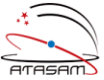


Türkiye Kutup İstasyonu

GÜNAM – ATASAM – POLREC Ortak Çalışma Önerileri



Güneş Enerjisi Araştırma
ve Uygulama Merkezi



Atatürk Üniversitesi
Astrofizik Araştırma ve Uygulama Merkezi
Müdürlüğü



GÜNAM: Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Güneş Enerjisi Araştırma ve Uygulama Merkezi
Fizik Bölümü, 06800, Ankara
Sorumlu e-postası: bulo@metu.edu.tr

ATASAM: Atatürk Üniversitesi
Astrofizik Araştırma ve Uygulama Merkezi
ATASAM Binası, 25240, Yakutiye, Erzurum
Sorumlu e-postası: cahity@atauni.edu.tr

POLREC: İstanbul Teknik Üniversitesi
Kutup Araştırmaları Araştırma ve Uygulama Merkezi
Denizcilik Fakültesi Denizde Güvenlik Binası, Tuzla, İstanbul
Sorumlu e-postası: ozsoybu@itu.edu.tr

İçerik

1	Özet	4
	1.1 Güneş (GÜNKUT) – GÜNAM	4
	1.1.1 Öncü proje	4
	1.1.2 Güneş Enerjisi Santrali (GES)	4
	1.1.3 Test Merkezi	4
	1.2 Gökyüzü (GÖKKUT) – ATASAM	4
	1.3 MERKEZLER İŞBİRLİĞİ	5
2	Giriş	6
	2.1 GÜNKUT	6
	2.1.1 Öncü Proje:	6
	2.1.2 GES	7
	2.1.3 Test Merkezi	8
	2.2 GÖKKUT	9
	2.3 PolReC	10
3	Amaçlar ve Gerekçeler	11
	3.1 GÜNKUT (GÜNAM)	11
	3.1.1 Öncü Proje	11
	3.1.2 GES	11
	3.1.3 Test Merkezi	11
	3.2 GÖKKUT (ATASAM)	11
	3.3 PolReC ve Kutup Çalışmaları	12
4	Konu ve Kapsam	14
	4.1 GÜNKUT	14
	4.2 GÖKKUT	16
5	Yöntem	17
	5.1 GÜNKUT	17
	5.2 GÖKKUT	19
6	İş-Zaman Çizelgesi	20
	6.1 GÜNKUT	20
	6.2 GÖKKUT	20

7	Proje Ekibi.....	21
8	Kaynaklar.....	24

1 Özet

ODTÜ Güneş Enerjisi Araştırma ve Uygulama Merkezi (GÜNAM), Atatürk Üniversitesi Astrofizik Araştırma ve Uygulama Merkezi (ATASAM) ve İTÜ Kutup Araştırmaları Uygulama ve Araştırma Merkezi (PolReC) arasında gerçekleştirilen ön görüşmeler sonucunda; Antarktika'da kurulması planlanan istasyonumuzla ilgili olarak ortak araştırma geliştirme (ArGe) projeleri oluşturulmuştur. Bu çerçevede, İTÜ - PolRec'e GÜNAM tarafından bir proje sunulmuş, ancak ilk aşamayı geçmiş olmasına rağmen, 2. aşamada ekonomik sebeplerden dolayı red edilmiştir. Diğer taraftan bu ortak projenin yapılması konusunda tarafların isteği devam etmektedir. Bu nedenlerle, gerçekleştirilebilecek ortak çalışmalarla ilgili olarak, Ekim ayında İTÜ kampüsünde GÜNAM ile PolReC arasında bir toplantı yapılmıştır. Toplantı sonuçları konusunda, ATASAM'da bilgilendirilmiştir. Daha sonra yapılan ortak görüşmeler sonucunda, GÜNAM öncülüğünde ve üç merkezimizin ortaklığında iki ana başlıktan oluşan kapsamlı proje önerilerimizin desteklenmek üzere bakanlığımıza sunulmasına karar verilmiştir. Bu ana başlıklar ve bazı alt başlıkları özetle şu şekilde oluşturulmuştur:

1.1 Güneş (GÜNKUT) – GÜNAM

1.1.1 Öncü proje

Kutupda kurulması planlanan istasyonumuz için ön hazırlıklar çerçevesinde, güneş enerjisi ve diğer iklimsel verilerin ön ölçümleri ve sahada değerlendirilmesi ve ayrıca eş zamanlı, tamamıyla yerli yapım olarak, GÜNAM ArGe ve üretim hattında üretilecek olan mini fotovoltaik (FV) modüllerinin kutupda ilk denemelerinin yapılması.

1.1.2 Güneş Enerjisi Santrali (GES)

Kutupda kullanılabilecek büyük ölçekli FV modüllerinin tasarlanması ve geliştirilmesi. Kurulacak istasyonun enerji ihtiyacının karşılanabilmesi için bir kutup güneş enerjisi santralinin (KUTGES) tasarlanması, üretilmesi ve kurulması.

1.1.3 Test Merkezi

Kutupda güneş enerjisi ölçümleri de dahil olmak üzere (direkt, diffuse, eğik düzlem) bir ölçüm istasyonu ile birlikte ona entegre bir güneş FV modülleri test istasyonunun kurulması.

1.2 Gökyüzü (GÖKKUT) – ATASAM

Dünya'da kutup bölgesinden yapılan gökyüzü gözlemleri, bu bölgenin olağanüstü atmosferik özellikleri (çok düşük nem, aşırı soğuk hava, çok düşük kırmızı ötesi arkanan ışınması, aylar süren uzun süreli ve açık gündüz/geceler gibi) dikkate alındığında; hem astronomi ve uzay bilimleri hem de temel bilimler ve atmosferik çalışmalar açısından büyük önem taşımaktadır. Daha önce çok fazla gözlem yapılmamış kutup

bölgesinden elde edilecek bu tür verilerin analizleri sonucu yeni bilgilere ulaşılabileceği gibi zorlu koşullara dayanıklı ekipmanların geliştirilmesi açısından teknolojik gelişmeleri de tetikleyeceği ortadadır. ATASAM, Doğu Anadolu Gözlemevi (DAG) Projesini yürüten ve Türkiye'nin en büyük çaplı (4 m) ve ilk IR gözlemevini kurmakta olan bir araştırma merkezi olup; benzer şekilde çok daha küçük çaplı (30 - 100 cm gibi), yerli tasarlanmış ve üretilmiş robotik ve uzaktan erişilebilir bir tarama (survey) teleskobunun ve gözlemevinin (GÖKKUT: Gökyüzü Tarama Kutup Gözlemevi) kutupda kurulmasıyla hem astronomi - uzay bilimleri ve atmosferik araştırmalar konusunda hem de farklı gök cisimlerinin (uydular gibi) takibi çalışmalarında hizmet verebilecek bir proje planlanmaktadır. Bu hem ülkemizin bilim insanlarına hizmet verebilecek hem de uluslararası alanlarda ülkemiz tanınırlığına da katkıda bulunacaktır. Ayrıca, bu konulardaki uluslararası ArGe çalışmalarına da hizmet verecek ve uluslararası işbirliklerine de olanak sağlayacaktır.

1.3 MERKEZLER İŞBİRLİĞİ

Aktif olarak ArGe çalışmaları yapan üç merkezimizin yukarıda özetlenen bu projeleri gerçekleştirmesi açısından lojistik desteğe ve Antarktika konusunda deneyim paylaşımına ihtiyaç vardır. Bu destekleri sağlayacak olan merkezimiz de şimdiye kadar Antarktika konusunda birçok çalışma ve seferler gerçekleştirmiş olan İTÜ Kutup Araştırmaları Merkezi (PolReC) olacaktır. PolReC sadece bu destekleri sağlamayacak, merkezin üyelerinden yukarıdaki konularla ilgili 2 araştırmacıyı da projelere destek sağlaması açısından istihdam edebilecektir. Bu destekler hem İTÜ-PolReC'in kutupda gerçekleştirilecek bu konularla ilgili deneyim ve bilgi birikimini artıracak hem de projelerin başarıyla gerçekleştirilmesine katkı sağlayacaktır.

2 Giriş

2.1 GÜNKUT

Dünyamızın en soğuk kıtası olan Antartika, aynı zamanda en az bildiğimiz yerlerin başında gelmektedir. Diğer taraftan, yörede canlı çeşitliliği, okyanus dinamiği vb. gibi konular görece çalışılmışken, uzun dönem meteorolojik ölçümler ve kutupa düşen güneş enerjisi verileri mevcut değildir. Bu nedenle kutup çalışmalarının en önemli konularından biri, başta güneş enerjisi, bulutluluk vb. olmak üzere kısa ve uzun dönemli meteorolojik verilerin alınması ve analizidir. Özellikle, bu bölgeye düşen güneş enerjisi miktarlarının ölçülmesi ve analizleri [1-9] tüm kutup araştırmalarının önemli ayaklarından biri olmalıdır. Bu veriler, temel bilimsel araştırmalar açısından olduğu kadar kıtada **enerji temininde güneş enerjisinin** kullanımını planlamak açısından da büyük bir önem taşımaktadır. Kıtada kurulması planlanan yerleşik birimlerin enerji ihtiyacının sağlanabilmesi açısından meteorolojik verilerin elde edilmesi kadar, **fotovoltaik (FV) güneş enerjisi modüllerinin kurulması ve test edilmesi** de son derece değerlidir. Bu amaca yönelik olarak kurulacak bir test merkezine yerleştirilecek FV modüllerinin **o şartlar altındaki** performanslarının ve bozunma durumlarının araştırılması önemlidir ve son yıllardaki en sıcak araştırma konuları arasındadır [10-18]. GÜNKUT adını verdiğimiz bu projede, bahsedilen bu başlıklar projenin araştırma konuları olacaktır. Kutup'da halen enerji, esas olarak, petrol kaynaklı yakıtlarla sağlanır ve bu da, petrolün oraya götürülmesinin zorluğu nedeniyle yüksek maliyetlidir. Hem bu nedenle ve hem de uygulama analizlerini yapabilmek için, güneş enerjisi kullanarak ve **ülkemizde üretilecek** FV güneş hücreleri ile oradaki enerji ihtiyacının belirli bir kısmının (veya tamamının) bir **mini güneş enerjisi santrali** (GES) ile karşılanması GÜNKUT projesi çerçevesinde önerilen çalışma konularıdır.

