



**T.C.  
TOROS ÜNİVERSİTESİ**

**BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJESİ  
SONUÇ RAPORU**

PROJE NO	2020-MÜH-AKH-1
PROJENİN ADI	Mersin ili için Taşınabilir Güneş Işınımı, Rüzgâr hızı-Hava basıncı, Nem-Sıcaklık Ölçüm Sisteminin Kurulması, Verilere Uzaktan Erişimin Sağlayan Yazılımın Geliştirilmesi ve Tarım ve Kent Alanları Üzerindeki Isı adası Analizi

**Proje Ekibi**

**Dr. Öğ. Üy. Ali Kemal Havare**  
(Proje yöneticisi)

17.10.2023

**RAPOR TARİHİ**

**TOROS ÜNİVERSİTESİ**  
**BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJESİ**  
**SONUÇ RAPORU**

**Projenin Türü:** (Aşağıdakilerden birini işaretleyiniz)

- Bağımsız Araştırma Projesi      Sanayi İşbirliği Projesi      Lisansüstü Öğrenim ve Araştırma Projesi\*  
Katılımlı Araştırma Projesi      Altyapı Projesi      Çok Disiplinli Araştırma Projesi  
Güdümlü Altyapı Projesi      Destek (Patent, Uluslararası toplantı, Makale basımı, Analiz) Projesi

**GENEL BİLGİLER**

**PROJE YÖNETİCİSİNİN**

Ünvanı	:Doç.Dr.
Adı	:Ali Kemal
Soyadı	: Havare
Fakülte	:Mühendislik Fakültesi
Bölüm	: Elektrik-Elektronik Müh.
Telefon	:05056751902
e-mail	:aliekemal.havare@gmail.com
İmza	:

**PROJENİN ADI**

**Mersin ili için Taşınabilir Güneş Işınımı, Rüzgâr hızı-Hava basıncı, Nem-Sıcaklık Ölçüm Sisteminin Kurulması, Verilere Uzaktan Erişimin Sağlayan Yazılımın Geliştirilmesi ve Tarım ve Kent Alanları Üzerindeki Isı adası Analizi**

**PROJE SÜRESİ**

<b>Proje No:</b>	2020-MÜH-AKH-1	<b>Süresi:</b>	30 Ay
<b>Başlama Tarihi:</b>	10 / 04 / 2021 <sup>1</sup>	<b>Bitiş Tarihi:</b>	18 / 10 / 2023
<b>Raporun Kapsadığı Dönem:</b>	15/08/2020- 18/ 10/2023		
<b>Tahsis Edilen Ödenek:</b>	64.500	<b>Harcanan Miktar:</b>	54.250

<sup>1</sup> 11 Mart 2020 tarihinde Koronavirüs hastalığı 2019 (COVID-19) şiddetli akut solunum sendromu koronavirüsü 2 (SARS-CoV-2)'nin Dünya Sağlık Örgütü tarafından pandemi ilan edilmesiyle yurtiçi-yurtdışı üretim, ticaret ve ulaşımında yaşanan gecikmeler-iptaller nedeniyle projenin çalışmaları aksamıştır ve çalışmalar 10.04.2021 tarihinde başlamıştır.

**EK SÜRE**

<b>Onaylanan Ek Süre</b>	..... Ay	<b>Ek Süre Dahil Bitiş Tarihi:</b>	..... Ay
<b>Ara Rapor Dönemi İçerisinde Onaylanan Ek Süre Varsa Gerekçesi</b>			

**PROJENİN GENEL BÜTÇE DURUMU**

<b>Sözleşmedeki Ödenek</b>	<b>Onaylanan Ek Ödenek</b>	<b>Toplam Ödenek</b>	<b>Şimdiye Kadar Gerçekleşen Harcama</b>	<b>Kalan Ödenek</b>
<b>64.500</b>	<b>64.500</b>	<b>64.500</b>	<b>54.250</b>	<b>10.250</b>
<b>Ara Rapor Dönemi İçerisinde Onaylanan Ek Ödenek Varsa Gerekçesi</b>				

TOROS ÜNİVERSİTESİ  
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJESİ  
ARA RAPORU

**\*\* ŞİMDİYE KADAR TOPLAM GERÇEKLEŞEN HARCAMANIN DÖKÜMÜ**

Bütçe (Gider) Kodu	Harcamanın Cinsi	Harcama Tutarı
03.2	Sarf Malzemesi	
03.3	Seyahat (Yolluklar)	
03.5 + 03.6	Hizmet Alımı	
03.7	Menkul Mal, Gayri Maddi Hak Alım, Bakım ve Onarım Giderleri	
06.1	Makine Teçhizat	54.250
06.3	Gayri Maddi Hak Alımları	
	<b>TOPLAM</b>	54.250

**ŞİMDİYE KADAR ALINAN MAKİNE/TEÇHİZAT**

Taşımının Adı	Adedi	Bulunduğu Birim	Tutarı	Zimmet Kaydı Yapılan Kişi
11.1131 Model Mottech Solar İstasyonu	1	Mühendislik Fakültesi	54.250	Ali Kemal Havare
		<b>TOPLAM</b>	54.250	

## I. PROJENİN TÜRKÇE, İNGİLİZCE ADI VE ÖZETİ

### TÜRKÇE

**Özet:** Şehirler, üzerinde yer aldıkları doğanın topoğrafyasını, ekolojik yapısını, atmosferik özelliklerini değiştirmekte, farklı bir ekoloji ve atmosfer yaratmaktadır. Değişen arazi örtüsü ve yapılaşma nedeniyle şehirler çevrelerine göre farklı sıcaklık özellikleri gösterirler. Bu farklı sıcaklık koşulları hava sıcaklığı ile ölçüldüğünde kentsel ısı adası, yüzey sıcaklığı ile belirtildiğinde ise yüzey ısı adası- surface heat island (SHI) adını alır. Mersin kenti hem deniz kenarında bulunması hem Toros dağlarının denize paralel uzanması nedeniyle özel bir coğrafik yapıya sahiptir. Bu proje ile Mersin ve yakın çevresinde SHI' nın yıl içindeki değişimi araştırılmak üzere güneş Işınımı, rüzgâr hızı, nem-sıcaklık ölçüm sisteminin kurulması, elde edilen verilere uzaktan erişimin yazılımının geliştirilmesi ve çeşitli algoritmalarla tarım ve kent alanları üzerindeki ısı adası analizi yapılacaktır. Ayrıca bu çalışmada, Landsat, MODIS uydu görüntüleri yardımıyla, normalize edilmiş vejetasyon indeksi (NDVI) değerleri analiz edilerek yüzey sıcaklıkları ile NDVI verileri arasında ilişki Mersin özelinde incelenip meteoroloji müdürlüğünden elde edilen veriler ve tanımlayıcı istatistikler kullanılarak kent ve tarım alanlarındaki ısı adası oluşumu ve mikro iklimin etkisi analiz edilecektir.

