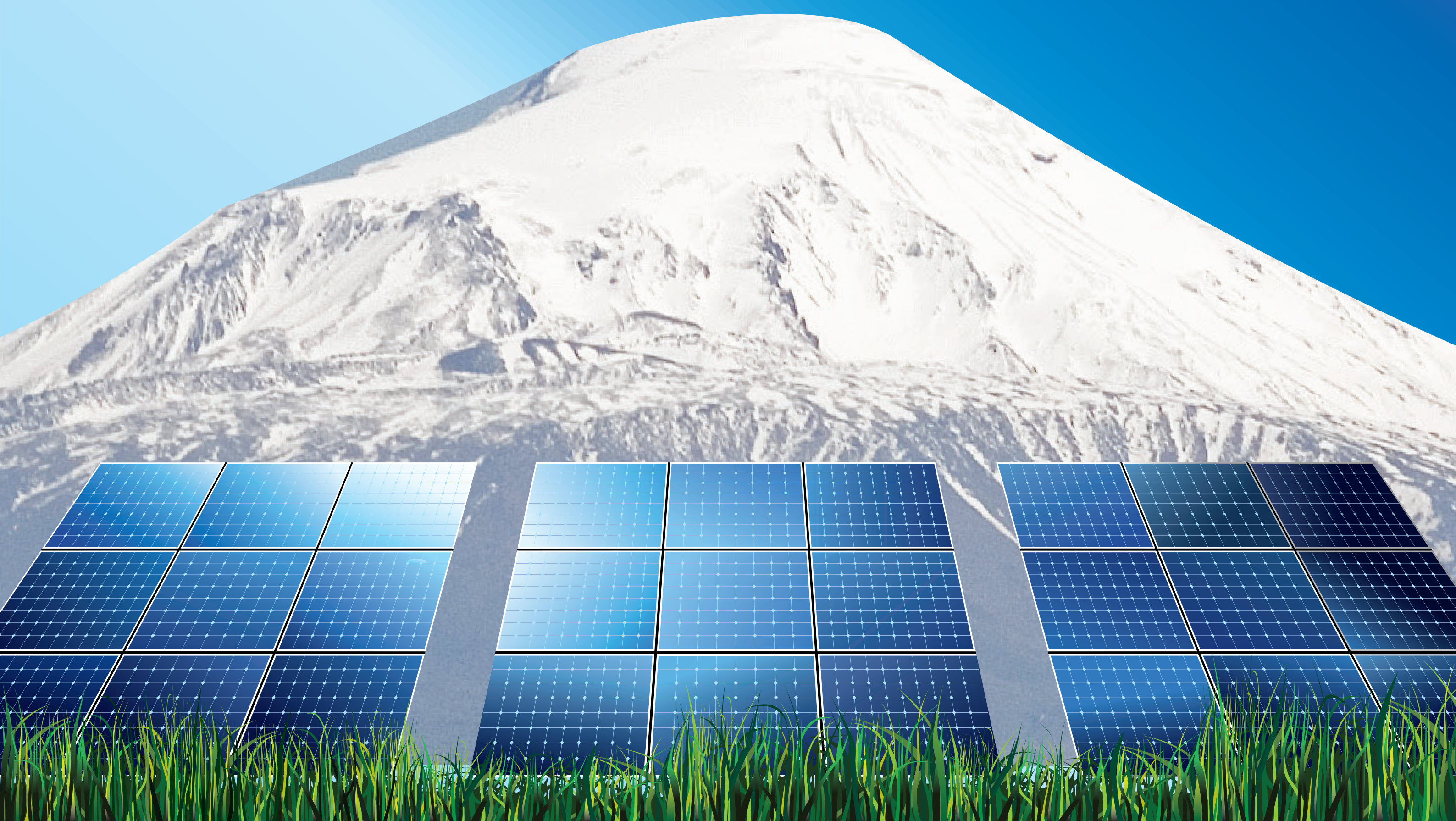
SERKA
SERHAT KALKINMA AJANSI
DEVELOPMENT AGENCY

metosfer®
O'na güvenin!

