına öncelik vermektedir.

1.3.2 Arazi ihtiyacına ilişkin uygulamalar

Büyük kapasiteli GES yatırımları için arazi tescili yatırımcılar için önemli bir konudur. Bu konu aynı Kanunda açıklığa kavuşturulmuş ve Devlet tarafından destek mekanizması içinde değerlendirilmiştir.

- *Orman vasıflı olan veya Hazinesinin özel mülkiyetinde ya da Devletin hüküm ve tasarrufu altında bulunan taşınmazlardan bu Kanun kapsamındaki yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üretimi yapılmak amacıyla tesis, ulaşım yolları ve şebekeye bağlantı noktasına kadarki enerji nakil hattı için kullanılacak olanlar hakkında Çevre ve Orman Bakanlığı veya Maliye Bakanlığı tarafından bedeli karşılığında izin verilir, kiralama yapılır, irtifak hakkı tesis edilir veya kullanma izni verilir.*

Milas ve civar coğrafyada PV santral kurulumu için uygun alanlar Mal Müdürlüğü'ne bağlı Milli Emlak Servisi'nde detaylı biçimde araştırılmıştır. Uygun bulunan arazilerin bir kısmının

“mera” niteliğinde olduğu gözlenmiştir. Bu durumdaki araziler için Kanun’da bazı destekler verilmiş ve düzenlemeler yapılmıştır;

- *Bu maddenin birinci fıkrasında belirtilen amaçlarda kullanılacak olan taşınmazların 25/2/1998 tarihli ve 4342 sayılı Mera Kanunu kapsamında bulunan mera, yaylak, kışlak ile kamuya ait otlak ve çayır olması halinde, 4342 sayılı Mera Kanunu hükümleri uyarınca bu taşınmazlar, tahsis amacı değiştirilerek Hazine adına tescil edilir. Bu taşınmazlara ilişkin olarak, Maliye Bakanlığı tarafından bedeli karşılığında kiralama yapılır veya irtifak hakkı tesis edilir. (Değişik birinci cümle: 29/12/2010-6094/5 md.) Bu Kanunun yayımı tarihi itibarıyla işletmede olanlar dâhil, 31/12/2015 tarihine kadar işletmeye girecek bu Kanun kapsamındaki yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesislerinden, ulaşım yollarından ve lisanslarında belirtilen sisteme bağlantı noktasına kadarki TEİAŞ ve dağıtım şirketlerine devredilecek olanlar da dâhil enerji nakil hatlarından yatırım ve işletme dönemlerinin ilk on yılında izin, kira, irtifak hakkı ve kullanma izni bedellerine yüzde seksen beş indirim uygulanır. Orman Köylüleri Kalkındırma Geliri, Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Geliri alınmaz.*

Buradan hareketle Devlet’in kontrolünde bulunan meraların, yenilenebilir enerji santrali kurulumu için alanın tahsis amacı değiştirilerek Hazineye tescili gerçekleştirilebilir.

Milli park, tabiat parkı, tabiat anıtı ile tabiatı koruma alanlarında, muhafaza ormanlarında, yaban hayatı geliştirme sahalarında, özel çevre koruma bölgelerinde ilgili Bakanlığın, doğal sit alanlarında ise ilgili koruma bölge kurulunun olumlu görüşü alınmak kaydıyla yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı elektrik üretim tesislerinin kurulmasına izin verilebilir.

Kanun ile ilgili detaylı bilgi için söz konusu raporun EKLER kısmındaki 5346 sayılı Kanun metnine bakılabilir.

1.3.3 Elektrik piyasasında lisanssız elektrik üretimine ilişkin yönetmelik

İlgili yönetmelik aşağıda sıralanan amaçlar doğrultusunda 2.10.2013 tarihinde 28783 sayılı Resmi Gazetede ilan edilerek yürürlüğe girmiştir;

- *Tüketicilerin elektrik ihtiyaçlarının tüketim noktasına en yakın üretim tesislerinden karşılanması,*
- *Arz güvenliğinin sağlanmasında küçük ölçekli üretim tesislerinin ülke ekonomisine kazandırılması ve etkin kullanımının sağlanması,*

- *Elektrik şebekesinde meydana gelen kayıp miktarlarının düşürülmesi,*

Bu yönetmelik sayesinde, lisans alma ile şirket kurma yükümlülüğü olmaksızın, elektrik enerjisi üretebilecek gerçek veya tüzel kişilere uygulanacak usul ve esaslar belirlenmektedir. Bu yönetmelik gereği gerçek ya da tüzel kişiler azami 1 MW kapasiteye kadar lisanssız elektrik üretimi yapabileceklerdir. Bu yönetmeliğin, yürürlüğe girmesi ile birlikte ortaya çıkan önemli hususlar maddeler halinde aşağıda belirtilmiştir;

- *Elektrik üretim iznine sahip işletme, kurulacak enerji santralinin iletim hattına bağlanması ile ilgili bilgileri içeren dosyayı, TEİAŞ'ın onayını almak üzere ilgili kuruma verir. Bağlantı noktasında "AG" (alçak gerilim) ya da "YG" (yüksek gerilim) bağlantısı özelliklerine göre, bağlantı talebi mevzuat hükümleri gereği reddedilebilir.*
- *Sistem kullanım ve bağlantı izni için gerekli başvurular, sistem sahibi gerçek ya da tüzel kişi tarafından, İlgili Şebeke İşletmecisine yapılır.*

Bu kapsamda, Milas Bölgesi için Elektrik Dağıtım ve Satım İşletmecisi "AYDEM", bağlantı ve sistem kullanımı başvurularının ve izinlerinin muhatabı konumundadır. Başvuru belgeleri sırasıyla aşağıda belirtilmiştir;

- *Üretim tesisinin kurulacağı yere ait tapu kaydı veya kira sözleşmesi veya kullanım hakkını gösterir belge,*
- *Kojenerasyon tesisleri için tesis toplam verimliliğine ilişkin belge,*
- *Başvuru ücretinin İlgili Şebeke İşletmecisinin hesabına yatırıldığına dair makbuz veya dekont,*
- *Kurulacak tesisin teknik özelliklerini de gösteren "Tek Hat Şeması",*

Başvuru belgeleri arasında geçen "kojenerasyon" terimi, ısı dönüşüm ile elektrik enerjisi üreten enerji tesislerinde birden fazla çıktı enerji sağlayan tesislere verilen genel bir tanımlamadır. PV sistemleri için bu terim, yoğunlaştırılmalı sistemlerde kullanılabilir ya da PV/T teknolojisi ile kurulan santraller için geçerlidir.

Sistemi kuracak gerçek ya da tüzel kişi, yukarıda sayılan belgeler ile birlikte şebekeye bağlantı başvurusunu, bağlantı seviyesine göre TEİAŞ ya da OSB dağıtım lisansı sahibi tüzel kişiye yapacaktır. İletim seviyesinden yapılacak başvurular, TEİAŞ'a, dağıtım seviyesinden yapılacak başvurular OSB dağıtım lisansı sahibi tüzel kişiye yapılacaktır. İlgili başvuruda kullanılacak "Lisanssız Üretim Bağlantı Başvuru Formu" Çizelge 1.8'de detaylı olarak verilmiştir.

Çizelge 1.8. Lisanssız üretim bağlantı başvuru formu.

Başvuru Sahibinin Bilgileri			
Adı-Soyadı/Ünvanı			
Adresi			
Telefonu			
Faks Numarası			
E-Posta Adresi			
T.C. Vergi/ T.C. Kimlik Numarası			
Banka Hesap Numarası			
Üretim Tesisinin Bilgileri			
Adresi			
Coğrafi Koordinatları (UTM 6-ED50)			
Kurulu Gücü			
Bağlantı İçin Talep Edilen Tarih			
Sistem Kullanımına Başlaması İçin Öngörülen Tarih			
Türü / Kullanılan Kaynak			
Bağlantı Şekli	<input type="checkbox"/> AG Tek Faz	<input type="checkbox"/> AG Üç Faz	<input type="checkbox"/> YG
Bağlantı Transformatörü Bilgileri			
Diğer Bilgiler			
Bu formda verilen tüm bilgiler tarafımda doğru bir şekilde doldurulmuştur. Başvurumun kabul edilmesi durumunda; üretim tesisini bu formda belirtilen özelliklere uygun olarak tesis etmeyi, tesis aşamasında, ilgili Şebeke İşletmecisinden gerekli izinleri almadan, bu formda belirtilen bilgilere aykırı bir işlem tesis etmeyeceğimi, bu formda verilen bilgilere aykırı bir durum tespit edilmesi halinde başvurumun her aşamada ilgili Şebeke İşletmecisi tarafından iptal edilmesini kabul ve taahhüt ederim.			
Adı-Soyadı/Ünvanı	İmza	Tarih	

Bu yönetmelikte yer alan su kullanım izni ile ilgili başvuru ve hazırlanması gereken belgeler Hidroelektrik santrallerini ilgilendirdiğinden, PV ya da Rüzgâr enerji santrali kuracak yatırımcıların bu belgeleri düzenlemeleri gerekmemektedir.

- *Bağlantı başvurusu uygun bulunan veya İlgili Şebeke İşletmecisi tarafından teklif edilen alternatif bağlantı noktası önerisini kabul edenler ile rüzgâr enerjisine dayalı başvurularda “Teknik Değerlendirme Raporu” olumlu olanlara İlgili Şebeke İşletmecisi Bağlantı Anlaşmasına Çağrı Mektubu gönderilir. Kendisine Bağlantı Anlaşmasına Çağrı Mektubu gönderilen gerçek veya tüzel kişilere, Bağlantı Anlaşmasına Çağrı Mektubunun tebliğ tarihinden itibaren 180 (yüz seksen) gün süre verilir. Gerçek veya tüzel kişiler söz konusu sürenin ilk doksan günü içerisinde üretim tesisi ve varsa irtibat hattı projesini Bakanlık veya Bakanlığın yetki verdiği kurum ve/veya tüzel kişilerin onayına sunar.*

Yukarıda sunulan projelerin onayı alındıktan sonra (rüzgâr enerjisine dayalı tesisler için “Teknik Etkileşim İzni” ile birlikte), Şebeke İşletmecisi santral sahibi olan gerçek ya da tüzel kişi ile 30 gün içinde bağlantı anlaşması imzalanır.

Bağlantı ve sistem kullanım anlaşmasının imzalanmasını takiben Bakanlık tarafından 30 gün içinde sistemin genel onayı verilerek sistem devreye alınır. Sistemin üzerinde bulunduğu mülk ve bu mülke ait haklar ile kullanım özellikleri, bağlantı aşamasında sunulur. Söz konusu durumlara ilgili bir değişiklik ya da sistemde kapasite artışı ya da kurulu tesisin satışı-devri gibi durumlarda, “Lisanssız Elektrik Üretim Yönetmeliği’nde” gerekli düzenlemeler yapılmıştır.

1.3.4 Lisanssız üreticilere üretim kaynak belgesi verilmesi

Şebeke İşletmecisi ile bağlantı anlaşması ve sistem kullanım anlaşmasını imzalayan üreticilere, Çizelge 1.9’da detaylı biçimde verilen “Üretim Kaynak Belgesi”, Şebeke İşletmecisi tarafından verilmektedir. Bu belgenin verilmesi talebe bağlıdır, talep edilmemesi halinde bu belge düzenlenmemektedir.

Çizelge 1.9. Üretim kaynak belgesi.

Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun Kapsamında Kaynak Türünün Belirlenmesi Amaçlı ÜRETİM KAYNAK BELGESİ
<i>Belgenin verildiği tarih:</i> <i>Bu belge .../.../201... ile .../.../201.. tarihleri arasında geçerlidir.</i> (BELGE NO: ...) /.../ 00000000...)
Bu belge, 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunun 5 inci maddesi gereği’ye aşağıda bilgileri bulunan elektrik üretim tesisi için verilmiştir.
Yenilenebilir kaynak türü: Üretimin yapıldığı dönem: Üretim döneminde yapılan brüt elektrik enerjisi üretimi (kWh): Üretim tesisinin ilgili Şebeke İşletmecisi Kayıt Numarası: Üretim tesisinin adı: Üretim tesisinin yeri: Üretim tesisinin tipi: Üretim tesisinin kurulu gücü: Sisteme bağlantı noktası ve gerilim seviyesi:
..... Genel Müdür

Üretimin bağlantı noktasının tespiti, bağlantı seviyesi ile ilişkili bir husustur. 11 kWe değerinin altında kurulu güce sahip tesisler “AG”, bu değer üstünde kurulu güce sahip tesisler, teknik analizin yapılmasının ardından karar verilmek üzere, “AG” ya da “YG” seviyelerinden şebekeye bağlanabilmektedir.

Şebeke bağlantı noktasının tespiti aşamasında “Şebeke İşletmecisi”, “bağlanabilirlik oranına” göre farklı bağlantı noktaları teklif edebilir. Sistemin devreye alınmasının ardından herhangi bir arıza ya da kısa devre olması halinde, sistemin bağlantısı derhal kesilir. Sistemin tamir edilmesi ya da küçük müdahalelerde bulunulması beklenmez. Bu tür durumlarda “AG” ya da “YG” bağlantı seviyesine bakılmaksızın bütün teknik sorumluluk üretim tesisine verilmiştir.

1.3.5 Sayaçlar ve ihtiyaç fazlası elektriğin satışı

Yatırımcılar tarafından en çok soruların başında elektrik satışı ve ücretlendirilmesi ile ilgili konular gelmektedir. Yönetmelikte bu ihtiyaç fazlası elektriğin ölçülmesi ve satılması ile ilgili düzenlemeler yapılmıştır.

- *Üretim ve tüketim tesislerinin aynı yerde bulunması halinde, bağlantı anlaşmasında belirlenen yere İlgili Mevzuatta dengeleme mekanizmasının gerektirdiği haberleşmeyi sağlayabilecek çift yönlü ölçüm yapabilen saatlik sayaç takılır.*

Bu hüküm, Milas Bölgesinde üretim yapan balık üretim ve zeytinyağı işletmeleri için geçerli bir durum arz etmektedir. Bu işletmeler, üretim tesislerini kendi arazilerine, yani işletmelerinin bulunduğu araziye yapmaları halinde çift yönlü sayaç kullanacaklardır. Bu sayede işletmenin enerji ihtiyacı şebekeden karşılandığında pozitif yönde dönen sayaç, üretilen enerjinin şebekeye gönderilmesi halinde negatif yönde dönecektir. Toplamda işletmenin enerji alımı ile satımı arasındaki ilişkinin kurulması sağlanmış olacaktır.

Elektrik üretim tesisi ile tüketim tesisinin farklı noktalarda olması halinde Yönetmelik kapsamında farklı sayaçların kullanılması öngörülmüştür. Ancak bütün bu sayaçların takılmasının yanı sıra, sistemde yedek sayaç bulundurulması zorunlu tutulmuştur. Kurulu gücü 50 kW'nın üzerinde olan üretim tesisleri için sayaçların otomatik sayaç okuma sistemine uyumlu olması zorunludur.

İhtiyaç fazlası elektriğin tespiti ve ödemesinin yapılması, sisteme bağlantı noktasında yerleştirilen otomatik çift yönlü sayaçları mahsuplaşması mantığına göre yapılmaktadır. Üretilen fazla enerji saatlik bazda her ayın 2'sine kadar görevli tedarik şirketine iletilir. İletilen değer üzerinden “Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizması” (YEKDEM) kapsamında yukarıda detaylı olarak anlatılan fiyatlar esas alınarak, 10 yıl süre ile tedarik şirketi tarafından ödemesi yapılır.

Burada unutulmamalıdır ki, lisanssız enerji üretimi yapan işletmeler, toptan ya da ikili anlaşma yoluyla üçüncü şahıslara elektrik satışı yapamazlar. Lisanslı üretim işletmelerine verilen bu hak lisanssız üretim yapan işletmelere verilmemiştir.

Lisanssız üreticilere ödenecek toplam bedele, "LÜYTOP" denir ve şebeke işletmesi tarafından hesaplanarak her ay ilk 6 iş günü içinde üreticiye bildirir. Ödeme ise fatura kesiminin yapıldığı tarihten itibaren 10 iş günüdür. Bu tarihler arasında ödenmeyen faturalar "Amme Alacaklarının Tahsil Usulü Hakkında Kanununda" belirtilen gecikme faizi uygulanarak tahsil edilir.

Bu yönetmelik, yatırımcılara geniş haklar tanımaktadır. Lisanssız üretim bağlantı anlaşması yapılmış ya da geçici izni olan bölgelerde kamulaştırma çalışmasının yapılması engellenmiştir.

2. PROJENİN TANITI, KAPSAMI, AMAÇ VE HEDEFLER

2.1 Projenin Tanıtım ve Kapsamı

Projenin Adı : Milas'ta Yenilenebilir Enerji Fizibilitesi

Teknik İçeriği : Yenilenebilir Enerji kapsamında

- ✓ Güneş enerjisiyle Lisanssız Elektrik Üretimi;
 - ✓ Rüzgâr enerjisiyle Lisanssız ve Lisanslı Elektrik Üretimi,
- yatırım fizibilitesini içermektedir.

Bileşenleri : Yenilenebilir Enerji kaynaklarından güneş veya rüzgâr enerjisiyle elektrik üretimi ile toprak havuz balıkçılığı ve zeytinyağı sektörlerinin enerji ihtiyacının karşılanması bu fizibilite raporu içinde incelenmiştir.

Fiziki/ Mekânsal/ Mali Büyüklüğü : Çalışma 236 üretici firmanın 54000 MWH enerji ihtiyacını karşılamak üzere, rüzgâr ve güneş enerjisiyle elektrik üretimini rapor içinde opsiyonlu olarak değerlendirmektedir. Her opsiyonun arazi ihtiyacı ve yatırım ihtiyacı farklılık arz etmektedir.

Uygulama Yeri Ve Süresi : Muğla ili Milas ilçesindeki farklı lokasyonlar rüzgâr ve güneş enerjisi üretilebilecek miktarlar tespit edilerek fizibilite raporunda opsiyonlu olarak yer almaktadır.

Çıktılar : **Milas'ta Yenilenebilir Enerji Fizibilitesi**

Hedef Kitle/Bölge : Milas İlçesinde faaliyet gösteren, 164 toprak havuz balıkçılığı üreticisi ile 72 adet zeytinyağı üreticisi 236 işletmenin enerji ihtiyacına göre fizibilite raporu hazırlanmıştır.

Proje Sahibi Ve Yürütücü Kuruluşlar: Fizibilite Raporu, Milas Ticaret ve Sanayi Odası (MİTSO) adına, Güney Ege Kalkınma Ajansı'nın 2014 yılı Doğrudan Faaliyet Desteği kapsamında hazırlanmıştır. Yatırımın yürütücüsü, kurumlar arası işbirliği çerçevesinde, MİTSO – Milas Kaymakamlığı – Milas Belediyesi – Milas Toprak Havuz Balıkçıları Birliği kurumlarınca uygulanabilir. Ancak yapılan analizler neticesinde, yenilenebilir enerji yatırımları, üreticilerce münferit ya da birkaç üreticinin bir araya gelerek müşterek yatırımları ile de hayata geçirilebilecektir.

2.2 Amaç ve Hedefler

Milas'ta Yenilebilir Enerji Fizibilitesi; Milas'taki toprak havuz balıkçılarında ve zeytinyağı işletmelerine yönelik fizibilite hazırlanmasıyla, ucuz elektrik enerjisi sağlanmasıyla iç ve dış pazarda yer alabilmelerine yönelik, Milas'taki toprak havuz balıkçılarıyla zeytinyağı işletmeleri ortaklığında 5 yıl içinde güneş veya rüzgâr enerjisi üretmek genel hedefiyle üzere hazırlanmıştır. Özel amacı ise, Milas ilçesinde güneş panelleri veya rüzgâr değirmenlerinin kurulmasının hangi maliyetler getireceği, bu maliyetlerinin hangi süre içerisinde kendini amorti edeceği, elde edilecek enerji miktarı ve yeterliliği, toprak havuz balıkçıları ve zeytinyağı imalathanelerinin üretim maliyetlerinin bu enerjinin kullanımı ile hangi oranla düşeceği konularını içeren detaylı bir fizibilite çalışması ortaya koymaktır.

Fizibiliteye konu olan hedef grup; Milas ilçesinde faaliyet gösteren, 164 toprak havuz balıkçılığı üreticisi ile 72 adet zeytinyağı üreticisi 236 işletmedir

Nihai Yararlanıcılar; Toprak havuz balıkçıları ve aileleri, zeytinyağı imalathanesi sahipleri ve aileleri, üretim maliyetlerinin düşmesi ile paralel olarak istihdam edilecek işçiler ve aileleri, güneş panelleri veya rüzgâr değirmenleri bakım ve onarımı için görevlendirilecek personel ve aileleri. Milas'taki diğer kültür balığı üretim tesisleri ile zeytinyağı paketleme tesisleri.

Hazırlanan fizibilite çalışması ile,

- Çalışmaya konu olan işletmelerin toplam enerji ihtiyaçları belirlenmiştir.
- Toprak havuz balık üretimi ve zeytinyağı üretiminde güneş ve rüzgâr enerjisi kullanımının maliyet üzerindeki etkisi hesaplanmıştır.
- Toprak havuz balıkçılığında veya zeytinyağı üretiminde güneş veya rüzgâr enerjisinden yararlanılması durumunda bunun iç ve dış pazarlarda oluşturacağı rekabet gücü ortaya konulmuştur.

Fizibilite raporunda güneş veya rüzgâr enerjisiyle elektrik üretimi için, MİTSO tarafından sunulan potansiyel alanlar içerisinde uygun alanlar tespit edilmiş, altyapı ihtiyacı belirlenmiş, yatırım maliyeti, işletme maliyeti, yatırımın geri dönüş süresi hesaplamalarına yer verilmiştir.

3. ARKAPLAN VE GEREKÇE

3.1 Arkaplan

3.1.1 Milas

Tarihçe:

Milas Muğla ilinin ikinci büyük yerleşim bölgesidir. Sodra Dağının eteklerinde kendi adıyla anılan ova üzerinde kurulmuştur. Arkeolojik araştırmalara göre kentin kuruluşu İ.Ö 1.bine kadar uzanmaktadır. Adını rüzgârlar tanrısı Ailos'un soyundan gelen Mylasos'dan alan Milas, önce Karia'nın sonra Menteşe Beyliği'nin başkentliğini yapmıştır[29].

Coğrafi Durumu:

Milas ilçesi; Muğla ili sınırları içerisinde şehir merkezine 63 km mesafede Türkiye'nin güneybatı ucunda yer almakta ve 37°18'10"Kuzey enlemleri ile 27°46'51"Doğu boylamları arasında 2024,27 km² Yüzölçümüne, 197,04 km kıyı uzunluğuna sahiptir. Sodra Dağının eteklerinde kendi adıyla anılan ova üzerinde kurulmuştur. Milas düzlük olup, çevresi orta yükseklikte dağlarla çevrilidir. Batıda; tahminen 600 m yükseklikte Sodra Dağı, Doğuda; 1000 m yükseklikte Aksivri dağı, Kuzeyde; 1000 m yükseklikte Beşparmak dağı, Güneyde 200 m yükseklikte Beçin tepesi bulunmaktadır. Milas'ın, Gökova ve Mandayla körfezinde kıyıları bulunur, kuzeyinde, bir kısmı Aydın ili sınırları içinde kalan Muğla'nın en geniş alanlı doğal gölü olan Bafa gölü bulunur[30]

İklimi:

Milas ve çevresinin uzun yıllar yapılan analiz neticesinde Akdeniz yağış rejiminde yani Akdeniz İklimi özellikleri taşımaktadır. Akdeniz ikliminde göze çarpan özellikler kışlar ılık ve yağışlı yazları sıcak ve kurak olmasıdır. Yağışlar genellikle Ekim ve Nisan periyodunda görülür. Bu aylar arasında ekseriyet serin ve yağışlı hava etkisini sürdürmektedir. Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında daha az yağış görülür. Milas'ta en sıcak mevsim Temmuz, Ağustos aylarıdır. Bu aylar ekseriyet yağışsız kurak ve sıcak geçer[30].

Nüfus ve Kentleşme:

2013 Aralık verilerine göre, Türkiye toplam nüfusu 76.667.864 kişi, Muğla ili nüfusu 866.665 kişi, Milas İlçe nüfusu 129.128 kişidir.

Çizelge 3.1. Türkiye geneli ve Muğla'nın il bazında nüfus artış hızı.

Yer	Yıllık nüfus artış hızı (‰)					
	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013
Türkiye	13,1	14,5	15,9	13,5	12,0	13,7
Muğla	32,4	13,7	18,7	25,2	15,2	18,1

TÜİK projeksiyonuna göre 851145 kişi olan 2012 nüfusu % 11,4 artış oranı ile 2023 Muğla nüfusunun 964591 kişi olması beklenmektedir. 851145 olan Muğla ilinin il ve ilçe merkez nüfusunun toplam nüfusa oranı %43,9'dur. 2012 yılında il nüfusunun %33'ü 25 yaşın altındadır. 25-64 yaş arası nüfus toplam nüfusun %57'sini, 65 yaş üstü nüfus toplam nüfusun %10'unu oluşturmaktadır.

Muğla ilinde genç nüfusun artışı dikkat çekicidir. Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi verilerine göre ilin 66 kişi olan nüfus yoğunluğu, 98 olan ülke nüfus yoğunluğunun altındadır. Muğla ilinde merkez ilçe dâhil 12 ilçe, 61 belediye ve 396 köy bulunmaktadır. Bu veriler dikkate alındığında nüfus yoğunluğunun ülke ortalamasının altında olduğu ve kırsalda yoğunlaştığı görülmektedir. Tam rakamlarla, nüfusun 373937 kişisi il ve ilçe merkezlerinde yaşarken, 477 208 kişisi bucak ve köylerde yaşamaktadır. İl merkezi nüfusu ise 64706'dır.

Çizelge 3.2. Türkiye geneli, Muğla ili, Milâs ilçesi kentleşme oranları (2012).

Yer	Toplam	İl – İlçe Merkezleri	Belde ve köyler
Türkiye	75.627.384	58.448.431	%77,3
Muğla	851.145	373.937	%43,9
Milas	128.006	55.348	%43,2

Muğla ilinin nüfus bakımından en büyük ilçeleri sırasıyla Fethiye, Bodrum, Milas ve Marmaris'tir. Milas'ın TÜİK 2012 yayını, Seçilmiş Göstergelerle Muğla yayınındaki verilere göre nüfusu 128.006 kişidir. Nüfusun 55.348 kişisi ilçe merkezinde, 72.658 kişisi, % 56,8'i belde ve köylerde dir.

Milas ilçesi kentleşme süreciyle ilgili olarak,

- 1935 yılında % 20,14 olan kentli nüfus oranı, 1940 da %20,55 olarak gerçekleşmiş, Bu yıllardan itibaren azda olsa azalma eğilimine girmiş, 1970 yılına kadar % 20'nin altında seyretmiş ve ancak 1970 yılında % 22,03'e ulaşmıştır.
- 1970 yılından itibaren çok hızlı olmasa da düzenli bir artış başlamış ve nihayet 2010 yılı rakamlarıyla % 41,77'ye ulaşmıştır. Milas ilçesinde kentleşme hızı başlangıçtan itibaren Türkiye ortalamalarından hem belirgin şekilde yavaş, hem

de oran olarak düşüktür. 1935-2010 yılları arasında Türkiye’de kentli nüfus oranı % 23,45’ten % 76,26’ya ulaşmış, yani kabaca oran üç katına çıkmıştır. Oysa aynı dönemde Milas’ta kentli nüfus oranı %20,14’ten ancak % 41,77’ye çıkmış, kabaca oran iki kat artmıştır[31].

İşgücü Göstergeleri:

Milas ilçesinin işgücü göstergeleri yayınlanmadığı için, Muğla iline özgü işgücü göstergeleri, Güney Ege Bölgesindeki Aydın ve Denizli illeriyle ve tüm illerin aritmetik ortalaması ile aşağıdaki tabloda yer almaktadır. Muğla ilinin işgücüne katılın oranı, işsizlik oranı ve istihdam oranı, Aydın ili ve tüm illerin ortalamasına göre görece yüksek, Denizli iline göre görece düşüktür.

Çizelge 3.3. Muğla ili il bazında temel işgücü göstergeleri (2013).

İller	İşgücüne katılma oranı	İşsizlik oranı	İstihdam oranı
	(%)	(%)	(%)
Muğla	55,5	7,3	51,5
Aydın	55,2	6,9	51,4
Denizli	57,7	6,5	54,0
Ortalama	50,5	8,8	46,2

Sosyal Güvenlik Verileri:

Milas ilçesinin sosyal güvenlik verileri yayınlanmadığı için, Muğla iline özgü işgücü göstergeleri ile Türkiye sosyal güvenlik verileri aşağıdaki tabloda yer almaktadır. Muğla ilinin Sosyal Güvenlik Kapsamındaki Aktif Çalışanların il Nüfusuna Oranı % 32,59 ile Türkiye ortalaması olan % 25,94’ün üzerinde seyretmektedir.

Çizelge 3.4. Muğla ili – Türkiye geneli sosyal güvenlik verileri (2014).

	2013 Nüfusu	Sosyal Güvenlik Kapsamında Aktif Çalışan Kişi Sayısı				Sosyal Güvenlik Kapsamındaki Aktif Çalışanların il Nüfusuna Oranı(%)
		(4/c)	(4/b)	(4/a)	Toplam	
Muğla	866.665	35.253	53.818	193.345	282.416	32,59
Türkiye	76.667.864	2.908.367	3.054.841	13.924.896	19.888.104	25,94

4/a kapsamına giren 193.345 çalışan, 4/b kapsamına giren 53.818 işveren bulunmaktadır. Aşağıdaki tabloda görüldüğü üzere 32.903 işyeri 4/a kapsamındaki işyeri sayısıdır.

Çizelge.3.5. Muğla ilinde 4/a kapsamındaki işyeri sayıları ve zorunlu sigortalı sayıları (2014).

İşyeri Sayısı							
İller	Daimi	Mevsimlik	Kamu	Özel	Toplam		
Muğla	28.970	3.933	515	32.388	32.903		
Türkiye	1.468.925	197.813	34.111	1.632.627	1.666.738		
Zorunlu Sigortalı Sayısı							
	Daimi	Mevsimlik	Kamu	Özel	Erkek	Kadın	Toplam
Muğla	152.533	35.263	10.537	177.259	138.057	49.739	187.796
Türkiye	10.473.217	2.738.250	772.574	12.438.893	9.764.537	3.446.930	13.211.467
Ortalama Günlük Kazanç (TL)							
	Daimi	Mevsimlik	Kamu	Özel	Erkek	Kadın	Toplam
Muğla	61,05	54,62	114,45	56,76	61,64	55,33	59,95
Türkiye	66,17	54,07	103,82	61,61	65,16	60,40	63,92

3.1.2. Su ürünleri

3.1.2.1 Dünya’da su ürünleri sektörü:

Su ürünleri üretimi; deniz ve iç su avcılığı, iç sularda, denizlerde ve kara sularında yetiştiricilik (kültür balıkçılığı) olmak üzere iki şekilde yapılmaktadır. Üretimin büyük kısmı avcılık yoluyla olmaktadır. Ancak son yıllarda avcılık yolu ile yapılan balıkçılığın toplam üretim içindeki payı azalmakta, yetiştiricilik yoluyla yapılan balıkçılık hızla gelişmektedir. Bunun en önemli nedeni denizlerden avcılık yolu ile elde edilebilecek ürün miktarının daha fazla artırılamamasıdır. Sürdürülebilir bir balıkçılık için avlanabilecek balık miktarında en üst seviyeye ulaşılmıştır.

Dünya su ürünleri üretimi (su bitkileri hariç), 2011 yılında 90,4 milyon tonu avcılıkla, 63,6 milyon tonu da yetiştiricilikle olmak üzere toplam 154 milyon ton olmuştur. Avcılık ve yetiştiricilik yolları ile yapılan bu üretimin yıllık değeri 217,5 milyar dolardır. En büyük 10 üretici ülke, avcılık ve yetiştiricilik yolları ile toplam dünya üretiminin %87,6’sını gerçekleştirmektedir. Çin su ürünleri üretiminde dünyada lider konumdadır.

Dünya’da kişi başı su ürünleri tüketimi 16,3 kg/yıl olarak gerçekleşmekte olup, bu oran gelişmiş ülkelerde 23,8 kg/yıl iken gelişmekte olan ülkelerde 14,3 kg/ yıldır. Dünya’daki su ürünleri tüketiminin %48’i taze, %26’sı dondurulmuş, %15’i ise konserve olarak gerçekleşmektedir.

Dünya su ürünleri ticaretinde en önemli ithalatçı ülkeler; ABD, Japonya, İspanya, Fransa ve İtalya’dır. En önemli ihracatçı ülkeler ise; Çin, Norveç ve Danimarka’dır. Dünyada en fazla dış ticarete konu olan su ürünleri karides, ton balığı ve somondur. Türkiye su ürünleri üretimi bakımından Dünya’da 35, Avrupa ülkeleri arasında 6’ncı sıradadır.

3.1.2.2 Türkiye’de su ürünleri sektörü:

Üç tarafı denizlerle çevrili bir yarımada konumunda olan Türkiye’nin, 8.333 km uzunluğunda kıyı şeridi, 177.714 km uzunluğunda nehirleri, 342.377 hektar olan ve her geçen yıl artan baraj gölleri bulunmaktadır. Deniz ve iç su kaynaklarının toplam yüzey alanı 25 milyon hektar olup, bu rakam Türkiye’deki toplam tarım alanlarına yakındır. Bu nedenle balıkçılık kaynaklarının etkin kullanımı büyük önem taşımaktadır.