**Anahtar Kelimeler:** Güneş Işınımı, Rüzgâr hızı-Hava basıncı, Nem-Sıcaklık, Isı adası, Mikro klima

### ENGLISH

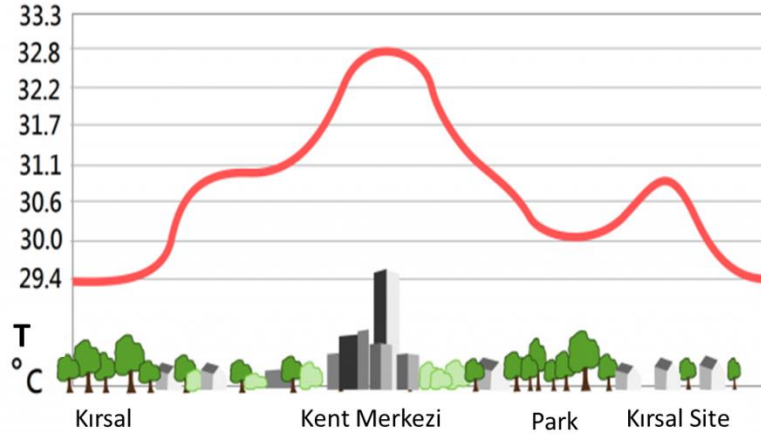
**Establishment of Solar Radiation, Wind Speed-Pressure, Humidity-Temperature Measurement System for Mersin Province, Development of Software for Remote Access to Data and Heat Island Analysis on Agricultural and Urban Areas**

**Abstract:** Cities change the topography, ecological structure, atmospheric characteristics of the nature on which they are located and create a different ecology and atmosphere. Due to changing land cover and construction, cities show different temperature characteristics with respect to their environment. These different temperature conditions are called city heat island when measured by air temperature, surface heat island (SHI) when indicated by surface temperature. The city of Mersin has a special geographical structure due to both being located by the sea and the Taurus Mountains parallel to the sea. With this project, solar radiation, wind speed, humidity-temperature measurement system will be established, software for remote access to the data obtained and temperature island analysis on agricultural and urban areas will be carried out in order to investigate the change of SHI during the year in Mersin and its vicinity. In this study, Landsat, MODIS satellite images, normalized vegetation index (NDVI) values were analyzed by analyzing the relationship between surface temperatures and NDVI data in Mersin-specific meteorological data obtained from the directorate and using descriptive statistics using the heat island formation and microclimate in urban and agricultural areas effect will be analyzed.

**Keywords:** Solar radiation, Wind Speed, Humid-Temperature, Heat island, microclimate

## II. Giriş

Yeryüzü güneşten gelen ışınım ile ısınmaktadır. Yeryüzüne ulaşan bu ışınımın önemli bir miktarı absorbe edilirken bir kısmı da geri yansıtılır. Yansıyan ışınımın gelen ışınım oranına albedo denir [1]. Son dönemlerde kentlerin yoğun olarak betonlaşması ve dikey olarak gelişmesi binalar arasında yapay kanyonların oluşmasını, güneş ışınımının hapsolmesini, bununla beraber, kentte çevresine göre farklı bir iklim yapısına sahip mikro klima alanlarının oluşmasına neden olmaktadır. Bu betonlaşma ve yapılaşma güneşten gelen ışınımın daha fazla absorblanmasına ve yeterince yansıtılmamasının temel nedenlerinden biridir. Bu durum kentlerde termal konforun kaybolmasının yanı sıra ısı artışının kaynağı olarak karşımıza çıkmaktadır. Daha fazla ışınımın absorbe edilmesi ve bunun yansıtılmaması albedo değerinin düşmesine neden olur. Albedo değerlerinin düşük çıkması daha yüksek yüzey sıcaklığı ve hava sıcaklığını temsil eder [2]. Böylece kentler çevrelerine göre daha sıcak ve soğuk olabilmekte, ısıtma ve soğutma ihtiyaçlarında farklılıklar yaratmakta, bu durum sıcaklık streslerine neden olmaktadır [3]. Bunun yansısı şehir kirliliği, yoğun nüfus ve sanayi faaliyeti nedeniyle de benzer etkilerle karşılaşmakta dolayısıyla doğal iklimin meydana getirdiği hidrolojik döngü kesintiye uğramaktadır. Şehirlerin yoğun olarak betonlaşması bunun plansız olarak gerçekleşmesi sadece sıcaklık açısından farklılıklar yaratmamakta, şehirdeki rüzgâr yönelimini değiştirmekte, yağış şeklinde ve tipinde değişikliklere neden olmakta, gizli ısıyı ortadan kaldırarak su buharı ve nem dağılımında değişiklikler yaratmakta, sonuç olarak kentin doğal ısı dengesi konforunu bozmaktadır [4-6].



**Şekil 1.** Isı adalarının oluşumunda şehirleşmenin rolü gösteren bir resim.  
(<https://geography.name/urban-heat-island/>)

Kent iklimlerinin özelliklerini kentin coğrafi konumu, kentin formu ve kentin fonksiyonları belirler. Çeşitli teknikler kullanılarak kentlerin veya dünyada herhangi bir bölgenin coğrafi konumuna bağlı olarak ısı adaları çeşitleri tespit edilebilmektedir. Uydular ve diğer uzaktan teknikler radyometreler vasıtasıyla bitki örtüsü, çatılar, su gibi farklı yüzeylerden yayılan dalga boylarını ayırt edebilmektedir. Böylece şehir ve çevresinden salınan bu ısıların ölçümleri, uzaktan elde edilebilmektedir [7, 8] Genel olarak kenti etkileyen ısı adası kavramı üçe ayrılmaktadır [9] Bunları sıralayacak olursak;

- Örtü tabakası ısı adaları (Canopy layer heat island - CLHI),
- Sınır tabakası ısı adaları (Boundary layer heat island - BLHI),

- Yüzey ısı adaları (Surface Heat Island -SHI)'dir.

Bu sıralamada James A. Voogt'a [9] göre ilk iki kavram kent atmosferinin ısınmasını ifade ederken üçüncüsü ise kent yüzeyinin ısınması ile ilişkilidir. Örtü tabakası ısı adası, kentlerde görece küçük binaların yüksekliğine bağlı olarak çatılara kadar sınırlanan ve mikro düzeyde ele alınan tabakadır. Dolayısıyla bu tabaka binaların geometrisinden ve konumlanma durumlarından etkilenebilmektedir [10]. Kentin örtü tabakasının hemen üzerinde, yaklaşık 1 km kalınlığı ile sınır tabaka yer almaktadır. Kent sınır tabaka ısı adası şehir üzerinde şehri kaplayan ve rüzgârın hareketlerinden etkilenen ısı tabakasıdır [11] Örtü tabakası ısı adası ile sınır tabaka ısı adasının konumu aşağıdaki şekilde gösterildiği gibidir.

Yüzey ısı adası için en yaygın teknik uzaktan algılama tekniğidir. Bu projede mezo ölçekte, yüzey ısı adaları (SHI) ve bitki örtüsü yoğunluğu (NDVI) uzaktan algılama teknikleri yardımıyla tespit edilecektir. Uzaktan algılama yöntemi ile cisimlerin yüzeyinden çeşitli dalga boylarında yayılan ve yansıyan enerji ölçülebilmektedir. Benzer şekilde yeryüzü yüzeyinin sıcaklığı da birçok uzaktan algılama tekniği ile ölçülebilmektedir. Bölünmüş pencere (split-window) yöntemi [12] sıcaklık/yayınırılık ayırma (temperature/emissivity separation) yöntemi [13] tek pencere (mono-window) algoritması[14] tek kanal (single channel) yöntemi [15] en sık kullanılan algoritmalarıdır. Özellikle uydular aracılığıyla arazi örtüsü görüntüleri elde edilmekte ve arazi kullanımı haritaları oluşturulabilmektedir. Bu sayede oluşturulan haritalar yer yüzey sıcaklığı haritaları ile ilişkilendirilebilmektedir[16-19] Uydu görüntüleri ile oluşturulmuş yer yüzey sıcaklığı değerleri ile arazi alanlarındaki değişimin iklim üzerindeki etkisini Coğrafi Bilgi Sistemleri ile anlama etkin olarak kullanılmaktadır [20]. Uzaktan algılama indeksleri arazi alanlarının ve arazi sınıflarının belirlenmesi için etkin bir yöntemdir [21]. Bitki örtüsüne ilgili özelliklerin uydu görüntüleri ile belirlenmesi için çok sayıda bitki indeksi oluşturulmuştur[22]. Düzeltilmiş Toprak Bitki İndeksi [22] (The Soil-Adjusted Vegetation Index (SAVI)) kent alanlarında yeşil alanları tahmin etmek için geliştirilmiştir [23, 24] betonlaşmayı belirlemek için Normalleştirilmiş Fark Yerleşim Alanı İndeksi (Normalized Difference Built-Up Index (NDBI)) indeksi kullanılmaktadır [24]. Su içeriğini ortaya koymak için Normalleştirilmiş Fark Su İndeksiyle (The Normalized Difference Water Index (NDWI)) işlem yapılmaktadır. Üç farklı indeks (SAVI, NDWI ve NDBI) kullanılarak heterojen şehir alanlarında yapay yüzeyleri (özellikle yerleşim alanlarını) yüksek doğruluk ile belirlemek için İndeks tabanlı yapı indeksi (Index based built up index (IBI)) ortaya konmuştur [25].