IĞDIR VE FV GÜNEŞ ELEKTRİĞİ
Güneş İlk Iğdır'dan Doğar

IGDIR AND PV SOLAR ELECTRICITY
Sun rises from Igdir first

2016



IĞDIR VE FV GÜNEŞ ELEKTRİĞİ

Özet

-Güneş ilk Iğdır'dan doğar!..-

IĞDIR AND PV SOLAR ELECTRICITY

Abstract

-Sun rises from Igdir first!..-

Proje sahibi / Project owner

Serhat Kalkınma Ajansı (SERKA) (Iğdır Yatırım Destek Ofisi)

Serhat Development Agency Igdir Investment Suport Office

Proje / Project

Bu araştırma ve geliştirme çalışması, SERKA tarafından, *Iğdır İli Güneş Enerjisinden Elektrik Üretme Potansiyelinin Tespitine Yönelik Araştırma Geliştirme Faaliyeti* kapsamında Metosfer Enerji Mühendislik ve Meteoroloji Hizmetleri Ticaret Limited Şirketi'ne yaptırılmıştır.

This research and development study is prepared by Metosfer Energy Engineering and Meteorological Services Trading Limited Company as part of *Research & Development of Igdir Province Towards the Detection of Potential Electricity Generation from Solar Energy* by SERKA

Hazırlayan / Preparer

Dr. Levent YALÇIN

Araştırmacı / Researcher

Tasarım / Design

Akıllı Tasarım

1. Baskı / Print

Ekim / October 2016

ISBN NO: 978-605-66913-0-0

IĞDIR VE FV GÜNEŞ ELEKTRİĞİ / IGDIR AND PV SOLAR ELECTRICITY

Iğdır içerisinde bulunduğu Doğu Anadolu Bölgesinin genel iklim niteliklerinden oldukça farklı iklimsel özellikler taşıyan, bir mikro-klima bölgesidir. Türkiye coğrafyasında % 1'in altında alansal büyüklüğe sahip Iğdır, bölgesel ve ulusal coğrafik ve meteorolojik analizlerde göz ardı edilebilmekte, eksik değerlendirmelere maruz kalabilmektedir. Az yağışı, açık havası ve bol güneşiyle tanınan Iğdır'ın bugüne kadar güneş enerjisi ile anılmıyor olması, herhangi bir kurulum yapılmamış olmasının da tetiklemesiyle, bölgenin özellikle FV Güneş Elektriğine olan uygunluğunun araştırılması ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Yapılan çalışmanın bir özeti ilgililer için bu kitapçıkta derlenmiştir.

Igdir region has a specific micro-climate which possesses a quite different climatological characteristics then the surrounding East Anatolian Region. Covering less then 1 % of Turkey's surface area, Igdir's specific micro climate is sometimes ignored in regional and national geographical and meteorological analyses. The reason that Igdir - known as having low precipitation, clear skies and high sunshine duration - is not yet associated with solar energy, and also no solar energy plant has yet been established in the area, triggered this study to research the suitability of the region for PV solar electricity. The summary of this study is presented in this booklet for the stakeholders.

Türkiye hem taraf olduğu İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi gereği politik ve hukuki olarak hem de sosyo-ekonomik ve stratejik olarak genelde yenilenebilir enerji, özelde ise güneş enerjisine ilgi duymalıdır. Dünya bu yöne gitmektedir. Konvansiyonel enerji kaynağı yoksunu bir ülke olarak Türkiye, her yıl büyüyen enerji talebini karşılamak adına yerli, yeterli, yeni ve yenilenebilir (4Y) enerji kaynaklarının arzını sağlamak durumundadır.

Turkey, due to political and legal binding of Climate Change Framework Programme as well as socio-economical and strategic reasons, should have a strong interest on renewable energy in general and solar energy specifically. Other countries are also progressing this way. Turkey, having insufficient conventional energy resources, must provide national, sufficient, new and renewable energy resources to be able to supply to ever growing energy demand.

2016 Mayıs ayında yayınlanan 65. Hükümet Programı'nda *Yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarımızın mümkün olan en üst düzeyde değerlendirileceği* ilgili kurum ve kuruluşlara ödev olarak verilmiştir. 2019 ulusal hedefimiz "***Güneş enerjisine dayalı kurulu gücün 3.000 MW'a çıkarılması***"dır. Ağustos 2016 itibariyle kurulu güç ancak 562 MW'tır!

The highest possible utilization of national and renewable energy resources are given as the primary study area to related state services and organizations by the 65th Government programme that is published on May 2016. Our national target by 2019 is "**to increase solar energy production to 3000 MW**". The established power is only 562 MW as of August 2016.

Dünya elektrik tüketimi sıralamasında, yıllık % 6'lık artış hızı ve 264 bin GWh/yıl ile ilk 20'de bulunan Türkiye, birincil enerji arzını % 75 oranında fosil kaynakların ithalatıyla karşılamaktadır. Bu dışa bağımlılık ve yüksek karbon salımı ekonomik, stratejik ve çevresel sorunlara sebep olmaktadır.