2.1.1 Öncü Proje:

Ulusal Antarktik Bilim Seferi kapsamında araştırmacılara sunulacak sabit ve mobil meteorolojik istasyonlarda olması gereken ilgili ölçme cihazlarıyla bazı ölçümlerin yapılabileceği varsayılmaktadır. Ancak, istasyonlarda bu cihazlara ek olarak bir de gökyüzü kamerası (**ASI: All Sky Imager**) olması çok yararlı olacaktır. İstasyonlarla ilgili olarak GÜNAM, bu konulardaki bilgi ve deneyim birikimini paylaşacaktır. Bir sonraki Antarktik seferinde ilk güneş enerjisi verilerinin alınmaya başlanması bu proje açısından önemlidir. Güneş enerjisi verilerinin hassas siyah-beyaz piranometrelerle yapılması gerekmektedir. İstasyonlarda bu ölçüm cihazları **yoksa**, bu proje kapsamında, Ulusal Antarktik Bilim Seferi sırasında kullanılmak üzere, **iki adet yüksek hassaslıkta güneş enerjisi ölçüm cihazını ve gerekli veri depolama ünitesinin sağlaması gerekir**. Bu seferde ayrıca, **portatif bir spektrometre** yardımıyla ilk spektral (tayfsal) ölçümlerin de gerçekleştirilmesi planlanmaktadır. Yukarıda bahsi geçen **ASI cihazının ve diğerlerinin ilk seferde GÜNAM tarafından karşılanması da mümkün olabilir**.

Diğer taraftan, **GÜNAM'da hazırlanacak uygun mini FV modüllerin** bu sefere götürülmesi planlanmaktadır. Bu modüllerden elde edilecek enerjinin ölçülmesi için gereken cihazlar GÜNAM tarafından hazırlanacaktır. Sonrasında, yine bu proje çerçevesinde, Ulusal Kutup Üssü'nün kurulması aşamalarında, yukarıda bahsedilen **harici alan test merkezi ve mini GES santralinin** kurulmasının tasarlanma aşamasına geçilecektir.

2.1.2 GES

Kutup İstasyonumuzda ilk aşamada 10 kWp kurulu güçte bir mini GES kurulması planlanmıştır. Yukarıda bahsedildiği gibi bu santralde kullanılacak modüller ODTÜ-GÜNAM FV üretim ve ArGe (GPVL) hattında üretilmektedir. Bu hat yine bakanlığımızca desteklenen MİLGES projesi kapsamında kurulmuş ve çalışmaya başlamıştır (Şekil 1).



Şekil 1. GÜNAM Pilot ArGe temelli fotovoltaik üretim hattı

Yapılan ön çalışmalarda, örnek olarak alınan Antarktika üzerinde 77 S enlemindeki bir noktada 10 kW'lık bir sistem kurulumu tasarımı gerçekleştirilmiştir. Temsili bir mini-istasyonun enerji harcamaları dikkate alınarak yapılan hesaplar sonucu, Antarktikada, yaz ve kış aylarında çalışması gereken sistemler ve ısıtma harcamaları da dikkate alınarak 10 kW'lık bir sistemle enerji ihtiyacını karşılayabileceği sonucuna ulaştık. Bu sonuçları ve diğer analizlerimiz II. Kutup Bilimleri çalıştayında bildiri olarak da sunulmuştur. Şekil 2 bu ön hesaplamalarımızın sonuçlarını içeren bu bildirin içeriğinden alınmıştır.

Güney Kutup Bölgesinde kurulacak 9,86 kWp'lik sistem için analizler															
Yükler	Miktarı Adet	Birim DC Güç Değeri W	Toplam DC Güç değeri h	Çalışma Saati Wh	Zaman	Ayların Gün Sayıları	Yataya Gelen Toplam Radyasyon kWh/m ²	Yataya Gelen Difüze Radyasyon kWh/m ²	Dış Sıcaklık °C	PV Güç Santralinin Üreteceği Tahmini Enerji kWh	Aylık Tüketilen Enerji kWh	Kayıplar (%10) ile birlikte Aylık Tüketilen Enerji kWh	Fark kWh	PV özellikleri:	
															Pmax:
Meteorolojik istasyon	1	15	15	24	360	Yıllık	365	1116,2	303,6	-10,2	10388,0	6797,1	7476,8	2911,5	290,0 Wp
Aydınlatma - 1	1	10	10	24	240	Ocak	31	226,9	57,2	-0,7	2105,9	1189,2	1308,1	797,8	32,2 V
Aydınlatma - 2	9	10	90	24	2160	Şubat	28	128,3	50,6	-3,0	1201,1	1074,1	1181,5	19,6	9,0 A
Yemek için ısıtıcı	1	1500	1500	3	4500	Mart	31	69,1	30,5	-6,2	626,3	401,8	441,9	184,4	Σ Modul Sayısı:
Bilgisayar - 1	1	100	100	8	800	Nisan	30	20,1	12,6	-10,1	160,9	42,0	46,2	114,7	60,0 m ²
Bilgisayar - 2	2	150	300	8	2400	Mayıs	31	0,0	0,0	-12,5	0,0	43,4	47,7	-47,7	18,0 %
Diğer Ölçüm cihazları	2	50	100	1	100	Haziran	30	0,0	0,0	-14,5	0,0	42,0	46,2	-46,2	Mono Si
Çamaşır Makinesi	1	1600	1600	1,5	2400	Temmuz	31	0,0	0,0	-17,6	0,0	43,4	47,7	-47,7	
Isıtma	1	1000	1000	24	24000	Ağustos	31	12,9	7,5	-18,4	94,6	43,4	47,7	46,8	Σ Bat Gücü:
			4715			Eylül	30	54,7	18,7	-17,5	498,2	388,8	427,7	70,5	141,7 kWh
Güneş yokken kritik ihtiyaçlar için toplam:				1400		Ekim	31	125,7	36,9	-13,6	1214,2	1189,2	1308,1	-93,9	24 V
Isıtmasız Genel Toplam:				12960		Kasım	30	211,4	42,1	-6,8	2012,2	1150,8	1265,9	746,3	Σ Bat Akımı:
Genel Toplam				38360		Aralık	31	267,1	47,5	-1,1	2474,9	1189,2	1308,1	1166,8	5903,3 Ah
														200 Ah	
														Bat. Sayısı:	
														30 Adet	

Şekil 2. Kutup istasyonu için örnek tüketim ve 10 kWp'lik GES'in üretim değerleri

2.1.3 Test Merkezi

Yukarıda belirtilen projeler çerçevesindeki ölçümleri ve analizleri de kullanarak gerçekleştirilebilecek ikinci proje ise, Kutupda, ODTÜ Güneş Enerjisi Araştırma Merkezi (GÜNAM) Harici Alan Test Platformu benzeri (Bkz Şekil 3), bir harici alan test istasyonu kurarak (Bkz. GÜNAM web sitesi: <http://gunam.metu.edu.tr/>), FV güneş hücre ve panellerinin o şartlardaki verimlerini tespit etmektir. Bu sistemlerin verimlerinin, oradaki iklim şartlarına göre nasıl değiştiğinin kısa ve uzun dönem analizlerini yapmak GÜNKUT projelerinin ikinci ana hedefidir. Bu analizler ve elde edilecek sonuçlar bir ilk olacak ve daha sonra yapılacak kutup araştırmalarına ışık tutacak nitelikte olacaktır.



Şekil 3. ODTÜ - GÜNAM açık alan test platformu

2.2 GÖKKUT

Ulusal Antarktik Bilim çalışmaları kapsamında; astronomi ve uzay bilimleri ile atmosferik konularda araştırmalar yapılabilmesi için farklı özelliklere sahip alıcı, kamera ve ölçüm sistemleriyle (UV ve IR ışın alıcıları, bütün gökyüzü kameraları, kozmik alıcılar, meteorolojik istasyonlar, atmosferik ve astronomik kalite ölçüm cihazları gibi) veri alımına başlanıp, eş zamanlı olarak gökyüzünü takip edebilecek küçük çaplı bir teleskop da kurulması planlanmaktadır. Bu kapsamda kurulan alt ve üst yapılarla, ekip ve ekipmanlarla hem astronomi ve uzay bilimleri açısından hem atmosfer fiziği açısından hem de uydu takip sistemleri açısından değerli bilgilerin elde edilmesi sağlanacağı gibi ileriye dönük olarak da hem ulusal hem de uluslararası alanda işbirlikleri sayesinde farklı kurum ve kuruluşlara hizmet ve destek verilebilecektir.

Evrenimizi ve uzak galaksileri daha iyi anlamamız açısından kozmik ışınların çalışılması büyük önem arz etmektedir. Birçoğu güneş sistemi dışından gelen bu ışınlar'ın %89'i proton, %10'i He çekirdeği geri kalanını ise oksijen, karbon ve demir gibi ağır çekirdekler oluşturmaktadır. Atmosfere giren ağır çekirdekler atmosferdeki hava molekülleri ve atmosferik çekirdeklerle etkileşerek pion, kaon, nötron, vs gibi kısa ömürlü hadronlara dönüşürler, bunlar ise kısa bir süre sonra müon, elektron, photon ve Nötrino gibi daha hafif parçacıklara bozunurlar ve bu parçacıklar kozmik ışınları oluşturmaktadırlar. Bizden çok uzak galaksilerden gelen bu ışınlar dünyamızın farklı bölgelerine farklı miktarlarda gelebilmektedir. Bu tür parçacıkların, Açısal dağılımlarının, Akılarının ölçülmesi bize uzak galaksiler hakkında detaylı bilgiler vermektedir. Müon ölçümü ise bu kozmik ışınların başlıcalarındandır ve yeryüzüne kadar gelen yüklü nadir parçacıklardan bir tanesidir. Yüksekliğe ve koordinatlara bağlı olarak değişen akı ölçümünün kutuplarda da yapılması ve doğa koşullarına uyum sağlayacak dedektör sisteminin geliştirilmesi bilim ve teknolojiye katkı sağlayacaktır. Ayrıca kozmik ışın ölçümünde kullanılan dedektör sistemleri aynı zamanda tıpta görüntüleme cihazlarında ve birçok alanda da kullanılmaktadır. Bu tür dedektör sistemlerin geliştirilmesi hem bilimsel hem de teknolojik açıdan büyük bir önem arz etmektedir.