Su ürünlerinin ekonomik boyutunu ortaya koyan Türkiye Su Ürünleri üretim, ihracat, ithalat ve tüketim miktarları, 2013 verileri takip eden tabloda yer almaktadır.

Çizelge 3.6. Su ürünleri üretimi, ihracatı, ithalatı ve tüketimi.

Yıl	Üretim (Ton)	İhracat (Ton)	İthalat (Ton)	İç tüketim (Ton)	İşlenen (balık unu ve yağ fabrikaları) (Ton)	Değerlendiril emeyen (Ton)	Kişi başına tüketim(Kg)
2013	607.515,20	101.062,80	67.530,20	479.708,30	87.896,20	6.378,10	6,3

Balıkçılık sektörü 50 bin kişiye doğrudan 200 bin kişiye de dolaylı olarak istihdam sağlamaktadır. Karadeniz’de 247, Marmara Denizi’nde 200, Ege Denizi’nde 300 ve Akdeniz’de 500 civarında balık türüne rastlanmakta olup, bunların 100 tanesi ekonomik değere sahiptir. Türkiye’de 2011 yılı üretiminin %67,9’u avcılık yoluyla denizden, %5,3’ü iç sulardan ve %26,8’i de yetiştiricilikten elde edilmiştir. 2011’de 703545 tonluk üretimin olurken Üretim 2013 yılında 607515 ton olarak gerçekleşmiştir.

Çizelge 3.7. Yıllar itibarıyla toplam su ürünleri üretimi.

Yıl	Üretim(Ton)
2009	622.962
2010	653.080
2011	703.545
2012	644.852
2013	607.515

Ülkemizde su ürünleri yetiştiriciliği hızla gelişmektedir. 2002 yılından bu yana yetiştiricilikle üretilen balık miktarı üç kattan fazla artmıştır.

Çizelge 3.8. Deniz ve içsu yetiştiricilik üretimi.

Yıllar	Deniz Ürünleri (Ton)	Yetiştiricilik Üretimi (Ton)	Tatlısu Ürünleri (Ton)
2002	522.744	61.165	43.938
2003	463.074	79.943	44.698
2004	504.897	94.010	45.585
2005	380.381	118.277	46.115
2006	488.966	128.943	44.082
2007	589.129	139.873	43.321
2008	453.113	152.186	41.011
2009	425.046	158.729	39.187
2010	445.680	167.141	40.259
2011	477.658	188.790	37.097
2012	396.322	212.410	36.120
2013	339.047	233.394	35.074

Su ürünleri toplam üretimin içinde yetiştiriciliğin payı 2012 yılında % 32,9 iken 2013 yılı itibarı ile % 38,4 e çıkmıştır.

Çizelge 3.9. Su ürünleri üretim miktarı (2013).

	2012		2013		Değişim (%)
	(Ton)	Pay (%)	(Ton)	Pay (%)	
Su ürünleri	644.852,0	100,0	607.515,2	100,0	-5,8
Avcılıkla elde edilen su ürünleri	432.442,0	67,1	374.121,3	61,6	-13,5
Deniz balıkları ve diğer deniz ürünleri	396.322,0	61,5	339.046,9	55,8	-14,5
Deniz balıkları	315.636,5	48,9	295.167,9	48,6	-6,5
Diğer deniz ürünleri	80.685,5	12,5	43.879,0	7,2	-45,6
İçsu ürünleri	36.120,0	5,6	35.074,4	5,8	-2,9
Yetiştiricilik	212.410,0	32,9	233.393,9	38,4	9,9

Denizden avlanan ürünlerin önemli kısmı, büyük sürüler oluşturan hamsi, istavrit, sardalye ve palamut gibi pelajik balıklardan oluşmaktadır. Aynı anda çok miktarda avlanabilen bu balıklardan yalnızca hamsinin deniz balıkları avcılığı içindeki payı yaklaşık olarak %64'dür.

Türkiye kültür balıkçılığı için uygun iç sulara, tatlı su kaynaklarına ve deniz kıyılarına sahiptir. Bu nedenle kültür balıkçılığı ülkemiz için önemli bir üretim potansiyeli taşımaktadır. Ülkemizde kültür balıkçılığı alanında 2012 verilerine göre tatlı su balığı üretimi yapan 1791 adet, denizde üretim yapan 372 adet olmak üzere toplam 2163 adet işletme faaliyet göstermektedir.

Türkiye'de yetiştirilen en önemli tür iç sularda %60 ile alabalık, denizlerde %26 ile levrek ve %18 ile çipuradır. Yetiştirilen ürünler ise en fazla alabalık en düşük fiyatla yetiştirilen ürün olup, levrek (deniz) ikinci sırada en yüksek fiyatla yetiştirilen üründür. 2013 Yılı Kültür Balığı yetiştiriciliği miktar, fiyat ve değeri takip eden tabloda yer almaktadır. Ülkemizde kültür

balıkçılığının üretim deseni iç tüketime yönelik olarak şekillenmektedir. Türkiye’de su ürünleri tüketimi kişi başı 8,5 kg/yıl olarak gerçekleşmektedir.

Çizelge 3.10. Yetiştiricilik(kültür balıkçılığı)(miktar, fiyat, değer).

	Miktar(Ton)	Değer(TL)	Fiyat(TL/kg)
Alabalık (İçsu)	122.873,30	575.047.044	4,68
Aynalı Sazan (İçsu)	145,5	797.340	5,48
Alabalık(deniz)	5.186,20	42.630.564	8,22
Çipura(deniz)	35.701,10	343.444.582	9,62
Karides (deniz)			
Levrek (deniz)	67.912,50	711.723.000	10,48
Midye (deniz)			
Salmon (deniz)			
Diğer	1.575,30	30.828.621	19,57

3.1.2.3 Muğla ilinde su ürünleri sektörü

1480 km kıyı uzunluğuna sahip Muğla, 2012 yılında alabalık, çipura, levrek, minekop, sarıağız üretimi ile deniz kültür balıkçılığında 81.500 ton üretim ile Türkiye’de ilk sırada yer almıştır. 30.279 ton çipura, levrek ve alabalık ihraç edilerek 193.818.000 \$ gelir elde edilmiştir. 2013'de 98'i ağ kafeslerde, 167'si ise toprak havuzlarda olmak üzere 265 işletmede 63.500 ton çipura ve levrek üretilmiş, 78 alabalık işletmesinde 13.900 ton alabalık, 6 kuluçkahanede 269.500.000 yavru balık üretimi ile 6 ton minekop, 600 ton da sarıağız üretimi gerçekleştirilmiştir.

2002'de 23.000 ton balık üretim kapasitesi varken 2013'te bu kapasitenin 115.000 tona, 2002'de 6.000 ton olan ihracatın 2013 yılında 5 kat artarak 30.000 tona çıkmıştır. Muğla'da yapılan kültür balıkçılığı milli ekonomiye 568.588.000 TL katkı sağlamakta, ilde yapılan 81.500 ton üretimle Türkiye deniz kültür balıkçılığı üretiminin % 65'ini gerçekleştirmekte, kentte balıkçılıktan 80.000 kişi geçimini sağlamaktadır. Muğla'da üretilen balığın % 50'sinin ihraç edilmekte, Avrupa'da tüketilen her 3 balıktan birinin Türkiye'den gitmektedir. Deniz kültür balıkçılığı üretiminde Türkiye birincisi olan Muğla'dan geçen yıl 67 ülkeye 30.279 ton çipura, levrek ve alabalık ihraç edilerek 193.818.000 dolar gelir elde edilmiştir. (Ağustos 2013 tarihli Muğla İl Gıda Tarım İl Müdürlüğü'nün yayınladığı basın bülteninden derlenmiştir.)

Türkiye İhracatçılar Meclisince yayınlanan, 2014 yılı Türkiye ihracatı 151.292.662.450 \$ olup, Muğla ili 306.540.290 \$ ihracat ile Türkiye genelinde 31. Sırada yer almaktadır. Muğla ihracatında 198.542.000 \$ su ürünleri ve hayvancılık mamulleri ilin % 65'lik ihracatını oluşturan öncü sektördür.

Su ürünleri ve hayvancılık mamullerinin Türkiye ihracat değeri toplam 2.277.465.000 \$ olup, 407.195.000 \$ ile % 18'lik payı alan İstanbul ilk sırada, 262.140.000 \$ ile % 12'lik payı alan İzmir ikinci sırada, 198.542.000 \$ ile % 9'luk payı alan Muğla üçüncü sırada yer alır. Türkiye Su ürünleri ve hayvancılık mamulleri ihracatının ise, % 30'luk bölümünde Balıklar Ve Su Ürünleri alt başlığı 693.596.340 \$ ihracatıyla yer tutar.

3.1.2.4 Milas ilçesinde su ürünleri sektörü

Türkiye'de kültür balıkçılığının merkezi; Milas Türkiye'de yetiştirilmekte olan balıkların % 70'i, Güneybatı Anadolu'daki Muğla ilinin Milas ilçesi kıyılarında üretilmektedir. (Milas'ta İç Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde İşgücünün Geliştirilmesi ve İhracatın Arttırılması Projesi Raporu, 2011)

Milas İlçesi Toprak Havuz Balıkçılığı Üretim Performansında; Milas İlçe Tarım Müdürlüğü'ne kayıtlı, Milas ilçesinde yer alan toprak balıkçısı sayısı 182 olup, 164 işletme üretim faaliyetlerine devam etmektedir. İşletmelerden 9 tanesi Akyol, 64 tanesi Avşar, 2 tanesi Baharlı, 6 tanesi Bahçeyeniköyü, 1 tanesi Dörttepe, 47 tanesi Ekinanbarı, 1 tanesi Güllük, 10 tanesi İçme, 7 tanesi Kıyıkışlacık, 1 tanesi Korucuk, 12 tanesi Savran, 22 tanesi Yaşyer Mahallelerinde (eski tanımıyla köy) yer almaktadır. Tüm bu işletmelerin onaylı kapasiteleri 8.844 ton, Kara alanı 2.635.599 m², Su miktarı ise 15.257 tondur.

İlçeden yapılan ihracatla ilgili olarak, Milas Ticaret ve Sanayi Odası'nca işlemi yapılan 2014 yılı balık ihracatı 26.266,20 tondur.

Çizelge 3.11. MİTSO tarafından onaylanan balık ihracat miktarları (2014).

Aylar	İhracat (Ton)
Ocak	2.190,82
Şubat	1.888,09
Mart	1.918,09
Nisan	2.102,62
Mayıs	2.488,65
Haziran	3.289,18
Temmuz	1.965,89
Ağustos	2.383,29
Eylül	2.204,07
Ekim	4.175,21
Kasım	1.250,35
Aralık	409,93
Genel Toplam	26.266,20

3.1.3 Zeytinyağı

3.1.3.1 Dünya Zeytin Ve Zeytinyağı Üretimi

Dünya genelindeki zeytin yetiştiriciliğinin % 90'lık bir kısmı Akdeniz havzası, geriye kalan kısmı ise Latin Amerika ülkelerinde yapılmaktadır. Dünya sofralık zeytin üretimi son beş sezon ortalamasına göre 2,97 milyon ton civarındadır. Önemli zeytin üretici ülkeler sırasıyla, İspanya, İtalya, Yunanistan, Türkiye ve Suriye'dir. Üretimde AB ülkelerinin payı yıllara göre değişmekle birlikte ortalama %70 seviyelerindedir. AB ülkeleri arasında ilk sırayı İspanya almakta onu İtalya ve Yunanistan izlemektedir. İspanya'nın AB üretimdeki payı %60'lar seviyesindedir. Bunların yanı sıra son yıllarda Avustralya, Japonya ve Arjantin gibi ülkelere de zeytin üretimine başlanılmıştır. Zeytin, genetik özelliğinin yanı sıra kültürel işlemlerin tam olarak uygulanamayışı nedeniyle alternans (bir yıl ürün verme-diğer yıl az/yok verme) gösterir.

Akdeniz'in sahil şeridini kaplayan 900 milyon zeytin ağacı en iyi yetiştirme koşullarını bu bölgede bulmakta ve Dünya Zeytinciliğinin %98'ni temsil etmektedir. Akdeniz zeytinciliğinin lideri İspanya ve İtalya'dır. Bu 2 ülkeyi sırasıyla Yunanistan ve Türkiye takip etmektedir. Ülkelerin zeytin ağaç varlıklarına paralel üretimleri aynı sırayı takip etmektedir. Burada yalnız ağaç sayısı itibarıyla Tunus 5. sırada ise de üretimde Türkiye'nin önünde yer almakta ve yıllık ağaç başına verimi Türkiye'nin üç mislidir.

Akdeniz zeytinci ülkeleri arasında Fas, Cezayir, Libya, Mısır, Ürdün ve Suriye az veya çok zeytin ağacı olan ülkelerdir. Amerika kıtasında başta Arjantin olmak üzere ABD'de de zeytin ağacı mevcuttur. Avrupa birliğinde ortak tarım politikası çerçevesinde 1966 yılından bu yana uygulanmakta olan zeytinyağı piyasa organizasyonu 1981'de Yunanistan, 1986 yılında İspanya ve Portekiz'in tam üyeliğe geçmesi ile daha da güçlenmiş ve kendi kendine yeterli duruma gelmiştir. AB Zeytinyağında uyguladığı çok yönlü korumacılık sistemi ile sağlam rekabet gücü yüksek bir bünyeye kavuşmuştur. AB Zeytinyağı ihracat rakamlarının yarısı AB içi alışverişin sonucudur.

Ancak son yıllarda, özellikle Amerika Birleşik Devletleri (ABD), Rusya, Japonya gibi birçok sağlık bilinci ve gelir düzeyi yüksek ülkede de bu ürünler hızlı şekilde beslenme alışkanlığı içerisinde yer almaya başlamıştır. Tüketimdeki hızlı artışın gelecekte de devam edeceği tahmin edilmektedir. Önümüzdeki yıllarda dünya zeytinyağı ve sofralık zeytin arzının ve paralelinde talebinin hızla artacağı düşünüldüğünde, dış ticarete pay sahibi olmak daha önemli hale gelecektir.

3.1.3.2 Türkiye

Türkiye’de son yıllarda zeytincilik sektöründe üretim ve kaliteyi artırmaya yönelik oldukça önemli destekler verilmeye başlanmıştır. Bu desteklerin sonucu olarak dikim alanlarında hızlı bir artış sağlanmıştır. Zeytin alanlarındaki artışla beraber üreticilerin yoğun şekilde yoğun şekilde verim artırıcı uygulamalara yönelmesi sonucu zeytin üretiminde oldukça önemli artışlar olacağı tahmin edilmektedir. Üretim miktarında meydana gelecek hızlı artışa karşılık yurt içi talep miktarının benzer şekilde artmaması durumunda, önemli düzeyde arz fazlası meydana gelecek, bu arz fazlasının etkin bir şekilde pazarlanması oldukça önemli bir hal alacaktır. Türkiye’de zeytin yoğun olarak Ege, Marmara ve Akdeniz Bölgelerinde yetiştirilmektedir. TÜİK verilerine göre, desteklerin başlamasından bu yana geçen sürede zeytin dikim alanlarındaki artış Ege Bölgesi’nde %12,8, Marmara Bölgesi’nde %4,9 iken, Akdeniz Bölgesi’nde %72,3’dür. Aynı dönemde, Doğu Akdeniz Bölgesi’nin dikim alanlarında %74,3 artış meydana gelmiştir.

2013 TÜİK verilerine göre Türkiye genelinde 8.258.266 dekar alanda 167.029.748 zeytin ağacı bulunmaktadır. Türkiye belirtilen bu ağaç nüfusundan 390.000 ton sofralık 1.286.000 Ton yağlık zeytin hasat etmektedir.

Ulusal Zeytin ve Zeytinyağı konseyinin verilerine göre 2014-2015 sezonunda ortalama ağaç verimi 9,6 kg zeytin olarak ve zeytinyağı üretiminin de 189.482 Ton gerçekleşmesi tahmin edilmektedir

3.1.3.3 Muğla

TÜİK 2013 verilerine göre 919.839 dekar alanda zeytincilik yapılmaktadır, 16.279.059 adet zeytin ağacından 87.180 ton yağlık 5.241 ton sofralık zeytin toplanmıştır. Muğla İli İçin Zeytinyağı ihracatı ise 531.000 \$ değerindedir.

3.1.3.4 Milas İlçesi Zeytinyağı Üretim Performansı;

Milas İlçe Tarım Müdürlüğü’ne kayıtlı, Milas ilçesinde yer alan zeytinyağı üreticisi sayısı 72 olup, 9 tanesi Bafa, 2 tanesi Baçın, 6 tanesi Güllük, 31 tanesi Merkez, 9 tanesi Ören, 15 tanesi Selimiye’ yer alır. Zeytinyağı üretim kapasitesi 3540 ton/gündür.

3.2 Gereke

Muğla ili Milas ilçesindeki balık üretimi ile zeytinyağı üretiminin enerji ihtiyacına yönelik yapılan çalışma kapsamında 88 işletme ile yapılan enerji 2009-2014 arası enerji tüketim bedelinin yıllık ortalaması 4.476.862 TL olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 3.12. 2009-2014 yılları arası işletmelerin ortalama tüketim bedelleri (TL/ay).

No	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ort.
1	4381	4067	3802	6115	4630	4679	4692	5403	4631	5029	4915	4804	57148
2	7914	6938	8983	11522	11730	7546	9075	9950	10195	13063	10977	8879	116772
3	25778	27607	29114	32979	36436	37585	45244	46254	43322	38793	35123	27797	426032
4	803	811	898	997	1080	1213	1057	1131	900	1375	827	1285	12378
5	1141	658	691	840	889	903	1065	1191	1416	1452	1611	1467	13325
6	1141	658	691	840	889	903	1065	1191	1416	1452	1611	1467	13325
7	1564	1264	1245	1127	1802	1653	1862	1652	1658	1658	1570	1356	18408
8	6140	3932	2945	3284	3286	3524	3955	3280	3119	3051	4315	4879	45710
9	11280	5479	5328	6006	5455	6407	6710	6101	5401	6541	6602	6903	78212
10	7361	6170	5566	6647	6144	7276	8583	8162	7679	8675	6878	7596	86736
11	5093	4652	4199	4437	4503	4696	5744	5685	5487	5730	5046	4768	60037
12	10753	10805	10703	9046	10215	12252	15648	12472	14022	15706	12281	10007	143909
13	5070	4494	4662	5190	5832	5358	5537	5126	5037	5219	5916	5489	62928
14	1069	495	750	496	956	881	1235	1190	1568	1510	2049	1916	14114
15	4301	4061	3840	3746	3508	4952	5076	5711	5448	5170	5087	4393	55291
16	5723	4530	5072	4974	5068	5224	6297	6790	6307	6821	5884	5979	68667
17	1789	1593	1235	1330	1818	1805	1913	1675	1448	1754	1893	2207	20459
18	10266	9405	12168	14254	17205	16072	18614	21774	21497	22888	19593	13995	197730
19	1126	1050	1045	1229	1360	1106	1203	1209	1135	1355	1879	988	14684
20	19951	15260	15931	16031	15912	17741	19087	21464	23246	21679	23347	19329	228976
21	2954	2323	1680	1892	1935	1610	1622	1992	1975	2219	1644	3719	25565
22	4277	3701	3790	3941	4376	3980	4248	3990	4305	5398	5724	3870	51599
23	3604	3038	3755	3241	3589	3454	3912	4056	4383	4190	3988	4553	45763
24	3335	2634	2974	4317	3235	3673	4379	4241	3314	3835	6372	3691	46000
25	2005	2079	1614	1774	2244	2130	2719	2365	2064	2324	2209	2103	25628
26	15541	10299	13058	14005	13680	13143	12427	14847	13881	16359	12830	15582	165650
27	4643	4847	4531	4310	4401	4270	4102	4469	3958	4203	4204	5017	52953
28	4045	3339	3155	2867	3499	3375	3344	3423	3650	3917	3297	3274	41186
29	1858	2115	3051	3375	3395	4321	3031	4356	2899	3366	3133	3691	38591
30	2960	2275	2119	2383	2888	2690	2855	3048	3280	3166	2863	2793	33320
31	4810	4139	4823	4083	4148	4245	4779	4936	5622	5691	4983	4615	56873
32	2995	1778	1950	2132	2271	1928	1541	1721	2010	2172	2440	1729	24668
33	802	1668	1800	1006	247	186	228	279	267	195	226	247	7150
34	1180	822	873	538	352	214	275	280	249	288	402	786	6258
35	6349	5708	5614	6154	7096	7011	8151	8117	7210	7803	7829	6787	83829
36			24997	493				16112	1529	7899	3422	4218	58669
37	4093	3162	3470	3665	4930	4590	5918	7273	4009	4017	3709	4374	53209
38	4143	3952	3936	4041	3548	4091	5175	5860	5670	6284	7459	9116	63274
39	4070	4981	3775	4444	4037	5110	6224	5818	6224	6299	5527	4404	60913
40	2866	2509	2690	3247	3268	3208	3567	3659	3674	3631	3403	2740	38464
41	3654	2806	3532	2867	1710	1725	1852	2191	2757	3805	1959	3183	32040
42	2084	1372	339	140	32						315	781	5063
43	5917	3500	4207	4687	4576	4338	4789	4400	4146	5025	5126	4634	55345
44		20	79	16		27	35	8		17		16	219
45	6501	3260	3620	3772	3204	4726	4473	4714	4714	4993	5107	2380	51462
46	10449	9050	8744	9514	10072	10730	12051	13612	13438	16398	15005	11212	140275
47	4451	3601	3561								10584	4466	26663
48	6369	5383	5751	5934	5865	6463	6775	6585	8174	7915	9699	5687	80600
49	2643	2338	2314	2458	2882	2803	3218	3166	3131	3311	3344	2981	34589
50		14422	6422	1310	2615	1554	3126	3184	4270	1382	1456	1021	40763
51	1993	1383	1535	1726	1665	1739	1895	2169	1644	1917	2277	1804	21747
52	899	477	533	1011	1305	1146	1401	1595	1648	1556	1493	1237	14300
53	5473	4795	4749	5208	5156	4872	7902	7371	15672	7790	6417	5226	80630
54	2123	2370	2418	1075	144	55	48	38	24	121	689	1223	10327
55	6580	6175	5759	6197	5555	6215	6488	6807	6886	7548	6932	6533	77675
56	2641	2888	2396	2277	2532	2560	2616	2860	2715	2472	2456	2585	30998
57	2045	1714		911		724	490	679	379	480	210	1179	8810
58	3861	3285	2971	3579	3593	3675	3886	3370	3882	4551	3971	3954	44577
59				1757	1871	1842	1970	2523	2360	2120	1879		16321
60	3643	3004	2924	3093	2936	3457	2992	3288	3419	3501	3775	3239	39271
61	5329	13021	5127	5122	3929	5121	6950	6880	5573	9187	5526	3813	75577
62			20	25		316		3037	3125	4241	1076	4019	15857
63	2172	1747	1906	2061	2233	1821	2277	2096	2667	2353	2105	2989	26426
64	3519	3524	3446	3419	3868	3788	4203	4830	4814	4965	4027	3697	48100
65	5469	4061	3170	3802	3374	3298	3095	3358	3346	4303	4985	4381	46642

No	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ort.
66	2598	1774	1640	1713	1973	2274	2849	2679	3068	2616	2259	1623	27068
67	3292	2767	2740	2815	3370	3057	2967	3739	4262	3639	3930	2509	39088
68	4392	3654	3799	4389	3851	4888	5780	5598	4598	4729	7424	5507	58608
69	4586	3806	3601	4196	5052	5018	5565	6006	6037	6309	5634	5253	61062
70	199	610	138	69		104	144	163	262	164	75	137	2065
71	5300	4615	5123	7915	5877	6263	5941	5927	6916	6518	6544	5445	72385
72	1894	1348	557	244	137	114	127	125	145	253	624	1070	6638
73	51	31	33	16	19	26	26	25	42	21	32	79	403
74	4422	3793	4290	5204	5309	5558	7175	7497	6917	7443	7069	4078	68756
75	3866	3997	3865	4270	3999	4703	5152	4541	4592	3893	5623	4575	53076
76	6170	3711	5679	4655	4164	3256	3805	4419	3643	4570	4367	4817	53255
77	182	201	140	188	66	50	93	110	75	31	83	146	1364
78	2089	2102	1944	2602	2442	2139	2469	2663	2851	3161	2779	1948	29188
79	2594	2427	2390	2231	2272	2481	4020	3859	3450	2335	2835	2464	33357
80	3318	2241	2815	2821	2823	3489	3020	3026	3217	3186	3545	2745	36248
81	2335	2170	2405	1828	2078	2201	2607	2335	2403	2945	3552	2757	29616
82	680	783	1967	329	412	522	616	636	618	3678	7224	1268	18733
83	2498	2369	1992	2079	3683	2346	2762	2881	2425	2697	2680	2351	30764
84	5019	3702	3708	4030	4298	4885	5821	4971	5093	6191	5986	11158	64861
85	555	991	907	1216				1439		10	20	610	5748
86	1527	1678	1514	1875	1819	1738	1738	1701	1852	1810	1634	1641	20528
87	1098	970	1057	1233	1455	1420	1612	1726	1635	1539	1223	1232	16200
88	2091	1350	932	353	303	289	404	409	358	360	843	1481	9172
Toplam	357739	324577	341285	331225	336374	344822	389380	423491	408344	430222	419460	369943	4476862

88 işletmenin yaklaşık 4,5 milyon TL olan enerji tüketim bedeli, farklı büyüklükteki toprak havuz balıkçıları ile zeytinyağı üreticilerine yönelik tespit edilen rakam olup, bu rakamın 88 işletme için olmasından yola çıkarak, mevcut 236 işletmenin aynı tüketim eğilimine sahip olması durumunda, Milas ilçesindeki bu önemli 2 sektörün 12 milyon TL civarı elektrik tüketim maliyeti bulunmaktadır. Balık üreticileri üretilen balığın çeşidi ve 1 adedine göre fiyatlama yapmaktadır. Piyasa şartlarıyla oluşan balık fiyatlarını genellikle Pazar koşulları belirlemektedir. Güncel olarak balık satış fiyatları takip eden çizelgede yer almaktadır.

Çizelge 3.13. Milas İlçesindeki Toprak Havuz Balıkçılarının Ürettiği Balıkların Pazara Satış Fiyatları (Ocak, 2015).

Ortalama Gramaj (1 Balık İçin)	Levrek (TL/Kg)	Çipura (TL/Kg)
300-400	12	12
400-600	13,5	13
600-800	15	15
800-1000	20	20

Balık üreticilerinde tüm yıla yayılan enerji ihtiyacında enerjinin payını tespit etmek üzere alınan bilgilere göre; balık üretimine yönelik hammadde olan yavru 1,575 TL/kg, yem 4,800 TL/kg olarak ifade edilmiştir. Diğer üretim maliyetleri 0,625 TL/kg kabul edilmektedir. Enerji maliyeti ise ortalama 3 TL/kg olarak öngörülmektedir. Yani 10 TL üretim maliyeti olan 1 kg balığın %30 maliyeti enerji tüketimi içindir.

Zeytinyağı üretiminde üretim miktarındaki enerji maliyeti için benzer bir çıkarsama yapılması mümkün değildir. Bazı üreticiler için zeytin ağacını yetiştirerek son ürün zeytinyağını pazara sunmakta, bazı üreticiler zeytin alıp zeytinyağını pazara sunmakta, bu süreçlerde bazı üreticiler zeytin sıkımı ile zeytinyağı elde etmede kendi tesislerine sahipken bazıları zeytin sıkıtma hizmeti alarak piyasaya sunmaktadırlar. Zeytinyağı sıkma işlemi sırasında harcanan enerji maliyeti 1 TL/kg yağ olarak ifade edilmektedir. Ortalama 1 kg yağın 10 TL satış fiyatında bu oran %10 iken, fiyattaki değişim ile bu oran değişmektedir.

Ancak her iki üretici grubunun da ortak noktası mevcut üretim maliyetlerindeki hammadde maliyetlerine, genellikle kendilerinin çalıştığı işçilik maliyetlerine, kullanılan ilaçlar ya da yem maliyetlerine yönelik bir girişimde bulunamamalarıdır.

Muğla ili Milas ilçesinin potansiyel yenilenebilir enerji kaynaklarının mevcudiyeti ile tüm maliyet kalemleri içinde, enerji maliyetinin düşürülebileceği öngörüsü ile Milas'ta Yenilenebilir Enerji Fizibilitesi hazırlanarak, enerji maliyetlerini düşürecek bir rehber ihtiyacına yönelik bu çalışma hazırlanmıştır.

4. TALEP ANALİZİ

4.1 Mevcut Durumun Tespiti

Tarihin en eski dönemlerinden beri birçok medeniyete ev sahipliği yapmış olan Muğla, tarihi ve kültürel değerlerin izlerini taşıyan bir coğrafyada yer almaktadır. Muğla'nın Türkiye nüfusu içerisindeki payı %1,13 olup, toplam nüfus sayısı 866.665'dir. Muğla'nın nüfusu yüz binden fazla olan ilçeleri sırasıyla Bodrum, Fethiye, Milâs'tır.

Muğla'nın enerji tüketimi 2405 GWh olup, Türkiye'nin enerji tüketimdeki payı % 1,23 kadardır. Muğla ölçeğinde elektrik enerjisi amaçlı kurulu güç yaklaşık 2 GW olup, Türkiye'deki toplam kurulu güç içerisindeki payı % 3,22 kadardır. Muğla'da yenilenebilir enerji kullanımı açısından, Muğla'da toplamda 53,6 MW kurulu güce sahip iki adet rüzgar enerji santrali mevcut olup bunlardan bir tanesi Datça'da diğer ise Milas'tadır (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Muğla'da kurulu enerji santraller ve kurulu güçleri.

Sıra No	İl	Santral Adı	Kurulu Güç (MW)
1	Muğla	Akköprü (Dalaman)	115,000
2	Muğla	Bağcı (Yaprak) Su Ürünleri	0,300
3	Muğla	Çaldere HES (Çaldere Elektrik) (Dalaman)	8,740
4	Muğla	Dalaman HES (Bereket Enerji)	37,500
5	Muğla	Datça RES (Datça)	29,600
6	Muğla	Eşen-1 HES (Göлтаş Enerji Elektrik Üretim)	60,000
7	Muğla	Eşen-2 (Göлтаş)(Fethiye)	43,400
8	Muğla	Fethiye	16,500
9	Muğla	Kavakçalı HES (Pak Enerji Üretimi San.)	11,142
10	Muğla	Kemerköy	630,000
11	Muğla	Mopak (F.O+Diğer) (Dalaman)	26,200
12	Muğla	Turguttepe RES (Sabaş Elektrik Üretim A.Ş.)	24,000
13	Muğla	Yatağan	630,000
14	Muğla	Yeniköy	420,000

Muğla ilinde turizm en önemli ekonomik gelir kaynağı olmakla birlikte, tarım ve tarım ürünlerinin işlenmesine dayalı sanayi sektörü de ön plana çıkmaktadır. İlin ekonomik çeşitliliğini sağlayan tarım ve sanayi faaliyetlerine bakıldığında 3 büyük ilçesinden biri olan Milas ilçesinde zeytinyağı, arıcılık ve toprak havuz balıkçılığı sektörleri önemli bir yer tutmaktadır.

Bu sektörlerden zeytinyağı ve toprak havuz balıkçılığının yüksek enerji ihtiyacından dolayı, enerji maliyeti sektörlerin rekabetini olumsuz etkilemektedir. Toplam 236 işletmenin yüksek

enerji maliyetlerine rağmen, balıkçılık ve zeytinyağındaki fiyata dayalı rekabetten dolayı pazarda rekabet düzeyleri düşüktür. İşletmeler satış rakamlarını yükseltmenin zorluğunun farkında olarak enerji maliyetlerini azaltıcı tedbirleri araştırmaya yönelmektedirler. Özellikle bu iki işletme türünde enerji maliyetlerinin %30'un üzerinde olması ve Milas'ın yenilenebilir enerji kaynakları açısından yüksek potansiyel sahip olması açısından etkin çözümlerin oluşturulması mümkün gözükmemektedir.

Bu çalışma kapsamında 164 toprak havuz balıkçılığı işletmesi ile 72 zeytinyağı işletmesinin enerji maliyetlerini düşürmek ve rekabet edebilir ürün fiyatları oluşturmak amacıyla güneş veya rüzgâr enerjisine dayalı enerji santralının teknik ve ekonomik analizi üzerinde durulmuştur. Santral büyüklüklerinin etkin bir şekilde belirlenebilmesi için, toprak havuz balıkçılığı ve zeytinyağı işletmeleri üzerinde bir anket çalışması gerçekleştirilerek 2009-2014 yılları aralığında enerji taraması yapılmıştır (EK 1).