Kentlerin çevresi ile olan iklimsel farkları birçok metotla çalışılabilmektedir. Bunun öncelikle yerel meteoroloji istasyonlarının verileriyle kent ve çevresi arasındaki iklimsel değişkenler arasındaki fark analiz edilebilmektedir. Ancak daha bütüncül bir analiz için termal uydu görüntüleri ve kızılötesi hava fotoğrafları daha sağlıklı sonuçların analizine imkân sağlar. Böylece kentten yayılan enerji ölçülebilmekte yani yüzey sıcaklıkları araştırılabilmektedir. Hava sıcaklığının kırsal alanlara göre yüksek olma durumu kentsel ısı adası (urban heat island) olarak tanımlanırken, kentin yüzey sıcaklığı açısından kırsal alanlara göre sıcak olma durumu yüzey ısı adası (surface urban heat island-SHI) olarak ifade edilmektedir [26]. Ülkemizde kent ısı adası çalışmaları birçok şehirde yapılmış olmasına karşın, yüzey ısı adası ile ilgili araştırmalar ise daha sınırlıdır.

Mersin kenti farklı arazi yüzeyleri, denizi, tarihi yapıları ve hızlı yapılaşması ile yüzey ısı adası açısından analiz edilmesi gereken kentlerimizdendir. MODIS vb. uydu görüntüleri yardımıyla, normalize edilmiş vejetasyon indeksi (NDVI) değerleri analiz edilerek yüzey sıcaklıkları ile NDVI verileri arasındaki ilişki Mersin özelinde incelenip meteoroloji müdürlüğünden elde edilen veriler ve tanımlayıcı istatistikler kullanılarak kent ve tarım

alanlarındaki ısı adası oluşumu ve mikro klimanın etkisi analiz edilecektir. Kent ve çevresinde, uydu görüntüsünün alındığı dönemlerde SHI araştırılmıştır.

## Yöntem

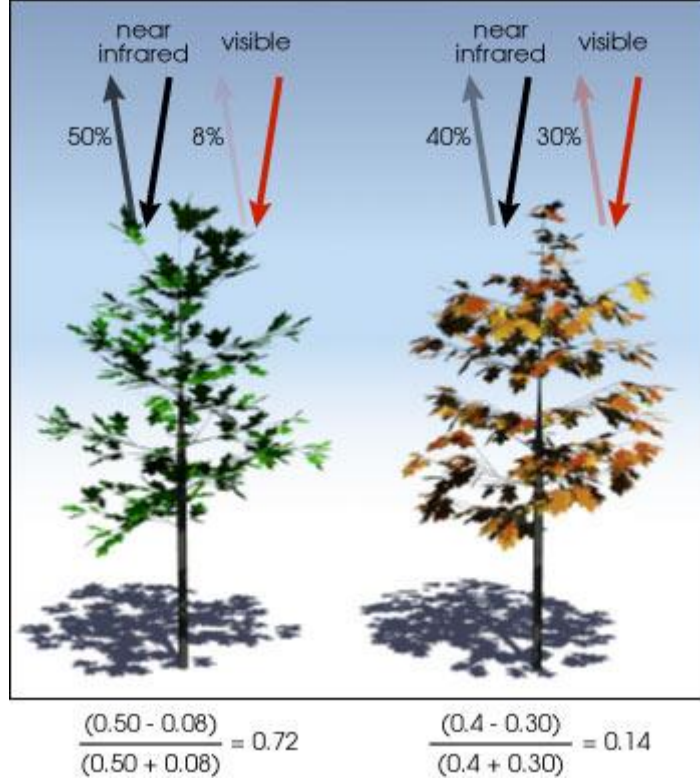
Kentlerin yoğun bir şekilde betonlaşması kent ile kırsal alan arasında sıcaklık farklarına neden olduğu bilinmektedir. Bu projede yer istasyonlarından ve uydulardan olmak üzere iki farklı yöntem kullanılacaktır. Başlangıçta *Taşınabilir Güneş ışınımı, Rüzgâr hızı-Hava basıncı, Nem-Sıcaklık Ölçüm Sistemi* ile diğer yer istasyonlarından veriler ile örtü tabakası ısı adası hesaplamaları gerçekleştirilecektir. İkinci yöntem de uydu görüntüleri ve termal hava fotoğrafları aracılığıyla kentten yayılan enerji ölçülecek yani yüzey sıcaklıkları analiz edilecektir. Bu projede, yeni nesil MODİS uydu verileri ve Split-window algoritması kullanılarak yer yüzey sıcaklığının belirlenmesi ve uzaktan algılama indekslerinden üretilen yapay yüzey sınıfının yüzey sıcaklığı üzerindeki etkisinin istatistiksel yöntem ile analiz edilmesi hedeflenmektedir. Elde edilen yüzey sıcaklık değerleri 45 Evler Kampüsünde kurulan hava istasyonlardan elde edilen yakın yüzey sıcak değerleri kullanılarak değerlendirilecektir. Yapay yüzeyler ile yer yüzey sıcaklık değerleri arasında rastgele seçilen test noktaları kullanılarak 45 Evler Kampüsü, Arpaçbahşiş Kırsalı, Erdemli Merkez ve Bozyazı Kırsalı analizleri gerçekleştirilecektir.

Bütün bu yöntemlerin temelini Normalleştirilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI) oluşturmaktadır. NDVI, analistlerin uzaktan algılamada kullandıkları en yaygın endekstir. Aşağıda gösterildiği gibi, Normalleştirilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI) formülündeki NIR ve kırmızı kanalları kullanır.

Sağlıklı bitki örtüsü (klorofil) diğer dalga boylarına kıyasla daha yakın kızılötesi (NIR) ve yeşil ışığı yansıtır. Fakat daha kırmızı ve mavi ışığı emer. Bu yüzden gözlerimiz bitki örtüsünü yeşil renk olarak görüyor. Yakın kızılötesi görebiliyorsanız, bitki örtüsü için de güçlü olur. Uydular, temelde aşağıda verilen bağıntı kullanarak veriler elde edilir.

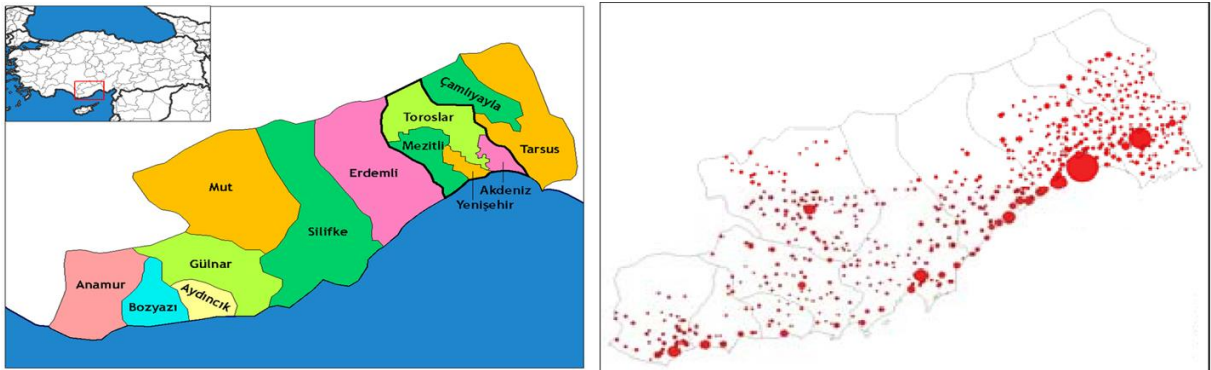
$$NDVI = \frac{(NIR - Red)}{(NIR + Red)}$$





Şekil 2.