Antarktik Meteor Gözlem Sistemi ve Türk Meteorit Araştırması ile meteoritlerin toplanması ve ülkemize kazandırılması (NASA ile entegre ve dünyada ilk): Daha önce başarı ile tamamlamış olduğumuz, MFAG/113F035 no'lu projemizle, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi, Eskişehir Anadolu Üniversitesi Gözlem İstasyonu, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi-Ulupınar Gözlemevi, Gaziantep Üniversitesi Fizik Bölümü, Mersin Çağ Üniversitesi Gözlemevi ve Malatya İnönü Üniversitesi Gözlemevi'nde yerleştirmiş olduğumuz "birbirinden bağımsız istasyonlar" ile 2014-2019 yılları arasında 8000'den fazla meteorun atmosferik girişi kayıt altına alınmış ve yörüngeleri hesaplanmış ve uluslararası veritabanlarına katkı sağlanmıştır. Bu sayede elde edilen tecrübemizin Antarktika'da başarı ile daha da artacağına olan inancımız tamdır.

Ayrıca, ülkemiz tarafından belirlenecek olan Antarktika'nın belirli bölgelerinde, kıtaya düşmüş olan göktaşları sistematik bir biçimde belirli dönemlerde en başta Türk araştırmacılara açık olacak şekilde

arazide aranacak ve toplanarak ülkemize ulaştırılacak ve böylece dünya seviyesinde koleksiyonlara sahip, Japonya, Güney Kore ve Amerika gibi ülkeler ile yarışılabilir seviyeye gelinebilecektir. Toplanan meteoritler ise yine başta Türk araştırmacılara ve dünya çapında araştırmacılara bilimsel protokoller çerçevesinde sadece bilimsel amaçlarla çalışılması için ödünç verilebilecek ve böylece ülkemizin saygınlığı da artırılmış olacaktır.

ATASAM bünyesinde yürütülen DAG'dan kazanılan bilgi birikimi ve deneyimle (bkz. atasam.atauni.edu.tr ve dag.atauni.edu.tr) birlikte bu tür bir altyapının sağlayacağı yeni ve farklı bilgiler sayesinde, çalışılan doğrudan ilgili konularda (astronomi ve uzay bilimleri, atmosfer fiziği, kozmik parçacık fiziği gibi) veya dolaylı yoldan ilgili konularda (meteoroloji, malzeme ve teknoloji geliştirme, uydu takibi ve yörünge tayini gibi) olabildiğince geniş perspektifli bir bilgi birikimi edinilmiş olacak ve bu ülkemizin farklı kurumlarına (bilim, iletişim, meteoroloji, ulaştırma, savunma, uzay, malzeme, robotik vb alanlarda çalışmalar yürüten TÜBİTAK, MGM, MSB, SSB, Ulaştırma ve Altyapı, Sanayi ve Teknoloji Bakanlıkları, MTA, Türk Uzay Ajansı, Kobiler ve Orta Ölçekli Sanayi Kuruluşları vd.) da hizmet olarak geri dönebilecektir.

2.3 PolReC

İTÜ Kutup Araştırmaları Merkezi (PolReC) yukarıda bahsedilen projelerde gereken altyapının oluşturulması, seferlerde taşınması gereken cihazların sevki ve idaresi konularında destek sağlayacaktır. Ayrıca, proje konularında görev alabilecek yetkinlikteki üyeleriyle bu projelere Ar/Ge desteği sağlayacaktır. Asıl hedef projenin Türk Ulusal Antarktik Seferinin (TAE) bir parçası olmasıdır. 2019-2020 TAE-4 seferinin bir parçası olması hedeflenen projenin Türk üssü kurulması planlanan alana konuşlandırılması ve veri toplanması ulus içinde üst düzey tecrübe imkanları sağlayacaktır.

3 Amaçlar ve Gerekçeler

3.1 GÜNKUT (GÜNAM)

3.1.1 Öncü Proje

Amaç: Kutupda kurulacak güneş enerjisi test merkezi ve GES için ön verilerin alınması ve bunların analizi ile kapsamlı projelerin hazırlanması. Bu çalışmaların yayımlanması.

Gerekçe: Hassas güneş enerjisi değerlerinin ölçülmesi, anında analizleri gereklidir. Ölçümleri uygun günlerde an be an takip ederek almak ve farklı açıları sistematik biçimde deneyerek ölçüm toplamak önemlidir. Ayrıca üretilen farklı tasarımlara sahip mini FV modüllerin de benzer şekilde denemeleri yapılmalıdır.

3.1.2 GES

Amaç: Kurulacak olan istasyonun/bilim üssünün enerji ihtiyacı karşılanırken, kutup bölgesindeki böyle bir GES için araştırmaların ve yayınların gerçekleştirilmesi. Bilgi birikimi oluşturulması ve bu bilgilerin katma değerler yaratacak şekilde derlenmesi.

Gerekçe: Kutupda bu tür uygulamalar çok yenidir ve özgün tasarımların denenmesi gerekir. Herşeyiyle GÜNAM'da yapılacak modüller, bir mini GES içerisinde Kutup'da denenecek ve alınan sonuçlarla yeni ve optimal enerji yönetimli tasarımlar gerçekleştirilebilecektir.

3.1.3 Test Merkezi

Amaç: Tamamıyla yerli olarak GÜNAM'da yapılacak olan FV modüllerinin ve başka firmalardan temin edilecek benzer modüllerin kısa ve uzun dönem testlerinin gerçekleştirilip, bozunma oranlarının tespitleri yapılacaktır. Ayrıca bu merkezde farklı güneş enerjisi uygulamalarının da testleri gerçekleştirilebilir.

Gerekçe: Bu araştırmalar hem daha iyi tasarımları sağlayacak hem de özgün, katma değeri olacak araştırmalar yapıp yayımlanmasını sağlayacaktır.

Hem insan gücü açısından hem de bilgi birikimi açısından GÜNAM, KUTGÜN projelerini gerçekleştirebilecek alt yapıya ve bilgi birikimine sahiptir.

3.2 GÖKKUT (ATASAM)

Amaç: ATASAM bünyesinde çalışılacak konularda (astronomi, uzay bilimleri ve teknolojileri, optik, optomekatronik sistemler, kozmik alıcılar, atmosfer, malzeme ve kaplama, otomasyon ve kontrol sistemi, yazılım vd.) ve kurulumu yapılan DAG (Doğu Anadolu Gözlemevi) ile yakın zamanda kurulacak yan üniteleri DAG-OPAL (Optomekatronik Araştırma Lab.) ve DAG-AKS (Ayna Kaplama Sistemi) ile birlikte eş zamanlı olarak olağanüstü koşullarda çalışacak bir küçük altyapının da kurulması, buradan elde edilecek bilgilerin

ATASAM ve diğer ulusal kurumlarımızın (meteoroloji, savunma, iletişim, malzeme, uydu-uzay gibi) çalıştığı konularada hizmet verebilecek şekilde genişletilmesidir.

Antarktika kıtasında kurulması beklenen Meteor Gözlem Sistemi, kıtanın düşük nem, açık hava ve net görüş koşulları nedeniyle diğer iklimlerde gerçekleştirilen gözlemlere göre avantaj sağlamaktadır. Bu durumda elde edilecek verilerin daha sağlıklı ve hassas olması beklenmektedir. Elde edilecek sonuçlar sayesinde ülkemizin de Meteor Bilimi'ne olan katkılarını görünür biçimde artırmak öncelikli amaçlarımız arasındadır. Özellikle, gezegen savunması (Planetary Defense) bakımından, Dünyaya Yakın Cisimler (NEO-Near Earth Objects) ve Dünyaya Yakın Asteroitler'in (NEA-Near Earth Asteroids) belirlenmesi adına, kurulacak bu gözlem sisteminin, meteorların yörüngelerinin belirlenmesi ve gezegen savunmasına katkı sağlaması başlıca hedefimiz olacaktır.

Gerekeç: Kutupda kurulması planlanan bu farklı alanlardan oluşan altyapıdaki birçok ekip ve ekipmanın tasarım, üretim, organizasyonu ve yönetimi hem ATASAM bünyesinden sağlanabileceği gibi hem de ATASAM'ın işbirliği yaptığı ulusal ve uluslararası kurum ve kuruluşlardan rahatlıkla sağlanabilecektir. ATASAM, DAG'ı, alt-üst yapılarını, idari-mali yönetimini ve organizasyonunu kendisi tasarlamış genç bir merkezdir. Bu tür bir yeni ve deneyim gerektiren projenin de tasarlanmasında ve organizasyonunda, DAG'dan kazandığı deneyim ve bilgi birikiminin ötesine geçerek, olağanüstü koşullarda ekipman, malzeme ve teknolojinin geliştirilmesine de katkı sağlayacak bir ortamı, bilgi birikimini ve katma değeri ortaya çıkaracak, bunu da ilgili diğer ulusal kurumlarımızla paylaşacaktır.

Meteor Takip Sistemi'nde yer alacak olan kameralar, lensler vb diğer ekipmanlar, uluslararası kurum ve kuruluşlarla sürdürülmekte olan işbirlikleri vasıtasıyla sağlanabilecektir. Proje ekibi, önceki deneyimlerini bir adım daha öteye taşıyarak ülkemize katma değer sağlayacak olup, bu tür bir sisteme tüm dünya çapında ihtiyaç olduğunu belirtmek yerinde olacaktır. Bilhassa ülkemizin bölgedeki kalıcılığı ve sürdürülebilirlik açısından bu sistem oldukça önem arz etmektedir.