4.2 Enerji Taraması

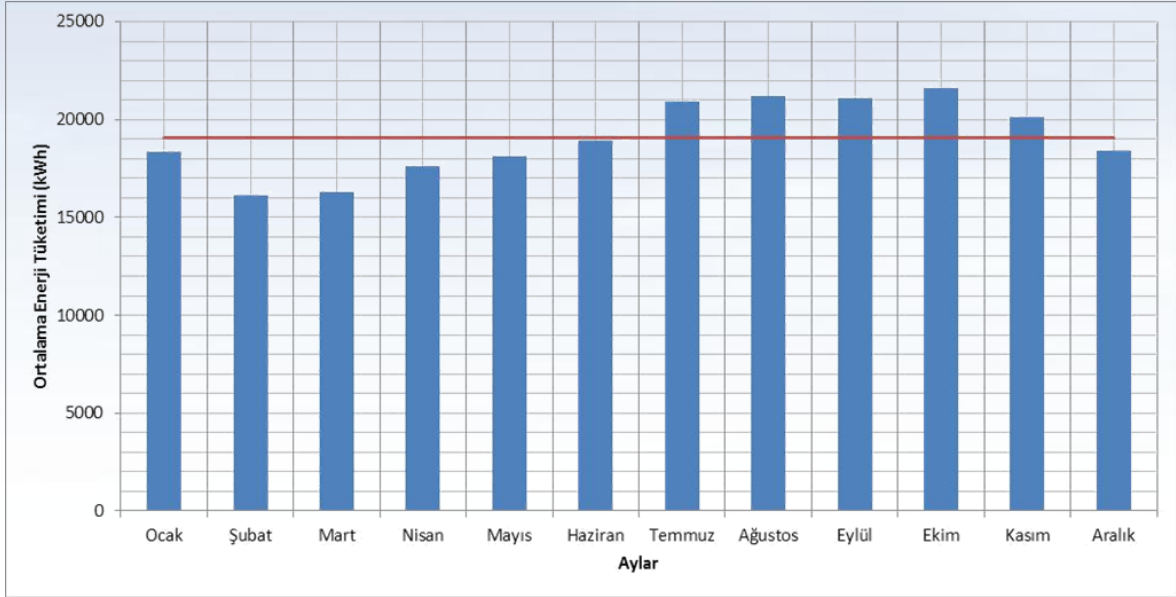
Milas'ta faaliyet gösteren 164 toprak havuz balıkçılığı ve 72 zeytinyağı işletmesinden, anket çalışmasına 88 adet işletme katılmış olup, aylık bazda enerji tüketim değerleri değerlendirmeye uygun 67 işletmenin verileri bu çalışma kapsamında irdelenmiştir (Çizelge 4.2).

Gerçekleştirilen enerji taramasına göre, Şekil 4.1.'den de görüleceği gibi 67 işletmenin ortalaması olarak, aylık ortalama enerji tüketim değeri **19.070 kWh/ay** olarak belirlenmiştir. Bir işletme için yıllık bazda **228.846 kWh/yıl** olarak hesaplanmıştır.

Milas'ta faaliyet gösteren toprak havuz balıkçılığı ve zeytinyağı işletmelerinin toplamı olan 236 işletme için yıllık enerji gereksinim değerini tahminleyecek olursak, bu değer yaklaşık **54 milyon kWh/yıl** bir başka deyişle **54.000 MWh/yıl** değerine ulaşacaktır.

Çizelge 4.2. 2009-2014 yılları arası işletmelerin ortalama enerji tüketim değerleri (kWh/ay)

No	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ort.
1	16554	15696	13843	15517	16878	18909	17514	21773	19222	18859	17050	17494	17442
2	25408	22728	29349	35894	37312	35857	39916	40780	40738	47414	41523	36600	36126
3	110036	119659	123012	128559	136383	137439	153329	155886	140520	139870	114658	129838	132432
4	2907	2591	3199	3370	3864	3723	3839	2521	2477	3857	2585	2584	3126
5	4582	2664	2910	3522	3702	3833	4353	4808	5790	5499	5490	6167	4443
6	5777	4670	4600	4021	6348	5936	6889	4719	6827	6508	5955	4979	5602
7	19556	12263	12989	13801	12632	14041	14747	9913	14777	14046	13683	15034	13957
8	26946	24540	22439	23319	15023	29066	27461	24169	25757	26432	21306	22662	24093
9	26095	22185	19266	22973	20175	18110	29813	27465	26275	25032	20652	21533	23298
10	18681	16363	14595	15725	17205	17565	21506	20434	21063	20486	18044	17402	18256
11	34472	33677	34879	36911	40900	47591	48825	42849	40726	58325	44582	25971	40809
12	20460	18342	18844	19700	19034	20922	22056	20284	20317	20358	21175	21209	20225
13	3413	1609	2412	2027	3600	3347	4813	4839	6388	5298	7203	6659	4301
14	15224	14971	14489	21162	18082	19000	20827	19425	19071	17615	15956	15349	17598
15	21146	16334	15742	18445	18160	19501	21955	23634	22382	23290	19694	19528	19984
16	7208	5605	4755	5476	7270	7202	7468	6529	5724	6574	6221	8025	6505
17	45573	40914	52541	57238	66903	65372	75517	87224	85591	86461	73909	56428	66139
18	85596	67410	69606	68397	69846	74480	78334	85315	81454	82482	89349	77979	77521
19	15760	13834	13986	14277	15227	14782	16575	16804	20357	22094	19513	17495	16725
20	12900	11495	11152	11752	13275	11951	13801	14608	16485	14473	13574	11629	13091
21	14164	11225	12627	20023	12572	14792	15688	15143	14544	13675	21560	13958	14998
22	8457	7763	6628	7048	8121	8263	7141	9020	8892	8739	7756	7717	7962
23	47627	28262	35076	41820	43312	41209	48256	57496	55934	51800	49162	47427	45615
24	17392	19558	15356	16696	15862	16237	15009	15851	15111	16091	15310	17382	16321
25	16480	12791	10514	10870	12573	13482	12178	12834	13487	14499	11950	12573	12853
26	11972	12552	9627	10633	10785	13916	14683	14118	13696	14977	13469	12040	12705
27	11793	9725	8657	9449	10940	10594	11154	11812	13026	11570	10818	8131	10639
28	17294	11598	18207	13018	16024	16101	18094	18523	21214	20393	18292	16989	17146
29	10396	6288	6856	7215	7534	6544	6674	5994	6520	7287	8054	6118	7123
30	25658	23402	23057	24480	30690	29800	30748	30665	27924	29446	27344	26297	27459
31	14079	12721	11776	14171	19440	17515	19680	18787	17141	18847	13806	15395	16113
32	11504	10975	10941	11195	9826	11331	14333	16232	15705	16465	18890	12632	13336
33	18880	21554	16857	19894	18125	23109	26321	23966	27462	24896	20007	19018	21674
34	11754	10183	10795	11198	12643	12313	13806	13908	14391	14027	13266	11793	12507
35	17280	13392	9453	9329	8224	8384	9107	8298	7299	8058	9147	9477	9787
36	13706	12106	13928	16292	15918	15043	16249	14910	16723	16753	17507	15491	15386
37	10555	10617	11238	12439	12300	14012	14808	14072	14416	15407	13706	7644	12601
38	45088	39399	36959	40752	41962	44643	50539	56971	55681	55055	57811	50153	47918
39	25569	22332	22315	23588	23576	25568	25729	25696	25264	32232	37664	22888	26035
40	9973	8156	8371	7265	8243	10492	11214	11633	11010	11474	10955	10329	9926
41	6193	5117	5097	5748	6045	5685	6813	7126	5951	5862	5857	6344	5986
42	3299	2100	2296	4219	5440	5678	6712	6336	6569	5814	5588	5040	4924
43	18504	17935	17535	19149	18999	18690	28497	25819	24476	26312	22458	21659	21669
44	23153	22215	20927	22458	20564	22691	23668	23740	25267	25347	23386	22838	23021
45	9928	8650	7897	8431	9482	9427	9741	10526	10371	10447	7829	8913	9304
46	15609	12301	11332	12934	13266	13475	14357	12732	14473	15750	13688	13190	13592
47	13142	11367	10791	10596	10889	10615	11082	10992	12273	12246	12800	12223	11585
48	23722	19792	17902	19468	13616	17482	23694	23347	19506	22898	19135	14117	19556
49	9715	8339	9185	10898	10958	10077	11459	10525	12755	12101	10237	10753	10584
50	14224	13465	13045	13173	14581	15137	16260	18333	18592	19738	15771	14836	15596
51	9548	10183	12751	14854	13337	13267	12517	13391	14189	15269	15799	16849	13496
52	8702	5968	6849	6825	7957	9179	9182	9129	10259	8321	7268	5522	7930
53	13928	9849	9996	10454	11350	11763	12867	14106	13796	14258	12347	11458	12181
54	16842	12969	13932	15448	13767	16352	19833	15722	16746	17957	24430	19056	16921
55	18387	14914	13952	15883	18552	20022	22430	23106	23717	24717	21743	20566	19833
56	19432	17328	19170	21586	21909	23643	22074	23095	25795	25894	22796	22408	22094
57	13840	11776	12405	14238	14736	15292	20204	22266	20375	20405	19957	14715	16684
58	17896	18529	17684	18183	17816	19722	21135	18593	19236	15035	21883	18683	18700
59	18211	16617	15624	16742	14978	10542	13765	15277	14423	16566	15956	18027	15561
60	10732	10801	12515	9142	9303	7299	9366	9919	10607	10895	9285	7685	9796
61	8242	7699	7693	7204	7302	9683	13324	12693	12302	6634	8655	8675	9176
62	11644	11134	9575	9764	10719	11135	11440	11611	12572	12760	11760	12022	11345
63	8169	7782	8419	7507	7348	7845	8196	8405	8676	9338	9198	9285	8347
64	8843	8616	6706	7870	12944	9529	9583	10130	10134	10568	9047	8247	9351
65	18910	13816	13963	16282	15602	19508	19060	18830	18711	22911	19892	21166	18221
66	7324	6043	5602	6779	6686	5871	6619	6682	7178	8329	7272	8343	6894
67	4785	4176	4569	5218	5929	5932	6841	7085	6919	5936	4840	4929	5597
Ort.	18371	16144	16287	17620	18128	18918	20920	21185	21093	21626	20112	18441	19070



Şekil 4.1. Enerji taramasına göre ortalama enerji tüketim değerleri.

4.3. Kapasite Öngörüsü

Milas'ta faaliyet gösteren 164 toprak havuz balıkçılığı ve 72 zeytinyağı işletmesinde enerji tüketimini azaltmak ve içle sınırları içerisinde kurulabileceği öngörülmüş olan güneş veya rüzgâr enerjisine dayalı enerji santrali kapasitesini ve kurulu gücü hesaplamak için aşağıdaki yaklaşım gerçekleştirilmiştir.

164'si toprak havuz balıkçılığı ve 72'si ise zeytinyağı işletmesi olarak faaliyet gösteren toplam 236 işletmenin, yıllık toplam ihtiyaç duyduğu enerji miktarı $E_{tük}$, gerçekleştirilen enerji taraması sonucunda yaklaşık 54 milyon kWh/yıl olup, bunun için gerekli toplam aktif güç;

$$P_{aktif} = \frac{E_{tük}}{\text{Yıllık işletme süresi}} = \frac{54000000}{8760} = 6165.24 \text{ kW}$$

olarak belirlenir. Tüm işletmelerde güç faktörü $\cos\theta$ 'nin, 0.95 kabulüyle bağlantı gücü ise,

$$S = \frac{P_{aktif}}{\cos\theta} = \frac{6165.24}{0.95} = 6489.73 \text{ kVA}$$

değerine ulaşır. Kurulacak sistemden yararlanıcı sayısının çok olmasından dolayı talep faktörü (eş zamanlılık katsayısı) TF, 0.60 seçilmesiyle tüm işletmeler için toplam kurulu güç,

$$\text{Toplam Kurulu Güç} = \frac{S}{TF} = \frac{6489.73}{0.60} = 10816.22 \text{ kVA}$$

olarak hesaplanabilir. Yukarıda hesapladığımız toplam kurulu gücü baz alarak, 236 işletmenin tamamının yıllık bazda enerji tüketimini karşılamak için güneş ya da rüzgar enerjisi santralinin kurulu gücü yaklaşık 10 MW olarak seçilebilir.

Bu çalışmada, 164 toprak havuz balıkçılığı ve 72 zeytinyağı işletmesi sahiplerine fikir vermesi açısından güneş veya rüzgâr enerjisine dayalı santral güçleri, lisansız elektrik üretimi için sınır değer olan 1 MW ve talep yükünün bir kısmının karşılanması açısından da lisanslı elektrik üretimi içinse 10 MW'lık ve aynı zamanda talep yükünün tamamını karşılamak amacıyla her iki enerji kaynağı için uygun kurulu gler dikkate alınarak değerlendirmeler gerçekleştirilmiştir.

5. TASARIM

5.1 Milas'ta Güneş ve Rüzgâr Enerjisi Santrali Amaçlı Saha Tespiti

Bu çalışmanın gerekçesini oluşturan Muğla'nın Milas ilçesinde faaliyet gösteren 164 toprak havuz balıkçılığı işletmesi ile 72 zeytinyağı işletmesi üzerinde gerçekleştirilen ve 2009-2014 yılları arasını kapsayan enerji taraması sonuçlarına göre, yıllık bazda ihtiyaç duyulan yaklaşık 54 milyon kWh elektrik enerjisi ihtiyacının bir kısmını yâda tamamını karşılayacak olan güneş ve rüzgâr enerjisine dayalı santrallerini ilçe sınırları içerisindeki uygun alanların tespiti için Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü ve Devlet Meteoroloji İşlerinin ortaklaşa gerçekleştirdikleri, Güneş Enerjisi (GEPA) ve Rüzgâr Enerjisi (REPA) Atlaslarında dikkate alınan alanlar belirlenerek saha seçimine gidilmiştir. Seçilen sahalar ve potansiyellerinin değerlendirilmesi amacıyla hem GES hem de RES santral türleri için, üç adet senaryo oluşturulmuştur. İlk senaryo lisansız elektrik üretim kriterleri dikkate alınarak 1 MW'lık Enerji santralini, ikinci senaryo ise, lisanslı elektrik üretimine göre 236 işletmenin kısmi talebini karşılayacak olan 10 MW'lık santral kapasitesini, üçüncü senaryoda ise, 236 işletmenin toplam talebini karşılayacak olan santral güçleri dikkate alınmıştır.

5.2 Güneş Enerjisi Santrali Amaçlı Saha Değerlendirmesi

5.2.1 Seçilen sahanın güneş enerjisi potansiyeli

Muğla Bölgesinde yapılacak güneş yatırımlarının etkinlik değerlendirilmesi yapılırken güneş ışınım değerlerinin yerinde ölçülmesi ve de ölçülen değerlerin iyi analiz edilmesi gerekmektedir. Bu nedenle Muğla iline ait genel değerlendirmenin yapılabilmesi için toplam güneş ışınım değerleri Çizelge 5.1'de detaylı biçimde verilmiştir.

Çizelge 5.1'de yer alan toplam ışınım değerleri hesaplanırken 15 yıllık ölçüm değerleri baz alınmıştır. Bu değerler Türkiye'nin ve Muğla ilinin bulunduğu Ege Bölgesinin ortalama değerleri ile karşılaştırılmalıdır. Muğla iline ait toplam ışınım değerlerinin yatay yüzeye, temsil edilen güne ait güneş ışınım değerleri olduğu, ölçüm sonuçlarının MJ/m² gün cinsinden olduğu bilinmelidir. Türkiye ve Ege Bölgesi değerleri ile karşılaştırılabilmesi adına kWh/m² gün cinsine dönüştürülmüştür.

Buna göre Muğla ilinde günlük toplam aylık ortalama güneş ışınım değeri, 3,97 kWh/m²gün olarak bulunmuştur. Bu değer Türkiye'nin günlük toplam aylık ortalama güneş ışınım değeri olan 3,6 kWh/m²gün ile karşılaştırıldığında, yaklaşık %10 oranında daha fazladır. Muğla ilinin

günlük ortalama güneş ışınım değeri Türkiye ortalamasının üstünde olması özelliğiyle, Türk yatırımcılar tarafından tercih edilebilir bir bölge niteliği taşımaktadır. Ancak unutulmamalıdır ki, yatırım değerlendirmesi yapılırken en önemli etken olan toplam güneş ışınım değerinin yanında arazi maliyetleri, iletim hatlarının durumu, yüzey eğimleri, yer yapısı ve tarım arazilerinin dağılımı gibi unsurlar da belirleyicidir.

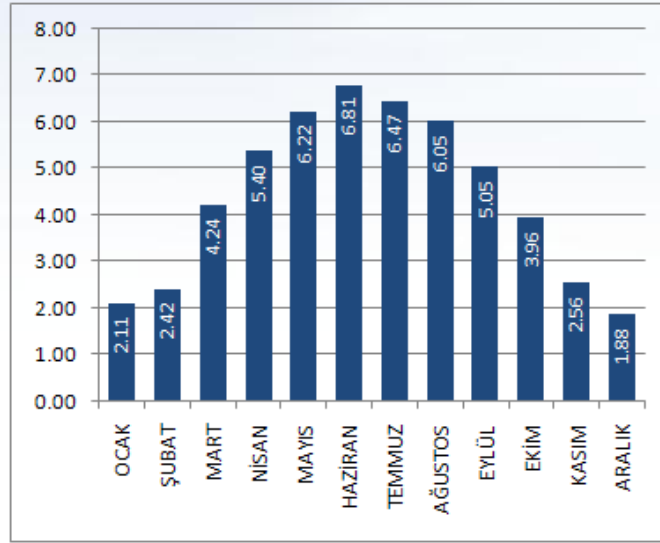
Çizelge 5.1. Muğla'nın günlük toplam aylık ortalama güneş ışınımı değerleri (kWh/m²gün).

Gün/Ay	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
1	0,09	0,91	4,31	3,02	6,38	6,19	6,24	5,93	5,48	3,99	3,31	2,60
2	0,84	3,42	1,61	5,04	5,86	6,46	6,49	5,59	5,59	3,50	2,71	2,44
3	1,29	3,01	0,61	4,86	4,14	4,99	6,08	5,58	5,21	3,19	3,29	2,56
4	2,44	3,53	0,16	4,76	3,38	5,55	6,07	5,93	5,14	3,94	3,60	2,46
5	2,57	3,83	3,28	2,54	5,78	5,73	6,37	5,58	5,08	4,02	3,57	2,28
6	2,93	1,78	3,54	4,39	6,58	3,51	6,43	5,11	5,08	3,73	3,14	2,42
7	1,44	1,64	3,66	4,73	6,73	5,89	6,50	4,72	4,96	3,56	3,07	2,20
8	2,27	3,91	3,70	5,09	4,53	6,76	6,48	5,46	4,88	3,38	2,71	0,21
9	2,62	1,05	3,73	5,35	1,89	5,40	6,42	5,37	4,88	3,45	2,48	0,19
10	2,06	1,40	4,17	4,97	5,23	6,43	6,42	5,62	5,08	3,76	3,11	0,74
11	2,81	1,67	4,32	5,03	3,97	6,48	6,48	4,88	4,66	3,82	3,12	2,36
12	2,47	3,14	4,35	3,55	4,48	6,28	6,24	5,96	4,52	3,53	2,93	2,53
13	2,43	2,35	3,05	4,59	4,52	6,66	6,33	5,70	4,49	3,39	2,79	2,22
14	2,28	3,23	5,01	2,68	2,77	6,30	6,16	5,44	4,86	3,60	0,61	1,76
15	2,56	2,74	4,51	4,95	6,88	6,51	5,88	4,56	4,68	3,71	0,54	1,61
16	2,61	2,34	4,14	4,44	4,88	5,68	5,86	4,37	4,80	3,29	0,34	0,05
17	2,48	2,16	2,84	5,33	2,74	4,69	4,96	5,14	4,60	3,51	1,57	0,59
18	2,66	3,49	4,60	5,37	5,27	5,33	5,81	5,56	4,17	3,94	0,54	1,71
19	2,43	2,17	4,84	3,33	4,73	6,46	6,01	4,95	3,96	3,75	3,02	1,62
20	2,48	2,73	4,75	0,86	6,52	6,69	5,70	5,67	4,58	3,48	1,99	2,02
21	2,70	3,87	2,32	5,24	7,22	6,32	5,74	5,46	4,71	2,77	0,34	2,24
22	2,55	4,23	1,89	5,81	6,91	6,43	5,37	5,67	4,86	3,29	2,55	2,01
23	2,57	3,54	3,64	5,86	6,00	6,38	5,71	5,38	4,23	3,24	2,09	2,14
24	2,72	3,89	4,99	5,44	6,98	6,21	5,64	5,55	3,43	3,11	1,67	1,55
25	1,82	1,74	4,84	5,81	6,47	6,34	6,04	5,59	2,79	2,83	2,52	0,42
26	1,12	0,71	4,59	5,65	3,65	6,31	5,89	5,52	3,87	3,02	1,78	1,41
27	0,74	2,23	4,55	5,27	6,91	6,53	5,45	5,36	4,05	3,21	1,16	0,06
28	3,47	3,72	3,36	5,03	7,24	6,92	5,94	5,29	4,37	3,01	1,81	1,13
29	2,96		2,55	4,66	6,33	6,43	5,29	4,92	4,03	3,01	1,77	1,07
30	0,26		4,48	5,14	4,53	6,33	2,81	5,32	4,18	3,32	2,30	1,25
31	2,87		4,24		6,93		5,94	5,39		2,71		2,51
Ortalama	2,18	2,66	3,63	4,63	5,37	6,07	5,90	5,37	4,57	3,42	2,21	1,62
Toplam	67,57	74,44	112,64	138,78	166,44	182,19	182,76	166,57	137,22	106,07	66,44	50,36

Türkiye'nin yıl boyunca birim alan başına ortalama 1311 kWh güneş enerjisi değeri Muğla ilinin 1451,47 kWh değeri ile karşılaştırıldığında, yılda birim alana 140,47 kWh daha fazla güneş enerjisi düştüğü görülmektedir.

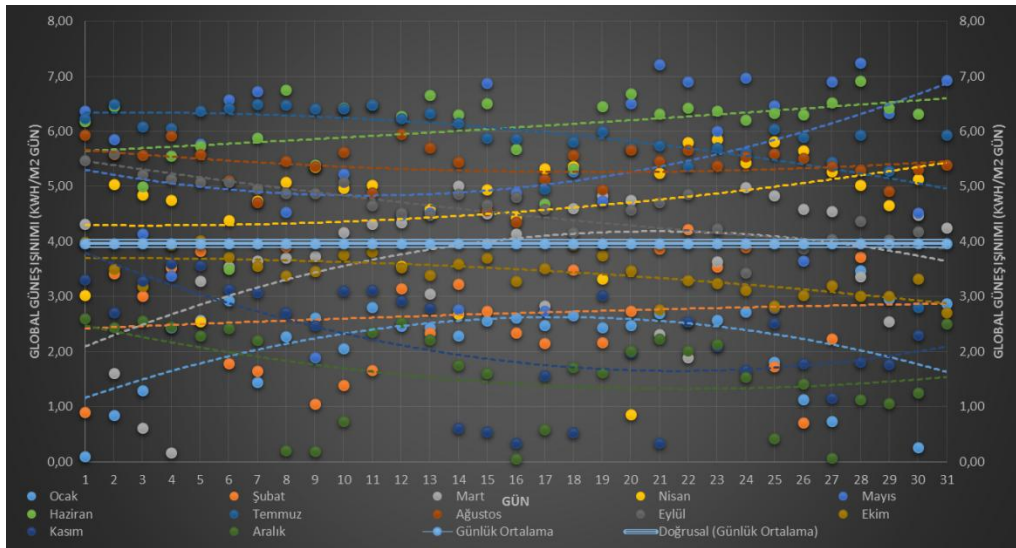
Şekil 5.1'te toplam güneş ışınım değerlerinin günlük bazda ve aylık olarak eğilim trendleri verilmiştir. Günlük toplam aylık ortalama güneş ışınım değeri olan 3,97 kWh/m²gün değerinin üstünde 184 gün bulunmaktadır ki bu durum Muğla ilinde toplam ışınımı değeri ortalama değer üstünde gün sayısının yaklaşık % 51 olduğunu göstermektedir. Yaklaşık %49'luk dilimin ortalama değer altında seyretmesi güneş ışınımının düzgün dağılım gösterdiğini doğrulamaktadır.

Çizelge 5.1’de verilen değerler, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan Güneş Enerjisi Potansiyel Atlasında (GEPA) verilen değerler ile karşılaştırıldığında benzer sonuçlar gözlenmektedir.



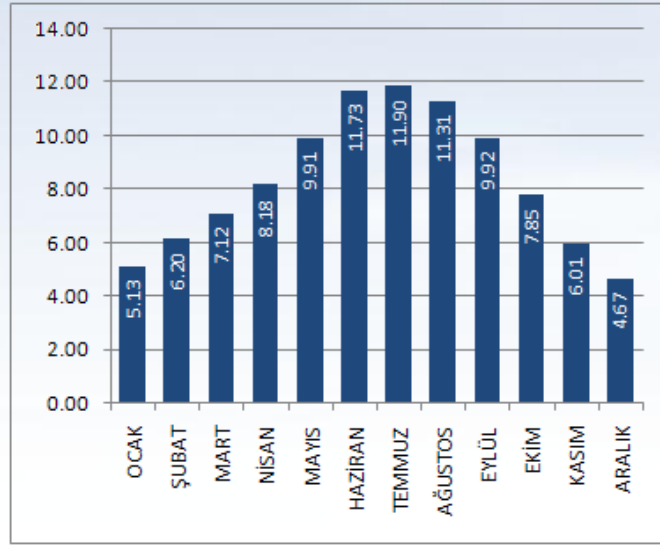
Şekil 5.1. Muğla ilinin “GEPA” toplam ışınım değerleri (kWh/m²gün).

GEPA’ya göre, Muğla iline ait ortalama güneş ışınım değeri 4,43 kWh/m² gün civarındadır ki bu çalışmada elde edilen bulgular ile kıyaslandığında potansiyelin hesap değerlerinin % 10 üzerinde sonuçların gerçekleşebileceği beklenmelidir (Şekil 5.2). Bir başka ifade ile bu çalışmada kullanılan toplam güneş ışınım değerleri ile GEPA değerleri arasında % 10’luk pozitif bir fark gözlenmiştir ki bu durum, hesaplamalar sonucunda çıkacak sonucun gerçek bir uygulama içinde daha etkin sonuçlar oluşturacağı öngörüsünü oluşturmaktadır.



Şekil 5.2. Muğla ili toplam güneş ışınım değerleri (kWh/m²gün).

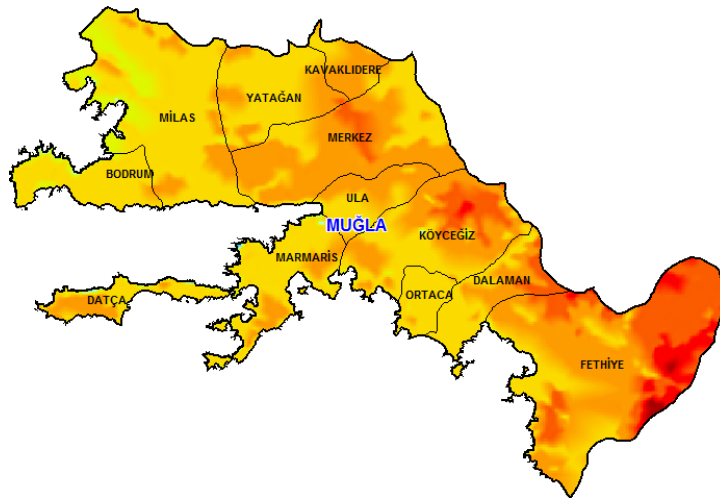
Muğla ilinin güneşlenme süreleri Şekil 5.3’te verilmiştir.



Şekil 5.3. Muğla ilinin (GEPA) ortalama güneşlenme süreleri.

Muğla'nın ortalama güneşlenme süresi 8,32 saattir ki bu değer Türkiye ortalaması olan 7,2 saat değerinin oldukça üstündedir. Bu değerden hareketle Muğla'daki atmosferik olaylar ve meteorolojik parametreler güneş ışınlarının günlük 1,12 saat daha fazla yatay yüzeye gelmesini sağlamaktadır. Muğla'nın bulutluluk (gökyüzü açıklık indeksi) indeksinin düşük olması anlamına gelen bu değer hali hazırda yüksek ışınım değerinin daha uzun süre Muğla yüzeyine ulaştığını göstermektedir.

Şekil 5.4'de verilen Muğla iline ait güneş haritası incelenecek olursa, Fethiye, Köyceğiz, Dalaman, Merkez Kavaklıdere, Yatağan bölgesinin batısı ile Milas bölgesinin güney ve doğu bölgeleri daha etkin güneş ışınım değerine sahip olduğu söylenebilir. Bodrum, Ortaca ve Milas'ın kuzey batı bölgelerinin, diğer ilçeler ile kıyaslandığında görece daha az etkin olduğu, yine de güneş ışınım değerlerinin Türkiye ortalamalarının üzerinde olduğu görülmektedir.

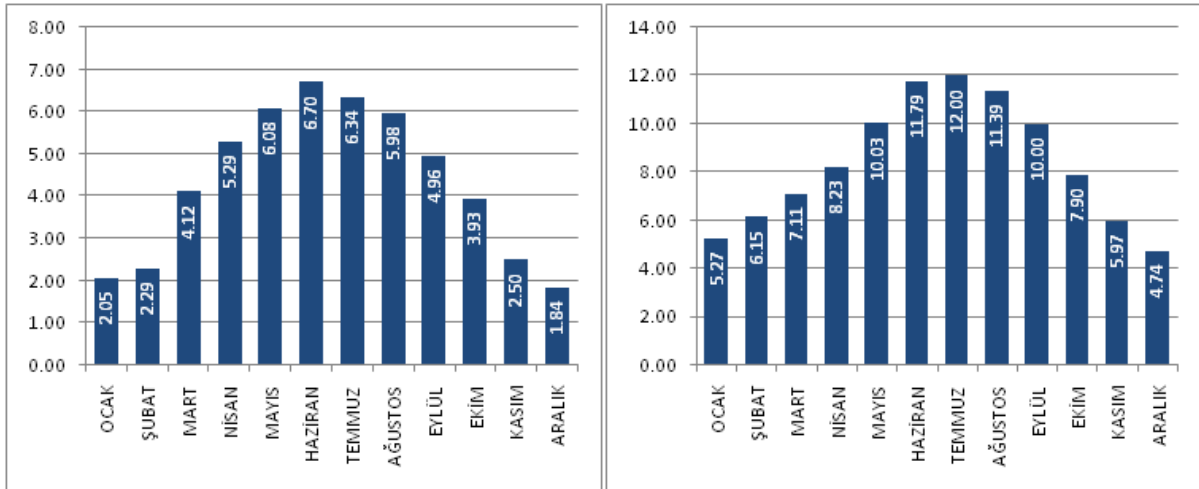


Şekil 5.4. Muğla ilinin (GEPA) güneş haritası.

Buradan hareketle GES yatırımı yapılacak bölgenin nokta tespitinin yapılması önemli bir unsurdur. Örneğin Milas ilçesi üzerinde birim yüzeye yıllık toplam 1550 kWh güneş enerjisi düşen bölge olduğu gibi. 1750 kWh güneş enerjisi düşen bölge de bulunmaktadır. Yıllık bazda 200 kWh'lık güneş enerjisi miktarı Güneş enerjisi santrallerinin efektif kullanım ömürlerinin 25 yıl olduğu öngörülürse, yaklaşık 5 GWh'lık enerji kaybı anlamına gelmektedir.

Türkiye'de güneş enerji santrali kurulumu için yayınlanan teşvik bölgeleri 38 ili kapsamaktadır. Muğla bu iller içinde yer almakta ve Muğla il sınırları içindeki teşvik bölgeleri de; Dalaman, Datça, Fethiye, Marmaris, Muğla (Merkez), Yatağan ilçeleridir. Güneş enerjisi potansiyeli ile hazırlanan teşvik noktaları arasındaki ilişki önem arz etmektedir.

Milas Bölgesi için Güneş enerjisi potansiyeli belirlenirken, sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$), güneşlenme süresi (saat) ve güneş ışınım (W/m^2) değerleri incelenmiştir. Bölge üzerinde yapılan ölçümlerin eksikliği güneş enerjisi potansiyelinin belirlenmesini güçleştirmektedir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne bağlı birimlerin Milas'ta 2005 yılına kadar yapmış olduğu ölçüm değerleri incelenerek, uzun zamanlı projeksiyonlar yapılmıştır. Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü'nün Milas Bölgesi için yayınladığı veriler Şekil 5.5'te verilmiştir. Buna göre, en yüksek güneş enerjisi miktarının günlük ortalama değeri $6,70 \text{ kWh}/\text{m}^2$ gün değeri ile Haziran ayında, en düşük güneş enerjisi miktarının günlük ortalama değeri $1,84 \text{ kWh}/\text{m}^2$ gün değeri ile Aralık ayında gözlenmiştir.



Şekil 5.5. Milas Bölgesi güneş ışınım değerleri (kWh/m^2 gün) ve güneşlenme süresi (saat).

Şekil 5.5'teki verilere göre, en yüksek güneşlenme süresi 12 saat ile Temmuz, en düşük güneşlenme süresi 4,74 saat ile Aralık ayında gözlenmiştir.