Turkey is the 20th biggest electricity consumer in the world and 75 % of primary energy demand is supplied by foreign exports. Annual increase on electricity demand is around 6 % and reaches to 264,000 GWH/year. Dependency on foreign exports and high carbon emissions cause economical, strategic and environmental problems.

Bu kaygılarla 2005 yılından itibaren mevzuat düzenlemeleri yapılarak 2013 yılında güneşten elektrik üretimi için lisanslama süreci başlatılmıştır. Ancak geride kalan 11 yıllık dönemde Iğdır'da lisanslı lisanssız arazi veya çatı Fotovoltaik güneş elektrik santrali (FV GES) uygulaması yapılmamıştır.

With these considerations, legislative arrangements have been initiated since 2005 and licensing period for solar electricity production has been started since 2013. But during this 11 year period, there has been no, licensed or non-licensed, land based or roof attached PV solar energy plant in Igdir.

2011 tarihli ETKB Güneş Enerjisine Dayalı Üretim Tesislerinin Bağlanabileceği Trafo Merkezleri ve Kapasiteleri belgesine göre Iğdır sınırları içerisinde ~13 km^2 FV GES alanı yatırım yapılabilir olarak görülmektedir. Müştemilatıyla birlikte 1 MW kurulum için 20.000 m^2 alana ihtiyaç duyulduğu varsayımıyla basit hesapla Iğdır'da 650 MW FV GES kurulumu yapılabilecek alan bulunmaktadır. Bu değer 600 MW açıklanan Türkiye lisanslı GES kapasitesinin tamamını karşılayacak bir büyüklüktür.

Based on MENR's (Ministry of Energy and Natural Resources) 2011 report on "Power distribution units and capacities on which solar energy production plants can be connected to", there is a ~13km^2 of area that could be feasible for PV Solar energy plant investment in Igdir region. With the assumption of requiring 20,000 m^2 area (that includes the required buildings) for 1 MW of production plant, there is roughly potential land to establish around 650 MW PV Solar energy plant in Igdir region. This is a large enough area to provide the complete 600 MW licensed solar energy plant requirement for Turkey.

ETKB Türkiye'de ilk kez, güneşten elektrik üretme için lisanslama sürecini başlatırken, Verimli bir yatırım için -GEPA değerleri ile- yatay yüzeye gelen yıllık toplam güneş ışıması alt sınır değerinin 1620 kWh/m^2-yıl olması gerektiği esas kabul edilmiştir. GEPA'ya göre Güneşlenme süresi sıralamasında 2. sıra gibi çok yüksek bir güneşlenme süresine sahip Iğdır GEPA güneş ışıması sıralamasında 46. sırada görülmektedir. Bu çalışmayla ise Iğdır için farklı kaynaklar ortalaması olarak 1636 kWh/m^2-yıl'lık bir küresel güneş ışıması potansiyeli hesaplanmaktadır.

When MENR initiated the solar electricity production licensing period for the first time in Turkey, it was agreed that for a high yield investment, total annual solar radiation to a horizontal surface should be 1620 kWh/m^2-year in minimum based on GEPA (Solar Potential Atlas for Turkey) standards. Based on GEPA, Igdir has a very high sunshine duration, securing a 2. position nationally, and is listed as 46th on solar radiation. In this report, Igdir's solar radiation potential based on the mean of various studies is computed to be around 1636 kWh/m^2-year.

Bir FV sistem tasarımı yapabilmek için küresel güneş ışıması verisine ihtiyaç duyulur. Bu araştırma geliştirme projesi kapsamında MGM doğrudan ölçüm verileri de dahil 10 ayrı yöntem ve kaynaktan Iğdır için FV güneş elektrik üretimine yönelik bir enerji potansiyeli çalışılmış; Iğdır'ın FV GES'ler için Türkiye'deki uygun bölgelerden biri olduğu tescillenmiştir.

Global solar radiation data is required to design a PV system. In the context of this research and development project, energy potential based on PV solar electricity production for Igdir has been studied by using 10 different method and resource including direct observation data from TSMS (Turkish State Meteorological Service). By this study, it has been registered that Igdir is one of the suitable regions in Turkey for FV GES.