Kozmik ışınların ölçümünden kazandığımız tecrübe ve deneyimlerimizi bir adım ileri taşıyarak kutup koşullarında benzer ölçümler yapmak istiyoruz. Çok düşük sıcaklıklarda müon parçacıklarının Akılarını, Açısız dağılımlarını ve yarı ömürlerini geliştireceğimiz dedektör düzeneği ile ölçmeyi planlamaktayız. Ayrıca Türkiye'de ölçtüğümüz kozmik ışın akı değerlerini kutuplarda aldığımız ölçümlerle karşılaştırma imkanımız olacaktır, böylece dünyanın farklı bölgelerine düşen kozmik müon akı değerlerini karşılaştırma fırsatı bulacağız.

3.3 PolReC ve Kutup Çalışmaları

PolRec şimdiye kadar yaptığı kutup çalışmaları ve yönettiği sefereler sayesinde Antarktika ile ilgili bilgi birikimi ve donanımına sahiptir. Bu birikim, sözü edilen projeler için altyapı oluşturma, kolaylaştırma ve ArGe

çalışmalarına katkı çerçevesinde kullanılacaktır. Bu projelerde PolReC'in amacı bunlardır ve projelerde yer alma gerekçelerinden biri de şu ana kadar yapmış olduğu kutup çalışmaları sayesinde edinmiş olduğu deneyim ve bilgi birikimidir. TAE-3 esnasında iki adet 7 farklı sensöre sahip meteoroloji istasyonu kurulumu sağlamaları, ayrıca sahadaki GNSS ölçümlerine verilen destek ile kazanılan tecrübeleri önem arz etmektedir. Ayrıca her iki konuyla ilgili olarak, projelerin karasal noktalara konuşlandırılmaları adına topografik ve sahadaki uygunluk noktalarının seçimi, beraberinde ArGe desteği verecektir.

4 Konu ve Kapsam

4.1 GÜNKUT

Dünya üzerine düşen güneş enerjisi miktarlarının sürekli olarak ölçülmesi, hem iklim çalışmaları için hem de küresel ısınma problemi açısından büyük önem arz etmektedir [1-9]. Dünyamızın birçok yerinde bu ölçümler sürekli olarak alınmakta ve analizleri yapılmaktadır. Ülkemizde de yaklaşık 40 noktada hassas ölçüm aletleriyle bu ölçümler yapılmaktadır (DMİ) ve bu verilerin analizleri de gerçekleştirilmektedir [1-2]. Bu ölçümler esas olarak Yeryüzünde yatay bir yüzeye düşen toplam (global) ve, direkt (beam) enerji miktarlarıdır. Kurulacak Kutup İstasyonunda her iki ölçümün yapılmasına hemen başlanması ve analizlerinin süratle yapılması çok önemlidir. Sonrasında, istasyon yeni ölçme cihazlarıyla desteklenebilir ki bu ilk ölçümler, sonrası ile ilgili, çok önemli ve olmazsa olmaz nitelikte sonuçlar verecektir.

Güneş enerjisi ölçümleri sadece iklim çalışmalarında kullanılmamaktadır. Bu veriler ayrıca, tüm güneş enerjisi uygulamalarının verim analizlerinde ve fizibilite çalışmalarında da kullanılmaktadır [Örnek olarak 10]. Bu ölçümler eğer hassas olarak yapılırsa, bunlar kullanılarak elde edilecek sonuçlardan, tüm güneş enerjisi sistemlerinin fizibilite ve uzun dönem performans çalışmaları yapılabilir ve bu çalışmalar [10-18] karar vericiler, yatırımcılar ve de bu ürünleri kullanacaklar açısından çok önemlidir. Sonuç olarak, bu projenin ikinci ana amacı bir başka önemli proje çerçevesinde (MİLGES) GÜNAM'da kurulmuş olan üretim/araştırma hattında (GPVL) yapılacak güneş hücrelerinden oluşmuş ve şartlara uygun olarak hazırlanmış panellerin Kutup İstasyonunda kurulacak harici alan test platformunda denenerek, kısa ve uzun dönem veriler yardımıyla analizlerin gerçekleştirilmesidir.

GÜNKUT projesi çerçevesinde düşünülmesi gereken diğer uygulama, yine GÜNAM'da üretilen güneş hücrelerinden oluşmuş panellerle yapılacak bir mini FV güneş enerjisi santrali (GES) kurulumunun gerçekleştirilmesidir. GÜNKUT projesi için, GÜNAM olarak ön çalışmalar gerçekleştirilmiş ve böyle bir mini santralin ne kadar kapasitesi olması gerektiği ile ilgili ilk hesaplar yapılmıştır. Kapsam kısmında bu değerlendirmeler paylaşılacaktır. Oradaki üstlerde genelde petrol türevi yakıtlar kullanılmaktadır ve bu oldukça masraflıdır. Ancak GES'in karanlık aylarda enerji üretemeyeceği gerçeğine rağmen, Güney Kutbunda, araştırma grubları genelde yaz aylarında (Ekim-Mart) çalışma yapacakları için, güneşin olduğu bu aylarda aktiviteler ve enerji ihtiyacı da artacaktır. Diğer taraftan enerji depolama üniteleri, karanlık aylarda, en azından belirli bir dönem için enerji vermeye devam edebilir. Ayrıca, konvansiyonel yöntemlerle enerji ihtiyacını sağlayacak unite(ler)in de olması gerekir. Başlangıçta mini GES bir enerji destek ünitesi olarak çalışacak ama projenin ilerleyen aşamalarında, alınacak ilk sonuçlar çerçevesinde, büyütülmesi de düşünülebilecektir.

Tablo 1, NASA tarafından kutupda alınmış 22 yıllık güneş enerjisi verilerini aylık ortalamalar olarak veriyor [https://eosweb.larc.nasa.gov/sse/global/text/global_radiation]. Bu veriler uydu aracılığıyla tahminlenmiş değerlerdir. Burada kullanacağımız veriler -75 güney enlem ve -60 boylam noktasına aittir ve kurulacak olan istasyonun yerine göre değişiklik gösterebilir (örneğin tam Kutupda yani -90 derecede tam olarak 6 ay gündüz ve 6 ay gecedir). Görüldüğü gibi -75 boylamında yaklaşık 7 ay güneş enerji veriyor ama bunların 2 ayında değerler bekleneceği gibi düşüktür (Mart ve Eylül). Bu değerler yatay yüzeye gelen değerlerdir ve güneşe doğrudan bakacak olan eğik güneş panellerine düşecek güneş enerjisi bunlardan fazla olacaktır. Ancak panellerin optimal yerleştirme açıları (ki bu değişken olmalıdır) ve panel türleri bu proje çerçevesinde belirlenecektir. Ancak şimdilik, örnek olması açısından, Tablo 1'de verilen değerleri kullanarak hesaplanmış olan, yatay olarak yerleştirilmiş 10 kWp'lik Si kristal hücrelerden oluşmuş güneş panelleri sisteminin üreteceği enerjiler yaklaşık olarak Tablo 2'de sunulmaktadır.

Tablo 1. Aylık ortalama ve yıllık yatay yüzeye gelen güneş enerjisi (22 yıllık ortalama; kWh/m²/gün, Enlem: -75, Boylam: -60)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Agustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Yatay	5,74	3,56	1,71	0,30	0,00	0,00	0,00	0,08	1,09	2,97	5,27	6,53	2,27

Tablo 2. 10 kWp'lik yatay duran FV sisteminden aylık ve yıllık olarak elde edilecek tahmini enerji miktarları (kWh/gün, Enlem: -75, Boylam: -60)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Agustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Enerji	62,0	38,5	18,5	3,2	0,0	0,0	0,0	0,9	11,8	320	569	70,5	294

Kurulacak üssün ilk düşünülecek büyüklüğüne göre toplam 10 kWp ile 50 kWp kurulu güçte bir mini güneş enerjisi santralının uygun olacağı değerlendirilmektedir. GÜNAM açık alan test istasyonunu beslemek için gereken enerji yaklaşık olarak 5,5 kWh/gün'dür. Yani, 10 kWp bir GES güneşin olduğu günlerde fazlasıyla yetmektedir. Fazladan üretilen enerji batarya sistemine depolanabilir. Bataryaların uzun bir periyot için güç tutmaları ve vermeleri konusu bu proje çerçevesinde araştırılacak konular içerisindedir. Güneşin olmadığı zamanlarda kapsamlı bir meteorolojik veri ölçümleri sistemi ve harici alan test platformunun enerji ihtiyacı ve GES'in üretim verilerinin kayıt altına alınması düşünülürse bu rakam 10 kW'ı geçmez. Ancak

istasyonda çalışacak diğer cihazlar ve ısınma ve benzeri ihtiyaçlar için gereken enerji göz önünde bulundurulduğunda, bu kurulu güç kurulacak üssün büyüklüğü ile değişecektir ve mini GES'in tasarlanması ona göre yapılacaktır.