Milas Bölgesinin ortalama güneşlenme süresi ve güneş ışınım değerleri Türkiye ve Muğla ortalamaları ile birlikte değerlendirilmiştir (Şekil 5.6). Şubat-Mayıs ve Temmuz ayları dışında

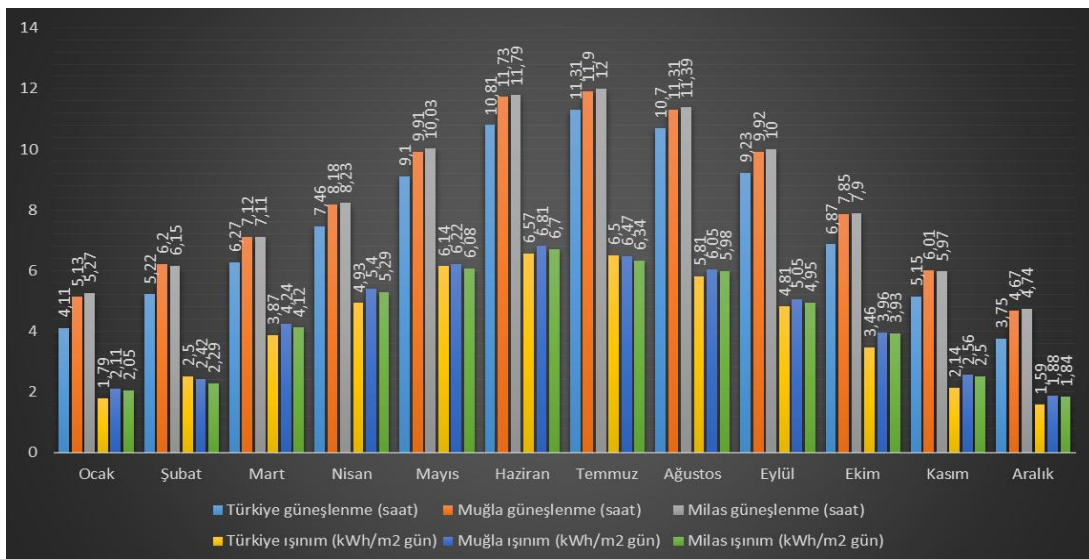
Milas Bölgesinin güneş ışınım değerleri Türkiye ortalamasının üzerindedir. Genel olarak Milas Bölgesi ışınım değerleri, Muğla ortalaması civarında seyretmektedir.

Güneşlenme süreleri incelendiğinde, Milas Bölgesinin güneşlenme süreleri Türkiye ortalamasının belirgin biçimde üstünde değerler almaktadır. Milas Bölgesinin güneşlenme süreleri ile Muğla'nın güneşlenme süreleri birbirlerine oldukça yakındır. Özellikle yaz aylarında Milas Bölgesinin güneşlenme süreleri Muğla'nın güneşlenme sürelerinden fazladır.

Güneş enerjisi santrali analizinde kullanılan toplam güneş enerjisi değeri bakımından Milas Bölgesi, **1587 kWh/m²yıl** değerine sahiptir. Bu değer Türkiye ortalaması için **1527 kWh/m²yıl**, Muğla ortalaması için **1621 kWh/m²yıl**'dır.

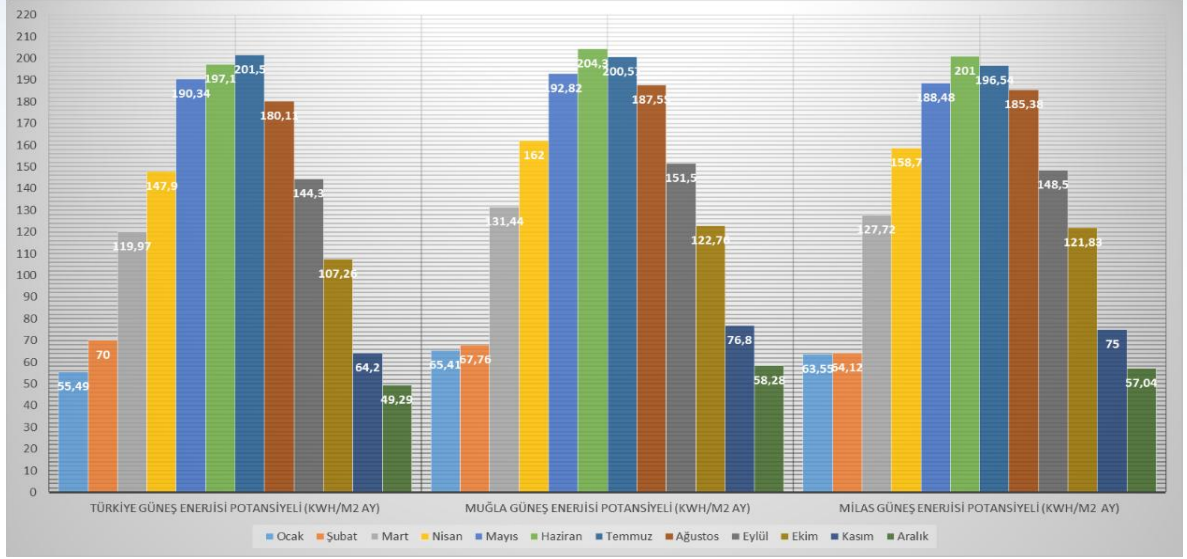
EPDK'nın 24.05.2012 tarihinde yayınladığı 3842 no'lu kurul kararının g maddesinde, **"Tebliğ kapsamında standardına uygun olarak yapılan ölçümler sonucunda, yatay yüzeye gelen yıllık toplam güneş radyasyonu alt sınır değerini (1620 kWh/m²yıl) sağlamayan lisans başvurularının kabul edilmemesine"**, yönünde aldığı karardan dolayı, bu değer altında potansiyele sahip alanların desteklenmeyeceği belirtilmektedir. Bu durum Milas Bölgesindeki lisanslı üretim başvuruları için engel teşkil etmektedir.

Milas Bölgesinin geneli için yapılan söz konusu analiz, Bölge içindeki özellikli noktalar için değişkenlik gösterebilir. Bu nedenle, lisanslı üretim başvurusunda bulunacak yatırımcılar, belirleyecekleri noktalar için en az 1 yıl olmak şartıyla yerinde ölçüm yapmak zorundadırlar. Lisanssız üretim için herhangi bir sınır değeri belirtilmemiştir. 1 MW altındaki PV santral yatırımları için belirleyici unsur, kurulu gücün tüketimi karşılama oranı ve yatırımın geri ödeme süresi olmalıdır.



Şekil 5.6. Milas-Muğla-Türkiye güneş ışınım ve güneşlenme süreleri karşılaştırması.

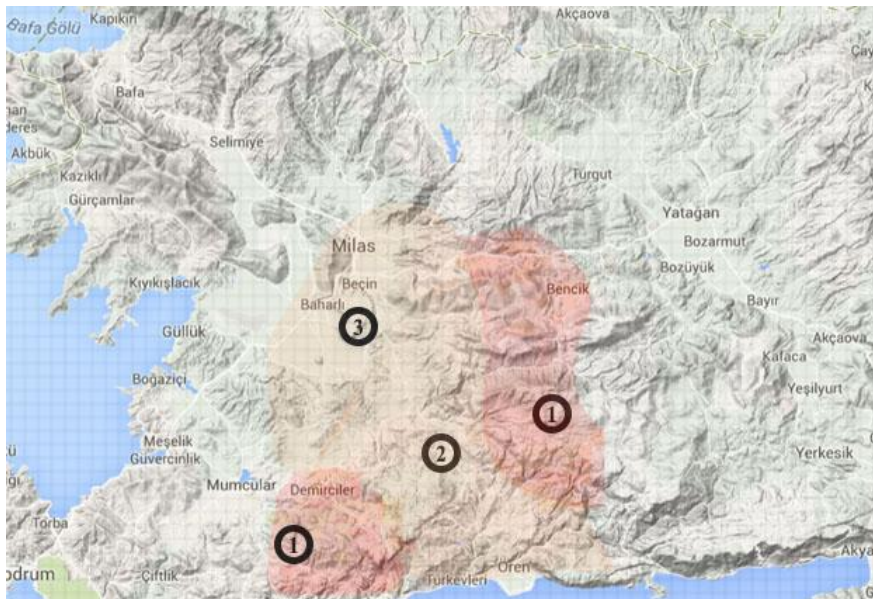
Aylık bazda Milas-Muğla-Türkiye güneş enerjisi potansiyellerinin karşılaştırması Şekil 5.7’de verilmiştir. Şubat, Mayıs ve Temmuz ayları dışında Milas Bölgesine kurulacak PV santralının Türkiye ortalamasının üstünde performans vereceği görülmektedir.



Şekil 5.7. Aylık bazda Milas-Muğla-Türkiye güneş enerjisi potansiyellerinin karşılaştırması.

Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü’nün (YEGM) güneş enerjisi verileri ile Meteoroloji Genel Müdürlüğü’nün verileri birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Veriler arasında ihmal edilebilecek düzeyde farklılıklar olduğu gözlenmiştir. Buna göre, yatırımı projelendirilecek olan PV santral için YEGM verilerinin kullanılması uygun bulunmuştur.

Muğla’nın batı bölgesinde yer alan Milas ilçesinin enlem ve boylam değerleri, 37°19’01’’K, 27°46’47’’D. Genellikle dağlık ya da yükseltelerin çok olduğu bir coğrafi yapıya sahiptir. Düzlük olan alanlar hali hazırda tarımsal faaliyetler için kullanılmaktadır.



Şekil 5.8. Milas bölgesinin güneş-topografya haritası.

Şekil 5.8'de Milas Bölgesinin Güneş haritası ile Topografya haritasının üst üste çakıştırılmış hali bulunmaktadır. Bu haritadan görülmektedir ki, Milas bölgesinin güneş yoğun yerleri daha çok Milas merkezine göre güney-doğu yönünde yoğunlaşmaktadır. Şekil üzerinde "1" numara ile gösterilen bölgeler koordinat olarak kuzeyde; 37°18' K-27°55' D, güneyde; 37°02' K-27°00' D, doğuda; 27°10' K- 28°03' D, batıda; 37°04' K-27°54' D noktaları arasında kalan bölge bir parçasını sınırlandırmaktadır. Diğer parça; kuzeyde; 37°09' K-27°45' D, güneyde; 37°00' K-27°45' D, doğuda; 37°04' K-27°51' D, batıda; 37°02' K-27°39' D koordinatları tarafından sınırlandırılmıştır.

Bu araziler Şekil 5.9'da daha ayrıntılı olarak verilmiştir. Ancak bu bölgeler incelendiğinde, Bencik Köyü ile Dağpınar Köyü arasında sürekli yükselti ve alçaltılar bulunduğu gözlenmiştir. Yerinde yapılan incelemeler göstermiştir ki; rakımı 540 m civarında olan Bencik Köyü ile rakımı 820 m civarında olan Dağpınar Köyü arasında maksimum yüksekliği 1318 m olan sıradağ kütlesi bulunmakta ve yakın civarındaki araziyi GES kurulumu için **kullanılamaz bölge haline getirmektedir.**



Şekil 5.9. Milas bölgesinin güneş enerjisi potansiyeli 1.derecede en yüksek alanları.

Burada Bencik Köyü ile Yayla Köylerinin bulunduğu coğrafya üzerindeki düzlük alanlar bireysel GES uygulamaları (küçük ölçekli yatırımlar) için **uygun bölge niteliğindedir.** Ancak unutulmamalıdır ki; büyük ölçekli GES yatırımlarında gerekli alanlar yeterince büyük seçilmeli (ileride kapasite artışına gidilebilmesi için) ve iletim hatlarına yakın konumlandırılmalıdır. Bu aralıktaki bölgeler büyük GES yatırımları için uygun görünmemektedir. Dağpınar, Pınarköy ve

Çakıralan Köylerinin bulunduğu düzlük alanlar, şahıs arazileri küçük ölçekli GES yatırımları için **uygun bölgedir**. Ancak benzer nedenlerden ötürü büyük GES yatırımları için uygun görünmemektedir.

1 numaralı bölgeler içinde Demirciler yöresindeki alan Pınarköy-Bencik hattından geçen alana göre daha elverişli yüzeyler içermektedir. Bu bölgedeki geniş düzlükler dikkat çekmektedir ancak bu düzlüklerin tarıma uygun alan olması GES yatırımlarının önünde bir **engel teşkil etmektedir**. Bu bölge içine giren;

- Karacahisar,
- Çiftlikköy
- Pınararası
- Söğütçük
- Hasanlar
- Kısırlar
- Derince
- Demirciler
- Beyciler
- Gökpınar
- Bayır

Köyleri içinde kalan düzlüklerden tarıma uygun olmayan alanları **küçük ve büyük GES yatırımları için uygun sahalardır**.

Bütün bu alanlar değerlendirilirken sahanın eğim, bakı, yüzey özellikleri ve güneş potansiyeli dikkate alınmaktadır. Ancak bunların dışında kriterler de vardır. Örneğin bu alanlar içinde Beyciler, Kısırlar ve Bayır köylerinin bir kısmı havaalanına yakın olması nedeniyle GES için değerlendirilememektedir. Son birkaç yılda yapılan PV uygulamalarına bakıldığında, havaalanlarının enerji tüketimlerini karşılamak için havaalanı içinde uygun alanlara PV santral yapıldığı görülmüştür. Havaalanlarında ve yakınlarında PV uygulamaları için havacılık kuralları gereği bir takım hassas durumlar olduğundan, gerekli onaylar alınmadan önce havaalanı yönetimine görüş ve uzman değerlendirmesi sorulmalıdır.

Milas Bölgesinin 2. Dereceden güneş enerjisi potansiyeli en yüksek noktaları Şekil 5.10'da verilmiştir. Sarı tonları ile işaretlenen bölge Milas Topoğrafya haritasından da görüldüğü gibi oldukça engebeli ve yükseltileri yoğun bir bölgedir. Eğimi uygun arazilerin birçoğunun bakışı batı yönündedir. Bu alan içinde Hüsamlar Köyü içinde eğimi ve yapısı uygun 37°04' K – 27°56' D koordinatlarındaki bölge PV uygulamaları için **uygun olarak değerlendirilmektedir**. Ancak bu bölgenin kuzeyinde bulunan maden bölgesinin aktif/pasif durumu belirlenerek, ilgili

kurumlardan görüş alınmalıdır. Benzer durum Çakıralan, Bağdamları, Karacağağaç ve İkizköy arasında kalan alan için de geçerlidir. Bu havzada PV uygulamaları için uygun alanlar olsa da bir kısmı aktif, bir kısmı pasif olan maden alanları bulunmaktadır.



Şekil 5.10. Milas Bölgesinin güneş enerjisi potansiyeli 2. derecede en yüksek alanları.

2. dereceden en yüksek potansiyele sahip alanlar içinde **en uygun alanlar**;

- Alaçam,
- Karacahisar,
- Çamköy,
- Çamovalı,
- Ulaş

bölgeleri arasında kalan alanlardır. Ancak bu bölgelerin tarıma uygun düzlükler içermesi noktanın tespitinde detaylı değerlendirmeyi zorunlu hale getirmektedir.

Milas Bölgesinin güneş potansiyeli incelemesine göre, güneş enerjisi potansiyeli 3. Derecede en yüksek alanı Şekil 5.11’de verilmiştir. Bölge Milas merkezi de içine almaktadır. Coğrafi ve topografik özellikler değerlendirildiğinde, Milas Bölgesinin GES yatırımları için en uygun alanlarının bu bölgede olduğu görülmektedir. Ancak bu bölgedeki düzlükler ve sulanabilir alanların varlığı tarım arazisi vasfındaki alanları arttırdığından, spesifik alan belirlendiğinde sahanın kullanım tescili hakkında resmi bilgi alınmalıdır.

Bunun yanında, bölgenin batısı ve güneyi havaalanına oldukça yakın mesafededir. Havayolları hareket alanları bakımından kalkış ve iniş hattında bulunan PV santrallerin, risk oluşturabilme ihtimaline karşı havaalanı işletmesinden resmi görüş istenmelidir. Bu noktada,

havaalanlarında PV santrallerin kurulduğunu ve havaalanı enerji tüketim değerinin bir kısmının bu yolla karşılandığını hatırlatmak gerekmektedir.

Örneğin, Dalaman ve Antalya havaalanlarında kurulu gücü toplam 500 kWp olan zemine monte güneş enerjisi santralının kurulumu tamamlanmıştır. İki santralin yıllık enerji üretim kapasitesi ise toplam 796.093 kWh olarak tasarlanmıştır ve Aralık 2013'te devreye alınmıştır. Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü tarafından talep edilen proje kapsamında hazırlanan iki güneş enerjisi santralının yapımına Ağustos 2013 tarihinde başlanmıştır.



Şekil 5.11. Milas Bölgesinin güneş enerjisi potansiyeli 3. derecede en yüksek alanları.

Güneş enerjisi potansiyeli 3. derecede olan bölge, aynı zamanda toprak havuz balıkçılığı alanında üretim yapan işletmelerin yoğunlukta olduğu bölge niteliğinde ya da bölgeye çok yakın olduğu alanlarda konumlanmaktadır.

Arazilerin uygunluğu bakımından bölgenin en şanslı sahasını içine almaktadır, ancak bölgedeki güneş enerjisi potansiyelinin 1620 kWh/m²yıl değerinden düşük olması lisanslı üretimin desteklenmemesi nedeniyle mümkün görünmemektedir. Bu bölge bireysel ya da küçük birliktelikler halinde kurulacak “kooperatifler” marifetiyle, 1 MW altında lisanssız enerji üretimi bakımından **oldukça uygundur**. Bölge içinde uygun alanlar aşağıda sıralanmıştır;

- Beçin,
- Menteş,

- Baharlı,
- Ağaçlıhüyük,
- Koruköy,
- Akyol,
- Yaşyer,
- Avşar

Milas bölgesi için yapılan söz konusu değerlendirme göstermektedir ki, büyük çaplı enerji santrali uygulaması için, “Lisans” ve “Üretim belgesi” alma konusunda yeterli potansiyele sahip olmadığından, **uygun bir bölge değildir**. Ancak orta ve küçük çaplı uygulamalar için uygun potansiyele sahip alanlar bulunmaktadır. Bu alanların detayları yukarıda verilmiştir.

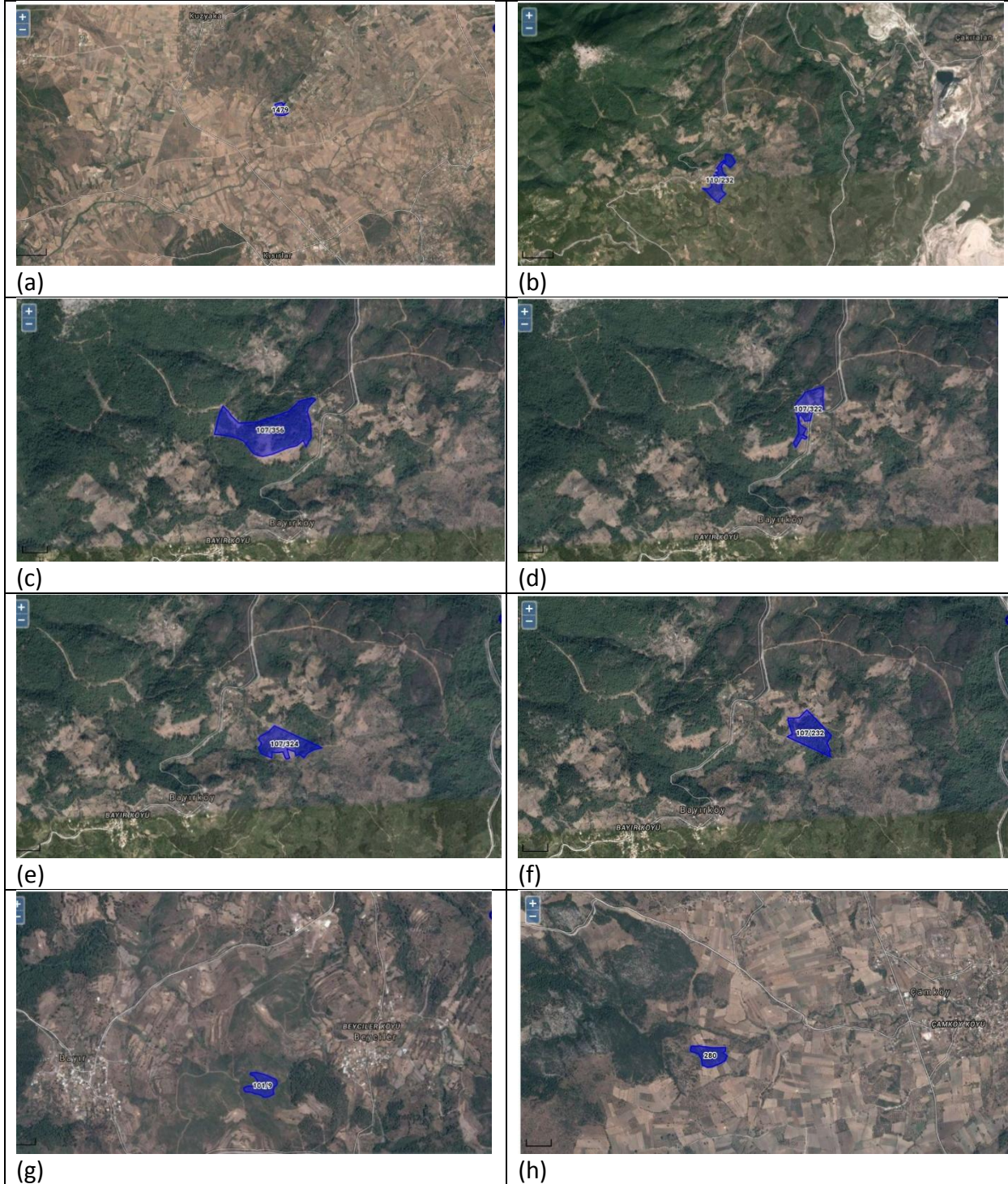
Orta ve küçük çaplı uygulamalarda, balıkçılık ve zeytinyağı sektörünün yoğun olduğu Milas Bölgesinde, işletmelere kolaylık olması bakımından, hazine arazileri üzerinde çalışmalar yapılmış, bu arazilerin uygunluğu konusunda sonuçlara ulaşılmıştır. Milli Emlak Servisi ile yapılan mülakatlar neticesinde aşağıda listelenen arazilere ulaşılmış ve bu araziler detaylı olarak incelenmiştir.

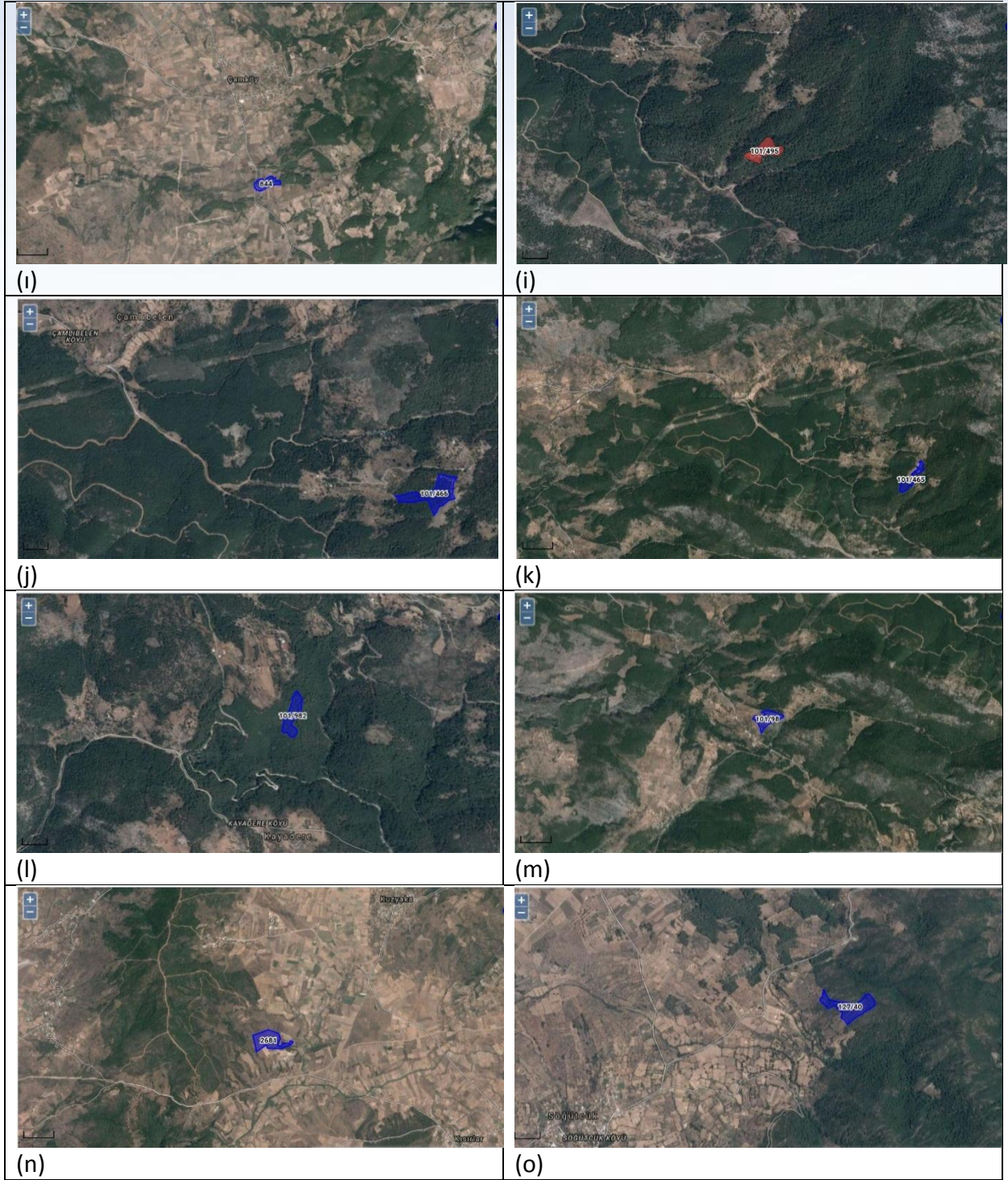
Çizelge 5.2. PV santrale uygun olma potansiyeline sahip araziler.

No	Bölge	Köy/Mahalle	Alan (Dönüm=1000m ²)	Niteliği
1	Milas	Alaçam	21,1	Pırnallık
2		Bayır	85,6	Hali arazi
3		Bayır	135,4	Çamlık
4		Bayır	34,1	Hali arazi
5		Bayır	48,6	Hali arazi
6		Bayır	49,8	Ham toprak
7		Beyciler	21,7	Çamlık, çalılık
8		Çamköy	22,3	Pırnallık
9		Çamköy	36,6	Tarla
10		Çamlıbelen	21,6	Ham toprak - çalılık
11		Çamlıbelen	40,4	Ham toprak - çalılık
12		Çamlıbelen	31,8	Ham toprak - çalılık
13		Kayaderesi	20,9	Ham toprak - çalılık
14		Kayaderesi	53,5	Ham toprak - çalılık
15		Kuzyaka	82,6	Tarla
16		Söğütçük	30	Çalılık

Çizelge 5.2’de mülakatlar sonucunda elde edilen bazı Devlet arazilerinin listesi bulunmaktadır. Bu arazilerin harita üzerindeki konumları ve arazi yapısı Şekil 5.12’de verilmiştir. Arazi değerlendirmelerine geçilmeden önce bilinmelidir ki; 1 MW’a kadar lisanssız üretim yapacak santralin maksimum yüzey alanı 18 dönüm olmalıdır. Ancak gelecek zaman içinde kurulu gücün geliştirilebilme ihtimaline karşı toplam alanın yaklaşık 25 dönüm civarında seçilmesi uygun olacaktır.

1 numaralı arazi Alaçam Köyü sınırları içinde yer almakta, aynı zamanda 1 derecede güneş enerjisi potansiyeline sahip bir bölgede bulunmakta ve yüzey eğimi ile bakışı PV santral kurulumu için **oldukça uygundur**. Ancak arazinin niteliği "Pırnallık" olarak tespit edilmiştir. Arazide bir meşe türü olan ağaçlar bulunduğundan, arazi içinde gölgeleme faktörü olan kayıp noktalar oluşturmaktadır. Benzer şekilde nitelikli ağaçların bulunması nedeniyle arazi hakkında öncelikli olarak görüş sorulması zorunludur.





Şekil 5.12. Milas Bölgesi güneş potansiyeli uygun olabilecek Devlet arazileri.

Bayır Bölgesinde incelenen 85,6 dönüm yüzey alanına sahip 2 numaralı arazi, inişli-çıkışlı (tepe-vadi) engebeli niteliktedir. Bu nedenle arazinin bakı yönünden sorunları bulunmaktadır. 85,6 dönüm arazi içinde uygun nitelikte alanlar bulunmaktadır ancak PV dizilerinin doğrusal sıralanmasını engelleyen durumlar konstrüksiyon ve hafriyat giderlerini artıracaktır. Bu nedenlerle arazinin bütünü PV santral uygulaması için **uygun değildir**.

3, 7, 9 ve 15 numaralı araziler nitelikleri itibariyle amlık ve tarla olarak değerlendirildiklerinden dolayı PV santral uygulaması için **uygun değildir**.

4 numaralı arazinin konumu 1. Dereceden güneş enerjisi potansiyeline sahip bölge sınırları içinde yer almasına rağmen arazinin hâkim bakısı “Doğu” yönlüdür. Arazinin küçük bir kısmının “Güney” yönlü bakıya sahip olduğu görülmüştür ancak bu alan PV uygulaması için yeterli değildir. Bu nedenle, söz konusu bölge **uygun bölge niteliğinde değildir**.

5 numaralı arazi bakı (Güney-batı) ve güneş potansiyeli (1. Dereceden) bakımından uygun olmasına rağmen, 48,6 dönüm alana sahip yüzeyin tamamına yakını yüksek eğimli ve gölgeleme elemanları barındıran yerleşkede konumlandırılması nedeniyle PV santral uygulaması için **uygun değildir**.

6 numaralı arazi “ham toprak” niteliğinde kayıtlara alınmışsa da yerinde yapılan gözlemlerde arazi üzerinde küçük çaplı ormanlık alanlar ve ağaç kümelerinin olduğu görülmüştür. Bu nedenle arazi PV santral uygulaması için **uygun değildir**.

8 numaralı 2. Derece güneş enerjisi potansiyeline sahip bölge içinde yer almakta, bakı ve arazi niteliği bakımından küçük handikapları bulunmaktadır. “Pırnallık” niteliğindeki bölgenin PV santral için uygunluk görüşünün pozitif cevaplanması halinde ve konstrüksiyonun arazi bakısını düzeltmesi ile tercih edilebilir konuma gelebilir.

amlıbelen bölgesindeki 10 numaralı arazinin, yüzey özellikleri ve bakısı (batı yönü) itibariyle PV santral uygulaması için **uygun değildir**.

Yine amlıbelen bölgesindeki 11 ve 12 numaralı alanlar yüzey özellikleri ve bitki örtüsü itibariyle PV santral uygulaması için **uygun değildir**.

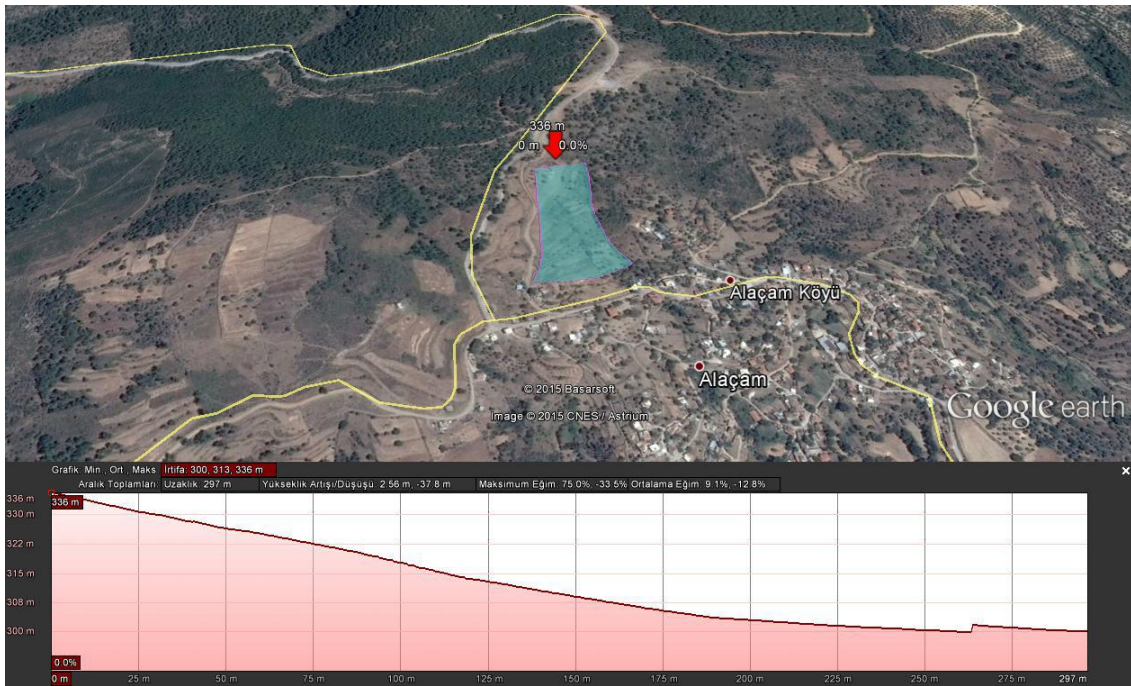
Kayaderesi bölgesinde yer alan 13 numaralı alan, güneye cepheli dik bir yamaçta, çalılık bir bitki örtüsünün içinde am ağaçlarının bulunduğu bir arazi görünümündedir. Yüzey özellikleri ve gölgeleme elemanları bakımından PV santral uygulaması için **uygun değildir**.