Kentlerin hızla büyümesiyle oluşan betonlaşma özellikle güneşten gelen ışınımı hapseden yapı malzemesiyle, kentsel ısı adası oluşumunda önemli bir etken olarak karşımıza çıkmaktadır. Dolayısıyla kentlerde arazi örtüsünün durumuna göre de farklı ısı ve enerji alanları oluşmasına sebep olmaktadır. Bu noktada kentin kırsal alanları etkilemesi ya da kırsal alanların kent üzerindeki etkisi incelemeye değer bir konudur. Özellikle tarımdan gelen ürünlerin insan yaşamının vazgeçilmez bir parçası olması ve bu kaynakların gittikçe azalması bu konunun ne kadar önemli olduğu anlaşılabilir. Kırsal bölgede giderek azalan kaynaklar ve artan üretim maliyetlerine karşı, tarım uygulamalarının, teknolojinin avantajlarını doğru kullanıp doğanın dengesine ayak uydurması gerekir. Günümüzde teknoloji, bulunduğumuz lokasyondaki, hava nemi, hava ısısı, ışık ışınım seviyesi, rüzgâr yönü, rüzgâr hızı ve yağmur miktarı hakkında bilgi toplayıp bu bilgiler ışığında tarım arazimizi ya da seraları daha etkili ve verimli kılacak bilgi üretebilmektedir.



Şekil 3. Mersin İlçeleri ve nüfus yoğunlukları [1].

Şekil 3’de Mersin ili ve ilçelerinin haritası verilmektedir. İlçelere göre nüfus yoğunluğuna bakıldığında Tarsus, Akdeniz, Yenişehir ve Mezitli’de yoğunlaştığı gözükmektedir.

### **III.PROJEDE ELDE EDİLEN BİLİMSEL SONUÇLAR**

#### **Projeyle ilgili bilimsel ve teknik, idari ve mali gelişmeler\***

Projenin ana harcama kalemini oluşturan 11.1131 Model Mottech Solar İstasyonu AgroMax Tarım Tekstil Sanayi ve Ticaret Limited aracılığıyla satın alması gerçekleştirilmiş ve kurulumu başarılı bir şekilde yapılmıştır.

#### **Proje kapsamında yapılan yayımlar ve toplantılarda sunulan bildiriler\***

Dönem içinde proje kapsamında henüz yapılmış bir yayın veya toplantılarda sunulmuş bir bildiri bulunmamaktadır.

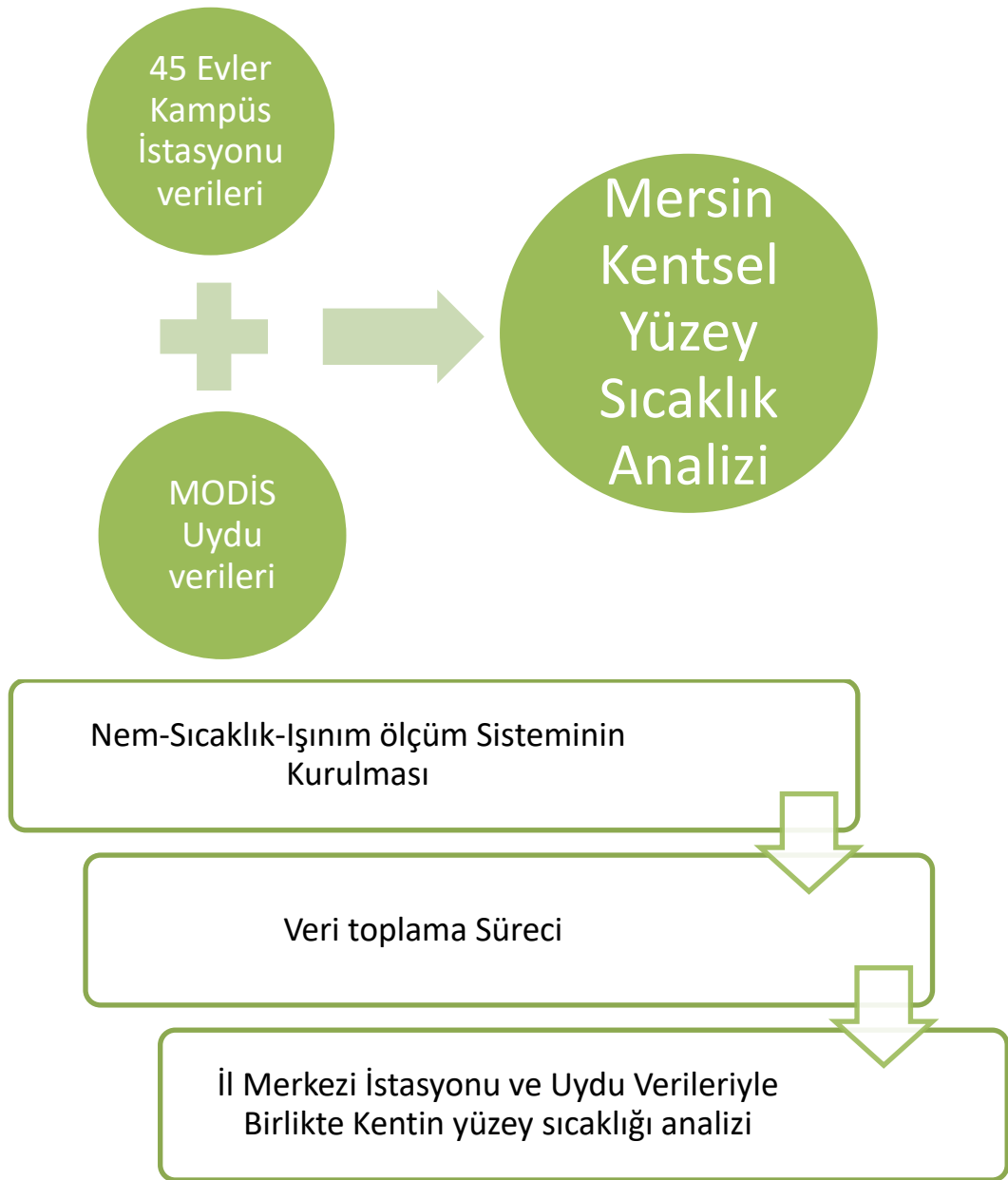
#### **Proje çalışma takvimine uygun yürümüyorsa gerekçeleri\***

Yüksek Öğretim Kurulu 16 Mart 2020 tarihinde eğitim öğretime 1 hafta ara verilmesine karar vermiş ve 23 Mart 2020 tarihinden itibaren Üniversiteler uzaktan eğitime başlamışlardır. 2020 Bahar dönemi boyunca alınan sokağa çıkma yasakları ve sonrasında çalışma hayatının Dünya’da tüm Türkiye’de kısıtlanması Projenin çalışma takviminde bildirilen ve İş-Zaman çizelgesinde belirtilen aksiyonların yürütülmesinde yaklaşık 8 ay kadar bir sürenin kaybedilmesine neden olmuştur. Bilindiği gibi Kasım 2020 tarihi ve sonrası itibarıyla COVID-19 pandemisinde ikinci dalga yaşanmış ve bu süreçte proje yürütücü olarak kendim COVID-19’a yakalanmış, sokağa çıkma ve karantina olması sebebiyle de proje tamamen durma noktasına gelmiştir. Rektörlüğümüzün 02/12/2020 tarihli ve 95996538-950-E.3603 sayılı yazısı ile bildirilen esnek çalışma ve mesai saatlerinin düzenlenmesine gidilmiş, bu süreç 31 Mart 2021 tarihine kadar uygulanmış, haftalık çalışma saatlerinin çok kısıtlı hale gelmesi sebebiyle de proje ilgili çalışmalarda İş-Zaman çizelgesinde belirtilen takvimin uygulanamamasına ve projede yapılacak iş paketlerinin uzamasına neden olmuştur.