Nihai olarak edinilen senaryo ve simülasyonların maliyet analizlerinde hesaplanan 5-7 $c/kWh'lik FV güneş elektriği maliyeti LCOE bazında hesaplandığında 6-8 $c/kWh'e ulaşır. Bu değer bile IRENA'nın *Değişimin Gücü, Güneş ve Rüzgar Maliyet Düşüş Potansiyeli* raporunda öngördüğü 2025 yılı 5-6 $c/kWh FV elektrik üretim tahmini değerinin, Iğdır koşullarında hemen hemen 2016 yılında yakalanabileceğini göstermektedir. FV GES ile üretilen elektrik öz tüketim amaçlı kullanılabileceği gibi ihtiyaç fazlası da, 10 yıl süre ile görevli tedarik şirketleri vasıtasıyla 133 $/MWh fiyattan alınır. Ayrıca FV GES'te, yerli aksam kullanılmış ise 70 $/MWh'e kadar beş yıl süreyle ilave edilir.

5-7 $c/kWh FC solar electricity production cost that was calculated as cost analysis of scenarios and simulations, reaches to 6-8 $c/kWh when computed based on LCOE (Levelized energy cost analysis). In IRENA's report on *Power of Change, Solar and Wind cost decrease potential,* PV electricity production cost is expected to be 5-6 $c/kWh in 2025 and this value can be achieved in Igdir's case almost in 2016. As well as using the electricity produced by FV GES (PV Solar Power Plant) for local consumption, energy surplus is guaranteed to be bought via supply companies at a 133 $/MW rate for 10 year period. In addition to that, if FV GES uses nationally produced equipment, an extra 70 $/MW is added for the first 5 years.

Iğdır'ın toprak yapısı ve arazi kullanım verileri incelendiğinde 8 ayrı sınıf toprak sınıflandırmasına tabi olduğu görülür. İlk 4 sınıf toprakta daha çok tarımsal faaliyet yapılmaktadır. 5 ve 6. sınıf topraklar da çayır mera, otlak veya kuru tarım alanı olarak değerlendirilebilmektedir. 8. sınıf toprak yapısı ise daha çok tarım yapılmayan dağlık ve engebeli alanları işaret eder. FV GES kurulumu için uygun toprak sınıfının ise 7 olduğu değerlendirilmiştir. 7. sınıf toprak büyüklüğü 106.652 ha alanı ile ilin % 31'lik kısmını kaplar. Bu çalışmada çatı ve binaya entegre FV GES'ler haricinde kurulacak güneş tarlaları veya muhtemel Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanı (YEKA) için hedef araziler 7. sınıf'tır.

There are 8 different land classification in Igdir based on soil structure and land usage data. There are agricultural activities in the first 4 types. 5th and 6th type lands are classified as grassland, dry-agricultural land and pasture. 8th type land covers non-agricultural areas such as hills and mountains. The land class for FV GES plants is the 7th. 7th class land area covers 106652 hectares and corresponds to 31 % of the city's surface area. The target areas - excluding the building roof and urban integrated units - for solar farms and renewable energy resource areas (YEKA) are class 7.

Iğdır'ın meteorolojik analizleri değişken bazlı yapıldığında ortaya çok çarpıcı sonuçlar çıkmıştır. Son 60 yıldır sıcaklığın düzenli olarak artış göstermesi, doğrudan küresel ısınma ile ilişkilendirilebilir. 1950'lerde 11,6 °C olan ortalama sıcaklık 2010'lara geldiğimizde tam 1 °C'lik artış göstererek 12,6 °C'ye çıkmıştır. Bu önemsenmesi gereken bir durumdur! Sıcaklıktaki bu artış tek değildir. Nispi nem değerlerinde de 1970'lerde ölçülen ortalama % 65 oranları son yıllarda % 50'lere düşmüştür. Net olarak atmosferin güneş ışığını geçirme niteliğinin arttığı sonucuna varılabilir.

There are quite remarkable meteorological analysis results for Igdir. The temperatures are rising for the last 60 years and that could be linked to global warming. The average temperature has risen from 11.6 °C of 1950s to 12.6 °C to 2010s with a 1 °C increase overall. This has to be taken into account! The rise in temperature is not the only parameter. The relative humidity went down from 65 % in 1970s to 50 %. The atmosphere's capability to transfer sunlight has increased based on these parameters.

Nispi nemdeki azalışa paralel olarak bulut kapalılığı da son 40 yılda düzenli olarak azalmakta 5/10'dan 4/10'a gerilemektedir. Her iki parametrenin de güneş ışınlarının yere ulaşmasına doğrudan etki yapması; bunlardaki azalışın, güneşlenme süresi ve yatay küresel güneş ışıması değerlerini artırması beklenir. Nitekim 1980'lerde 7,2 saat/gün olan güneşlenme süresi 2000'lerle birlikte 7,7 saat/gün'e yükselmiştir. Küresel güneş ışıması da 70'lerde 3,9 W/m^2-gün iken, 80'lerde 4,0 W/m^2-gün'e, 90'lar ve 2000'lerde 4,5 W/m^2-gün'e doğru düzenli bir yükseliş eğilimindedir. Önümüzdeki yıllarda bu parametrelerde artışın bu şekilde sürmesi beklenmektedir.