4.2 GÖKKUT

GÖKKUT projesi kapsamında yapılacak araştırmaların konusu ve kapsamı aşağıda özetlenmiştir:

- a. **Astronomi ve Uzay Bilimleri:** Farklı enlem ve boylamdan astronomik gözlemler ve bilgiler (geniş alan tarama gözlemleri ile farklı türden değişen yıldız ve süpernova/nova avı, kozmik parçacık avı, meteor ve kuruklu yıldız avı, aurora gözlemleri, GPS/GNSS verisi alımı, vb.) elde edilmesi,
- b. **Atmosfer:** Olağanüstü koşullara sahip kutup bölgesinden elde edilecek atmosferik ve meteorolojik bilgiler (atmosfer fiziği, atmosferik kalite ölçümleri, meteorolojik analizler ve Dünya atmosferindeki değişim, vb.) elde edilmesi, Ayrıca, Kozmik ışınlar uzak galaksilerden dünyamıza ulaşabilen ve ölçebildiğimiz tek parçacıklardır. Bu parçacıkların ölçülmesi ve sonuçlarının yorumlanması bize en uzak galaksilerde meydana gelen atmosferik olaylar hakkında bilgi vermektedir. Kutuplarda farklı yükseklik ve sıcaklıkta kozmik akı ölçümlerinin gerçekleştirilmesi de önemlidir.
- c. **Malzeme ve Teknoloji:** Olağanüstü atmosferik ve coğrafik koşullara (aşırı soğuk, düşük nem, uzun süreli gece/gündüz zamanları, UV/IR ışın testleri, Kozmik parçacık testleri, vb.) yönelik geliştirilecek malzeme, ekipman ve teknolojilere yönelik çalışma ve test alanı oluşturulması. Kutup koşullarında çalışacak fotoçoğaltıcıların ve sintilatörlerin seçimi gerçekleştirilip testlerinin yapılması. Özellikle düşük sıcaklıkta verimi yüksek olan sipm (*silikon fotocoğaltıcılar*)'lerin test edilmesi.
- d. **Uydu Takibi:** Farklı amaçlı (iletişim, gözlem, GPS, askeri vd.) uyduların geçiş zamanları ve konumlarına (belirli boylamlar arası) yönelik takip gözlemleri ve yörünge analizleri için bilgi toplanması,
- e. **Optik:** Farklı ve zor koşullara yönelik optik ve optik elektronik sistemlerin tasarımı ve malzeme seçimine yönelik çalışmalar ve testler yapılması,
- f. **Otomasyon ve Robotik:** Zor koşullarda çalışabilen otomatik ve robotik sistemlerin tasarımı ve geliştirilmesine yönelik test ve uygulama alanı oluşturulması.
- g. Meteor Gözlem Sistemi ilk defa kutup bölgesinde çetin koşullarda çalışabilecek bir sistem olup, proje ekibi tarafından kurulacak olan güneş enerjili sistemler ile de güç sağlanabilecek olup, dışa bağımlılıktan da böylece uzak durulmuş olacaktır. Bu tür bir sistemin kurulumu dünyadaki eksiği kapatacaktır. Daha önceki işbirliklerimizden yararlanarak NASA, JAXA ve KOPRI ile işbirliği yapılabilecek ve tecrübelerinden yararlanılabilecektir.

5 Yöntem

5.1 GÜNKUT

GÜNKUT projesi çerçevesinde ölçülecek parametreler şu şekilde sıralanabilir:

Güneş Enerjisi ve Meteorolojik Ölçümler:

- Yatay yüzeye gelen güneş enerjisi miktarları
- Güneşten difuz (gökyüzünden gelen saçılmış, diffuse) olarak gelen güneş enerjisi ölçümleri
- Sıcaklık
- Nem
- Yağış
- Bulutluluk
- Basınç
- Gökyüzü resimleri (ASI gökyüzü kamerası ile)

Ölçülecek bu parametrelerin birbirleriyle olan ilişkileri incelenecek ve bu çerçevede kutup iklim koşulları ve bu koşulların ön tahmini konularında çalışmalar yapılabilecektir. Proje ekibi içerisinde bir atmosfer ve iklim bilinci de yer alacaktır. Alınacak uzun dönemli verilerin bu çerçevede incelenmesi, küresel ısınma vb konularında da kullanılabilecek sonuçları verebileceği de değerlendirilmektedir.

Fotovoltaik paneller verim ve bozunma:

- Eldedilen enerji
- Modül sıcaklıkları
- Bozunma oranları tespiti
- Modüller çalışırken ve çalışmazken termal kamera çekimleri

Bu ölçümler ve yukardaki iklim parametreleri ölçümleri ilişkilendirilecek ve elde edilen sonuçlar daha sonraki kutup iklim araştırmalarında ve FV panellerinin kullanımı, bozunma oranları ve performanslarına ışık tutacak nitelikte olacaktır.

Güneş enerjisi santrali:

- Santralden elde edilen enerji miktarları
- Akü şarj durumları
- Santralin çalışmadığı zamanlardaki durumlar
- Santralin o doğa şartlarındaki genel durumları

GES ölçümleri, santralin o şartlardaki verim ve performansı ve zamana bağlı enerji üretimi ve o şartlardaki bozunma oranlarını verecektir ki tüm bunlar çalışılmayı bekleyen konulardır.

Bu ölçümlerin ve tespitlerin planlanan yöntemlere olacak katkıları şöyle özetlenebilir:

Kutupta güneş enerjisi ölçümleri hem yatay düzlemde hem de difuz enerjiyi ölçme noktasında çok önem arz etmektedir. GÜNKUT çerçevesinde bu iki değer hemen ölçülmeye başlanacak ve analizleri de birlikte başlayacaktır. Diğer meteorolojik ölçümlerle birlikte, ilgili metodlar ve güneş enerjisi tahminleme denklemleri belirlenecek ve de bunlar Dünyamız ölçeğinde ilk çalışmalar olacaktır. Ulusal Antarktik Bilim Seferi kapsamında pilot ölçümler gerçekleştirilecek ve bu ölçümler yardımıyla açık alan test platformu ve GES için gereken çalışmalar yapılabilecektir.

Öncelikle, GÜNAM harici alan test platformuna benzer ama daha basit ve fonksiyonel bir sistem kurulması düşünülmüştür. Bu sistem hem şimdiye kadar kullanılan ve GÜNAM'ın bilgi birikimi içerisinde olan yöntemleri kapsayacak ve hem de o şartlarda çalışabilecek yeni tasarımlar olarak planlanacaktır. Kutupdaki doğal şartlar çerçevesinde düşünülmesi gerekenler şöyle özetlenebilir:

Sıcaklık koşulları ve buna bağlı malzeme bozulmaları; Yağış ve sistemlerin karla kaplanma durumları (FV panellerin en çok enerjiyi alabilmesi için çok eğik durması gerekir ki bu bir avantajdır.) Özel tasarım çift yüzeyli panel gibi (bifacial) farklı bazı panellerin denenmesinin yapılması planlanacaktır ki GÜNAM'ın bu konularda bilgi birikimi vardır [18].

Kurulacak platformun alacağı verilere her zaman uzaktan ulaşılabilmesi ve sürekli depolanabilmeleri gerekmektedir. Bu durum sadece GÜNKUT projeleri için değil, ülkemizin genel kutup projesindeki her araştırma için olmazsa olmaz bir durumdur. Çünkü orada sürekli veri alan sistemler olmalıdır ve bu verilerin de sürekli transfer edilmesi gerekmektedir. Bu konu GÜNKUT projeleri kapsamında olmamasına rağmen, hem GÜNKUT projeleri için hem de diğer projelerde kullanılmak üzere sistemlerin tasarlanması gerekir. Halen, böyle bir altyapı GÜNAM Harici Alan Test platformunda kullanılmaktadır. Bunun gerçekleşmesi için gereken bilgi desteği bu proje çerçevesinde verilebilecektir.

Yukarıda belirtilen amaçlara yönelik bazı yöntemler şu şekilde özetlenebilir: Süreklilik arz etmesi gereken güneş enerjisi verileri ile Dünyamızın farklı noktaları için kullanılacak farklı amprik, fiziksel tabanlı yaklaşımsal veya elektromagnetik dalga transferi metodları, Dünyamıza düşen güneş enerjisi miktarlarını tahminlemekte kullanılabilir [1]. Bu çerçevede alınacak veriler yardımıyla, kutup bölgesi için amprik metodların oluşturulması ve bu metodlar yardımıyla, kutup için fiziksel tabanlı yaklaşımların gerçekleştirilmesi planlanmaktadır. Proje ekibi bu konularda yeterli tecrübe ve bilgi birikimine sahiptir [1-3,8].

5.2 GÖKKUT

GÖKKUT projesi kapsamında toplanacak farklı türden veriler/bilgiler aşağıda özetlenmiştir:

- a. Astronomik gözlemler ile farklı türden gökcisimlerine ait veriler,
- b. Atmosferik/meteorolojik ölçümler,
- c. GNSS vb uydu sinyalleri ile atmosferik kalite belirleme,
- d. Kozmik parçacık gözlemleri,
- e. Olağanüstü atmosferik ve coğrafik koşullara yönelik malzeme/ekipman/sistem test verileri,
- f. Uydu takibi ve yörünge düzeltme verisi sağlama,
- g. Zor koşullarda çalışabilen otonom sistemlerin tasarımı ve geliştirilmesine yönelik test verileri,
- h. Kozmik ışın akı ölçümleri,
- i. Açığa bağlı kozmik ışınların akılarının ölçülmesi,
- j. Düşük sıcaklıklarda çalışabilecek sintilatör ve fotoçoğaltıcıların geliştirilip test edilmesi,
- k. Data okuma elektroniğinin düşük sıcaklıklara adapte edilmesi,
- l. Meteor Gözlem Sistemi kapsamında elde edilmesi beklenen veriler ve yapılması planlanan çalışmalar aşağıda özetlenmiştir: Meteorların atmosferik girişlerinin gözlenmesi; Atmosferik giriş esnasında parçalanma modellerinin geliştirilmesi ve yeni teoriler ortaya atılması; Meteorların yörünge tayini ve hangi bileşiklerden oluşturduklarının spektroskopik olarak belirlenmesi (Bu çalışma için kameralara kırınım ağı (grating) entegre edilecek olup, atmosferik girişte meteorun yanması ile oluşan ışıınımdan, meteorun bileşimi belirlenebilecektir. Bu çalışmanın yapılması özellikle atmosferden giren meteorun türünün belirlenmesi sayesinde gezegen savunması bakımından oldukça önem arz etmektedir.