Kayaderesi bölgesinde yer alan 14 numaralı alan ise 1. Derecede güneş enerjisi potansiyeline sahip 53,5 dönüm, kıraç bir tepe niteliğindedir. Tepe olduğundan arazinin bir kısmı ters bakıya sahiptir bu nedenle, PV dizilerinin yerleşimi konusunda dikkatli davranılmalıdır. Büyük bir arazi olması gelecek için potansiyel artırımını için ideal genişleme alanı oluşturmaktadır. Kıraç ve gölgeleme elemanları bakımından zayıf olması arazinin olumlu niteliklerindedir. PV santral uygulamaları için **uygun arazidir**.

Söğütçük Bölgesindeki 16 numaralı arazinin hâkim yönü batı olmakla beraber eğim değeri düşüktür. 1. Derecede güneş enerjisi potansiyeline sahip bölgede, bitki örtüsü santral uygulaması için engel teşkil etmemektedir. Yüzey düzgün olmadığından hafriyat çalışması santral uygulamasının maliyetini artırıcı etki yapacağı bilinmelidir. Bakı yönünü güneşe taşımak için kurulacak konstrüksiyonun yapısı önem kazanmaktadır. Bu handikapların aşılması halinde arazi, PV santral uygulaması için **uygundur**.

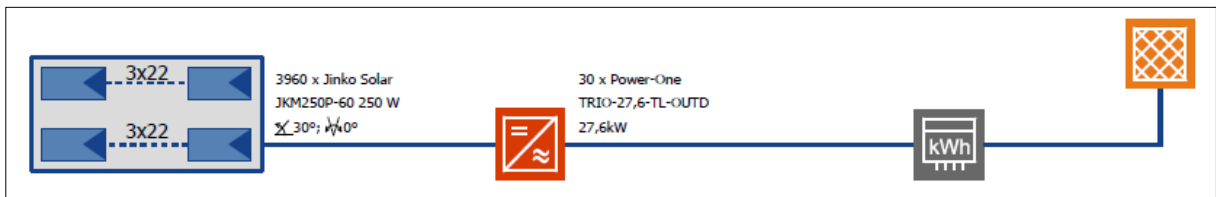
5.2.2 GES tabanlı sistem tasarımı ve performans değerlendirmesi

Sistem tasarımı yapılırken Şekil 5.13'te verilen alan seçilmiştir. Alan güneş potansiyeli bakımından 1.derecede güneş enerjisi potansiyeli sahip alan içinde yer almaktadır. Güneye cephelenmiş doğal eğimi sayesinde, paneller yıl boyu optimum eğim açısı değerine (~30°) sahip olacak şekilde konumlanacaktır.



Şekil 5.13. Örnek GES uygulama alanı.

Sistem tasarımı 990 kWp (<1 MW) değerine sahip lisanssız elektrik üretimi mantığı ile tasarlanacaktır.



Şekil 5.14. PV sistem şeması.

Şekil 5.14'te görüldüğü gibi sistem "string inverter" mantığı kullanılarak, merkezi inverter yerine hat inverter sistemi tercih edilecektir. Bu sayede herhangi bir hatta meydana gelecek arıza ya da gölgeleme durumunda sistemin tamamı yerine ilgili hat devre dışına alınabilecektir. 22 adet PV modül bir diziyi oluşturacak, her bir dizi bağlı olduğu invertere yönlenecektir. Çizelge 5.3'te sistem özellikleri ve genel verimlilik değerleri detaylı biçimde verilmiştir.

Çizelge 5.3. GES genel verim değerleri.

Teknik Parametre	Değer
Sistem Verimliliği	% 13
Performans Oranı	% 85,3
İnverter Verimliliği	% 93,5
PV dizi Verimliliği	% 14
Yıllık Enerji Üretim değeri	1.675 kWh/yıl
CO ₂ Emisyon Önleme	12.562 ton/yıl
Brüt/Aktif PV yüzey alanı	6.481 m ² / 6.475 m ²

Genel sistem performans değeri % 85,3 elde edilmiştir ki bu değer sistem performansının orta seviyenin biraz üzerinde, yüksek seviyenin ise bir miktar altında seyredeceğini göstermektedir. Dizi ve sistem verimliliği, kullanılan PV modül, iletim kabloları ve seçilen inverter kapasitesi ile birinci dereceden orantılıdır. Öngörülen sistem için sırasıyla % 13 ve % 14 verimlilikleri uygun limitler arasında kalan değerlerdir.

Çizelge 5.4. GES dizi verim değerleri ve teknik parametreler.

Teknik Parametre	Değer
PV Modül Değerleri	
Adet x Üretici	3960 x Jinko Solar
Model ve Nominal çıkış gücü	JKM250P-60 / 250 W
Modül verimi ve dizideki modül sayısı	%15,3 / 22-22
MPP Voltajı	669 V / 669 V
Yönlendirme ve eğim açısı	0° / 30° (±2)
Yerleştirme ve gölgeleme	Yere montaj-sabit / yok
Yüzey yansıtıcılığı	% 20
AM 1.5 ve üretici kaynaklı enerji kaybı	% 1 / % 2
Diyotlarda enerji kaybı	% 0,5
İnvertör Değerleri	
Üretici ve Model	Power-one / TRIO-27,6-TL-OUT D
Çıkış gücü	27,6 kW
Enerji verimi	% 98
MPP Tracking ve adet	200-950 V / 2 adet

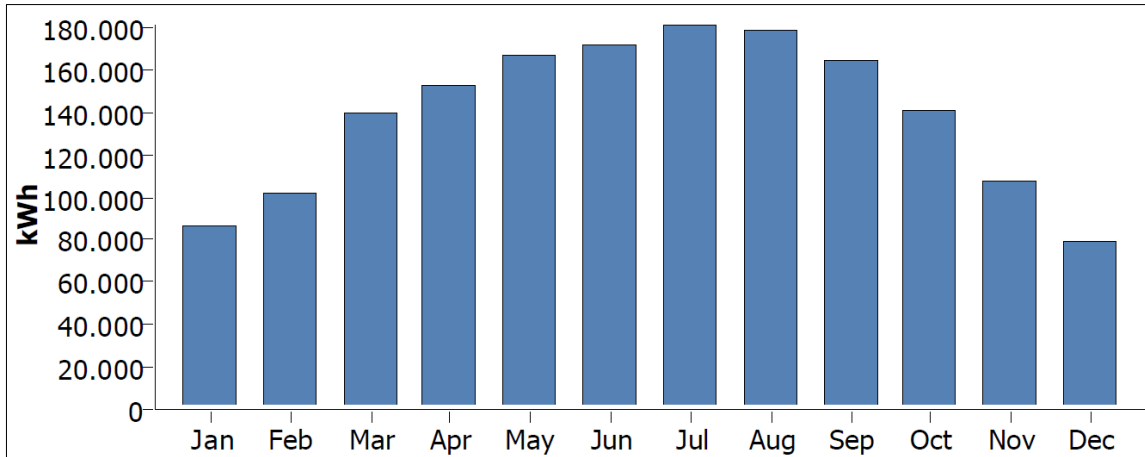
PV enerji santrali tasarlanırken, piyasadadan alınan farklı markalara ait modüllerin özellikleri ve fiyatları karşılaştırılmış, en uygun olduğu düşünülen PV modül seçilmiştir (Çizelge 5.4).

Yatırımcıların piyasadan alacakları teklifler ışığında farklı modül ve marka seçimleri de olasıdır. Söz konusu çalışmada 250 Wp çıkış gücüne sahip 3960 adet PV modül kullanılarak, 22'lik diziler halinde string inverterlerle enerji üretim tasarımı yapılmıştır. Kullanılan PV modüllerin enerji dönüşüm verimliliği % 15,3, enerji kayıpları ise minimum düzeyde tutulacak şekilde dizayn edilmiştir. Sistemi daha verimli kullanabilmek için 200-950 V aralığında çalışan 2 adet MPP (Maximum peak point) takip elemanı kullanılmıştır. Sistem bileşenleri ve güneş enerjisi verileri simülasyonda birleştirilerek, Çizelge 5.5'teki veriler elde edilmiştir.

Çizelge 5.5. Enerji üretim değerleri.

Teknik Parametre	Değer
Yatay yüzeye gelen güneş enerjisi	11.576 MWh/yıl
PV modüller üzerindeki güneş enerjisi	12.844 MWh/yıl
PV dizilerinden elde edilen enerji miktarı	1.791 MWh/yıl
Sistem verimliliği	% 13
İnvertörlerden elde edilen enerji (AC)	1.675 MWh/yıl
Performans Katsayısı	% 85,3
Sistemin öz-kullanımı	466 kWh
PV dizi verimliliği	% 14
Günlük üretim akışı (ortalama)	4,6 saat/gün

Optimum eğim değerine sahip konstrüksiyona yerleştirilen PV dizilerinin üzerine, 12.844 MWh/yıl güneş enerjisi gelmekte, PV dizilerinden 1.791 MWh/yıl elektrik enerjisi üretilmekte, inverterler yardımıyla bu enerjinin 1.675 MWh/yıl kısmı alternatif akıma dönüştürülerek sisteme gönderilmektedir. Sistemin bu çevrimi %13 verimlilikle gerçekleşmektedir. Aylık enerji üretim değeri Şekil 5.15'de verilmiştir.



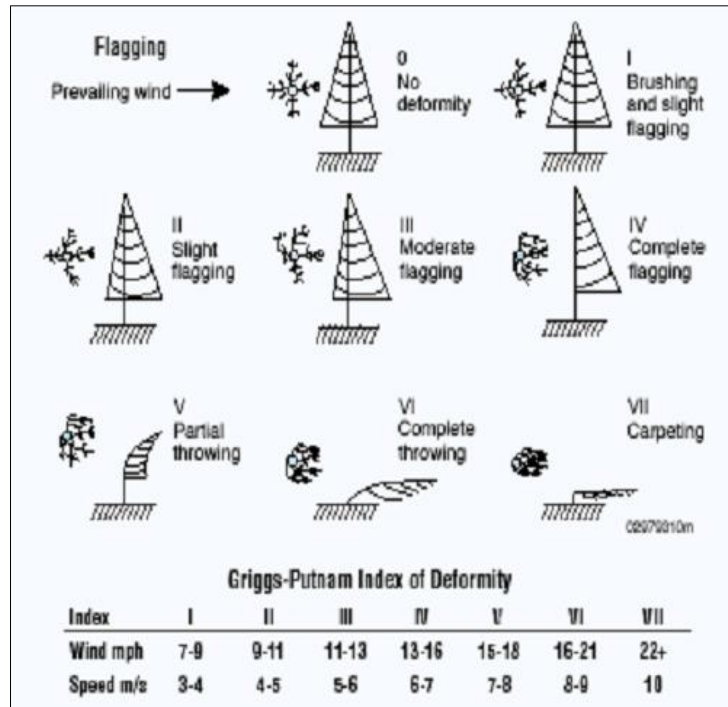
Şekil 5.15. Aylık Enerji üretim değerleri.

Sistemin Temmuz ayı üretiminin, güneş enerjisi değeri ile doğru orantılı olarak maksimum, Aralık ayı üretimi de ters orantılı olarak minimum olduğu görülmektedir. Sistemin aktif kullanım ömrünün 25 yıl olduğu düşünüldüğünde, yıllık yapılan simülasyonun 25 yıllık projeksiyonda da tekrarlanması gerekmektedir. Enerji üretim değerlerinde, PV modül verimliliklerinin yıllık olarak %1 azaldığı kabul edilmektedir. Modül üreticilerinin 25 yıllık verimlilik eğrileri incelendiğinde, yıllık ortalama verim kaybı değeri % 0.89 bulunmuştur.

5.3. Rüzgâr Enerji Santrali Amaçlı Saha Değerlendirmesi

5.3.1 Seçilen sahanın rüzgâr enerjisi potansiyeli

Saha seçiminde doğanın kendisi gerçek bir yol göstericidir. Ağaç ve çalılık gibi belirtiler, aşınmalar ve erozyon gibi rüzgârın oluşturduğu jeolojik belirtiler, yöre halkının gözlemleri, yel değirmeni gibi rüzgâr uygulamaları, tepe adı gibi rüzgârı çağrıştıracak yerel isimler, türküler ve maniler gibi kültürel belirtiler rüzgâr kaynağı hakkında destekleyici bilgiler verir. Rüzgârın fiziksel nesnelere üzerinde oluşturduğu etkilere göre hazırlanmış ve arazi incelemesinde kabaca rüzgâr kaynağı öngörmede kullanılan Griggs-Putnam ve Beaufort skalası gibi standart çizelgelerde mevcuttur (Şekil 5.16, Çizelge 5.6).



Şekil 5.16. Rüzgâr hızı tahmini için kullanılan Griggs-Putnam indeksi.

Çizelge 5.6. Arazi incelemesi için kullanılan Beaufort skalası.

Beaufort No	Rüzgâr Hızı (m/s)	Açıklama
0	0,0-0,2	Duman Dikey Olarak Yükselir.
1	0,3-1,5	Duman hafif esinti ile yükselir.
2	1,6-3,3	Yapraklar kıpırdar. Esinti insan yüzünde hissedilir.
3	3,4-5,4	Yapraklar ve ince dallar hareket eder.
4	5,5-7,9	İnce dallar hareket eder. Kağıt ve tozlar yükselir.
5	8,0-10,7	Ağaçlar sallanmaya başlar.
6	10,8-13,8	Büyük ağaç dalları hareket eder. Şemsiyenin kontrolü zorlaşır.
7	13,9-17,1	Büyük ağaçlar sallanır. yürüme zorluğu farkedilir.
8	17,2-20,7	Ağaçlardaki ince dal ve çöpler kırılır. Yürümek iyice zorlaşır.
9	20,8-24,4	Binalarda hafif hasar oluşur. Çatı kiremitleri sökülmeğe başlar.
10	24,5-28,4	Binalar hasar görür. Büyük ağaçlar kökünden sökülür.
11	28,5-32,6	Geniş ölçekli hasar olur.
12	>32,7	Aşırı derecede hasarlar meydana gelir.

Arazi değerlendirmesi ve uygun RES sahalarının tespiti için yerinde gözlem yoluyla yapılacak incelemenin ötesinde doğru kararı verebilmek için noktasal ölçümlere ihtiyaç duyulmaktadır. Ölçüm sistemlerinin maliyetli oluşu çok noktalı ölçümlerinin gerçekleştirilmesini zorlaştırmaktadır. Ölçüm noktalarının sağlıklı bir şekilde belirlenmesi amacıyla Türkiye için hazırlanmış Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli Atlasından (REPA) yararlanılması işi oldukça kolaylaştırmaktır.

Bu çalışma kapsamında, Muğla'nın Milas ilçesinde rüzgâr enerjisinden elektrik üretimi amaçlı kurulabilecek santral sahalarının değerlendirilmesi için REPA atlasından yararlanılmıştır. Şekil 5.17 ile verilen haritadan da anlaşılacağı üzere Milas'ta rüzgâr enerjisi santrali kurulabilecek 4 adet saha seçilerek ön değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Bu sahaların seçiminde, fiziksel, Çevresel, teknik ve yasal kriterlerin yanı sıra, RES kurulumu amaçlı daha önceden alınmış lisanslar da dikkate alınarak değerlendirme yapılmıştır.

Milas ilçe sınırları içerisinde seçilen sahalarda gerçekleştirilen ön değerlendirme sonucunda, Muğla ili 50m yükseklikteki rüzgâr hızı dağılımı (Şekil 5.18), 50 m yükseklikteki kapasite faktörü (Şekil 5.19) değerleri dikkate alınarak, Şekil 5.17'de **3. RES sahası** olarak görülen ve Çizelge 5.7'de 6° ED50 UTM koordinatları verilen 50 km²'lik alanın değerlendirmesi yapılmıştır.

Çalışma kapsamında değerlendirmesi yapılan RES sahasının (32.26978° enlem, 27.83847° boylam) deniz seviyesinden 767 m yükseklikte düşük pürüzlülük seviyesine sahip olduğu ve hâkim rüzgâr yönüne dik bir doğrultu içerdiğini, 50 m yükseklikte yıllık ortalama rüzgâr hızının 6,59 m/s ve 50 m yüksek için yıllık kapasite faktörünün % 30,623 olduğunu, EK 2'de

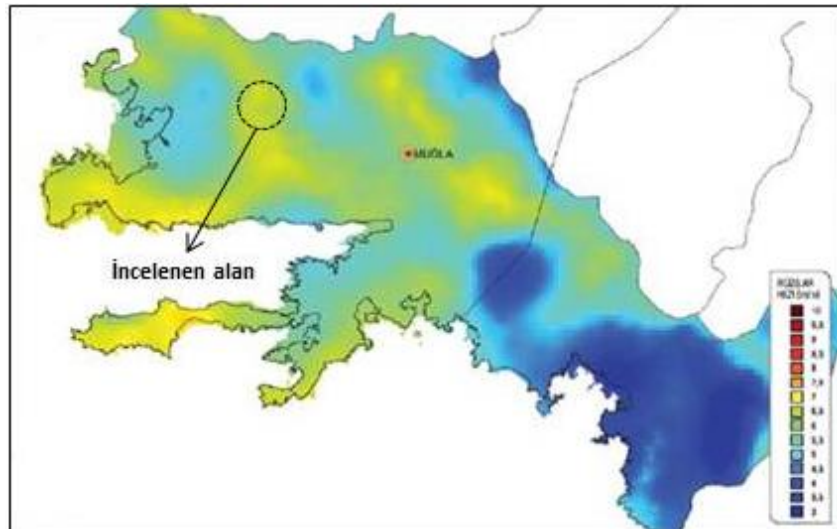
verilen Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü'nden alınan noktasal ve alansal rüzgâr kaynak bilgisinden görmek mümkündür.



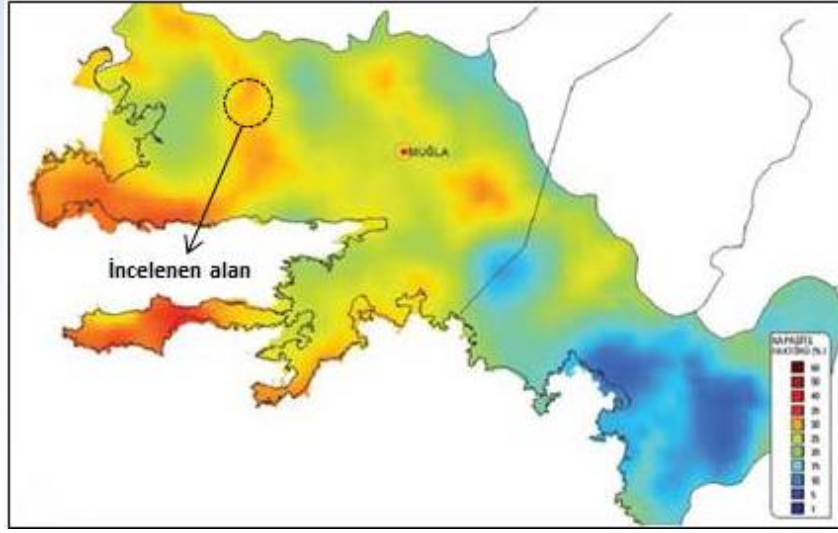
Şekil 5.17. Milas'ta RES kurulumu için seçilen sahalr.

Çizelge 5.7. Seçilen sahanın UTM koordinatları.

Köşe No	UTM Koordinatı (6 derece)		Grid Bölge İşareti	
	Doğu (sağa değer)	Kuzey (yukarı değer)	No	Harfi
K1	Y(Doğu): 571053	X(Kuzey): 4128058	35	S
K2	Y(Doğu): 570934	X(Kuzey): 4122200	35	S
K3	Y(Doğu): 578192	X(Kuzey): 4122073	35	S
K4	Y(Doğu): 578153	X(Kuzey): 4127769	35	S

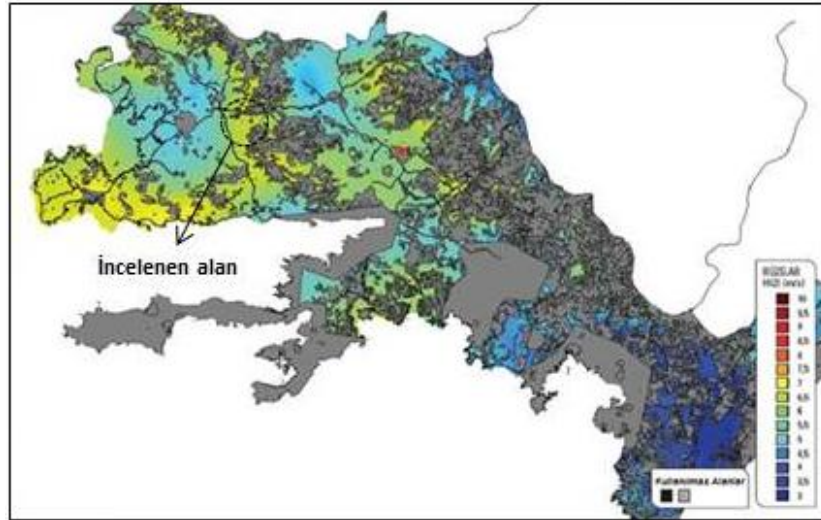


Şekil 5.18. Muğla ili 50m yükseklik için rüzgâr hız dağılımı haritası.



Şekil 5.19. Muğla ili 50m yükseklik için kapasite faktörü haritası.

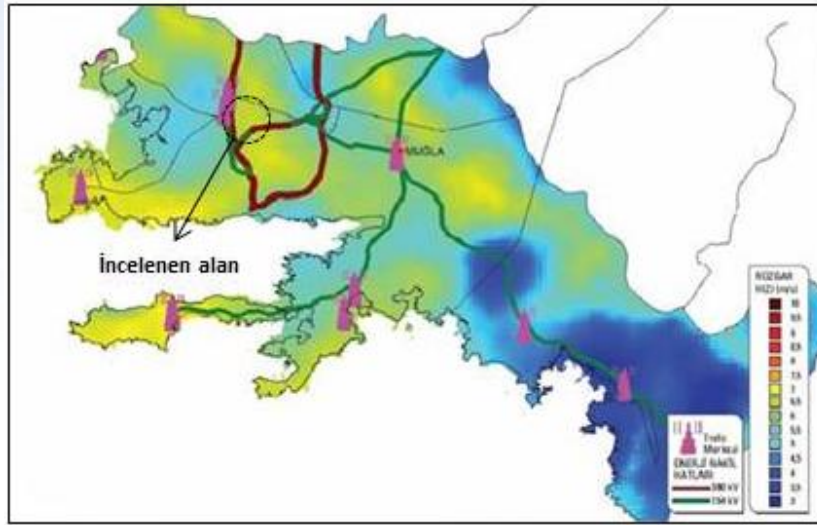
Şekil 5.18 ve Şekil 5.19 ile verilen haritalar yardımıyla belirlenen ve kesikli daire ile gösterilen alanın, yasal mevzuat uygun alanlar içerisinde olup olmadığını Şekil 5.20’de verilen harita ile belirlemek mümkündür. Bu harita içerisindeki gösterilen gri renkli alanların rüzgâr türbini kurulamayacak alanları göstermektedir. Seçilen bölgede rüzgâr türbini kurulmayacak alanlar için detaylı bilgiye EK 2’de verilen alansal rüzgâr kanyak bilgisi haritalarından ulaşmak mümkündür.



Şekil 5.20. Muğla ili için kullanılmaz alanlar.

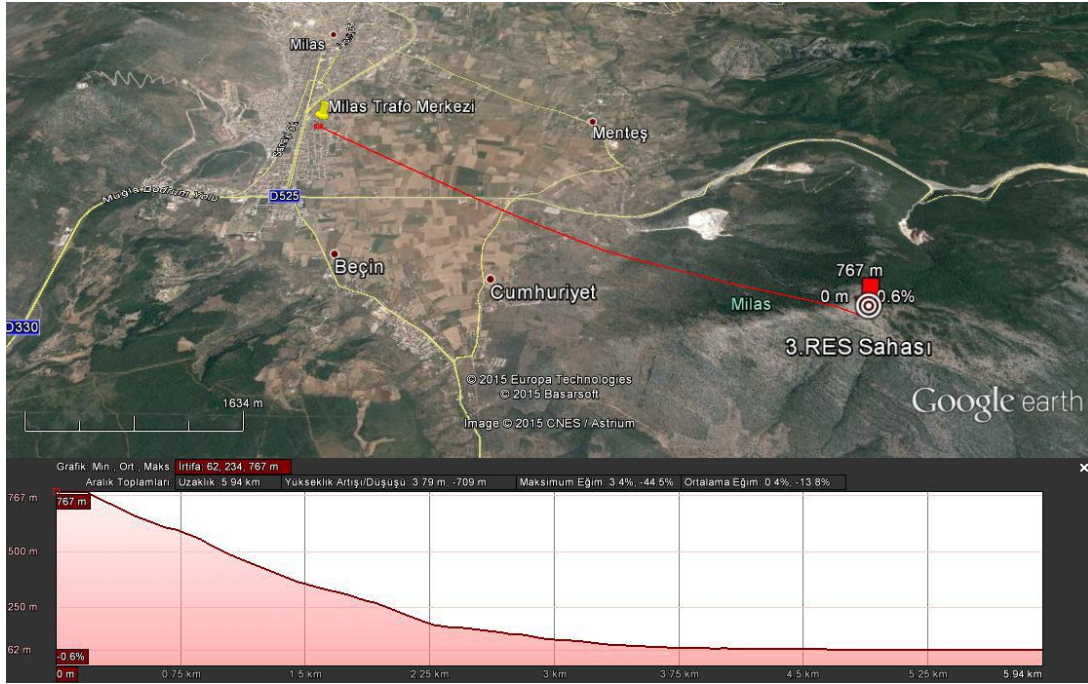
RES sahası olarak belirlenecek alanların değerlendirilmesinde, trafo merkezlerine ve enerji nakil hatlarına olan uzaklıklarda önem kazanmaktadır. Üretilen enerjinin iletim sırasında kaybolmaması için seçilen sahasının, Orta gerilim (OG) veya yüksek gerilim (YG) barası bulunan en yakın TEİAŞ trafo merkezine kuş uçuşu olarak en fazla 20 km mesafede olması

öngörülmektedir. Şekil 5.21’de Muğla ili enerji nakil hatları ve trafo merkezleri görülmektedir.



Şekil 5.21. Muğla ili enerji nakil hatları ve trafo merkezleri.

Seçilen RES sahasına yaklaşık 2,5 km uzaklıkta OG (Orta Gerilim) ve YG (Yüksek Gerilim) hattı, 5,94 km uzaklıkta ise, Milas trafo merkezi mevcuttur (Şekil 5.22).



Şekil 5.22. Seçilen RES sahasının trafo merkezine uzaklığı.

5.3.2 RES tabanlı sistem tasarımı ve performans değerlendirmesi

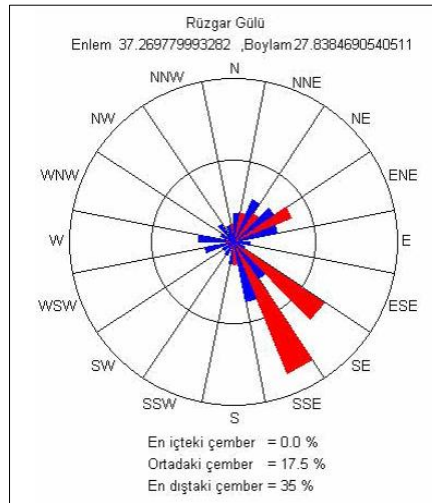
Ön değerlendirmesi yapıldıktan sonra seçilen RES sahasının farklı yükseklikteki yıllık ortalama rüzgâr hızları, enerji yoğunlukları, kapasite faktörü ve weibull parametreleri Çizelge 5.8

verildiği gibidir. Seçilen sahanın hâkim rüzgâr yönü Güney-Güneydoğu olup, dağılımı Şekil 5.23’de görüldüğü gibidir.

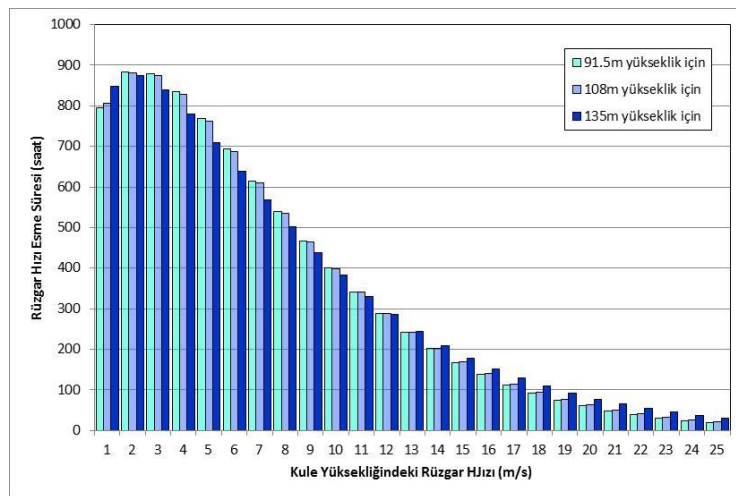
Çizelge 5.8. Seçilen sahanın rüzgâr kaynak bilgileri.

Yükseklik	Rüzgâr hızı	Enerji Yoğunluğu	Kapasite Faktörü	Weibull parametreleri	
m	m/s	W/m ²	C _F	k	c
30	6,11			1,46711	6,99439
50	6,59	491,28	%30,623	1,38861	7,22255
70	6,76			1,34131	7,37218
100	6,96	648,89		1,29425	7,52974

Seçilen RES sahasının hesaplamaları ve analizleri farklı özelliklerde rüzgâr türbini kullanılacağından dolayı gerçek kule yükseklikleri dikkate alınarak yapılmıştır. Yenilebilir Enerji Genel Müdürlüğü’nün REPA atlası Muğla ili rüzgâr haritasından elde edilen veriler doğrultusunda, seçilen RES sahasının yıllık rüzgâr hızı esme süreleri 91,5m, 108m ve 135m yükseklikleri için Çizelge 5.9’da, dağılımı ise Şekil 5.24’de verilmiştir.



Şekil 5.23 Seçilen RES sahasının rüzgârgülü ve hâkim rüzgâr yönü.



Şekil 5.24. Seçilen sahanın yıllık rüzgâr hızı esme süresi dağılımı.

Çizelge 5.9. Seçilen sahanın yıllık rüzgâr hızı esme süreleri.

Rüzgâr Hızı	Rüzgâr hızı esme süresi		
	91,5m için	108m için	135m için
v (m/s)	t (saat)		
1	795,44	805,32	848,99
2	883,19	881,28	873,33
3	878,98	873,78	838,14
4	834,07	827,44	779,01
5	768,40	761,58	710,01
6	693,18	686,95	638,27
7	615,28	610,08	567,80
8	539,00	535,03	500,90
9	466,97	464,26	438,80
10	400,71	399,18	382,11
11	340,95	340,46	331,01
12	287,91	288,29	285,42
13	241,46	242,51	245,09
14	201,22	202,79	209,66
15	166,71	168,63	178,73
16	137,37	139,50	151,87
17	112,62	114,84	128,67
18	91,89	94,12	108,70
19	74,63	76,80	91,60
20	60,35	62,42	76,99
21	48,61	50,53	64,56
22	38,99	40,75	54,02
23	31,17	32,75	45,11
24	24,82	26,23	37,59
25	19,69	20,94	31,26

Bu çalışma kapsamında kullanılan 1MW, 2MW ve 3,05 MW güce sahip 3 kanatlı yatay eksenli rüzgâr türbininin özellikleri Çizelge 5.10'da verildiği gibidir.

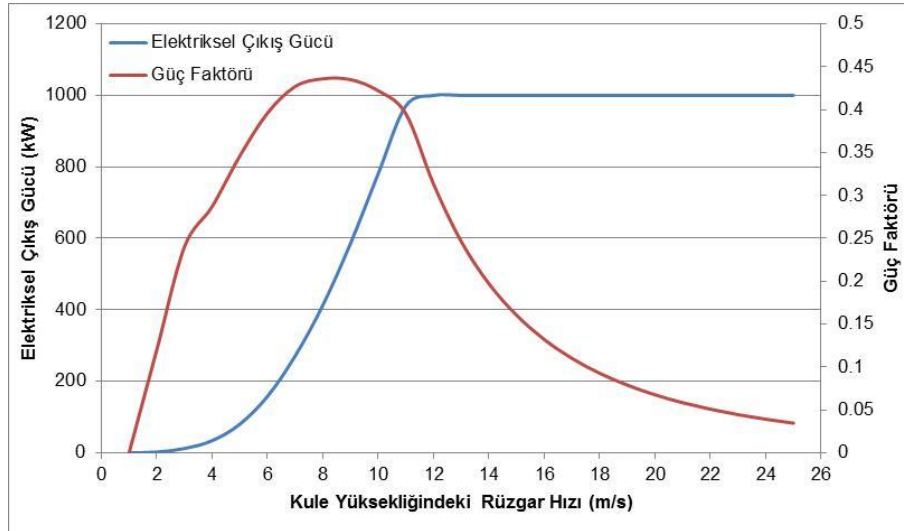
Çizelge 5.10. Seçilen rüzgâr türbinlerinin özellikleri.