Parallel to the decrease in relative humidity, the cloud coverage has also decreased from 5/10 to 4/10 during the last 40 years. Both parameters have a direct influence on the arrival of sun lights on surface causing an increase on both sunlight duration and horizontal solar radiation. As a result, 7.2 h/day of sun light duration in 1980s has increased to 7.7 sunlight duration in 2000s. Global solar radiation has also regularly increased from 3.42 W/m^2-day in 70s to 3.48 W/m^2-day to 80s and 3.9 W/m^2-day in 90s and 2000s. A similar increase on those parameters is expected to continue in coming years.

Iğdır İli başta güneşlenme potansiyeli ve elverişli arazilerin varlığı olmak üzere birçok bakımdan, güneş enerjisine dayalı elektrik üretim tesislerinin kurulması için ülkemizin uygun bölgelerinin başında gelmektedir. Iğdır'ın yalnızca Doğu Anadolu Bölgesi için değil tüm Türkiye için küresel güneş ışıma kapasitesi 1636 kWh/m^2-yıl eşiğini aşan **FV GES yatırımlarına uygun bir İl** olduğu arazi ve güneş enerjisi potansiyeli akademik, teknik ve ekonomik olarak sayısal ifadelerle ortaya çıkarılarak tescillenmiştir.

City of Igdir is one of the more suitable regions of building solar energy based electricity production plants based on many factors including solar radiation potential and suitability of existing land areas. Igdir is therefore registered to be a city suitable for FV GES by exceeding 1636 kWh/m^2-year global solar radiation capacity threshold which is not only for Eastern Anatolia region but also for overall Turkey and its potential based on land characteristics and solar energy is established with concrete academic, technical and economical analyses.

METEOROLOJİK ANALİZ / METEOROLOGICAL ANALYSIS

FV yöntemle güneşten elektrik üretiminde güneş ışıması birincil etkendir. Bunun yanında tabloda sunulan diğer meteorolojik değişkenler de FV GES'lerde elektrik üretimine doğrudan veya dolaylı etki ederler. Bu gerekçeyle Iğdır için uzun yıllar meteorolojik ve iklimsel analizler yapılmıştır. Bu şekilde uç değerler ile ortalama değerler tespit edilerek, FV GES saha belirleme, fizibilite hazırlama ve proje tasarlamada mühendislere sınırlar verilebilmiştir. Ayrıca son 40 yılda nemin ve bulutluluğun azaldığı, sıcaklığın, güneşlenme süresinin ve güneş ışımasının dolayısıyla atmosfer geçirgenliğinin düzenli olarak arttığı tespit edilmiştir. Hesaplanan 1636 kWh/m^2-yıl'lık küresel güneş ışıması değeri ise yatırım yapmak için oldukça uygundur!

Solar radiation has the primary role on electricity production by PV method. In addition to that, other meteorological parameters presented at the table have direct and indirect contributions on the electricity production by PV systems. For that reason, meteorological and climatological analyses over long periods are carried out for Igdir. This provides to determine the extreme and average conditions that help engineers and system designers for FV GES land selection, feasibility preparation and project design. Also, a decrease on humidity and cloud cover and an increase on temperature, sunshine duration and solar radiation, hence transparency of atmosphere over the last 40 years have been identified. The obtained global solar radiation value of 1636 kWh/m^2-year is quite fit for investment.

Değişkenler Parameters	Ölçülen asgari Minimum	Ölçülen azami Maximum	Uzun yıllar ortalama Average for years
Güneş ışıması Solar radiation, >2000			1636 kWh/m^2-yıl kWh/m^2-year
Güneşlenme süresi Sunshine duration, >2000		13,7 saat/gün hour/day	6,7 saat/gün hour/day
Sıcaklık Temperature, 1940-2013	-30,3 °C	41,5 °C	12,6 °C
Toprak üstü minimum sıcaklık Ground temperature	-35,2 °C	25,2 °C	
Nem Humidity, 1970-2009			59,4 %
Rüzgar Wind, 1940-2013		111,6 km/saat km/hour	4,6 km/saat km/hour
Bulut kapalılığı Cloudiness, 2000-2010			4,2/10
Yağış Precipitation, 1970-2010		41,6 mm/gün mm/day	256 mm/yıl mm/year
Kar Snow		38 cm	
Basınç Pressure, 1970-2010	892,4 mB	941,2 mB	917,5 mB