6 İş-Zaman Çizelgesi

6.1 GÜNKUT

Projenin çalışma paketleri şöyledir:

1. Ön hazırlık (portatif ölçme sisteminin ve mini panellerin yapılması)
2. 4. Sefer katılımı, ve sonrasındaki ilk analizlerin yapılması
3. Test istasyonu ve GES'in üsse entegre olacak şekilde tasarlanması
4. Kutup şartlarına uygun modüllerin geliştirilmesi ve denenmesi
5. Üst kurulumu sırasında, test istasyonu ve GES'in kurulumunun da yapılması
6. Verilerin toplanmaya başlanması ve kısa dönem analizlerin yapılması
7. Biriken verilerin analizlerinin devamı ve beş yıllık sonuçların değerlendirilmesi

Altışar aylık kutucuklar olarak takvimler aşağıdaki tablolarda gösteriliyor. Mavi boyalı sütun üssün kurulmaya başlanıp, harici alan test istasyonu ve GES'in kurulumlarının yapılması aşamasını temsil ediyor. Bu sürenin uzunluğunun şartlara bağlı olacağı varsayılmaktadır. Her bir yıl farklı renkle gösterilmiştir.

6 aylar/İş paketi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	X	X										
2	X											
3		X	X	X								
4			X	X		X						
5					X		X	X				
6						X	X	X	X			
7					X	X	X	X	X	X	X	X

6.2 GÖKKUT

6 aylık dönemler (Kış: 2,4,6,8,10): İş Paketleri:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ekip Organizasyonu	X											
Yer Seçimi	X	X										
Altyapı İhtiyaçları	X	X										
Altyapı Kurulumu			X		X		X		X			
Üstyapı İhtiyaçları		X	X									
Üstyapı Kurulumu			X		X		X		X		X	
Optik Tasarım	X	X										
Atmosferik Sistemlerin Seçimi	X	X										
Optik Sistemlerin Üretimi		X	X	X	X	X	X					
Atmosferik Sistemlerin Kurulumu			X				X					
Sistemlerin Testi ve İlk Veri Alımı									X		X	X
Uzaktan Erişim ve Veri Aktarımı									X		X	X
İlk Verilerin Deneme Analizi												X
Sistemlerin Kontrolü ve Çalıştırılması											X	X

7 Proje Ekibi

Proje ekibi ve görevleri aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

ADI-SOYADI	KURUMU	ÜNVANI	Proje Görevi: Sorumluluk Alanı	Uzmanlık Alanı
Bülent G. Akinoğlu	ODTÜ GÜNAM	Prof. Dr.	<u>Araştırmacı/Yürütücü</u> : Merkezler arası proje koordinatörlüğü, araştırmacılar arası organizasyon, proje uzmanlarının görev dağılımının belirlenmesi ve takibi, Fotovoltaik test platformu alt yapısı tasarımı, test sürecinde kullanılacak analizlerin belirlenmesi ve bu analizlere göre veri toplamasının sağlanması. Alt yapıda test edilecek yerli üretim mini hücre ve modül verilerinin analizleri.	Fizik, Güneş Enerjisi, Kristal Büyütme, Fotovoltaik sistemler, Fotovoltaik sistem performans analizleri
Raşit Turan	ODTÜ GÜNAM	Prof. Dr.	<u>Araştırmacı/Koordinatör (GÜNAM)</u> : Güneş hücrelerinin geliştirilmesi ve modül hale getirilmesi işlerinin organizasyonu	Fizik, Güneş Enerjisi Hesaplamaları, Fotovoltaik sistemler, Fotovoltaik hücre geliştirme, Alt üst yapı
Cahit Yeşilyaprak	Atatürk Ün. ATASAM	Doç. Dr.	<u>Araştırmacı/Koordinatör (ATASAM)</u> : Yerleşke - bina alt - üst yapısal hazırlık ve kurulum, atmosferik ve astronomik aygıtlarla veri sağlama, gözlemevi yer seçimi ve organizasyonu, mini gözlemevi - teleskop kurulumu, otomasyon ve uzaktan erişim, ilk gözlemlerin gerçekleştirilmesi	Fizik, Astrofizik, Atmosfer, Optik Aygıtlar, Teleskop, Alt-Üst Yapı, Gözlem Teknikleri ve Analizleri, Proje Yönetimi.
Burcu Özsoy	İTÜ PolReC	Doç. Dr.	<u>Araştırmacı/Koordinatör (PolReC)</u> : Merkezler arası eşgüdümün sağlanması, test istasyonu ve gözlemevi tasarlanma ve kurulma konularında katkı; veri analizleri aşamalarında ArGe desteği	Geomatik, Uzaktan Algılama, Uygu Görüntü Analizleri, Antarktika
Talat Özden	Gümüşhane Üniversitesi GÜNAM	Dr. Öğr. Üyesi	<u>Araştırmacı</u> : GES projesi tasarımı, gerekli hesaplamalarının yapılması, tüm montaj organizasyonunun oluşturulması, modül test platformunun alt yapısının oluşturulması, alt yapıda test edilecek yerli üretim mini hücre ve modül verilerinin	Enerji Yönetimi, Çok ajanlı yapılar, Fotovoltaik sistem tasarımı, Fotovoltaik sistem / modül performans analizi, uzaktan erişimli sistemler, alt-üst yapı, projelendirme ve proje yönetimi.

			analizleri.	
Mustafa Yücel	ODTÜ- Erdemli Deniz Bilimleri	Doç. Dr.	<u>Araştırmacı:</u> Zor çevre şartlarında yapılacak, hem GES altyapısı hem de gözlemevi altyapısında kurulum ve Ar/Ge desteği	Biogeochemical cycles, anoxia, nanogeoscience, deep-sea ecology, extreme environments
A. Buğrahan Karaveli	GÜNAM T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı	Dr.	<u>Araştırmacı:</u> Test merkezi ve GES kurulumunun ön modellenmesi, Verilerin analizi ve sonuçların raporlanması	Çevre Mühendisi, Yenilenebilir Enerji, Fotovoltaik sistemler, Fotovoltaik sistem performans analizleri
Harun Tank	GÜNAM	Tesis Müdürü	<u>Araştırmacı:</u> Test merkezi, GES ve gözlemevi kurulumlarında teknik destek, FV modül geliştirme	Fizik, Güneş Hücreleri Üretim Altyapısı, Mikroelektronik Uygulamalar
İsmail Yücel	ODTÜ Uzaktan Algılama Bölümü; ODTÜ Yer Sistem Bilimleri Bölümü	Prof. Dr	<u>Araştırmacı:</u> Kutup iklimi konularında modellemeler ve Ar/Ge. Meteorolojik veri analizlerine katkı	Meteoroloji, hidroloji, İklim Modellemeleri
B. Bülent Güçsav	Atatürk Ün. ATASAM	Uzm. Ast.	<u>Araştırmacı:</u> Teleskop otomasyon ve uzaktan erişim, Sistem Mühendisliği, Kontrol Sistemleri Yazılımları	Astronomi, Optik Sistemler, Yazılım ve Kontrol Sistemleri, Veri Madenciliği.
Onur Şatır	Atatürk Ün. ATASAM	Dr.	<u>Araştırmacı:</u> Astronomik Tarama Gözlemleri, Gözlemsel Veri Analizleri, Veri Madenciliği,	Astronomi, Gözlem Teknikleri, Görsel Veri Analizi.
Recep Balbay	Atatürk Ün. ATASAM	Uzm. Ast.	<u>Araştırmacı:</u> Teleskop otomasyon ve uzaktan erişim, Atmosferik Cihazların Kontrol Sistemleri ve Yazılımları	Astronomi, Atmosferik Sistemler, Yazılım ve Kontrol Sistemleri, Elektronik Kartlar ve Kontrol Sistemleri.
Cihan Tuğrul Tezcan	Atatürk Ün. ATASAM	Uzm. Ast.	<u>Araştırmacı:</u> Teleskop Gözlemleri, Atmosferik Kalite Ölçümü, Astronomik Yazılımlar	Astronomi, Gözlem Veri Analizi, Atmosferik Sistemlerin Analizi.
Özgün Oktar	İTÜ PolReC	Kaptan, Arş. Gör.	<u>Araştırmacı:</u> 4 Antarktik Sefere katılımı ile beraber logistik planlaması ve uygulanmasında yaptığı görevleri proje çerçevesinde icra etmek	Uzaktan Algılama, Uygu Görüntü Analizleri, Antarktika, Deniz buzu seyir, deniz-kara ulaşım operasyonu
Mithat Kaya	Marmara Üniversitesi	Prof. Dr.	<u>Araştırmacı:</u> Kosmik isin olcum programini yönetmek ve deney	Aki olcumleri, data analizi, dedektör geliştirme

			duzeneyini hazirlamak	
Ismail Okan Atakisi	Marmara Üniversitesi	Doktora Öğrencisi	<u>Araştırmacı:</u> Deney düzeneyini kurmak ve data almak	Data analizi, data alimni sağlama, dedektör geliştirme
Ozan Ünsalan	Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümü	Fizikçi, Doç. Dr.	Türkiye Antarktik Meteor Gözlem Sistemi kurmak, Türk Meteorit Arama Saha Çalışmasını yürütmek ve Türk Meteorit Koleksiyonunun Kürasyonunu sağlamak	Türkiye Antarktik Meteor Gözlem Sistemi, Türk Meteorit Arama Saha Çalışması ve Meteorit Koleksiyonunun Kürasyonu
Sinan Yirmibeşoğlu	İTÜ PolReC	Kaptan, Arş. Gör.	<u>Araştırmacı:</u> 1 Antarktik Sefere katılımı ile beraber, karadan verdiği logistik planlama ve uygulanma görevlerini proje çerçevesinde icra etmek	Uzaktan Algılama, Uygu Görüntü Analizleri, Antarktika, Deniz buzu seyir, deniz-kara ulaşım operasyonu
Hasan Hakan Yavaşoğlu	İTÜ PolReC	Doç. Dr.	<u>Araştırmacı (PolReC):</u> Test istasyonu ve gözlemevi tasarlanmada, lokasyon belirlemede ve kurulumunda katkı;	Geomatik, astronomik rasat, GNSS vb sürekli kıtada çalışacak ekipmanların kuralack sisteme bağlanabilme olanaklarının araştırılması, Antarktika

8 Kaynaklar

Projeler metninde atıfta bulunulan yayınlar sıra numaraları ile şu şekildedir:

1. Akinoglu, B.G. (2008) Recent Advances in the Relations Between Bright Sunshine Hours and Solar Irradiation, Chapter in a book, Ed. V. Badescu, p. 115-143.
2. Karaveli A. B.; ve B. G. Akinoglu (2018): Development of new monthly global and diffuse solar irradiation estimation methodologies and comparisons, International Journal of Green Energy, DOI: 10.1080/15435075.2018.1452744.
3. Akinoglu B. G. ve S. E. Rusen, (2013), Combining the satellite imagery with bright sunshine hours: A review, J. Renewable Sustainable Energy, <http://dx.doi.org/10.1063/1.4812656>, 5, 041802.
4. Karaveli, A. B., ve B. G. Akinoglu, (2016), Estimation of diffuse component for two locations in Turkey, EuroSun 2016 / ISES Conference Proceedings, International Conference on Solar Energy for Buildings and Industry, 11-14 Ekim.
5. Badescu, V. (2015). Solar radiation estimation from cloudiness data. Satellite vs. ground-based observations. International Journal of Green Energy 12:852–64. doi:10.1080/15435075.2014.888659.
6. Despotovic, M; V. Nedic, D. Despotovic, S. Cvetanovic. (2016). Evaluation of empirical models for predicting monthly mean horizontal diffuse solar radiation. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 56:246–60. doi:10.1016/j.rser.2015.11.058.
7. Yildirim, U.; I. O. Yilmaz, B. G. Akinoglu, Trend analysis of 41 years of sunshine duration data for Turkey, Turkish J Eng Env Sci, doi: 10.3906/muh-1301-11, 37, 286-305 (2013).
8. Akinoglu, B. G. (1991). A review of sunshine-based models to estimate monthly-average global solar radiation. Renewable Energy 1:479–97. doi:10.1016/0960-1481(91)90061-S.
9. Wild M. Global dimming and brightening: a review. J Geophys Res 2009; 114: D00D16.
10. Karaveli A. B., U. Soytaş, B. G. Akinoglu, (2015) Comparison of large scale solar PV (photovoltaic) and nuclear power plant investments in an emerging market, Energy, 84, (656–665).
11. Ozden T., B. G. Akinoglu, R. Turan, (2017) Long term outdoor performances of three different on-grid PV arrays in central Anatolia - An extended analysis, Renewable Energy, <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2016.08.045>, 101, (182-195).
12. Ishii T; T. Takashima, and K. Otani, (2011) Prog. Photovolt.: Res. Appl., DOI: 10.1002/pip.1005.
13. Jordan, D.C.; S.R. Kurtz, (2013) Photovoltaic degradation rates - an analytical review, Prog. Photovoltaics Res. Appl. 21 12-29, <http://dx.doi.org/10.1002/pip.1182>.

14. Ozden T., B. G. Akinoglu ve R. Turan, "Long Term Outdoor Testing of Two Different Thin Film PV Modules in Ankara - Turkey", 9th International Conference On Sustainable Energy & Environmental Protection – SEEP2016, sayfa: 119-124, Kayseri, Turkey 2016.
15. Ozden T., B. G. Akinoglu ve R. Turan, "Effect of Ambient Conditions on Monthly Performances of Three Different PV Arrays", The International Conference on Solar Energy for Buildings and Industry, The 11th ISES EuroSun Conference, sayfa: 1266-1272, Palma (Mallorca), Spain 2016.
16. Ozden, T., A. B. Karaveli, B. G. Akinoglu, Evaluation and comparisons of the models to calculate solar irradiation on inclined solar panels for Ankara; Proceeding for EU PV SEC 2017; 25-29 Sept.; Topic 6: PV System Performance and Integration 6.1: Solar Resource and Forecasting.
17. Ozden T. ve B. G. Akinoglu, "Preliminary Investigations on Two Different Procedures to Calculate the Efficiency and Performance Ratio of PV Modules", 4th International Conference on Computational and Experimental Science and Engineering - ICCES-2017, Özet Kitabı Sayfa: 225, Antalya / Turkey 2017.
18. Ozden T., R. Turan, B. G. Akinoglu, "On the Yearly Performance of a Bifacial PV Module in Central Anatolia - Turkey", International Renewable and Sustainable Energy Conference - IRSEC-2017, Tangier / Morocco 2017.

KUTUPGÜNÜ projesinde ele alınan konularla ilgili literatürde çok fazla yayın vardır ancak benzeri çalışmaların Kutup'da yapılanları yok denecek kadar azdır. Bu yayınları (i) İklim konuları; (ii) FV performans ve bozunma oranları konuları ve (iii) GES yayınları olarak ayırmak mümkündür. Diğer taraftan konu ile (iv) ilgili kutup uygulamaları alanında yayınlar yukarıda belirtildiği gibi yok denecek kadar azdır.

Bu yayınlardan bazı örnekler şöyle sıralanabilir:

(i) İklim konuları:

Oreskes N. (2018) The Scientific Consensus on Climate Change: How Do We Know We're Not Wrong?. In: A. Lloyd E., Winsberg E. (eds) Climate Modelling. Palgrave Macmillan, Cham.

Mal S., Singh R.B., Huggel C., Grover A. (2018) Introducing Linkages Between Climate Change, Extreme Events, and Disaster Risk Reduction. In: Mal S., Singh R., Huggel C. (eds) Climate Change, Extreme Events and Disaster Risk Reduction. Sustainable Development Goals Series. Springer, Cham

James, R., R. Washington, C. F. Schleussner, J. Rogelj, D. Conway, (2017) Characterizing half-a-degree difference: a review of methods for identifying regional climate responses to global warming targets, <https://doi.org/10.1002/wcc.457>, WIREs Climate Change, Vol. 8.

Stanhill G, Cohen S. Solar radiation changes in Japan during the 20th century: evidence from sunshine duration measurements. J Meteorol Soc Jpn 2008; 86: 57.

Wild M. Global dimming and brightening: a review. J Geophys Res 2009; 114: D00D16.

Sanchez-Lorenzo A., Calbo J., Martin-Vide J (2008). Spatial and temporal trends in sunshine duration over western Europe 1938-2004. *J Climate*; 21: 6089.

Sanchez-Lorenzo A., Calbo J., Brunetti M., Deser C. (2009) Dimming/brightening over the Iberian Peninsula: trends in sunshine duration and cloud cover and their relations with atmospheric circulation. *J Geophys Res*; 114: D00D09.

Turkes M., Sumer U.M., Demir I. (2002) Re-evaluation of trends and changes in mean, maximum and minimum temperatures of Turkey for the period 1929-1999. *Int J Climatol*; 22: 947.

(ii) FV Performans ve bozunma verileri konuları

Bouraiou, A. et al. (2017) Experimental evaluation of the performance and degradation of single crystalline silicon photovoltaic modules in the Saharan environment, *Energy*, 132, 22-30.

Quansah D. A. and M. S.Adaramola, (2018) Comparative study of performance degradation in poly- and mono-crystalline-Si solar PV modules deployed in different applications, *International Journal of Hydrogen Energy*, 43, 3092-3109.

Polverini D., M. Field, E. Dunlop, and W. Zaaiman, (2013) *Prog. Photovolt.: Res. Appl.*, DOI: 10.1002/pip.2197.

Dunlop E. D. and D. Halton, (2006) *Prog. Photovolt.: Res. Appl.*, DOI: 10.1002/pip.627.

Mambrini, T.; A. Migan-Dubois, C. Longeaud, and M. Elyaakoubi, (2014) *Phys. Status Solidi C* 11, 1711.

Nomura, K., Y. Ota, T. Minemoto, and K. Nishioka, (2014) *Phys. Status Solidi C* 11, 1427.

Dunlop E. D., (2003) in: *Proc. 3rd World Conference on Photovoltaic Energy Conversion*, Osaka, Japan, (IEEE), pp. 2927-2930.

Bogdanski N., W. Herrmann, F. Reil, M. Köhl, K.-A. Weiss, and M. Heck, (2010) Results of 3 years' PV module weathering in various open-air climates, *Reliability of Photovoltaic Cells, Modules, Components, and Systems Conference*, DOI:10.1117/12.859807.

(iii) GES yayınları

British Petroleum, BP Statistical Review of World Energy 2017, *Br Pet* 2017:1–52. doi:<http://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy-economics/statistical-review-2017/bp-statistical-review-of-world-energy-2017-full-report.pdf>.

EIA, International Energy Outlook 2017 Overview, *US Energy Inf Adm* 2017;IEO2017:143. doi:[www.eia.gov/forecasts/ieo/pdf/0484\(2016\).pdf](http://www.eia.gov/forecasts/ieo/pdf/0484(2016).pdf).

REN21, *Renewables 2017: global status report*, vol. 72. 2017. doi:10.1016/j.rser.2016.09.082.

ITRPV, *International Technology Roadmap for Photovoltaic* 2015,4.

Al-Shetwi, A. Q.; M. Z. Sujod, (2017), Grid-connected photovoltaic power plants: A review of the recent integration requirements in modern grid codes, *Int. J. Of Energy Research*, 42:1849–1865. DOI: 10.1002/er.3983.

(iv) Astronomik gözlem yayınları

B. B. GUÇSAVD, D. COKER, C. YESILYAPRAK, O. KESKIN, L. ZAGO & S. K. YERLI, Agile development approach for the observatory control software of the DAG 4m telescope, SOFTWARE AND CYBERINFRASTRUCTURE FOR ASTRONOMY IV, 2016, 0277-786X, 9913.

O. KESKIN, C. YESILYAPRAK & S. K. YERLI, Auxiliary free space optical communication project to ensure continuous transfer of data for DAG the 4m telescope, ADVANCES IN OPTICAL AND MECHANICAL TECHNOLOGIES FOR TELESCOPES AND INSTRUMENTATION II, 2016, 0277-786X, 9912.

S. K. YERLI, C. YESILYAPRAK, O. KESKIN & S. ALIS, DAG telescope site studies and infrastructure for possible international co-operations, OBSERVATORY OPERATIONS: STRATEGIES, PROCESSES, AND SYSTEMS VI, 2016, 0277-786X, 9910.