Türbin Tipi	D6/62-1MW	E82/E2-2MW	E101-3,05MW
Türbin Gücü	1000 kW	2000 kW	3050 kW
Rotor Çapı	62 m	82 m	101 m
Hub Yüksekliği	91,5 m	108 m	135 m
Süpürme Alanı	3019 m ²	5281 m ²	8012 m ²

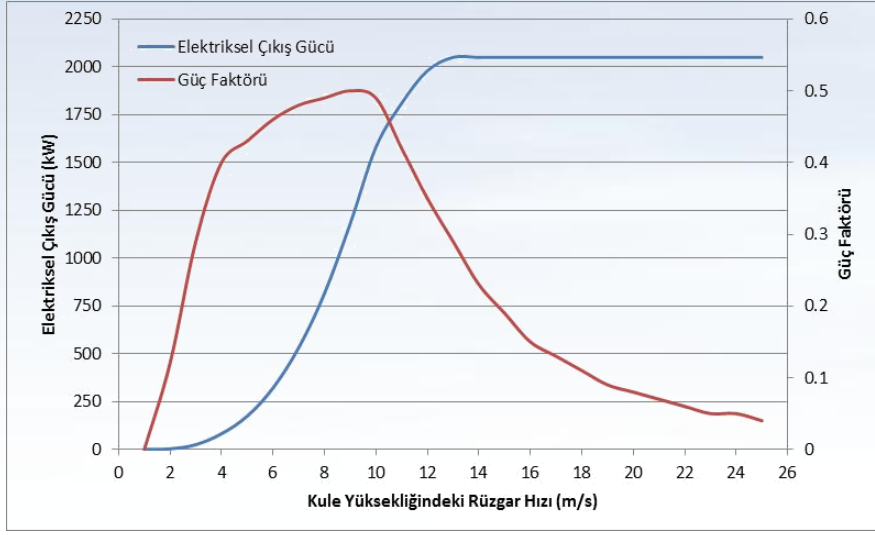
Bu türbinlerin kule yüksekliğindeki hızlar dikkate alınarak hesaplanan elektriksel çıkış gücü ve güç faktörü değerleri, Çizelge 5.11 ile Şekil 5.25, Şekil 5.26 ve Şekil 5.27'de verilmiştir. 1MW'lık rüzgâr türbini için kule yüksekliği 91,5m, 2MW'lık rüzgâr türbini için kule yüksekliği 108m, 3,05 MW'lık rüzgâr türbini içinse 135m kule yüksekliği olarak dikkate alınmıştır.

Çizelge 5.11. 1MW, 2MW ve 3,05MW'lık rüzgâr türbinlerinin elektriksel çıkış gücü verileri.

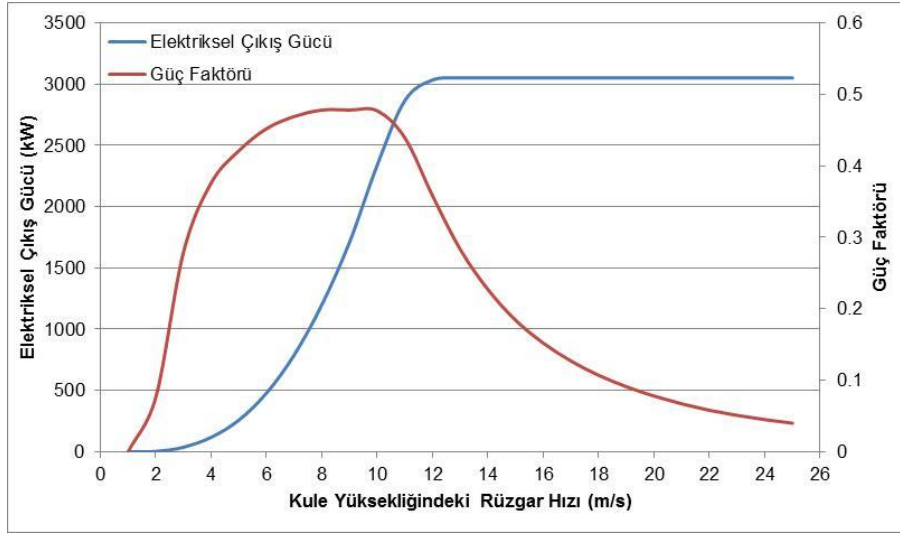
Rüzgâr Hızı V (m/s)	D6/62-1MW	E82/E2-2MW	E101-3,05MW
	Elektriksel Çıkış Gücü P (kW)		
1	0	0	0
2	2	3	3
3	12	25	37
4	34	82	118
5	80	174	258
6	158	321	479
7	271	532	790
8	413	815	1200
9	586	1180	1710
10	781	1580	2340
11	971	1810	2867
12	1000	1980	3034
13	1000	2050	3050
14	1000	2050	3050
15	1000	2050	3050
16	1000	2050	3050
17	1000	2050	3050
18	1000	2050	3050
19	1000	2050	3050
20	1000	2050	3050
21	1000	2050	3050
22	1000	2050	3050
23	1000	2050	3050
24	1000	2050	3050
25	1000	2050	3050



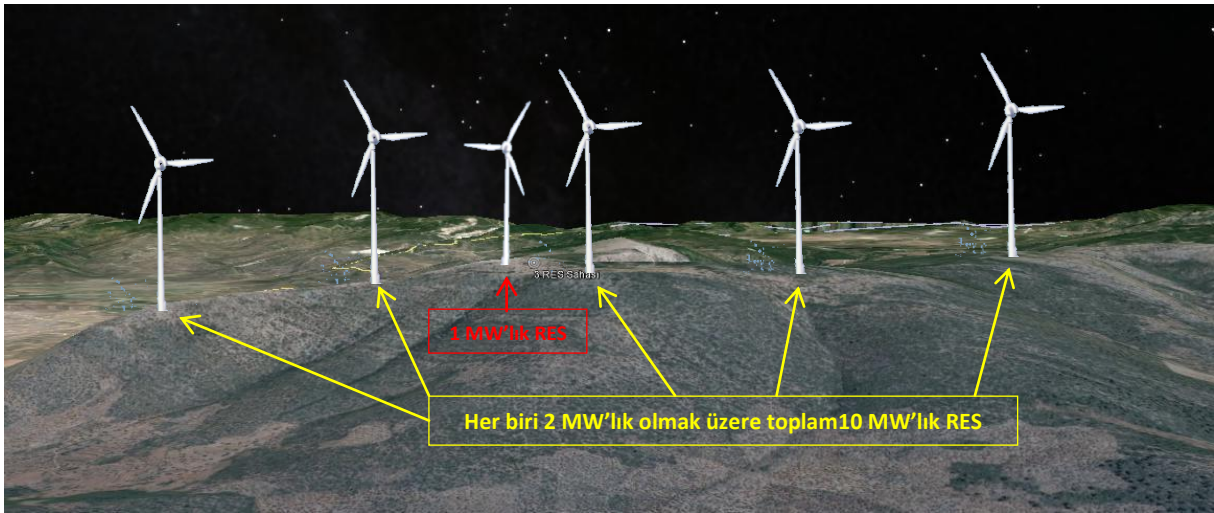
Şekil 5.25. 1 MW'lık rüzgâr türbinin çıkış gücü ve güç faktörü.



Şekil 5.26. 2 MW'lık rüzgâr türbinin çıkış gücü ve güç faktörü.



Şekil 5.27. 3,05 MW'lık rüzgâr türbinin çıkış gücü ve güç faktörü.



Şekil 5.28. Seçilen sahaya 1MW ve 10 MW RES yerleşiminin şematik gösterimi.

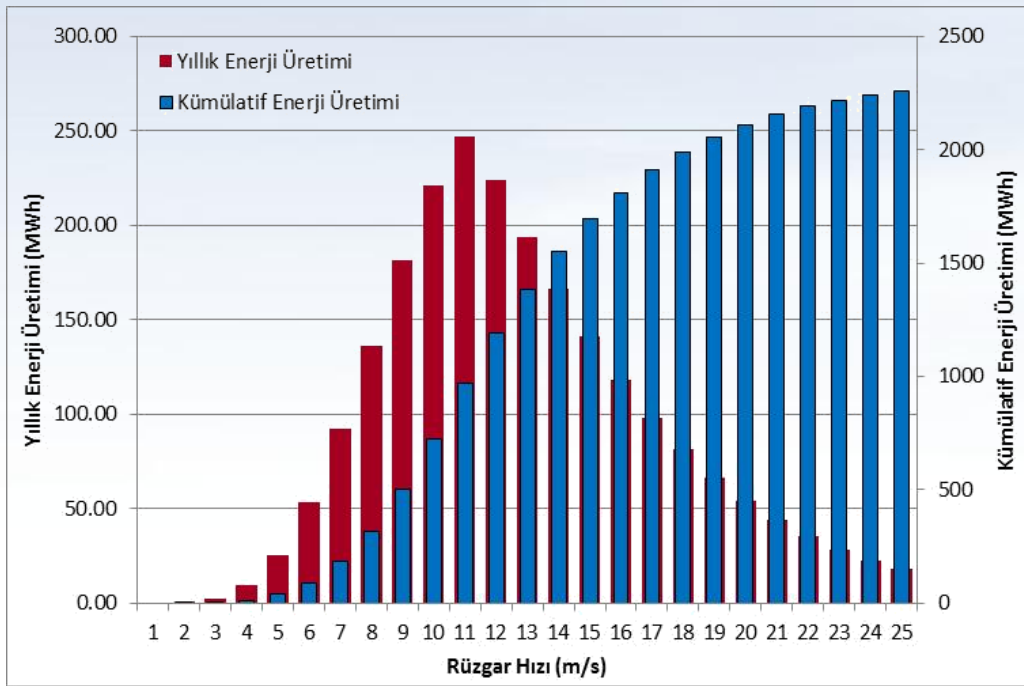
Şekil 5.28’de görüldüğü gibi seçilen RES sahasına yerleştirilen 1MW rüzgâr türbinin bir yıl içerisinde ortalama elde edilecek elektrik enerjisi miktarı Çizelge 5.12 ve Şekil 5.29’de verildiği gibi, 2.260.815 kWh/yıl (2.261 MWh/yıl) hesaplanmıştır. 1MW’lık Rüzgâr türbinin ürettiği enerji değerlerine göre kapasite faktörü C_F , %25,81 olarak hesaplanmıştır.

RES sahasına 10 MW’lık bir RES yerleşimi yapıldığında, bu türbinlerden bir yıl içerisinde ortalama elde edilecek elektrik enerjisi miktarının Çizelge 5.13 ve Şekil 5.30’dan da görüleceği gibi 22.808.888 kWh/yıl (22.809 MWh/yıl) hesaplanmıştır. 10 MW’lık Rüzgâr türbinlerinin ürettiği enerji değerlerine göre, kapasite faktörü C_F , %26,04 olarak hesaplanmıştır.

RES sahasına 24,4 MW’lık bir RES yerleşimi yapıldığında, bu türbinlerden bir yıl içerisinde ortalama elde edilecek elektrik enerjisi miktarı ise 55.474.339 kWh/yıl (5.547 MWh/yıl) hesaplanmıştır (Çizelge 5.13 ve Şekil 5.31). 10 MW’lık Rüzgâr türbinlerinin ürettiği enerji değerlerine göre kapasite faktörü C_F , %25,96 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 5.12. 1MW’lık rüzgâr enerjisi santralının yıllık enerji üretim değerleri.

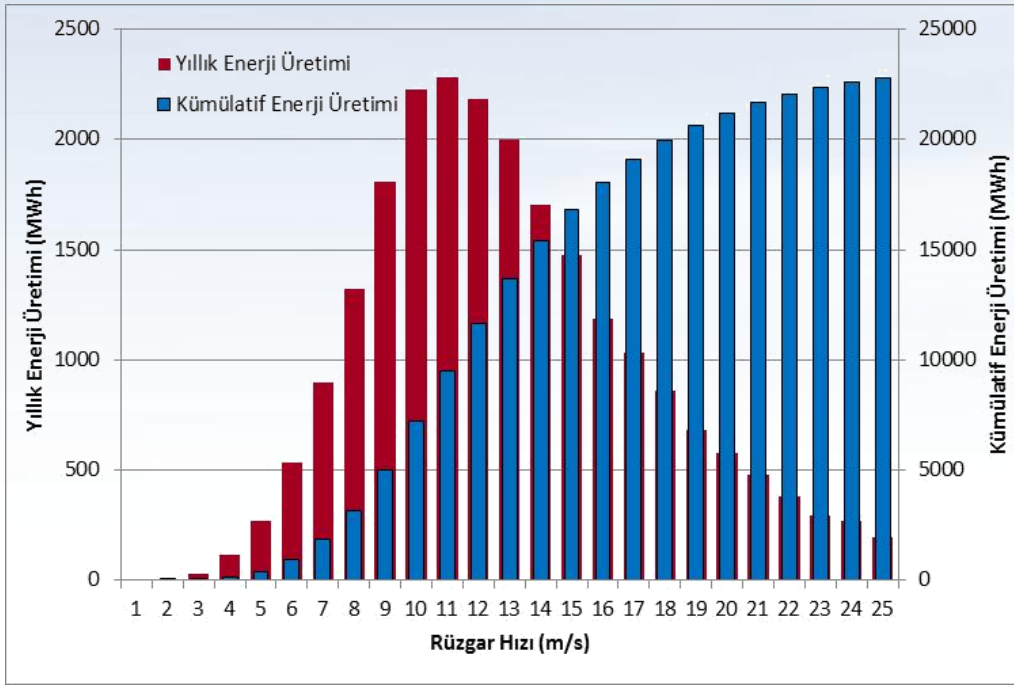
v m/s	Weibull Parametreleri			ρ kg/m ³	P_w W/m ²	C_p -	t saat	E_{1MW} kWh	
	k	c	f(v)'						F(v)
1	1.29425	7.52974	0.09146	0.07070	1.134	0.000	0.00	801.18	0.00
2			0.10082	0.16458		0.001	0.12	883.19	238.86
3			0.10034	0.26207		0.004	0.24	878.98	2555.16
4			0.09521	0.35661		0.013	0.29	834.07	9351.96
5			0.08772	0.44493		0.032	0.35	768.40	25311.31
6			0.07913	0.52542		0.064	0.40	693.18	53327.63
7			0.07024	0.59744		0.116	0.43	615.28	92158.33
8			0.06153	0.66093		0.192	0.44	539.00	136128.52
9			0.05331	0.71625		0.296	0.44	466.97	181559.20
10			0.04574	0.76395		0.433	0.42	400.71	221131.66
11			0.03892	0.80470		0.607	0.40	340.95	246916.84
12			0.03287	0.83925		0.822	0.31	287.91	223712.28
13			0.02756	0.86833		1.081	0.25	241.46	194128.40
14			0.02297	0.89264		1.388	0.20	201.22	166205.88
15			0.01903	0.91284		1.745	0.16	166.71	140934.77
16			0.01568	0.92953		2.157	0.13	137.37	118180.83
17			0.01286	0.94325		2.625	0.11	112.62	98362.34
18			0.01049	0.95447		3.154	0.09	91.89	81163.55
19			0.00852	0.96360		3.744	0.08	74.63	66576.89
20			0.00689	0.97101		4.401	0.07	60.35	54251.21
21			0.00555	0.97698		5.126	0.06	48.61	43965.42
22			0.00445	0.98179		5.923	0.05	38.99	35448.74
23			0.00356	0.98563		6.794	0.04	31.17	28437.25
24			0.00283	0.98870		7.743	0.04	24.82	22703.32
25			0.00225	0.99114		8.774	0.03	19.69	18064.77
Toplam Üretilen Enerji (kWh/yıl)									2260815



Şekil 5.29. Seçilen saha için 1MW'lık RES'in rüzgâr hızlarına bağlı yıllık enerji üretimi.

Çizelge 5.13. 10MW'lık rüzgâr enerjisi santralinin yıllık enerji üretim değerleri.

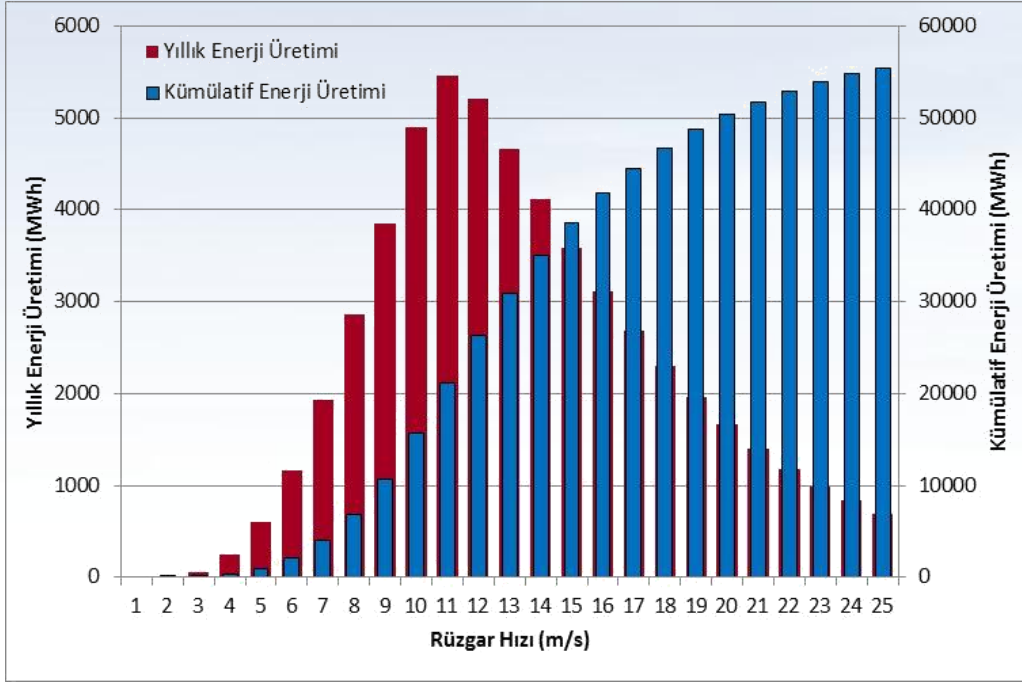
v m/s	Weibull Parametreleri				ρ kg/m ³	P_w W/m ²	C_p -	t saat	E_{2MW} kWh	E_{10MW} kWh
	k	c	f(v)'	F(v)						
1	1.28400	7.56815	0.09146	0.07070	1.134	0.000	0.00	805.32	0	0
2			0.10082	0.16458		0.001	0.12	881.28	420	2098
3			0.10034	0.26207		0.004	0.29	873.78	5382	26911
4			0.09521	0.35661		0.013	0.40	827.44	22618	113089
5			0.08772	0.44493		0.032	0.43	761.58	54443	272216
6			0.07913	0.52542		0.064	0.46	686.95	107082	535411
7			0.07024	0.59744		0.116	0.48	610.08	179050	895248
8			0.06153	0.66093		0.192	0.49	535.03	264590	1322951
9			0.05331	0.71625		0.296	0.50	464.26	361415	1807076
10			0.04574	0.76395		0.433	0.49	399.18	445544	2227719
11			0.03892	0.80470		0.607	0.42	340.46	456696	2283482
12			0.03287	0.83925		0.822	0.35	288.29	436415	2182073
13			0.02756	0.86833		1.081	0.29	242.51	400235	2001175
14			0.02297	0.89264		1.388	0.23	202.79	340883	1704414
15			0.01903	0.91284		1.745	0.19	168.63	294613	1473066
16			0.01568	0.92953		2.157	0.15	139.50	237858	1189292
17			0.01286	0.94325		2.625	0.13	114.84	206629	1033147
18			0.01049	0.95447		3.153	0.11	94.12	172163	860813
19			0.00852	0.96360		3.744	0.09	76.80	136516	682582
20			0.00689	0.97101		4.401	0.08	62.42	115937	579683
21			0.00555	0.97698		5.126	0.07	50.53	95675	478376
22			0.00445	0.98179		5.922	0.06	40.75	76438	382190
23			0.00356	0.98563		6.794	0.05	32.75	58736	293681
24			0.00283	0.98870		7.743	0.05	26.23	53627	268133
25			0.00225	0.99114		8.773	0.04	20.94	38812	194061
Toplam Üretilen Enerji (kWh/yıl)									4561778	22808888



Şekil 5.30. Seçilen saha için 10MW'lık RES'in rüzgâr hızlarına bağlı yıllık enerji üretimi.

Çizelge 5.14. 24,4MW'lık rüzgâr enerjisi santralinin yıllık enerji üretim değerleri.

v m/s	Weibull Parametreleri				ρ kg/m ³	P_w W/m ²	C_p -	h saat	$E_{3.05MW}$ kWh	$E_{24.4MW}$ kWh
	k	c	f(v)'	F(v)						
1			0.09692	0.08131		0.000	0	848.99	0	0
2			0.09970	0.17697		0.001	0.08	873.33	427	3415
3			0.09568	0.27148		0.004	0.28	838.14	7787	62293
4			0.08893	0.36062		0.013	0.38	779.01	30711	245685
5			0.08105	0.44262		0.031	0.42	710.01	75129	601036
6			0.07286	0.51683		0.063	0.45	638.27	146307	1170454
7			0.06482	0.58318		0.113	0.47	567.80	241987	1935893
8			0.05718	0.64196		0.186	0.48	500.90	357500	2859998
9			0.05009	0.69363		0.287	0.48	438.80	481803	3854420
10			0.04362	0.73875		0.419	0.48	382.11	611685	4893482
11			0.03779	0.77795		0.587	0.44	331.01	683532	5468259
12			0.03258	0.81183		0.795	0.36	285.42	651176	5209405
13	1.19940	7.82360	0.02798	0.84098	1.134	1.048	0.28	245.09	582160	4657284
14			0.02393	0.86596		1.347	0.23	209.66	513736	4109886
15			0.02040	0.88730		1.698	0.18	178.73	447376	3579008
16			0.01734	0.90546		2.103	0.15	151.87	388929	3111429
17			0.01469	0.92086		2.565	0.13	128.67	335842	2686739
18			0.01241	0.93390		3.088	0.11	108.70	287786	2302287
19			0.01046	0.94490		3.675	0.09	91.60	245411	1963292
20			0.00879	0.95416		4.328	0.08	76.99	208246	1665966
21			0.00737	0.96193		5.051	0.07	64.56	175063	1400506
22			0.00617	0.96844		5.847	0.06	54.02	146781	1174245
23			0.00515	0.97388		6.718	0.05	45.11	123828	990627
24			0.00429	0.97842		7.669	0.05	37.59	103923	831385
25			0.00357	0.98220		8.702	0.04	31.26	87168	697346
Toplam Üretilen Enerji (kWh/yıl)									6.934.292	55.474.339



Şekil 5.31. Seçilen saha için 24,4MW'lık RES'in rüzgâr hızlarına bağlı yıllık enerji üretimi.

6. EKONOMİK ANALİZ

6.1 GES Yatırımının Ekonomik Değerlendirmesi

Güneş enerjisi santrallerinin uygulanabilirliğinin en önemli basamağı maliyet analizi sonuçlarıdır. Maliyet analizinde uygulamanın kurulum öncesi, kurulum aşaması ve kurulum sonrası maliyetleri, bakım onarım giderleri, sistem için tüketim giderleri ve amortisman(yıpranma payı) giderleri bir bütün olarak düşünülmelidir.

Milas için tasarlanan GES uygulamasının ekonomik analiz basamağında, Devletin YEKDEM teşviklerinden faydalanmak için konstrüksiyon imalatının, anlaşma yapılan yerli firma tarafından yapılması şartı koşulmuştur. Böylelikle yerli montaj ve konstrüksiyon malzemesi kaleminin Devletin enerji satın alma kaleminin üzerine ilave edilmesi ile 14,1 \$cent/kWh satış fiyatı üzerinden değerlendirme yapılmıştır.

Sistemin 25 yıllık, verimli kullanım ömrü olduğu öngörülerek, amortisman ve finansman analizleri yapılmıştır. Sistem onaylarının 2015 başında alındığı, Haziran-2015 itibariyle sistemin devreye alındığı kabul edilmiştir.

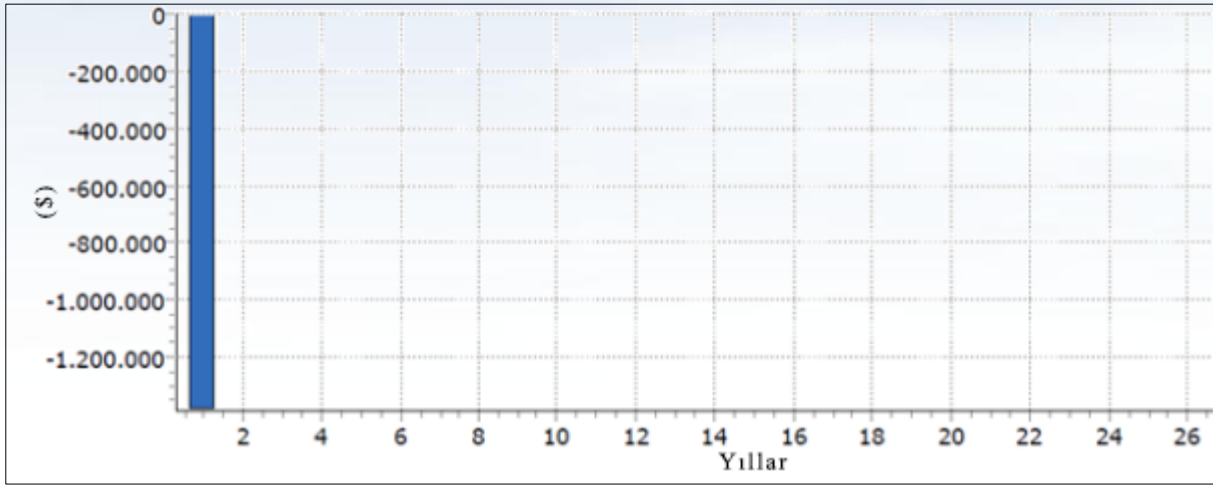
Çizelge 6.1. Sistemin ekonomik analizi.

Gelir-Gider Analizi	
Yatırım Maliyeti	1386000 \$
İşletim Maliyeti	9702 \$/yıl
İlk Yıl Geliri	236202 \$/yıl
Günlük Değer Sonuçları (25 yıllık dönem)	
Dönem sonucu net gelir	3677074 \$
Geri ödeme süresi	6,3 yıl
Kümülatif verim	% 13,8
Elektrik üretim maliyeti	0,04 \$/kWh
KDV	Hariç

1 MW lisanssız elektrik üretiminin PV modüller ile sağlanması için yaklaşık 18 dönüm alana ihtiyaç vardır. Güvenlik sahası ile birlikte ortalama 20 dönüm arazinin tahsis edilmesi yeterli olacaktır. Arazi tahsisinde, “Devlet arazilerinin kiralanması”, “şahsi arazilerin kullanımı”, “özel mülkiyetin kiralanması” ya da “özel arazilerinin satın alınması” yöntemlerinden hangisinin tercih edileceği bilinmediğinden, arazi maliyetleri ekonomik analize dâhil edilmemiştir.

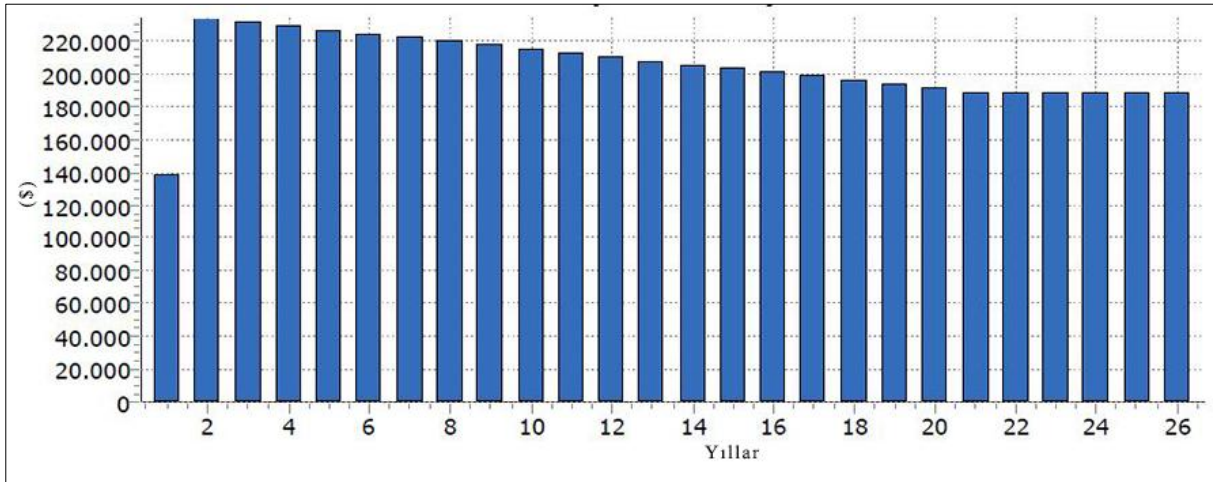
Aynı zamanda sistem finansmanının öz kaynaklardan ve peşin olarak karşılandığı kabul edilmiştir. Finansman oluşturulmasında farklı modeller bulunmaktadır, ancak çok hızlı değişen ekonomik görünüm nedeniyle geçerliliğini kısa sürede yitireceğinden rapora dâhil edilmemiştir.

Çizelge 6.1'de ekonomik değerler ile ilgili bilgiler verilmiştir. Buna göre sistemin yatırım maliyeti 1386000 \$'dır (Şekil 6.1).



Şekil 6.1. Sistem yatırım maliyeti.

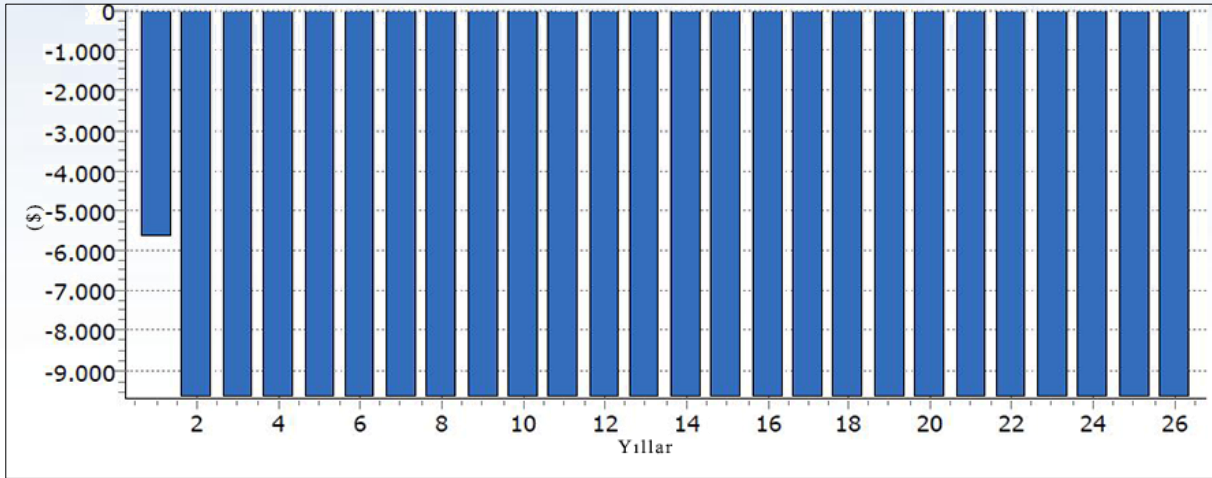
Sistemin harcadığı elektrik enerjisi ve bakım maliyetleri yıllık 9.702 \$ civarındadır. Bu yatırımın gerçekleştiği ilk yılda oluşacak net getiri ise 236.202 \$ olarak beklenmektedir. Sistemin 25 yıllık verimli ömrünün olduğu düşünüldüğünde, 25. Yılda elde edilecek toplam net kazanç 3.677.074 \$ olacaktır. Bu değer sistem maliyetinin çıkarılması ile elde edilen net geliri ifade etmektedir. Şekil 6.2'de sistemin yıllık bazda enerji satışından elde edeceği gelir tablosu görülmektedir.



Şekil 6.2. Sistemin ürettiği elektrik satış girdisi.

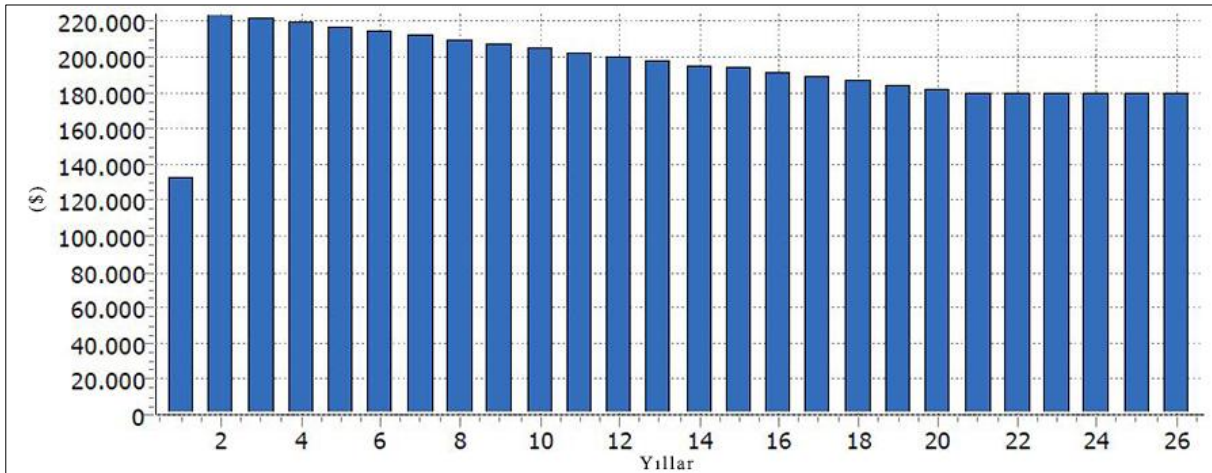
İlk yıl sistemin 6. Ayda devreye alındığı düşünüldüğünden, sistemin ilk yıl girdisi 140.000\$ civarında görünmektedir. Ancak sistemin ilk 12 ay girdisi 236.000 \$ civarında gerçekleşeceği beklenmektedir. Yıl bazında gerçekleşen küçük düşüş trendi modüllerin zaman içinde verim kaybına uğramasından kaynaklanmaktadır. Yukarıda da detaylı biçimde anlatıldığı gibi,

modüllerin dönüşüm verimliliği ilk 10 yıl için %90 ortalama verim değeri ile sonraki yıllarda ise %81 verimlilikle çalışacağı üretici tarafından garanti edilmektedir.