#### **Projede yapılan çalışmalar: Gerçekleşenler ve Geçekleşmeyenler\***

- Kurulan sistemden veri toplaması yapılmıştır.
- Gelişen yazılımsal teknikler dolayısıyla MATLAB platformu yerine PYTHON platformunun kullanılması özellikle veri işleme ve analizinde kolaylık sağlaması dolayısıyla tercih edilmiştir. Ayrıca COVID-19 pandemisinin projedeki aksamalara neden olmuş ve projede veri toplanması ve işlenmesi zaman alması nedeniyle projenin sağlıklı bir şekilde sonuçlandırılabilmesi için verilerin uzaktan erişimi için mobil uygulama geliştirilmesi yapılamamıştır. Bu nedenle “Taşınabilir Güneş Işınımı, Rüzgâr hızı, Nem-Sıcaklık Ölçüm Sisteminin” kurulmasıyla elde edilen verilere uzaktan erişim yazılımı ve mobil uygulaması geliştirilememiştir.

Bu projede, Mersin ili Yenişehir ilçesi Toros Üniversitesi 45 Evler Kampüsünde kurulan hava ölçüm istasyonu ile güneş ışınımı, rüzgâr hızı ve nem-sıcaklık verileri ölçülmüştür. Bu veriler Amerika Birleşik Devletleri'nin (ABD) Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi- National Aeronautics and Space Administration'nın (NASA) MODIS uydusundan elde edilen veriler kullanılarak ve Python yazılımı kullanılarak Mersin ilinin meteoroloji verileri analiz edilmiştir. Mersin ili için sıcaklık, nem ve rüzgâr faktörlerinin kırsal ve nispeten yeşil alanlar (MODIS verileri) ile kent merkezi (kurulan istasyon verileri) üzerindeki farklılıklarına bakılmıştır. Temel olarak üç adımda proje süreci yürütülmüştür. İlk olarak Toros Üniversitesi 45 Evler Kampüsü kurulan ölçüm istasyonundan 10.04.2021-10.10.2023 tarihleri arasındaki veriler elde edildi. İkinci aşamada MODIS uydu verileri aynı tarihler için indirildi.



## **Güneş ışınımı, Rüzgâr hızı, Nem-Sıcaklık Ölçüm Sisteminin Kurulumu**

### *Güneş Işınım ölçer (piranometre):*

- Güneş ışınım ölçer (piranometre), yatay düzlemde ve cihazın üzerindeki su terazisi ile kontrol eder.
- Cihaz kuzey-güney istikametinde güneye konuşlandırılmıştır.
- Güneş ışınım ölçer (piranometre) ISO 9060 ve WMO Guide-8'de tanımlı First Class - Good Quality veya daha iyi özelliklere sahip bir sensör olarak seçilmiştir.
- Veri toplama ünitesinde çalışan programda piranometrenin kullanılmıştır.

### *Güneşlenme süresi ölçer (sunshine duration sensor):*

- Güneşlenme süresi ölçer enlem derecesine göre, yatayla  $\pm 5^\circ$  doğrulukla açı yapacak ve kuzeye bakacak şekilde kurulmuştur.

### *Diğer sensörler:*

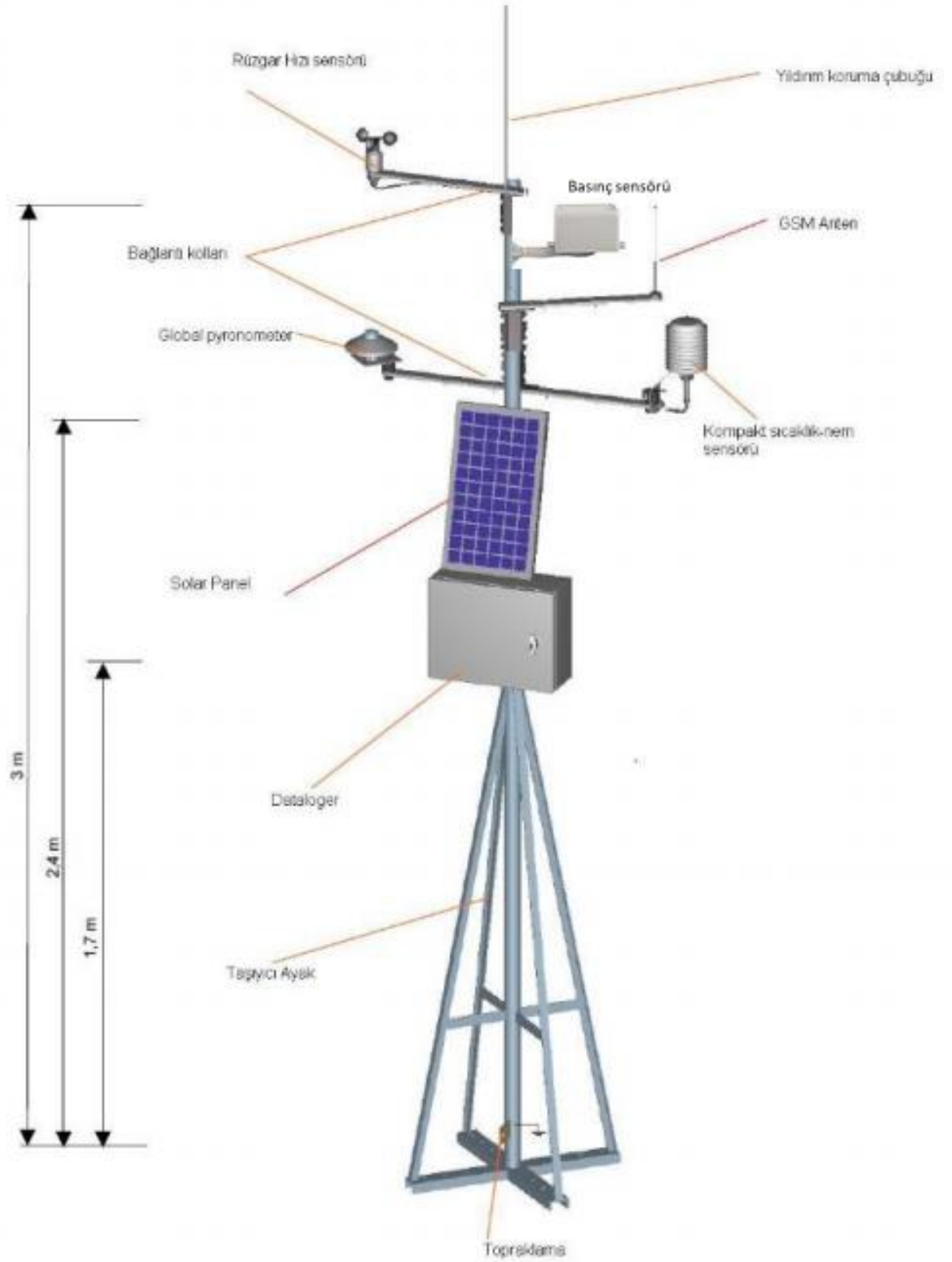
- Hava sıcaklığı ve nem ölçer uygun havalandırma özelliğine sahip, güneş ışınımından doğrudan etkilenmeyecek ve hava sirkülasyonunu sağlayacak siper içerisinde ve direk üzerine kurulmuştur.
- Rüzgâr ölçüm direği yüksekliği 5 m olacak şekilde kurulmuştur.
- Rüzgâr hız ve yön ölçerler direğin en üst noktasına 5 m yüksekliğe, en az 1 m'lik sensör kolu üzerine kurulmuştur.
- Rüzgâr yön ölçerin kuzey ayarı pusula ile kontrol edilmiştir.
- Açık hava basınç ölçer sensörü uygun bir şekilde sisteme dahil edilmiştir.