IĞDIR'IN GÜNEŞ ENERJİSİ POTANSİYELİ / SOLAR ENERGY POTENTIAL FOR IGDIR

Güneş enerjisinin sayısal büyüklüğünün söylenebilmesi için tahmin yöntemleri, uydudan uzaktan erişim, coğrafi bilgi sistemleri, modelleme, hesaplama ve doğrudan ölçüm yöntemlerinden en az birisine ihtiyaç vardır. Ölçüm haricinde geliştirilen yöntemler, gözlem ve ölçümün doğrudan yapılamayacağı şartlarda bilgi ihtiyacını karşılamaya yöneliktir. Tüm kaynak ve yöntemlerden edinilen sonuçlar doğrultusunda bir bölgenin FV güneş elektriği potansiyelinden sayısal ifadelerle kati olarak bahsetmek mümkün değildir. Meteorolojik ve iklimsel koşullara bağlı olarak yıldan yıla salınım görülebilir. Tablo'da farklı yöntem ve yaklaşımlarla Iğdır için güneşlenme süresi ve güneş ışıması değerleri sunulmaktadır. MGM verilerine dayandırılarak yapılan hesaplamalarda ise Iğdır küresel güneş ışıması değerinin 1636 kWh/m^2-yıl olduğu hesaplanmıştır.

To be able to determine the solar energy capacity, at least one of the methods of prediction methods, remote sensing, geographical information systems, modelling or direct observation techniques is needed. Methods other than observations are employed in case a direct observation is not possible. Even in case of all resources and methods are used, it is not always possible to determine PV solar electricity potential of a region in strict numerical terms. It may vary over years depending on meteorological and climatological conditions. Following table presents Igdir's sunshine duration and solar radiation values based on different methods. Igdir's global solar radiation is calculated to be 1636 kWh/m^2-year based on data provided by TSMS.

Veri kaynağı Data source	Güneşlenme süresi, Saat/yıl Sunshine duration, hour/year	Güneş ışıması, kWh/m^2-yıl Solar radiation, kWh/m^2-year
NASA, Bird	4425 (Açık gökyüzü – Clear sky)	2911 (Teorik - Theorethical)
GEPA	3350 (Türkiye'de en yüksek ikinci – Second high rank in Turkey)	1493
		1600 (Iğdır'ın batısı –Western Igdir, Tuzluca)
PVGIS		1618
		1824 (32° açıyla FV yüzey – PV panel angle)
HelioClim		1610 (2005)
		1646 (2004)
NASA SSE	4456 (Açık gökyüzü – Clear sky)	1607 (Ortalama - Average)
		1864 (Max.)
		2140 (Açık gökyüzü – Clear sky)
SOLARGIS		1600 (Türkiye haritası – Turkey map)
		1650 (İran haritası – Iran Map)
DMİ-EİE, 1983	2664	1365 (Doğu Anadolu Bölgesi – Eastern Region of Turkey)
		1311
DMİ/TSMS, CAR model, 2009	2330	1625
DMİ/TSMS, GWR model, 2009		>1625
MGM/TSMS, 1970-2010	2394 (Ortalama - Average)	1342 (Ortalama - Average)
MGM/TSMS, 1990-2010	2463 (Ortalama - Average)	1423 (Ortalama - Average)
	2832 (gölgeleme etkisinden arındırılmış ortalama – Average free of shadowing effect)	1636 (gölgeleme etkisinden arındırılmış ortalama – Average free of shadowing effect)

GÜNEŞ ENERJİSİ YATIRIMLARI İÇİN DİKKATE ALINAN PARAMETRELER VE IĞDIR'DAKİ DEĞERLERİ

SOME PARAMETERS FOR SOLAR ENERGY INVESTMENTS AND IGDIR VALUES

FV güneş elektriğine yatırım yapabilmek için araştırılması gerekli koşullar Iğdır için aşağıdaki tabloda özetlenmiştir. Tablo özel ve kamu karar vericilerini doğru yönlendirmeyi hedeflemektedir.

Following table summarizes the required conditions to invest PV solar electricity for Igdir. This table intends to provide necessary information for private and governmental decision makers.