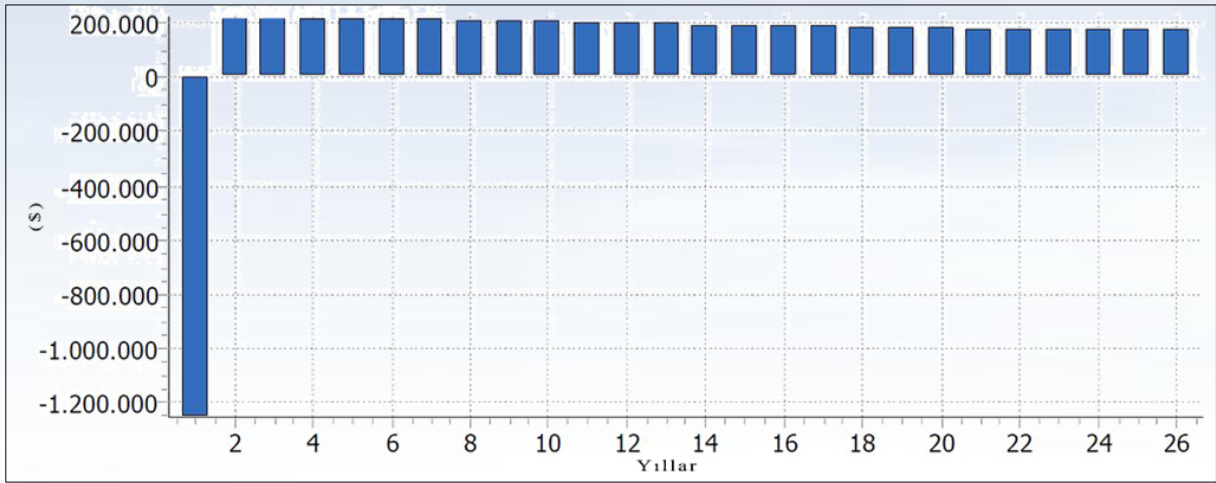
Şekil 6.3. Sistemin bakım maliyeti.

Sistemin kendi içinde harcadığı elektrik enerjisi ve bakım giderlerinin hesaplandığı, sistemin bakım maliyeti grafiği Şekil 6.3'te verilmiştir. Buna göre yıllık bazda 9.702 \$ gider olan sistemde ilk yıl 6 aylık çalışma ile bakım giderleri 5.500 \$ civarında seyretmektedir. 25 yıllık toplam analizde toplam bakım maliyeti 250.000 \$ civarında beklenmektedir.



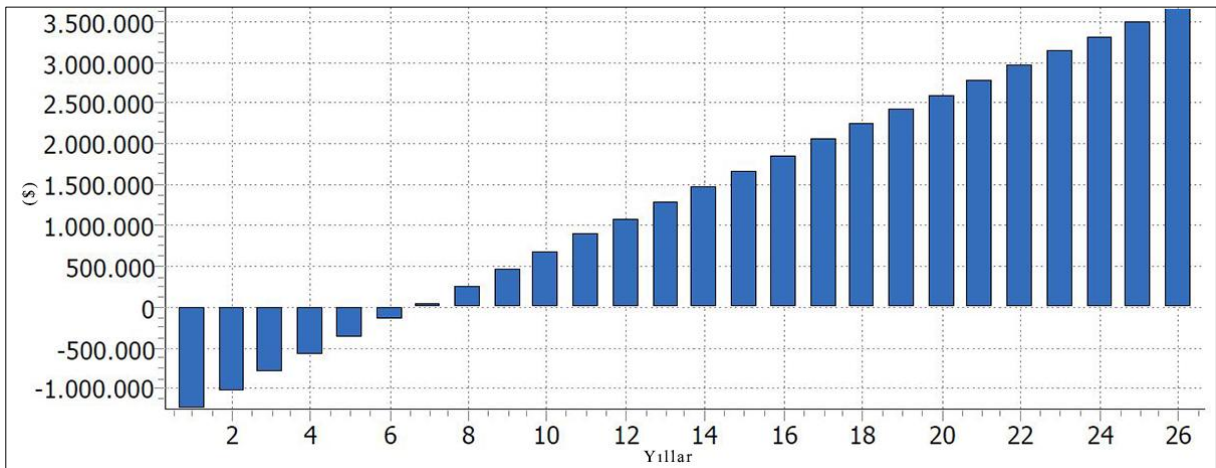
Şekil 6.4. Sistemin uzun vade vergilendirilmiş net gelir döngüsü.

Ekonomik analizde giderler gelirlerden düşülerek net gelir döngüsü verileri elde edilmiştir. Net gelir döngüsünde gelir vergisi de hesaba katılarak hesaplamalar yapılmış, Şekil 6.4'teki grafik oluşturulmuştur. Buna göre sistemin vergiler ve giderler dışındaki net geliri ilk yıl 220.000 \$ olması beklenmektedir. Sistem içindeki modül verimliliklerindeki düşüşle 25. Yılda net gelir yıllık olarak 180.000 \$ civarında olması planlanmaktadır.



Şekil 6.5. Sistemin nakit akışı.

Sistemin yatırım, gelir-gider ve vergilendirme hesapları ile oluşan nakit akışı Şekil 6.5'te verilmiştir. Sistem yatırımının peşin olarak öz-kaynaklar ile karşılandığı öngörüldüğünden ilk yıl sistem eksi değerden başlamaktadır.



Şekil 6.6. Sistemin nakit dengesi ve geri ödeme süresi.

Bütün ekonomik veriler bir arada değerlendirilerek, Şekil 6.6'daki nakit dengesine ulaşılmıştır. İlk yatırım maliyetinin eksi değerden başlamasıyla yıllık gelirler nakit dengesinin pozitif yönde ilerlemesini sağlamış, 6. yılın içinde ilk yatırımı karşılayacak potansiyele ulaşmıştır. Bu nokta sistemin geri ödeme süresidir ki sistem kendini 6 yılda amorti etmektedir. 6 yılın devamında nakit akışı pozitif yönde artışına devam etmektedir. 25. Yılın sonunda toplam elde edilen net gelir **3.677.074 \$**'a ulaşmaktadır.

6.2 RES Yatırımının Ekonomik Değerlendirmesi

Milas'ta toprak havuz balıkçılığı ve zeytinyağı işletmesi olarak faaliyet gösteren 88 işletme üzerinde gerçekleştirilen anket çalışması sonuçlarına göre 2014 yılı enerji maliyetleri

ortalaması 32,5 krşTL/kWh diğer bir deyişle 13,95 cent\$/kWh (1\$=2,33TL kabulüyle) olan 236 işletmenin talebini karşılamak üzere, seçilen RES sahasında rüzgâr enerjisi açısından değerlendirmeye yönelik 3 senaryo oluşturulmuştur. Ayrıca her senaryo içerisinde etkin bir ekonomik değerlendirme yapmak amacıyla 3 farklı fiyatlandırma kurgusu incelenmiştir.

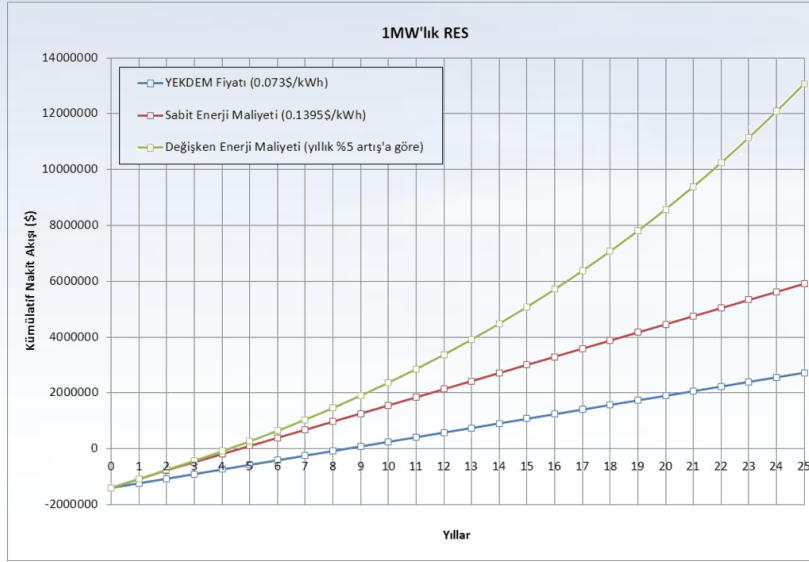
Birinci senaryoda lisanssız elektrik üretimi kriterleri baz alınarak analizi gerçekleştirilen 1MW'lık RES'in özellikleri Çizelge 5.8'de verilen D6/62-1MW optimum güce sahip bir adet rüzgar türbininin 91,5m yükseklikte kurulacağı kabul edilmiştir. Bu RES' ten, hesaplamalar ve analizler doğrultusunda elde edilecek yıllık ortalama elektrik enerjisi değeri 2.260.815 kWh/yıl bir başka deyişle 2261 MWh/yıl olup, kapasite faktörü (C_F) %25,81'dir. Buradan elde edilecek elektrik enerjisi, Milas'ta toprak havuz balıkçılığı ve zeytinyağı işletmesi olarak faaliyet gösteren toplam 236 işletmenin enerji ihtiyacı olan 54.000 MWh/yıl'ın **%4,19'unu** karşılayabilecektir. 1MW'lık RES'in seçilen sahada yıllık üreteceği elektrik enerjisinin yıllık getirisi YEKDEM (Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizması) fiyatı olan 7,3 cent\$/kWh dikkate alınarak hesaplanacak olursa, yaklaşık **165.039 \$** kazanç elde edilecektir. Bununla birlikte, 1MW'lık RES tesisinin yatırım bedelinin yaklaşık **1.397.500 \$** olduğu düşünülürse, yatırımın geri ödeme süresi. **8,5 yıl** olacaktır (Çizelge 6.2).

İkinci senaryo olarak, lisanslı elektrik üretimi kriterleri baz alınarak analizi gerçekleştirilen 10MW'lık RES'in özellikleri Çizelge 5.8'da verilen E82/E2-2000 optimum güce sahip 5 adet rüzgar türbininin 108m yükseklikte kurulacağı kabul edilmiştir. Bu RES' ten, hesaplamalar ve analizler doğrultusunda elde edilecek yıllık ortalama elektrik enerji miktarı *22.809 MWh/yıl* olup, kapasite faktörü (C_F) %26,04'dir. Santralin ürettiği elektrik enerjisi, toplam talebin **%42,24** kadardır. Bu tesisin yıllık getirisi ise, YEKDEM fiyatı dikkate alınarak hesaplanacak olursa, yaklaşık **1.665.049 \$** olacaktır. 10MW'lık RES tesisinin yatırım bedelinin yaklaşık **12.962.875 \$** olduğu kabulüyle, yatırımın geri ödeme süresi. **7,8 yıla** düşecektir (Çizelge 6.2).

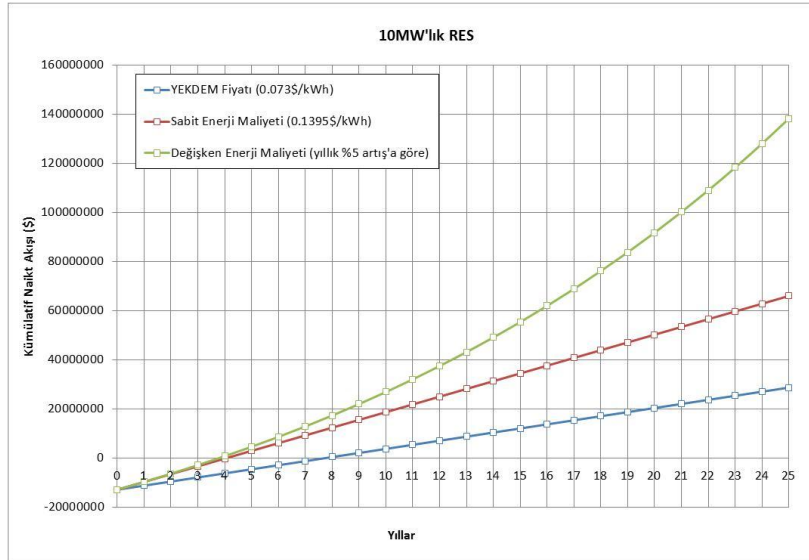
Üçüncü senaryo ise, 236 işletmenin enerji talebinin tamamını karşılayacak olan 24,4MW'lık RES'in özellikleri Çizelge 5.8'da verilen E101-3050 optimum güce sahip 8 adet rüzgar türbininin 135m yükseklikte kurulacağı kabul edilmiştir. Bu RES' ten, hesaplamalar ve analizler doğrultusunda elde edilecek yıllık ortalama elektrik enerji miktarı **22.809 MWh/yıl** olup, kapasite faktörü (C_F) %25,96'dir. Santralin ürettiği elektrik enerjisi, toplam talebin **%102,73** kadardır. Bu tesisin yıllık getirisi ise, YEKDEM fiyatı dikkate alınarak hesaplanacak olursa, yaklaşık **4.049.627 \$** olacaktır. 24,4MW'lık RES tesisinin yatırım bedelinin **29.738.800 \$** olduğu kabulüyle, yatırımın geri ödeme süresi. **7,3 yıla** düşecektir (Çizelge 6.2).

Çizelge 6.2. Farklı kapasite RES tesisleri için oluşturulan senaryoların kıyaslaması.

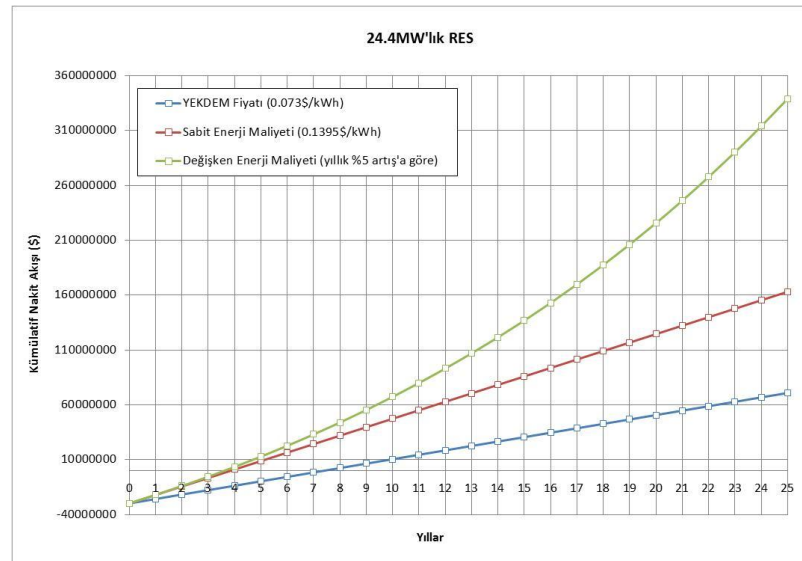
RES Tesis Bilgileri				
Türbin Tipi	-	D6/62-1000	E82/E2-2000	E101-3050
Türbin Kapasitesi	MW	1	2	3,05
Türbin sayısı	adet	1	5	8
Kurulu Güç	MW	1	10	24,4
Türbin Hub yüksekliği	m	90	108	135
Türbin kanat çapı	m	62	82	101
Süpürme Alanı	m ²	3019	5281	8012
HUB Yüksekliği Ortalama Rüzgâr Hızı	m/s	6,91	7,02	7,17
HUB Yüksekliği Kapasite Faktörü	%	25,81	25,93	25,96
Arazi yüksekliği	m	767	767	767
Trafo Merkezine Uzaklık	km	5,94	5,94	5,94
Yıllık Enerji Üretimi	MWh/yıl	2.261	22.809	55.474
Toplam Yatırım Maliyeti	₺	1.397.500	12.926.875	29.738.800
Fosil Kaynaklı Tüketimde Azalma	MWh/yıl	2.261	22809	55474
Muğla İli RES Kurulu Gücüne Katkı*	%	1,87	18,66	45,52
CO ₂ Azalma (ton)**	ton	16.956	170.384	416.058
236 İşletmenin Giderleri				
Yıllık Enerji Tüketimi	MWh/yıl	54.000		
Birim Enerji Maliyeti	₺/MWh	139,5		
Yıllık Toplam Enerji Maliyeti	₺	7.533.000		
RES Gelirleri				
Üretimin Tüketimi Karşılama Oranı	%	4,19	42,24	102,73
YEKDEM Destek Fiyatı***	₺/MWh	73		
YEKDEM Satış Kazancı	₺/yıl	165.039	1.665.049	4.049.627
Mahsuplaşma Kazancı	₺/yıl	315.384	3.169.146	7.738.670
Amortisman Süresi				
YEKDEM Satışına Göre	Yıl	8,5	7,8	7,3
Mahsuplaşma	Yıl	4,7	4,1	3,8
Değişken Enerji Maliyetine Göre****	Yıl	4,2	3,8	3,6
Net Bugünkü Değer				
YEKDEM Satışına Göre	₺	223.614	3.226.613	26.649.319
Mahsuplaşma	₺	1.700.382	18.125.414	62.885.243
Değişken Enerji Maliyetine Göre****	₺	3.390.750	35.179.166	104.362.303
İç Karlılık Oranı				
YEKDEM Satışına Göre	%	11	12	31
Mahsuplaşma	%	22	24	60
Değişken Enerji Maliyetine Göre****	%	27	29	65
* Muğla ilinde Kurulu rüzgar türbin gücü 53,6 MW (YEGM web sayfası. 2014).				
** Fosil kaynaklı 1 kWh elektrik tüketimi 7,5 kg CO ₂ üretir (EPA-Amerika Çevre Koruma Kurumu).				
*** Yönetmelik gereği yenilenebilir enerjiye dayalı elektrik destek bedeli 0,073₺/kWh'dır (EPDK. 2014).				
****Değişken enerji maliyetleri, %5'lik yıllık artış oranına göre hesaplanmıştır.				



Şekil 6.7. 1MW'lık RES için nakit akışı.



Şekil 6.8. 10MW'lık RES için nakit akışı.



Şekil 6.9. 24,4MW'lık RES için nakit akışı.

6.3 GES ve RES Yatırımlarının Kıyaslaması

Milas'ta faaliyet gösteren 164 toprak havuz balıkçılığı işletmesi ile 72 zeytinyağı işletmesinin enerji maliyetlerini düşürmek amacıyla oluşturulan bu çalışmada, hem güneş enerjisi hem de rüzgâr enerjisi santrallerinin lisanssız ve lisansa dayalı değerlendirmeleri gerçekleştirilmiştir.

Milas'ta faaliyet gösteren 236 işletme üzerinde gerçekleştirilen enerji taramasında yıllık toplamda 54.000 MWh 'lik enerji talebinin olduğu hesaplanmıştır. Bu talebi karşılamak üzere, hem lisanssız elektrik üretim üstü sınırı olan 1 MW'lık, hem de lisanslı elektrik üretimi kriterlerine göre kısmi talebi karşılamak için 10 MW ve tüm talebi karşılamak içinse enerji kaynağına göre uygun güçler seçilmiştir.

Gerçekleştirilen analizler neticesinde, Milas'ta güneş enerjisi santralleri için seçilen alanların güneş enerji potansiyeli **1.587 kWh/m²yıl** olarak hesaplanmıştır. Bu değer,

“EPDK'nın 24.05.2012 tarihinde yayınladığı 3842 no'lu kurul kararının g maddesinde, “Tebliğ kapsamında standardına uygun olarak yapılan ölçümler sonucunda, yatay yüzeye gelen yıllık toplam güneş radyasyonu alt sınır değerini (1.620 kWh/m²yıl) sağlamayan lisans başvurularının kabul edilmemesine”, yönünde aldığı karardan dolayı, bu değer altında potansiyele sahip alanların desteklenmeyeceği belirtilmektedir.”

Yukarıda açıkça ifade edilen **1.620 kWh/m²yıl** değerinin altında kalmasından dolayı lisanslı elektrik üretimi tesisi kurulması açısından bir engel oluşturmaktadır.

Milas'ta faaliyet gösteren 236 işletmenin enerji ihtiyaçlarını yenilenebilir enerjiden karşılanması için kurulması planlanan enerji santral türüne karar verebilmek amacıyla oluşturulan fizibilite çalışmasında aşağıdaki kabuller yapılmıştır:

- Enerji santrallerinin enerji kazançlarını hesaplamak için, YEKDEM fiyatı olarak GES için 13,3 cent\$/kWh ve RES içinse 7,3 cent\$/kWh dikkate alınmıştır.
- Ayrıca, Milas'ta toprak havuz balıkçılığı ve zeytinyağı işletmesi olarak faaliyet gösteren 236 işletmeden 88 tanesi üzerinde gerçekleştirilen anket çalışması sonuçlarına göre 2014 yılı enerji maliyetleri ortalaması 32,5 krşTL/kWh diğer bir deyişle 13,95 cent\$/kWh (1\$=2,33TL kabulüyle) değeri dikkate alınarak mahsuplaşma kazancı bu fiyat üzerinden hesaplamalarda kullanılmıştır.
- Enerji santrallerinin birbirlerine göre karlılıkların hesaplarken işletme giderleri ve karbon azaltım kazançları dikkate alınmamıştır.

Çizelge 6.3. Lisanssız GES ve RES tesisleri için senaryoların kıyaslaması.

Enerji Santrali Bilgileri				
Santral Türü	-	GES	RES	
Kurulu Güç	kW	990	1000	
Arazi yüksekliği	m	336	767	
Trafo Merkezine Uzaklık	km	-	5,94	
Yıllık Enerji Üretimi	MWh/yıl	1.675	2.261	
Toplam Yatırım Maliyeti	\$	1.386.000	1.397.500	
CO ₂ Azalma (ton)	ton	12.567	16.956	
236 İşletmenin Giderleri				
Yıllık Enerji Tüketimi	MWh/yıl	54.000		
Birim Enerji Maliyeti	\$/MWh	139,5		
Yıllık Toplam Enerji Maliyeti	\$	7.533.000		
Gelirler*				
Üretimin Tüketimi Karşılama Oranı	%	3,10	4,19	
YEKDEM Destek Fiyatı	\$/MWh	133	73	
YEKDEM Satış Kazancı	yıllık	\$	222.775	165.039
	25 yıllık	\$	4.183.375	2.728.487
Mahsuplaşma Kazancı	yıllık	\$	233.663	315.384
	25 yıllık	\$	4.455.563	6.487.092
Amortisman Süresi				
YEKDEM Satışına Göre	Yıl	6,3	8,5	
Mahsuplaşma	Yıl	6,0	4,7	
Net Bugünkü Değer**				
YEKDEM Satışına Göre	\$	802.225	223.614	
Mahsuplaşma	\$	909.169	1.700.382	
İç Karlılık Oranı				
YEKDEM Satışına Göre	%	16	11	
Mahsuplaşma	%	16	22	
*Gelir hesaplamalarında tesis işletme giderleri dikkate alınmamıştır.				
** Net bugünkü değer hesabında enflasyon %9 kabul edilmiştir.				

Yukarıdaki kabullerin ve gerçekleştirilen analizlerin ışığı altına Çizelge 6.3’de verilen bulgular aşağıdaki gibi özetlenmiştir:

- Kurulu gücü 990 kW GES ve 1.000 kW RES tesislerinin toplam yatırım maliyetleri sırasıyla GES için 1.386.000\$, RES içinse 1.397.500\$ olarak kabul edilmiştir.
- Kurulu gücü 990 kW GES ve 1.000 kW RES olan tesislerinin yıllık bazda üretecekleri toplam enerji miktarları sırasıyla, GES için 1.675 MWh/yıl ve RES için 2.261 MWh/yıl olup, YEKDEM destek fiyatı üzerinde getirecekleri yıllık kazançlar, GES için 222.775 \$/yıl, RES içinse 165.039 \$/yıl olmaktadır.

- Eğer işletmelerin ortalama enerji fiyatları üzerinden belirlenen 13,95 cent\$/kWh'lık mahsuplaşma fiyatı baz alınır, GES yatırımı yıllık 233.663\$, RES yatırım 315.384\$ kazanç elde edecektir.
- GES ve RES tesislerinin işletme giderleri dikkate alınmadan yatırımın geri ödeme süreleri GES için 6,3 yıl ve RES için 8,5 yıl olarak hesaplanmıştır.
- Enerji santrallerinin 25 yıl boyunca kullanılacağı öngörüsü ile bu süreç içerisindeki toplam gelir değişimi, YEKDEM fiyatları üzerinden, GES için 4.183.375\$ ve RES için 2.728.487\$, Mahsuplaşma amaçlı GES için 4.455.563\$ ve RES içinse 6.487.092\$ olarak hesaplanmıştır.
- Enerji santrallerinin yatırımlarının karlılığını belirlemek amacıyla Net Bugünkü Değer ve İç Karlılık Oranı hesaplarında enflasyon oranı % 9 kabulüyle, YEKDEM fiyatları üzerinden GES yatırımının 25 yıl sonrası net getirisi, 802.225 \$ ve iç karlılık oranı %15, RES yatırımının getiri ise, 223.614 \$ ve iç karlılık oranı ise %11 civarındadır.
- Milas'ta faaliyet gösteren 236 işletmenin yıllık toplam enerji talebi 54.000 MWh/yıl olmak kaydıyla, GES'in yıllık bazda ürettiği enerji miktarının toplam talebi karşılama oranı % 3,1 olacaktır. Aynı şekilde RES'in üreteceği enerjinin toplam talebi karşılama oranı ise, % 4,19 değerine ulaşacaktır.
- Her iki santralin kullanılmasıyla çevresel etkileşim açısından yaratılacak olumlu sonuçları irdelemek gerekirse, GES tesisinin işletmeye alınmasıyla yıllık bazda 12.567 ton CO₂ azaltım gerçekleştirilecektir. Benzer şekilde RES tesisinin işletmeye alınmasıyla bu değer 16956 ton değerine ulaşacaktır.

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Enerji maliyetlerinin giderek rekabet edebilirliği zorlaştırdığı günümüzde, alternatif enerji kaynaklarından yararlanması artık zorunluluk haline gelmiştir. Milas'ta faaliyet gösteren 164 toprak havuz balıkçılığı işletmesi ile 72 zeytinyağı işletmesinin enerji maliyetlerinin üretim içerisindeki payının yaklaşık %30 olduğu düşünülürse, tesislerdeki enerji yoğunluğunun düşürülmesinin yanı sıra, temiz ve yenilenebilir olarak adlandırdığımız güneş ve rüzgâr enerjisi gibi kaynaklarının kullanılması sektörde bizde varız diyebilmenin en önemli unsuru olmuştur.

Milas'ta faaliyet gösteren toprak havuz balıkçılığı ve zeytinyağı sektörünün enerji maliyetlerini azaltmak ve rekabet edebilir bir düzey oluşturmak adına gerçekleştirilen bu çalışmada, öncelikle işletmelerin enerji tüketimlerini belirlemek için 2009-2014 yıllarını kapsayan bir anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu anket çalışması sonuçlarına göre, toplam 236 işletmenin yıllık bazda ihtiyaç duyduğu enerji miktarı 54 milyon kWh olarak belirlenmiştir.

236 işletmenin ihtiyaç duyduğu elektrik enerjisinin bir kısmını yâda tamamını karşılayacak olan güneş ve rüzgâr enerjisine dayalı santrallerini ilçe sınırları içerisindeki uygun alanların tespiti için Güneş Enerjisi (GEPA) ve Rüzgâr Enerjisi (REPA) Atlaslarında dikkate alınan alanlar belirlenerek saha seçimine gidilmiştir.

Seçilen sahalar ve potansiyellerinin değerlendirilmesi amacıyla GES yatırımının değerlendirmesi için 1MW'lık, RES yatırımı değerlendirmesi içinse 1MW, 10 MW ve 24,4 MW'lık üç farklı senaryo oluşturulmuştur.

Lisanssız elektrik üretim kriterleri dikkate alınarak oluşturulan GES ve RES'lerin, Milas'ta faaliyet gösteren 236 işletmenin yıllık enerji ihtiyacını karşılama oranları %5'in altında kaldığı tespit edilmiştir. Her iki işletme türü içinde ürün maliyeti içerisindeki enerji payının %30 olduğu düşünülürse, bu oran, ürün maliyetinden %1,5'lük kazanım oluşturacaktır.

Eğer çok daha büyük bir katkı sağlanması gerekiyorsa, lisanslı elektrik üretim kriterlerine göre yüksek kapasiteli santrallere ihtiyaç duyulacaktır. Bölgenin güneş enerjisi potansiyelinin lisanslı santral kurulum kriterlerine uymadığından, tek alternatif olarak karşımıza çıkan RES'lerin değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu çalışma kapsamında, toplam talebi karşılamak için gerçekleştirilen analiz sonuçlarına göre 24,4 MW'lık bir RES'in ihtiyacın tamamını karşılayacak düzeyde olduğu saptanmıştır. Bu büyüklükteki bir santralin yatırım maliyeti,

yaklaşık 29.738.800\$ civarındadır. Aynı zamanda 24,4 MW'lık tesisin yıllık getirisi ise, YEKDEM destek fiyatları baz alınarak 4049627\$ ve yatırımın geri ödeme süresi 7,3 yıl olarak hesaplanacaktır. Eğer işletmelerin ortalama enerji maliyetleri dikkate alınarak tesisin getirisi hesaplanacak olursa, RES yatırımının geri ödeme süresi 3,8 yıla düşecektir.

Yukarıdaki bilgilerin ışığı altında, Milas'ta faaliyet gösteren 236 işletme için lisanssız elektrik üretim kriterlerine dikkate alınarak oluşturulacak uygun çözümün raporda belirtilen noktaya GES tesisinin kurulması daha anlamlı olacaktır. Zira GES'in RES'e göre ekonomik değerlendirme kriterlerine yatırım karlılığı hem daha yüksek, hem de geri ödeme süresi daha düşüktür.

Eğer, lisanslı elektrik üretim kriterlerine göre bir değerlendirme yapmak gerekirse, zaten tek alternatif olan 24,4 MW'lık Rüzgar Enerji Santralinin bu rapor içerisinde dikkate alınan noktaya kurulması hem ekonomik, hem de etkin bir çözüm olacaktır. Özellikle 24,4 MW'lık RES'in karlılığı ve geri ödemesi süresi, tüm alternatifler içerisinde Milas'ta faaliyet gösteren bu 236 işletme için en efektif çözümü oluşturmaktadır.

8. KAYNAKLAR

- [1] Durak M., (2009) "1. Türkiye Güneş Enerjisi Kursu". TMMOB Meteoroloji Mühendisleri Odası, Ankara.
- [2] Özgöçmen. A., (2007). "Güneş Pilleri Kullanarak Elektrik Üretimi". Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- [3] ETKB, (2014). "Dünya ve Ülkemiz Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü". Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. Strateji Geliştirme Başkanlığı. Ankara.
- [4] IEA, (2013). "World Energy Outlook 2013". <http://iiecec.sabanciuniv.edu/sites/iiecec.sabanciuniv.edu/files/WORLD-ENERGY-OUTLOOK-2013-özetbulgular.pdf>.
- [5] REN21, (2014). "Renewables 2014 – Global Status Report". http://www.ren21.net/portals/0/documents/resources/gsr/2014/gsr2014_full%20report_low%20res.pdf.
- [6] GEKA, (2012). "Enerji Sektörü Raporu". Güney Ege Kalkınma Ajansı. Denizli.
- [7] WWE, (2011). "World Wind Energy Report 2010". http://www.wwindea.org/home/images/stories/pdfs/worldwindenergyreport2010_s.pdf.
- [8] TUREB, (2014). "Türkiye Rüzgâr Enerjisi İstatistik Raporu". Türkiye Rüzgâr Enerjisi Birliği. Ankara.
- [9] http://www.chemistryviews.org/details/ezine/6548231/Renewable_Energy_Trends_in_2013.html.
- [10] <http://wiki-solar.org/map/world.html>.
- [11] EMO, (2012). "Enerji Verimliliği Raporu". TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası, Ankara.
- [12] DEK-TMK, (2009). "Dünya'da ve Türkiye'de Güneş Enerjisi", Dünya Enerji Konseyi, Türk Milli Komitesi, Ankara.
- [13] Metin, İ., Bedikhan, R., Kuru, İ., Demirayak, Z., Alaca, O., Görgülü, C., Kabul, Ç., Kurttekin, A., Yortanlıoğlu, E., Gören, N., Güllüpnar, S., (2009). "Güneş Enerjisi ile Elektrik Üretimi", EMO, Ankara.
- [14] Burger, B., (2014). "Electricity production from Solar and Wind in Germany in 2013". Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems, Freiburg, Germany.
- [15] RED (RED eléctrica de España) (2014)., "The Spanish Electricity System – Preliminary Report 2013", RED, Madrid, Spain, www.ree.es/sites/default/files/downloadable/preliminary_report_2013.pdf.