### *Kablolama:*

- Tüm sensör ve enerji kabloları, cihaz emniyeti, görsel iyileştirme direk üzerinde yük ve titreşim oluşturmaması için düzgün bir şekilde 1 m aralıkla direğe ve kollara klipsle bağlanmıştır.

### *Topraklama ve yıldırımdan koruma:*

- Ölçüm istasyonunun yıldırımdan ve ani voltaj dalgalanmalarından korunması için etkin bir yıldırımdan korunma ve topraklama sistemi kurulmuştur. Önerilen yıldırımdan korunma ve topraklama sistemi aşağıda tanımlanmıştır.
- 5 m yüksekliğinde direk kullanılması durumunda direğin en üst seviyesindeki rüzgâr sensörlerinden en az 50 cm yukarı çıkacak ve sensörleri  $60^\circ$  açıyla koruyabilecek uzunlukta (80 cm) som bakır yıldırım yakalama çubuğu kullanılmıştır.
- Bu yakalama ucu, direğe mekanik olarak sabitlenmiş iniş iletkeni ile yere çakılacak en az iki adet topraklama çubuğuna bağlanması ve topraklama direnci en fazla 10  $\Omega$  olacak şekilde topraklama yapılmıştır.



Şekil 4. Taşınabilir Güneş ışınımı, Rüzgâr hızı-Hava basıncı, Nem-Sıcaklık Ölçüm Sistemi

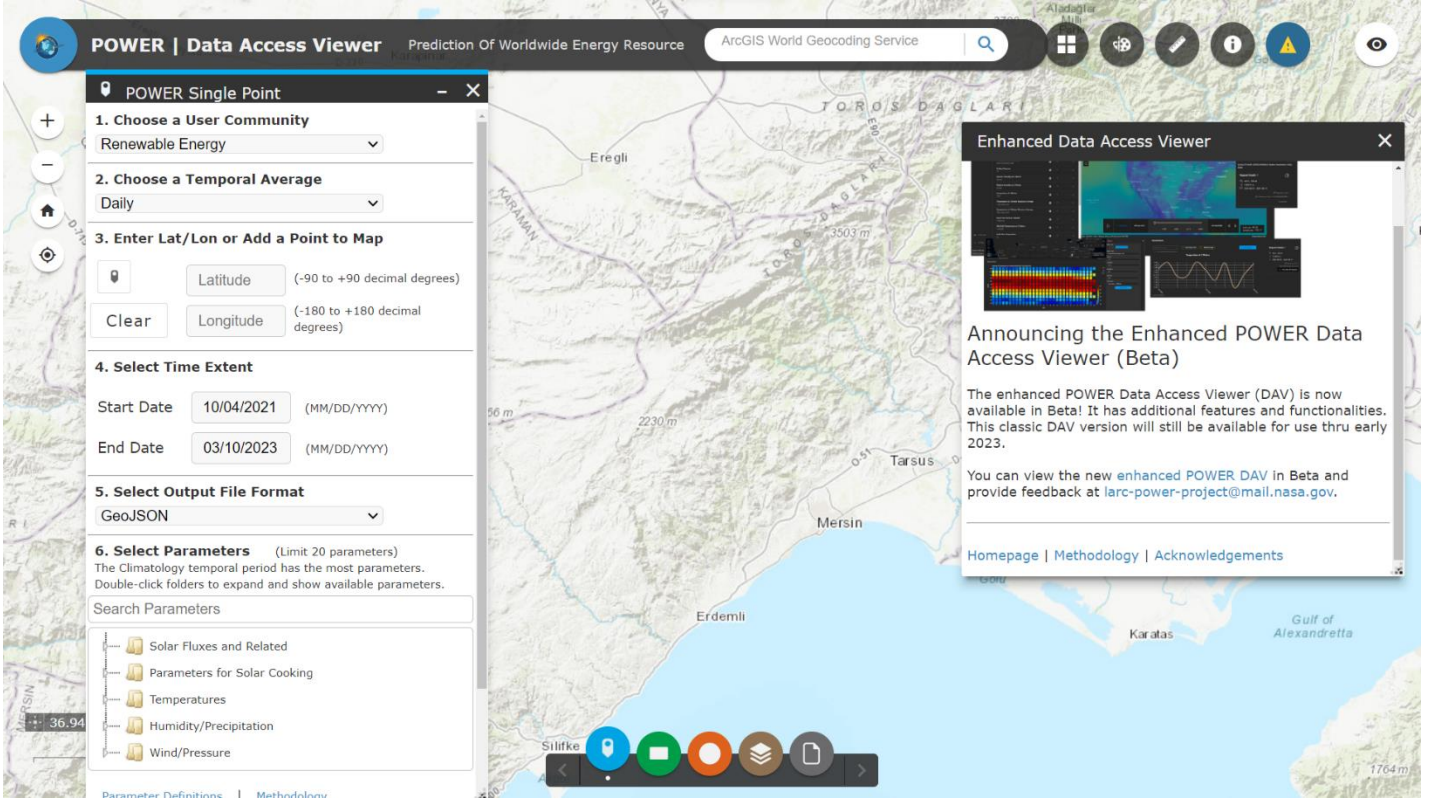


**Şekil 5.** 11.1131 Model Mottech Solar İstasyonu

Böylece bu projede kurulumu yapılan istasyondan veri akışının ‘Veri Toplama Ünitesi (Data Logger)’ ile gerçekleştirilmiş ve Data Logger üzerinden çekilen verilerin günlük, haftalık, aylık ve yıllık olarak istatistikleri kaydedilmiştir.



## NASA'nın MODIS uydu sistemlerinden Verilerin İndirilmesi



Şekil 6. NASA'nın MODIS uydu sisteminin web sayfası

## VERİLERİ OLUŞTURAN PARAMETRELER

### İngilizce

- ALLSKY\_SFC\_SW\_DWN CERES SYN1deg All Sky Surface Shortwave Downward Irradiance (kW-hr/m<sup>2</sup>/day)
- ALLSKY\_SFC\_LW\_DWN CERES SYN1deg All Sky Surface Longwave Downward Irradiance (W/m<sup>2</sup>)
- ALLSKY\_SFC\_PAR\_TOT CERES SYN1deg All Sky Surface PAR Total (W/m<sup>2</sup>)
- ALLSKY\_SFC\_UVA CERES SYN1deg All Sky Surface UVA Irradiance (W/m<sup>2</sup>)
- ALLSKY\_SFC\_UVB CERES SYN1deg All Sky Surface UVB Irradiance (W/m<sup>2</sup>)
- ALLSKY\_SFC\_UV\_INDEX CERES SYN1deg All Sky Surface UV Index (dimensionless)
- WS2M MERRA-2 Wind Speed at 2 Meters (m/s)
- T2M MERRA-2 Temperature at 2 Meters (C)
- TS MERRA-2 Earth Skin Temperature (C)
- T2M\_MAX MERRA-2 Temperature at 2 Meters Maximum (C)
- T2M\_MIN MERRA-2 Temperature at 2 Meters Minimum (C)
- QV2M MERRA-2 Specific Humidity at 2 Meters (g/kg)
- WS10M MERRA-2 Wind Speed at 10 Meters (m/s)
- WS10M\_MAX MERRA-2 Wind Speed at 10 Meters Maximum (m/s)

- WS10M\_MIN MERRA-2 Wind Speed at 10 Meters Minimum (m/s)
- WS10M\_RANGE MERRA-2 Wind Speed at 10 Meters Range (m/s)
- WD10M MERRA-2 Wind Direction at 10 Meters (Degrees)
- PRECTOTCORR MERRA-2 Precipitation Corrected (mm/day)