Yatırım kriteri Investment criteria	Değişkenler Parameters	Iğdır'daki değer Value in Igdir
Konum **Location**	Yıllık toplam güneşlenme süresi Yearly sunshine duration	2600 saat/yıl hour/year
	Yıllık toplam güneş ışıması / Yearly solar radiation	1636 kWh/m^2-yıl kWh/m^2-year
İklim özellikleri **Climatic characteristics**	Atmosfer yoğunluğu (Bulut kapalılığı) / Atmospheric density (Cloudiness)	Düşük, 0-3 Okta* Low
	Akarsu yataklarına uzaklık Distance to running water	< 20 km
	Hava kirliliği Air pollution	Şehir merkezinde yoğun Hazardous air pollution
	Rüzgar potansiyeli Wind potential	Düşük, 1,5 m/s Low
	İklim yapısı Climate	Yarı kurak Semi arid
	Nem oranı Humidity	% 51
	Denize uzaklık Distance to the sea	Çok uzak Far away
	Hava sıcaklığı Air temperature	12,6 °C/yıl °C/year
Konumsal özellikler **Location characteristics**	Arazi eğimi Slope	< % 2, Güneybatıdan Kuzeydoğuya from Southwest to Northeast **
	Deprem riski Earthquake risk	2. derece deprem bölgesi Second-degree seismic zone
	Korunan alan Protected area	Ağrı Dağı Milli Parkı (National park), Aras Karasu Taşkınları (overflows) ile Korhan Yaylası (Plateau), Karakoyunlu, Asma köy ve Kültepe Höyüğü siti (Protected area)
	Orman bölgesi Forest area	Orman alanı, 8.241 ha Forest area
	Tarım bölgesi Agricultural area	Tarım alanı / Agricultural area 118.525 ha, Sulanabilir tarım arazisi / Irrigable ares 97.041 ha, Sulanan arazi / Irrigation area 81.719 ha
	Mera sahası Pasture area	Çayır-mera Grass and pasture 146.571 ha
	Karayolu durumu Main road	Iğdır-Kars, Ermenistan, Nahçıvan, İran

	Havaalanı yakınlığı Distance to airport	< 10 km
	Askeri alan Military zone	Ülke sınırları, < 20 km Country border
	Yerleşime uzaklık Distance to the city center	~20 km
	Maden sahası Mining area	> 15 km, Tuzluca krom ve tuz (Chromium and salt), Aralık ve Suveren'de pomza (Pumice)
	Yükseltilere uzaklık Distance to highlands	Ağrı Dağı (Mountain)< 80 km
	Kuş göç yolları Bird migratory routes	Kuş gözlem faaliyeti, < 30 km Bird watching
Diğer **Other**	Yatırım izinleri Investment permission	6. teşvik bölgesi Incentive area
	Trafo ve iletim şebeke kısıtları Transformer and grid eligibility	954-116: 954 hat kesiti / line cutter (MCM) - 116 km ;154 kV iletim hattı / line Kars'a (3 iletkenli / conductive wire) LÜY kapsamı dahil tüm trafo kapasiteleri boş / Lack of application for the capacity assigned
	Kamusal teşvikler, destekler, muafiyetler Legal incentives, supports and exemptions	Bkz.B / See also B on the book.
	Özel bölge durumu Special district	Yok N/A
	Yatırımcı girişimci durumu Investors and entrepreneurs	Potansiyel yatırım sermayesi ve devlet teşvikleri Potential investment capital and government promotion
	Yatırım sermaye durumu Investment capital	Potansiyel yatırım sermayesi ve devlet teşvikleri Potential investment capital and government promotion
	Finans kaynakları Financial sources	Yerel ve yabancı sermaye ile hibe ve destekler Local and foreign capital, grant and supports
	Pazara yakınlık Distance to the market	Yerinde üretim ve tüketim Local prosumer
	Hammaddeye yakınlık Distance to the raw material	Yerinde kaynak ve üretim Raw material and production
	Sosyal ve kültürel çevre Social and cultural environment	Yeniliğe ve yatırıma açıklık Open to innovation and investment