- [16] SPV Market Research, (2014). "Photovoltaic manufacturer Shipments: Capacity, Price & Revenues 2013", Report SPV-Supply.
- [17] Barbose, G. et al. (2013). "Tracking the Sun VI". Berkeley Laboratories, Berkeley, CA, United States.
- [18] BNEF, (2014). "Solar Spot Price Index". Bloomberg New Energy Finance.
- [19] GSE, (2014). "PV in Italy: Generation Costs and Value Chain". Gestore dei Servizi Energetici.
- [20] TEİAŞ, (2014). "Türkiye'nin yakıt cinsi kurulu güç dağılımı". www.teias.gov.tr/yukdagitim/kuruluguc.xls
- [21] Türkiye'deki Enerji Santralleri, <http://www.enerjiatlas.com/gunes/>, Ocak-2015.
- [22] Şimşek, B., Bizkevelci, E., (2013). "Fotovoltaik Güneş Elektrik Santrallerinin Alçak Gerilim Şebekesine Bağlantı Esasları", III. Elektrik Tesisat Ulusal Kongre Ve Sergisi, Ankara.
- [23] Çolak, L., (2012). "Güneş Enerjisi Uygulamalarının Yaygınlaştırılmasında Yük Faktörü, Ar-Ge Destekleri ve Teşviklerin Önemi". Başkent Üniversitesi, Ankara.
- [24] EİE, (2014). "Türkiye'de Güneş Enerjisi, Güneş Enerjisi Potansiyeli". <http://www.eie.gov.tr/eie-web/turkce/YEK/gunes/tgunes.html>.
- [25] Çalışkan M., (2012). "Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli". http://www.dmi.gov.tr/ILES/haberler/2010/retsseminer/2_Mustafa_CALISKAN_RITM.pdf.
- [26] IEA, (2012). "Energy Statistics of Non-OECD Countries (2012 edition)". <http://www.iea.org/media/training/presentations/statisticsmarch/StatisticsofNonOECDCountries.pdf>.
- [27] Kacan E., (2015). "Renewable energy awareness in vocational and technical education". Renewable Energy 76: 126-134.
- [28] Kacan E, Ulgen K., (2012). "Energy analysis of solar combisystems in Turkey". Energy Conversion Management, 64: 378-86.
- [29] Milas Belediyesi, (2015). "Tarihçe". <http://www.milas.bel.tr/milas-a-ozel/tarihce/>
- [30] Milas Kaymakamlığı, (2015). "Coğrafi Yapı". http://www.milas.gov.tr/default_b0.aspx?content=180
- [31] Turan, Ö., Öztuna, S., (2013). "Milas'taki Kentleşme Sürecinin Türkiye Genelinden Farklılaşması ve Nedenleri TÜBİTAK Ortaöğretim Öğrencileri Arası Araştırma Projeleri Yarışması Raporu". T.C. Milas Kaymakamlığı Milas Anadolu Lisesi, Milas.

EKLER

EK 1 ENERJİ İHTİYACINI BELİRLEME ANKETİ

EK 2 NOKTASAL VE ALANSAL RÜZGAR KAYNAK BİLGİSİ

ENERJİ İHTİYACINI BELİRLEME ANKETİ

FİRMA ADI			
ADRESİ			
ENLEM		BOYLAM	
BAĞLANTI ŞEKLİ	<input type="checkbox"/> AG	TRAFO KAPASİTESİ kVA
	<input type="checkbox"/> OG		
	<input type="checkbox"/> YG		
TARİFE	<input type="checkbox"/> SABİT İNDİRİMLİ TARİFE		
	<input type="checkbox"/> SABİT FİYATLI TARİFE		
	<input type="checkbox"/> ESNEK TARİFE		

YIL*	AY	GÜNDÜZ	PUANT	GECE	TOPLAM	BEDELİ
		(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(TL)
2014	1	2480	1124	1993	5597	1.746,60
	2	2131	1016	1948	5095	1.570,90
	3	2333	1077	1995	5405	1.675,80
	4	1999	911	1554	4464	1.405,10
	5	1657	776	1258	3691	1.169,70
	6	1726	787	1397	3910	1.224,10
	7	1807	781	1453	4041	1.258,20
	8	2043	926	1778	4747	1.470,00
	9	2847	1285	2117	6249	1.931,70
	10	2763	1275	2077	6115	2.063,80
	11	2515	1127	1838	5480	1.849,90
	12					

YIL*	AY	GÜNDÜZ	PUANT	GECE	TOPLAM	BEDELİ
		(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(TL)
2013	1	2705	1285	2320	6310	1.960,60
	2	1135	581	1038	2754	856,20
	3	1165	553	898	2616	825,20
	4	1550	703	1135	3388	1.072,00
	5	1845	863	1411	4119	1.300,60
	6	1838	858	1401	4097	1.294,00
	7	2885	1325	2154	6364	2.010,70
	8	2606	1181	1915	5702	1.802,40
	9	2837	1309	2117	6263	1.980,10
	10	2820	1249	2114	6183	1.944,00
	11	2527	1142	1849	5518	1.744,90
	12	3029	1464	2380	6873	2.170,30

ENERJİ İHTİYACINI BELİRLEME ANKETİ

FİRMA ADI			
ADRESİ			
ENLEM		BOYLAM	
BAĞLANTI ŞEKLİ	<input type="checkbox"/> AG	TRAFO KAPASİTESİ kVA
	<input type="checkbox"/> OG		
	<input type="checkbox"/> YG		
TARİFE	<input type="checkbox"/> SABİT İNDİRİMLİ TARİFE		
	<input type="checkbox"/> SABİT FİYATLI TARİFE		
	<input type="checkbox"/> ESNEK TARİFE		

YIL*	AY	GÜNDÜZ	PUANT	GECE	TOPLAM	BEDELİ
		(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(TL)
2012	1	1736	865	1621	4222	1.163,30
	2	1053	426	774	2253	620,10
	3	1306	634	1022	2962	815,20
	4	1942	877	1420	4239	1.274,00
	5	1906	884	1431	4221	1.268,50
	6	2015	919	1472	4406	1.324,20
	7	2362	1081	1735	5178	1.556,00
	8	2744	1267	2030	6041	1.815,30
	9	2721	1248	2168	6137	1.844,20
	10	3087	1398	2584	7069	2.191,00
	11	2429	1206	2104	5739	1.809,90
	12	2889	1391	2525	9805	2.112,30

YIL*	AY	GÜNDÜZ	PUANT	GECE	TOPLAM	BEDELİ
		(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(TL)
2011	1	1399	633	1214	3246	704,80
	2	506	218	611	1335	271,80
	3	653	273	670	1596	332,40
	4	1406	637	1428	3471	732,40
	5	1437	655	1115	3207	707,10
	6	1300	544	1131	2975	637,00
	7	1053	428	976	2457	518,70
	8	1560	578	1269	3407	725,70
	9	2610	991	2088	5689	1218,60
	10	1887	762	1543	4192	1097,00
	11	2950	1302	2435	6687	1764,90
	12	2285	1071	1999	5355	1417,60

ENERJİ İHTİYACINI BELİRLEME ANKETİ

FİRMA ADI			
ADRESİ			
ENLEM		BOYLAM	
BAĞLANTI ŞEKLİ	<input type="checkbox"/> AG	TRAFO KAPASİTESİ kVA
	<input type="checkbox"/> OG		
	<input type="checkbox"/> YG		
TARİFE	<input type="checkbox"/> SABİT İNDİRİMLİ TARİFE		
	<input type="checkbox"/> SABİT FİYATLI TARİFE		
	<input type="checkbox"/> ESNEK TARİFE		

YIL*	AY	GÜNDÜZ	PUANT	GECE	TOPLAM	BEDELİ
		(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(TL)
2009	1	1422	744	1371	3537	858,60
	2	814	393	678	1885	462,90
	3	846	401	723	1970	483,80
	4	916	425	708	2049	503,20
	5	1485	684	1105	3274	804,10
	6	1680	738	1359	3777	826,60
	7	1721	742	1263	3726	825,60
	8	1879	873	1393	4145	926,30
	9	2093	965	1553	4611	1029,20
	10	1734	846	1358	3938	878,90
	11	1771	807	1450	4028	884,40
	12	1171	550	912	2633	585,00

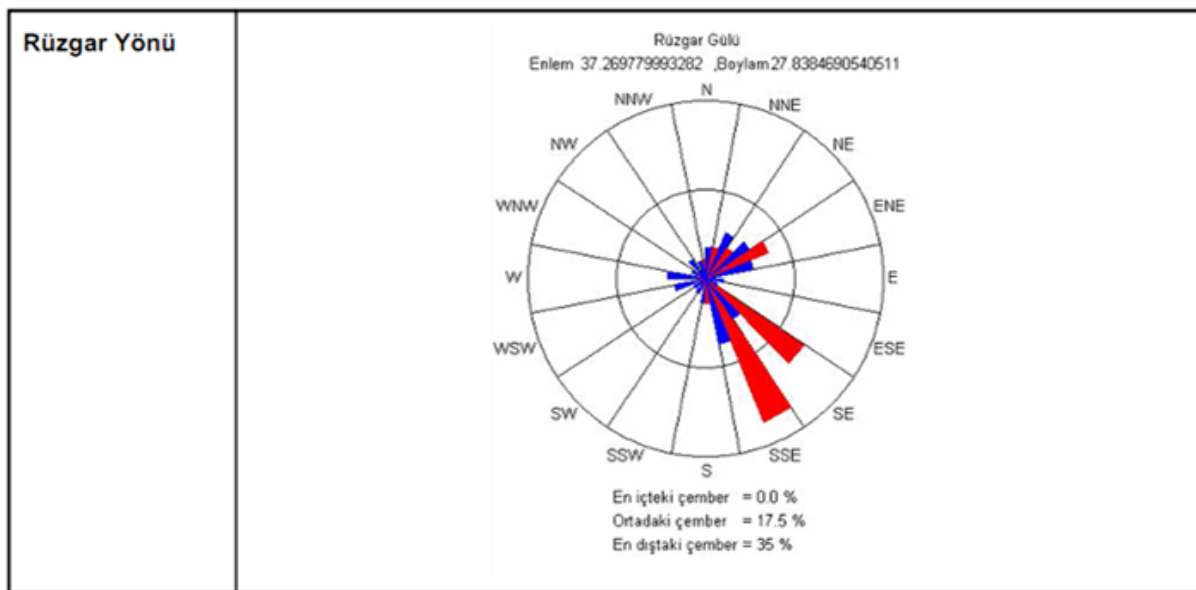
YIL*	AY	GÜNDÜZ	PUANT	GECE	TOPLAM	BEDELİ
		(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(TL)
2009	1	1057	41	764	1862	413,64
	2	334	11	401	749	168,10
	3	2	20	40	62	13,91
	4	17	66	163	246	55,01
	5	32	55	285	372	82,16
	6	12	34	467	513	113,3
	7	327	120	557	1004	221,8
	8	833	386	620	1839	406,2
	9	966	428	821	2215	489,2
	10	921	396	917	2234	537,4
	11					
	12	1759	890	1693	4342	1.051,80

ENLEM 37.269779993282
BOYLAM 27.8384690540511

SAĞA DEĞER (E) 574339.992907895
YUKARI DEĞER (N) 4125130.03565147
ZONE HARFİ S
ZONE NUMARASI 35

14/1/2015

YILLIK ORTALAMA RÜZGAR HIZI (m/s)	
30m	6.11
50m	6.59
70m	6.76
100m	6.96



WEIBULL c-parametresi	
30m	6.99439
50m	7.22255
70m	7.37218
100m	7.52974

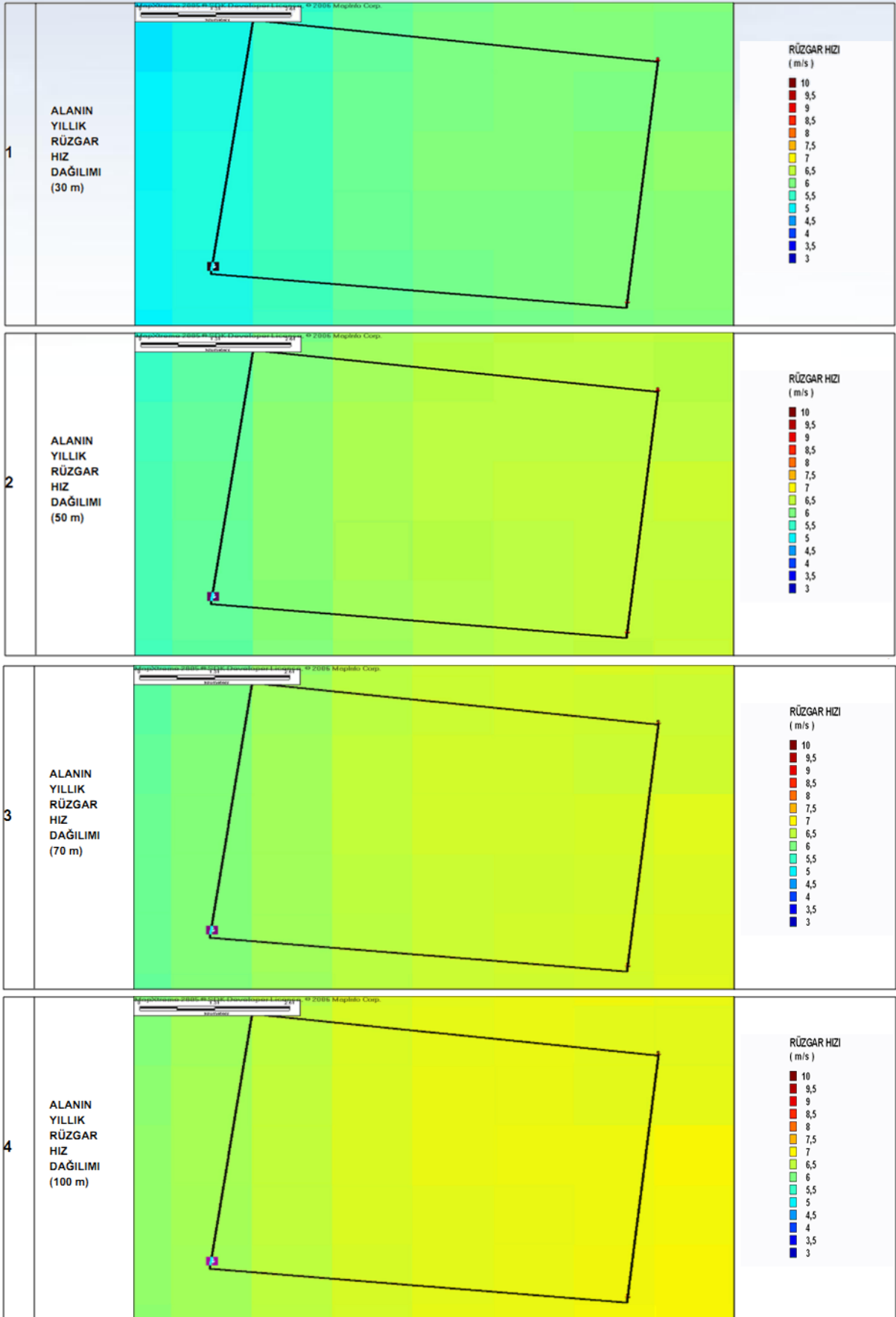
WEIBULL k-parametresi	
30m	1.46711
50m	1.38861
70m	1.34131
100m	1.29425

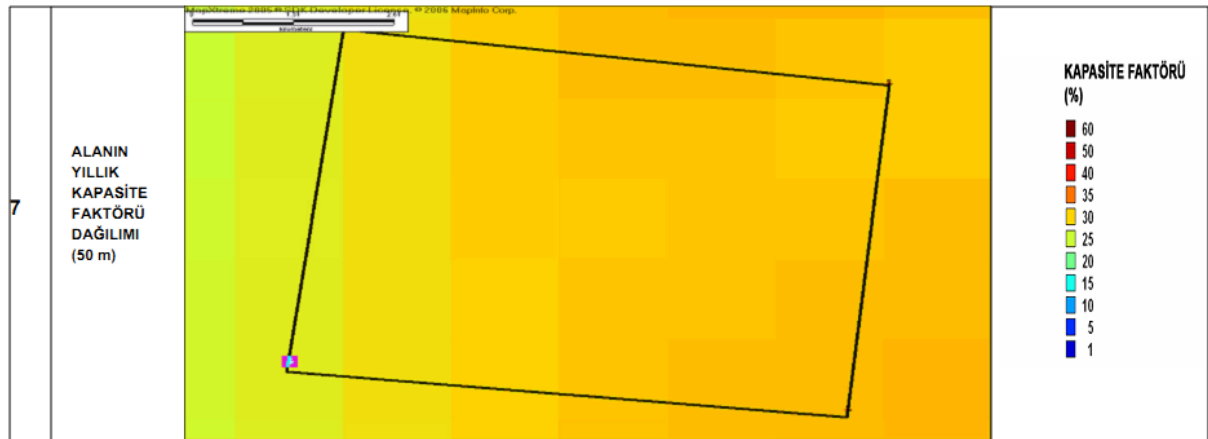
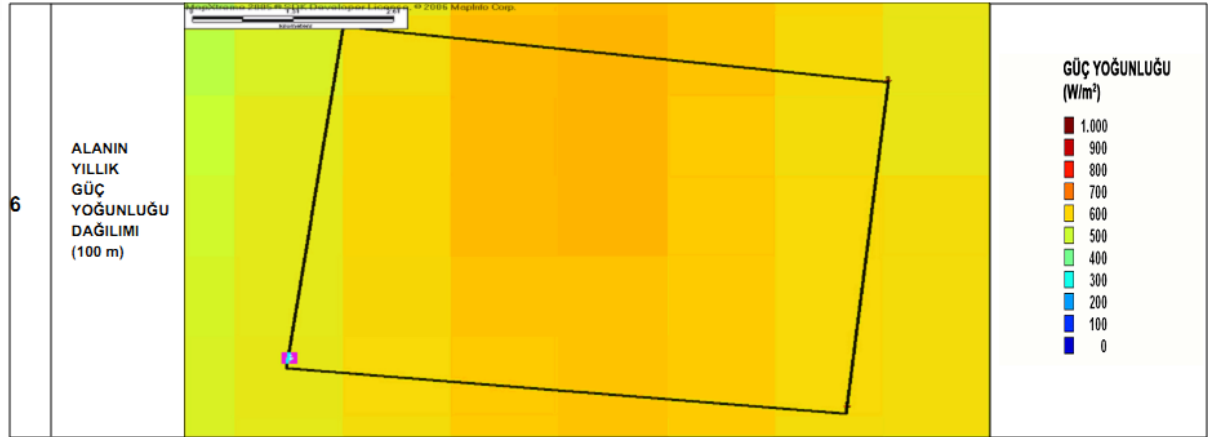
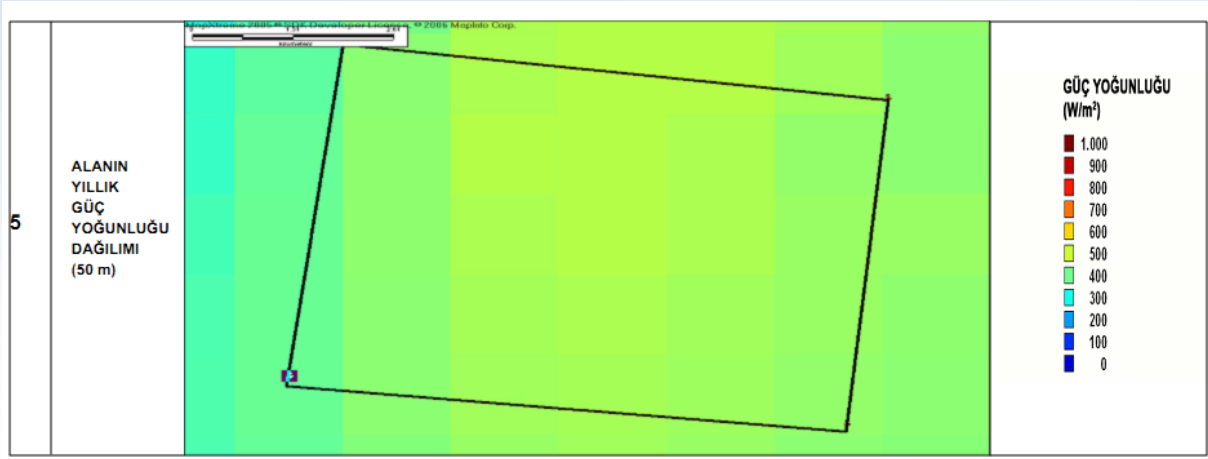
YILLIK GÜÇ YOĞUNLUĞU (W/m²)	
50m	491.28
100m	648.89

YILLIK KAPASİTE FAKTÖRÜ (%) (*)	
50m	% 30.623

ENERJİ ÜRETİMİ - 50m (kWh/yıl) (*)	
	2682568.72681567

(*) Suzlon S64/1000 türbin modeli kullanılarak hazırlanmıştır.



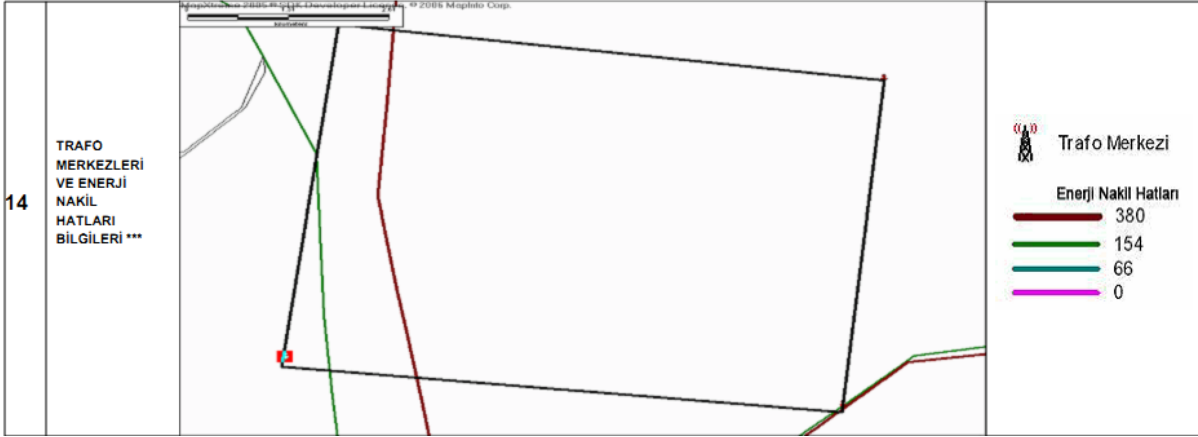
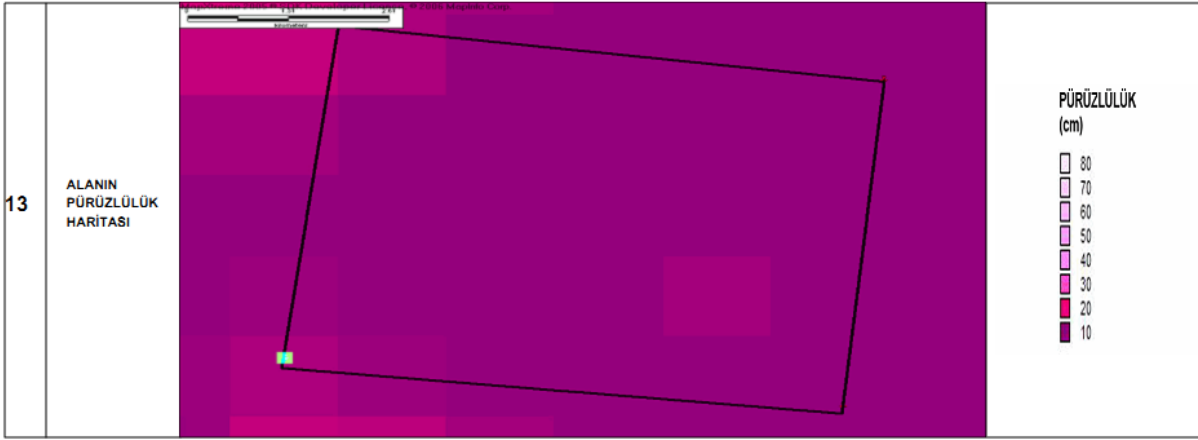


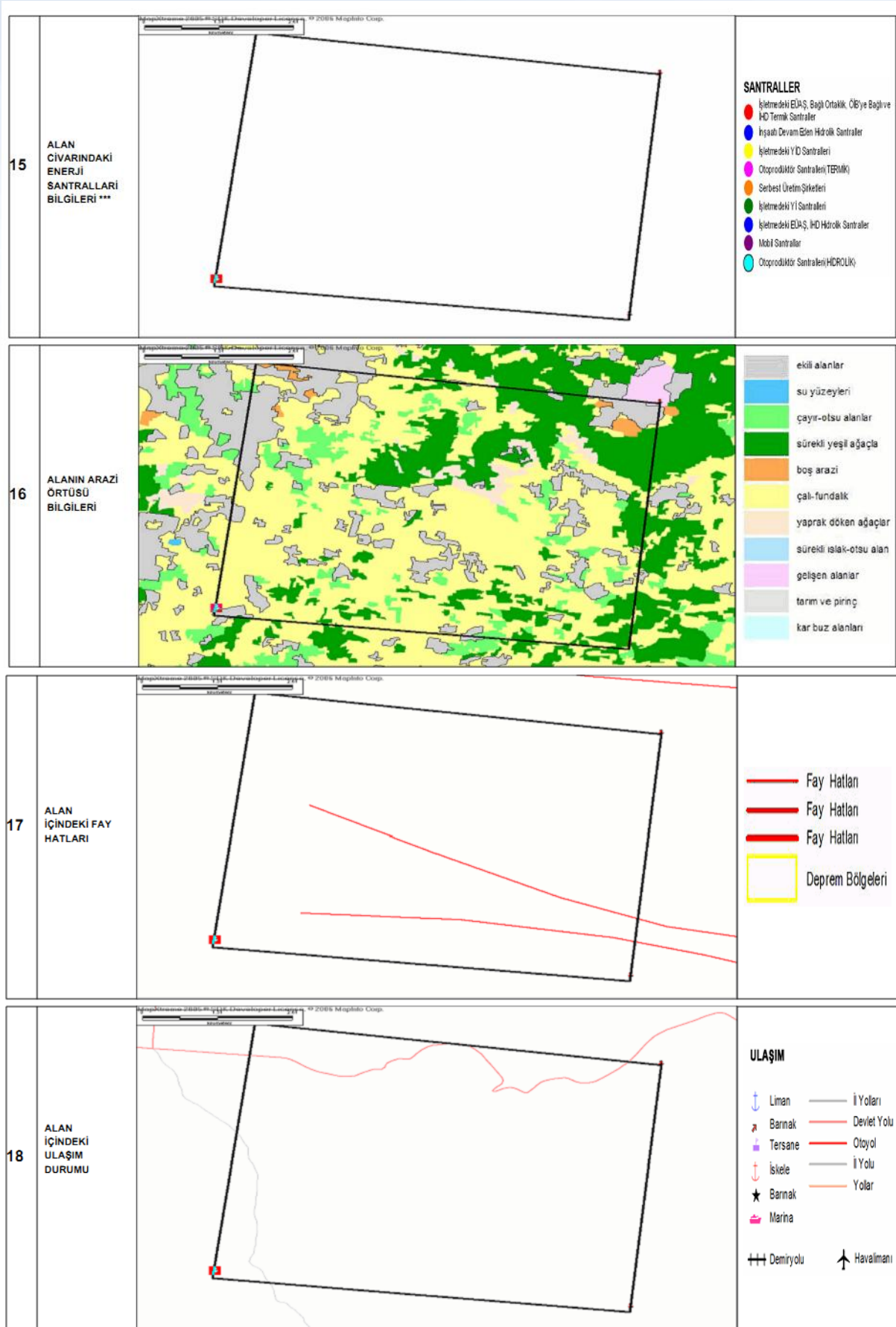
	Yoğunluk (kg/m ³)	Rüzgar Hızı (m/s)	Rüzgar Güç Yoğunluğu (W/m ²)	
8	ALANIN YILLIK MİNİMUM RÜZGAR İSTATİSTİKLERİ (50m için)	1.11115	5.94	410.5
9	ALANIN YILLIK ORTALAMA RÜZGAR İSTATİSTİKLERİ (50m için)	1.16	6.38	455.98
10	ALANIN YILLIK MAKSİMUM RÜZGAR İSTATİSTİKLERİ (50m için)	1.19867	6.62	500.41

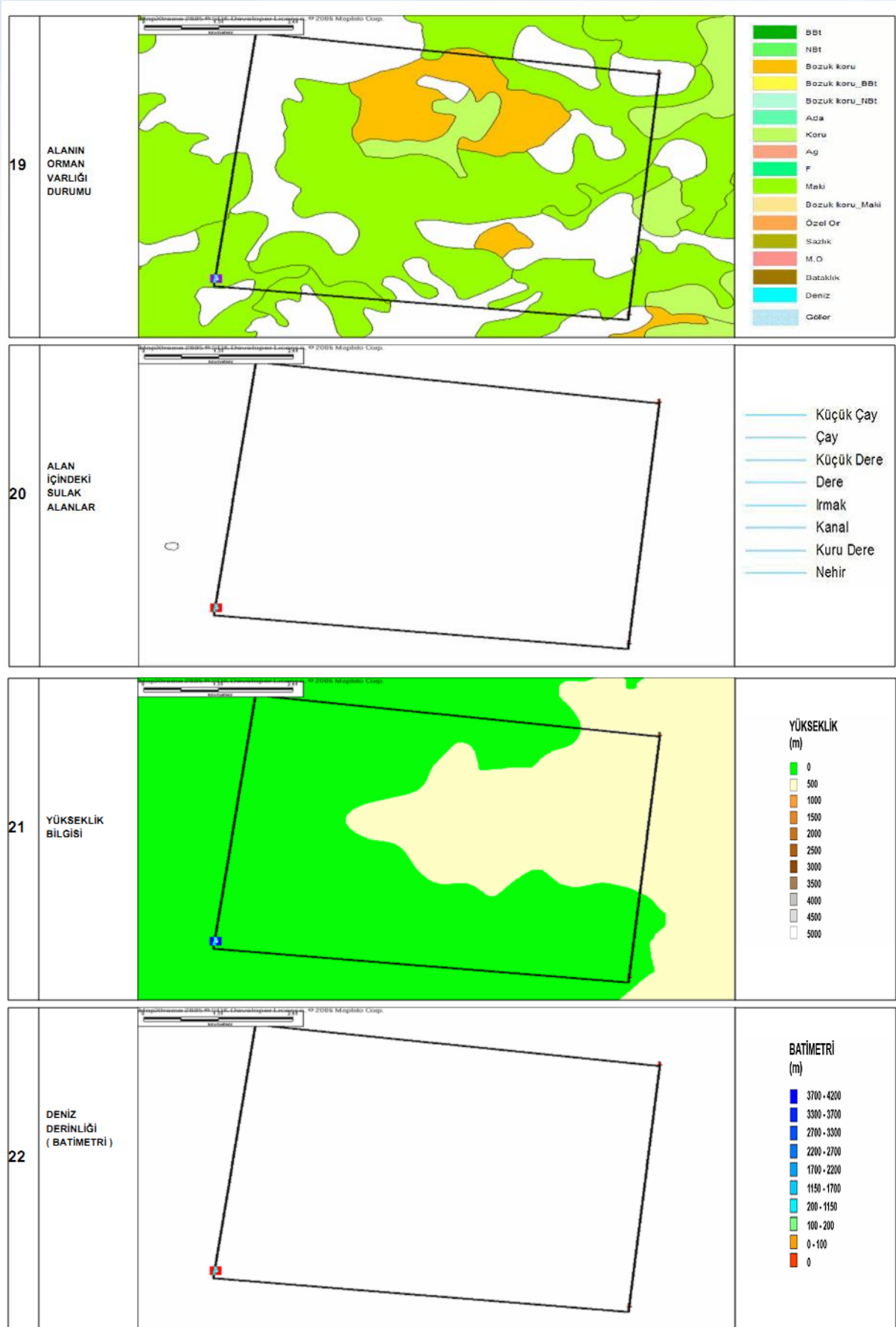


12 SEÇİLEN ALANDA RÜZGAR HIZLARINA GÖRE KURULABİLECEK RÜZGAR SANTRALI KAPASİTELERİ (MW) **

Rüzgar Kaynak Derecesi	Rüzgar Sınıfı	Rüzgar Güç Yoğunluğu (W/m ²)	Rüzgar Hızı (m/s)	Toplam Alan (Km ²)	Yüzdesi (%)	Toplam Kapasite (MW)
Çok Zayıf	1	<200	0-6	0	0	0
Zayıf	2	200-300	6 - 6.8	0	0	0
Orta	3	300-400	6.8 - 7.5	0	0	0
İyi	4	400-500	7.5 - 8.1	13.6	32.1	68
Mükemmel	5	500-600	8.1 - 8.6	0	0	0
Mükemmel	6	600-800	8.6 - 9.5	0	0	0
Mükemmel	7	>800	> 9.5	0	0	0
Toplam				13.6	32.1	68







(*) Rakımı 1500 m ve arazi eğimi %20'den fazla olan yerler, çevre koruma alanları, sit alanları, yerleşim birimleri, deniz derinliği 50 m'den derin olan denizler kullanılamaz alan olarak kabul edilmiştir.

(**) 1 km² lik alana 5 MW gücünde rüzgar santrali kurulabileceği ve türbin hub yüksekliğinin 50 m olduğu kabul edilmiştir.

(***) Bu bilgiler güncel olmayabilir. İlgili kurumlardan görüş alınması önerilir.