C. YESILYAPRAK, S. K. YERLI, O. KESKIN & B. B. GUÇSAV, DAG: A New Observatory And A Prospective Observing Site For Other Potential Telescopes, OBSERVATORY OPERATIONS: STRATEGIES, PROCESSES, AND SYSTEMS VI, 2016, 0277-786X, 9910.

L. ZAGO, B. GUÇX, C. YESILYAPRAK, S. K. YERLI & O. KESKIN, Integrated opto-dynamic modeling of the 4-m DAG telescope image quality performance, MODELING, SYSTEMS ENGINEERING, AND PROJECT MANAGEMENT FOR ASTRONOMY VII, 2016, 0277-786X, 9911.

O. KESKIN, C. YESILYAPRAK, S. K. YERLI, L. ZAGO, T. GÜVER, & S. ALIS, Project Management of DAG: Eastern Anatolia Observatory, MODELING, SYSTEMS ENGINEERING, AND PROJECT MANAGEMENT FOR ASTRONOMY VII, 2016, 0277-786X, 9911.

L. JOLISSAINT, O. KESKIN, L. ZAGO, S. K. YERLI, C. YESILYAPRAK, E. MUDRY & G. LOUSBERG, The design of an adaptive optics telescope : the case of DAG, GROUND-BASED AND AIRBORNE TELESCOPES VI, 2016, 0277-786X, 9906.

O. KESKIN, C. YESILYAPRAK, S. K. YERLI, L. ZAGO & L. JOLISSAINT, Turkey's Next Big Science Project: DAG the 4 Meter Telescope, GROUND-BASED AND AIRBORNE TELESCOPES V, 2014, 0277-786X, 9145.

D. COKER, S. ÖZDEMİR, C. YESILYAPRAK, S. K. YERLI, N. AKSAKER & B. B. GUÇSAV, A Study on W Ursae Majoris-Type Systems Recognised by the ROTSE-IIIrd Experiment, PUBLICATIONS OF THE ASTRONOMICAL SOCIETY OF AUSTRALIA, 2013, 1323-3580, 30.

B. B. GUÇSAV, C. YESILYAPRAK, S. K. YERLI, N. AKSAKER, U. KIZILOĞLU, D. COKER, E. DİKİCİOĞLU & M. E. AYDIN, A pipeline for the ROTSE-IIIrd archival data, EXPERIMENTAL ASTRONOMY, 2012, 0922-6435, 33, 1, 197-209.

SiPM application for a detector for UHE neutrinos tested at Sphinx station Iori, M.; Atakisi, I.O.; Chiodi, G.; Denizli, H.; Ferrarotto, F.; Kaya, M.; Yilmaz, A.; Recchia, L.; Russ Nucl.Instrum.Meth. A742:265-268,2014

Electron-muon identification by atmospheric shower in a new concept of an EAS detector. M. Iori, E.Arslan, H.Denizli , M.Kaya , A.Yilmaz , J.Russ Nucl. Instrum. Meth. A692:285-287, 2012.

Tests for a new concept of EAS detector for UHE neutrinos M. Iori, E. Arslan, H. Denizli, F. Ferrarotto, M. Kaya, A. Yilmaz and J. Russ 2013 J. Phys.: Conf. Ser. 409 012131

Study of a detector array for upward tau air-showers. M. Iori, Antonio Sergi, Daniele Fargion, (Rome U.) M. Gallinaro, (Rockefeller U.) , M. Kaya, (Kafkas U.). Feb 2006. 18pp. e-Print : astro-ph/0602108

O. UNSALAN, PETER JENNİSKENS*, QİNG-ZHU YİN, ERSİN KAYGİSIZ, JİM ALBERS, DAVID L. CLARK, MİKAEEL GRANVİK, İSKENDER DEMİRKOL, İBRAHİM Y. ERDOĞAN, AYDİN S. BENGÜ, MEHMET E. ÖZEL, ZAHİDE TERZİOĞLU, NAYEOB Gİ, PETER BROWN, ESREF YALCINKAYA, TUĞBA TEMEL, DİNESH K. PRABHU, DARREL K. ROBERTSON, MARK BOSLOUGH, DANİEL R. OSTROWSKI, JAMİE KIMBERLEY, SELMAN ER, DOUGLAS J. ROWLAND, KATHRYN L. BRYSON, CİSEM ALTUNAYAR-UNSAAN, BOGDAN RANGUELOV, ALEXANDER KARAMANOV, DRAGOMİR TATCHEV, ÖZLEM KOCAHAN, MİCHAEL I. OSHTRAKH, ALEVTİNA A. MAKSİMOVA, MAXİM S. KARABANALOV, KENNETH L. VEROSUB, EMİLY LEVIN, İBRAHİM UYSAL, VİKTOR HOFFMANN, TAKAHIRO HIROI, VİSHNU REDDY, GULCE O. İLDİZ, OLCAY BOLUKBASİ, MİCHAEL E. ZOLENSKY, RUPERT HOCHLEITNER, MELANİE KALIWODA, SİNAN ÖNGEN, RUI FAUSTO, BERNARDO A. NOGUEIRA, ANDREY V. CHUKIN, DANİELA KARASHANOVA, VLADİMİR A. SEMIONKIN, MEHMET YEŞİLTAŞ, TİMOTHY GLOTCH, AYBERK YILMAZ, JON M. FRIEDRICH, MATTHEW E. SANBORN, MAGDALENA HUYSKENS, KAREN ZIEGLER, CURTİS D. WILLIAMS, MARİA SCHÖNBÄCHLER, KERSTİN BAUER, MATTHİAS M. M. MEIER, COLİN MADEN, HENNER BUSEMANN, KEES C. WELTEN, MARC W. CAFFEE, MATTHİAS LAUBENSTEIN, QİN ZHOU, QİU-Lİ LI, XİAN-HUA LI, YU LIU, GUO-QİANG TANG, DEREK W. G. SEARS, HANNAH L. MCLAIN, JASON P. DWORKIN, JAMİE E. ELSİLA, DANİEL P. GLAVIN, PHİLİPPE SCHMITT-KOPPLIN, ALEXANDER RUF, LUCİLLE LE CORRE, & NİCO SCHMEDEMANN (The Sarıçiçek Meteorite Consortium), Howardite fall in Turkey: Source crater of HED meteorites on Vesta and impact risk of Vestoids, 2019, Meteoritics & Planetary Science, 2019 (kabul edildi).

O. UNSALAN, C. ALTUNAYAR-UNSAAN, Raman and Infrared spectroscopic studies on Bursa L6 chondrite: Evidences of shock metamorphism, Meteoritics & Planetary Science, 2019 (hakem değerlendirmesinde).

BURTON, A. S., ELSİLA, J. E., GLAVIN, D.P., DWORKIN, J. P., ORNEK C.Y., ESENOĞLU, H. H. UNSALAN, O., ÖZTÜRK, B., Searching for Extraterrestrial Amino Acids in a Contaminated Meteorite: Amino Acid Analyses of the Çanakkale L6 Chondrite, JSC-CN-35555, NASA Technical Reports Server, Document ID: 20160002360, Lunar and Planetary Science Conference; 47th; 21-25 Mar. 2016; The Woodlands, TX; United States.

UNSAAN O., YILMAZ A., BOLUKBASİ O., ÖZTÜRK B., ESENOĞLU H.H., OGRUC İLDİZ G., ORNEK, C.Y., Micro-Raman, FTIR, SEM-EDX and structural analysis of the Çanakkale meteorite, Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, vol.92, pp.250-255, 2012.

(v) Kutup yayınları

Andriuzzi, W. S., et. al. (2018) Observed trends of soil fauna in the Antarctic Dry Valleys: early signs of shifts predicted under climate change, Ecology (Ecological Society of America), 99, 312-321, <https://doi.org/10.1002/ecy.2090>,

Lagger, C., et. al. (2017) Climate change, glacier retreat and a new ice-free island offer new insights on Antarctic benthic responses, Ecography - Pattern and Process in Ecology, 41, 579-591.

Zhou, Y., et. al., (2018) Estimation of Daily Average Downward Shortwave Radiation over Antarctica, Remote Sensing, 10(3), 422.

(vi) PolReC ve seçili Kutup yayınları

Huan Li, Hongjie Xie, Stefan Kern, Wei Wan, Burcu Ozsoy, Stephan Ackley, Yang Hong, "Spatio-temporal variability of Antarctic sea-ice thickness and volume obtained from ICESat data using an innovative algorithm", *Remote Sensing of Environment*, No. 219, 2018, s. 44-61, <https://doi.org/10.1016/j.rse.2018.09.031>

S. Kern, B. Ozsoy-Cicek, "Satellite Remote Sensing of Snow Depth on Antarctic Sea Ice: An Inter-Comparison of Two Empirical Approaches", *Remote Sensing*, Vol. 6, No. 8, 05/2016, ISSN: 2072-4292 doi:10.3390/rs8060450, <http://www.mdpi.com/2072-4292/8/6/450/htm>

S. Kern, B. Ozsoy-Cicek, A. P. Worby, "Antarctic Sea-Ice Thickness Retrieval from ICESat: Inter-Comparison of Different Approaches", *Remote Sensing*, Vol. 538, No. 8(7), 06/2016, s. doi:10.3390/rs8070538, ISSN: 2072-4292, MDPI AG, <http://www.mdpi.com/2072-4292/8/7/538/htm>

A. Steer, P. Heil, C. Watson, R. Massom, J. L. Lieser, B. Ozsoy-Cicek, "Estimating small-scale snow depth and ice thickness from total freeboard for East Antarctic sea ice", *Deep Sea Research Part II Topical Studies in Oceanography*, No. 131, 06/2016, s. 41-52, ISSN: doi: 10.1016/j.dsr2.2016.04.025, Elsevier

B. Ozsoy-Cicek, S. F. Ackley, H. Xie, D. Yi, J. Zwally, "Sea ice thickness retrieval algorithms based on in situ surface elevation and thickness values for application to altimetry", *Journal of Geophysical Research: Oceans*, No. 8, 2013, s. 3807-3822, ISSN: 2169-9275 doi: 10.1002/jgrc.20252, <http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002>