SİMÜLASYONLAR / SIMULATIONS

Iğdır'da muhtemel FV GES yatırımlarına dayanak teşkil edecek şekilde yapılan meteorolojik analizler sonucunda düzenleyici, yatırımcı, girişimci ve denetleyicilere yol gösterici olması bakımından bir "Esas Senaryo", bir "Kötümser Senaryo" ve bir de "İyimser Senaryo" hazırlığı yapılmıştır. Kötümser ve İyimser Senaryoların gerçekleşme olasılıkları düşük iken Esas Senaryonun gerçekleşme olasılığı kesinlikle daha yüksektir. 30 yıla yakın bir süre çalışması öngörülen FV GES'lerin bu uzun periyot içerisinde karşı karşıya kalabileceği, ihtimal dahilinde olunan senaryolar öngörülmeye çalışılmıştır. Tüm senaryolar için saha ve projelendirme tercihleri aynı kalmak koşuluyla küresel güneş ışımasındaki salınım farklılığına göre FV GES elektrik üretim performansı karşılaştırılmaya çalışılmıştır. Senaryolar 1 MW kurulu gücünde bir FV GES oluşturacak şekilde tasarlanmıştır. Böylece 250 W'lık FV panelden 4000 adet, eviriciden de 27 adet gerekecektir. Yatırımcılar elektrikle birlikte karbon kredisi de üretebilir ve bu kredileri uluslararası piyasalarda karbon ayak izlerini azaltmak veya sıfırlamak isteyen işletmelere satarak ek gelir elde edebilirler.

Based on meteorological analyses oriented for a probable FV GES investment in Igdir region, a "base", a "pessimistic" and an "optimistic" scenarios are prepared to provide guidance for investors, entrepreneurs and regulators. Pessimistic and optimistic scenarios have low realization probabilities whilst base scenario is highly likely to realize. Different scenarios that are likely to happen over a nearly 30 years of an operational run time of a FV GES are projected. In all scenarios, with the condition that land selection and project choices remain identical, FV GES electricity production performances are compared due to changes on global solar radiation. Scenarios are set up for a 1 MW production FV GES plant. By this way, 4000 of 250 W PV panels and 27 units of inverter are needed. Investors may also benefit from producing carbon credits that would be possible to sell on international markets to the companies that would like to reduce their carbon footprints.

Senaryo Scenario	Güneşlenme süresi, Saat/yıl Sunshine duration, hour/year	Güneş ışıması, kWh/m^2-yıl Solar radiation, kWh/m^2-year
Esas Base	2600 saat/yıl	1636 kWh/m^2-yıl
Kötümser Pessimistic	2200 saat/yıl	1391 kWh /m^2-yıl
İyimser Optimistic	3000 saat/yıl	1881 kWh/m^2-yıl

FV GES Projelendirme yazılımı	: PVSYST V6.47
Meteorolojik veri	: MGM Iğdır Müdürlüğü doğrudan günlük ölçümleri
Proje sahası	: Iğdır Tuzluca yolu üzerinde OSB ve Havaalanı arası
Optimum açılandırma	: Tüm senaryolarda FV panellerin optimum kurulum açısı 35°
FV panel	: Gaziantep'te üretimi yapılan SolarTürk markasının 250 W çoklu kristal silisyum paneli,
Evirici	: Kocaeli'de üretilen Mavisolar'ın 32 kWAC'lik modeli

FV GES project software	: PVSYST V6.47
Meteorological data	: TSMS Igdir station direct observations
Project area	: Between Airport and OIZ (Organized Industrial Zone) along Igdir Tuzluca highway
Optimized angels	: PV Panel optimized angel is 35 in all scenarios
PV panel	: 250W multi-crystal silisium panel produced by SolarTurk in Gaziantep
Inverter	: Mavisolar 32 kWAC model produced in Kocaeli

Senaryolar Scenario	Elektrik üretimi Electricity production, MWh/yıl	Elektrik maliyeti Electricity cost, US$/kWh	Tesis elektrik geliri, Plant electricity income $/yıl	Karbon kredisi değeri Carbon credit, $/yıl	Tesis toplam geliri, Plant total income $/yıl	Yıllık işletme maliyeti, Yearly operation cost $/yıl	Toplam yatırım bedeli, Investment value $/yıl	Yatırımın geri dönüş süresi Return of investment, Yıl (year)
Esas Base	1642	0,06	218.386	6.560	224.946	20.000	1.000.000	~5
Kötümser Pessimistic	1364	0,07	181.412	4.897	186.309	20.000	1.000.000	~6
Iyimser Optimistic	1926	0,05	256.158	6.915	263.073	20.000	1.000.000	~4

Serhat Kalkınma Ajansı Iğdır Yatırım Destek Ofisi

Serhat Development Agency Igdir Investment Suport Office

A: 14 Kasım Mah. Nihat Polat Cd. Iğdır TSO Binası No:4 Kat: 3 Iğdır/TÜRKİYE
T: 0 (476) 227 70 10 - F : 0 (476) 227 70 11- W: www.serka.gov.tr