## Türkçe

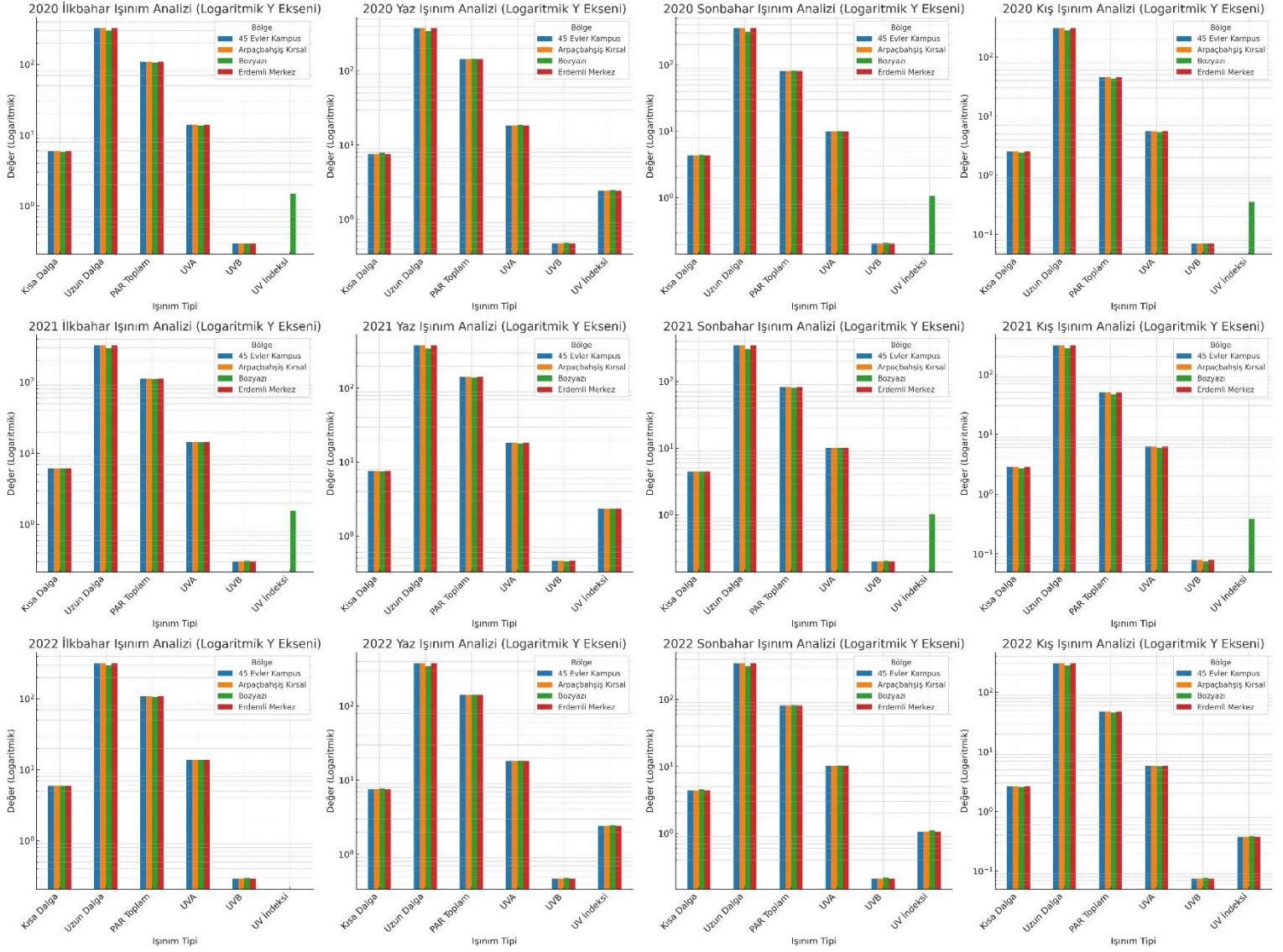
- **ALLSKY\_SFC\_SW\_DWN:** CERES SYN1deg Tüm Gökyüzü Yüzey Kısa Dalga Aşağıya Işınımı (kW-saat/m<sup>2</sup>/gün)
- **ALLSKY\_SFC\_LW\_DWN:** CERES SYN1deg Tüm Gökyüzü Yüzey Uzun Dalga Aşağıya Işınımı (W/m<sup>2</sup>)
- **ALLSKY\_SFC\_PAR\_TOT:** CERES SYN1deg Tüm Gökyüzü Yüzey PAR Toplamı (W/m<sup>2</sup>)
- **ALLSKY\_SFC\_UVA:** CERES SYN1deg Tüm Gökyüzü Yüzey UVA Işınımı (W/m<sup>2</sup>)
- **ALLSKY\_SFC\_UVB:** CERES SYN1deg Tüm Gökyüzü Yüzey UVB Işınımı (W/m<sup>2</sup>)
- **ALLSKY\_SFC\_UV\_INDEX:** CERES SYN1deg Tüm Gökyüzü Yüzey UV İndeksi (ölçsüz)
- **WS2M:** MERRA-2 2 Metrede Rüzgar Hızı (m/s)
- **T2M:** MERRA-2 2 Metrede Sıcaklık (°C)
- **TS:** MERRA-2 Yüzey Sıcaklığı (°C)
- **T2M\_MAX:** MERRA-2 2 Metrede Maksimum Sıcaklık (°C)
- **T2M\_MIN:** MERRA-2 2 Metrede Minimum Sıcaklık (°C)
- **QV2M:** MERRA-2 2 Metrede Özgül Nem (g/kg)
- **WS10M:** MERRA-2 10 Metrede Rüzgar Hızı (m/s)
- **WS10M\_MAX:** MERRA-2 10 Metrede Maksimum Rüzgar Hızı (m/s)
- **WS10M\_MIN:** MERRA-2 10 Metrede Minimum Rüzgar Hızı (m/s)
- **WS10M\_RANGE:** MERRA-2 10 Metrede Rüzgar Hızı Aralığı (m/s)
- **WD10M:** MERRA-2 10 Metrede Rüzgar Yönü (Derece)
- **PRECTOTCORR:** MERRA-2 Düzeltilmiş Yağış (mm/gün)

Bu parametre listesiyle şunları yapabiliriz:

1. **Işınım Analizi:** Tüm ışınım parametrelerini (kısa dalga, uzun dalga, PAR toplamı, UVA, UVB ve UV indeksi) kıyaslayabiliriz.
2. **Sıcaklık Analizi:** Ortalama, maksimum, minimum ve Yüzey Sıcaklığı değerlerini kıyaslayabiliriz.
3. **Rüzgar Analizi:** 2 ve 10 metreye göre ortalama rüzgar hızı, maksimum rüzgar hızı, minimum rüzgar hızı, rüzgar hızı aralığı ve yönü değerlerini kıyaslayabiliriz.
4. **Nem ve Yağış Analizi:** Özel nem ve düzeltilmiş yağış değerlerini kıyaslayabiliriz.



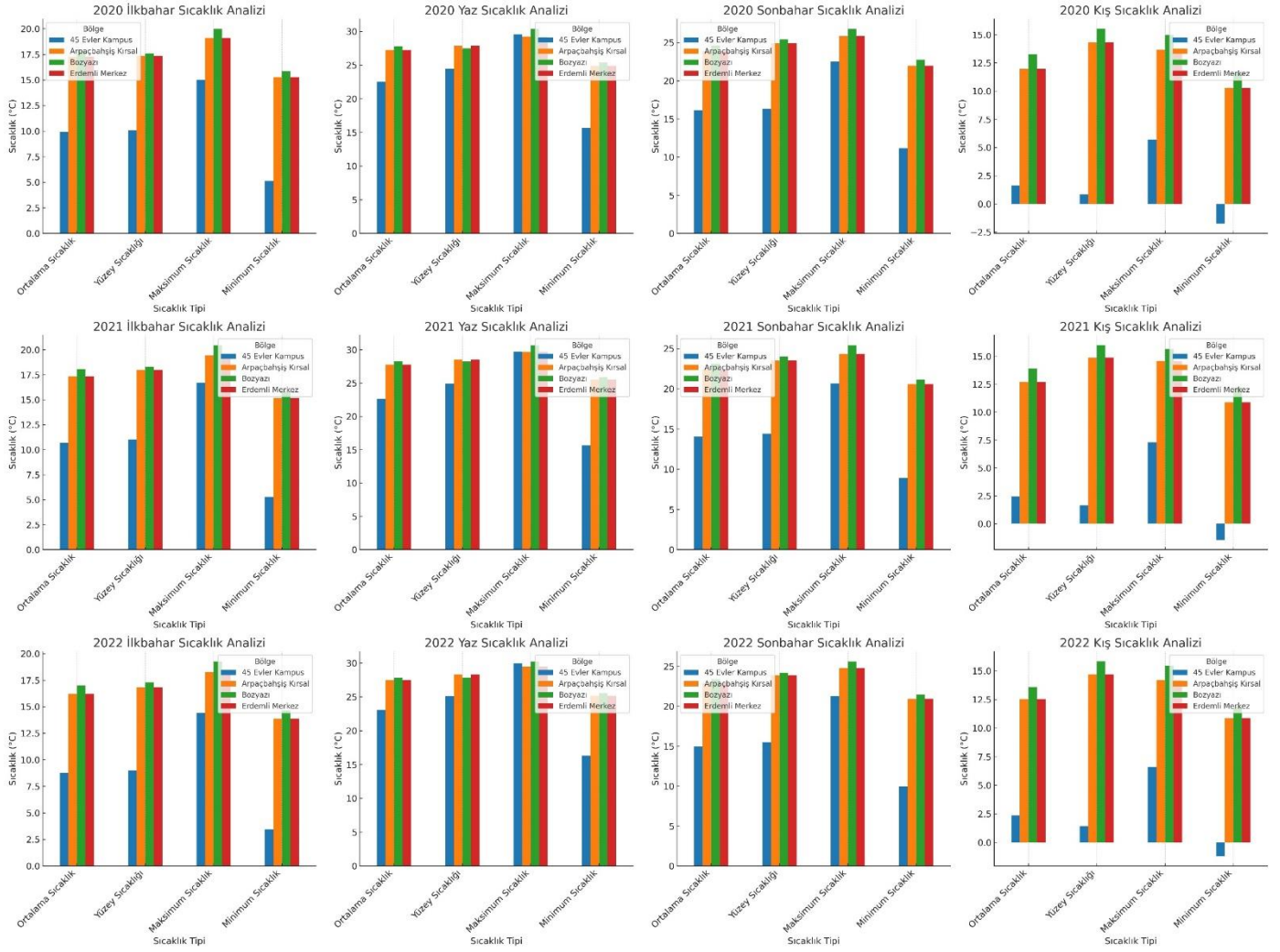
# 1. IŞINIM ANALİZİ



**Şekil 7.** 2020, 2021 ve 2022 yıllarına ait dört sezonda (İlkbahar, Yaz, Sonbahar, Kış) ışınım değerlerinin karşılaştırılması.

Her grafik, belirli bir yılın belirli bir mevsimine ait ışınım değerlerini göstermektedir. Bu grafiklerde, 4 farklı bölgenin kısa dalga, uzun dalga, PAR toplamı, UVA, UVB ve UV indeksi değerleri karşılaştırılmıştır.

## 2. SICAKLIK ANALİZİ

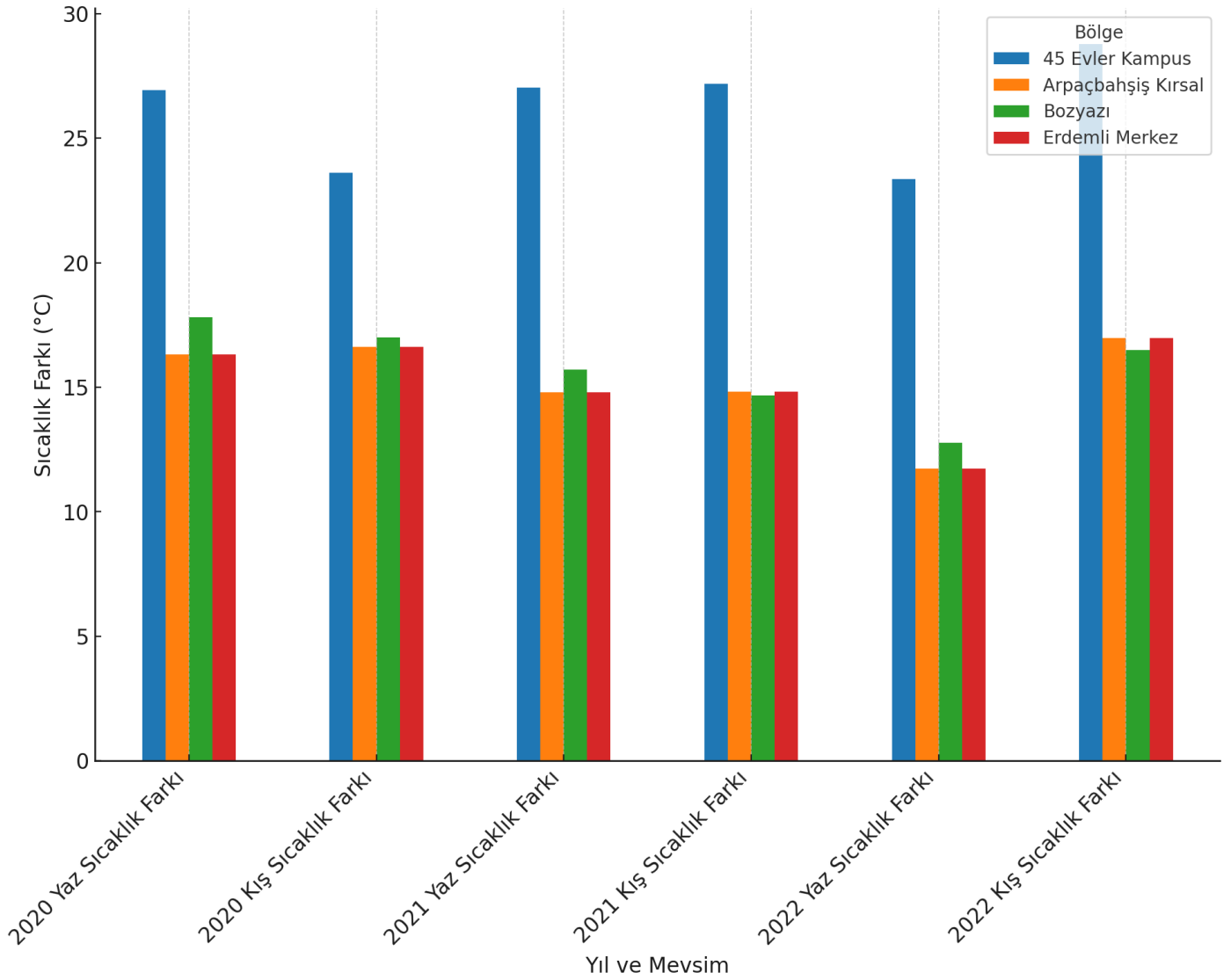


**Şekil 8.** Sıcaklık analizi için ortalama sıcaklık (T2M), yüzey sıcaklığı (TS), maksimum sıcaklık (T2M\_MAX) ve minimum sıcaklık (T2M\_MIN) değerlerini kullanarak 2020, 2021 ve 2022 yıllarını dört sezona (İlkbahar, Yaz, Sonbahar, Kış) böleceğiz ve her sezon için sıcaklık değerleri.

45 Evler Kampus bölgesinin yoğun şehirleşme ve betonlaşma nedeniyle bazı özel iklimsel etkilere sahip olabileceğini göz önünde bulundurarak:

2020, 2021 ve 2022 yılları için dört bölgedeki, sadece yaz ve kış mevsimlerindeki maksimum ve minimum sıcaklık farkları

Bu grafik, belirli bir yıl ve mevsime ait dört bölgenin maksimum ve minimum sıcaklık değerleri arasındaki farkı göstermektedir. Sıcaklık farkı, mevsim boyunca meydana gelen sıcaklık değişkenliğini anlamamıza yardımcı olabilir.



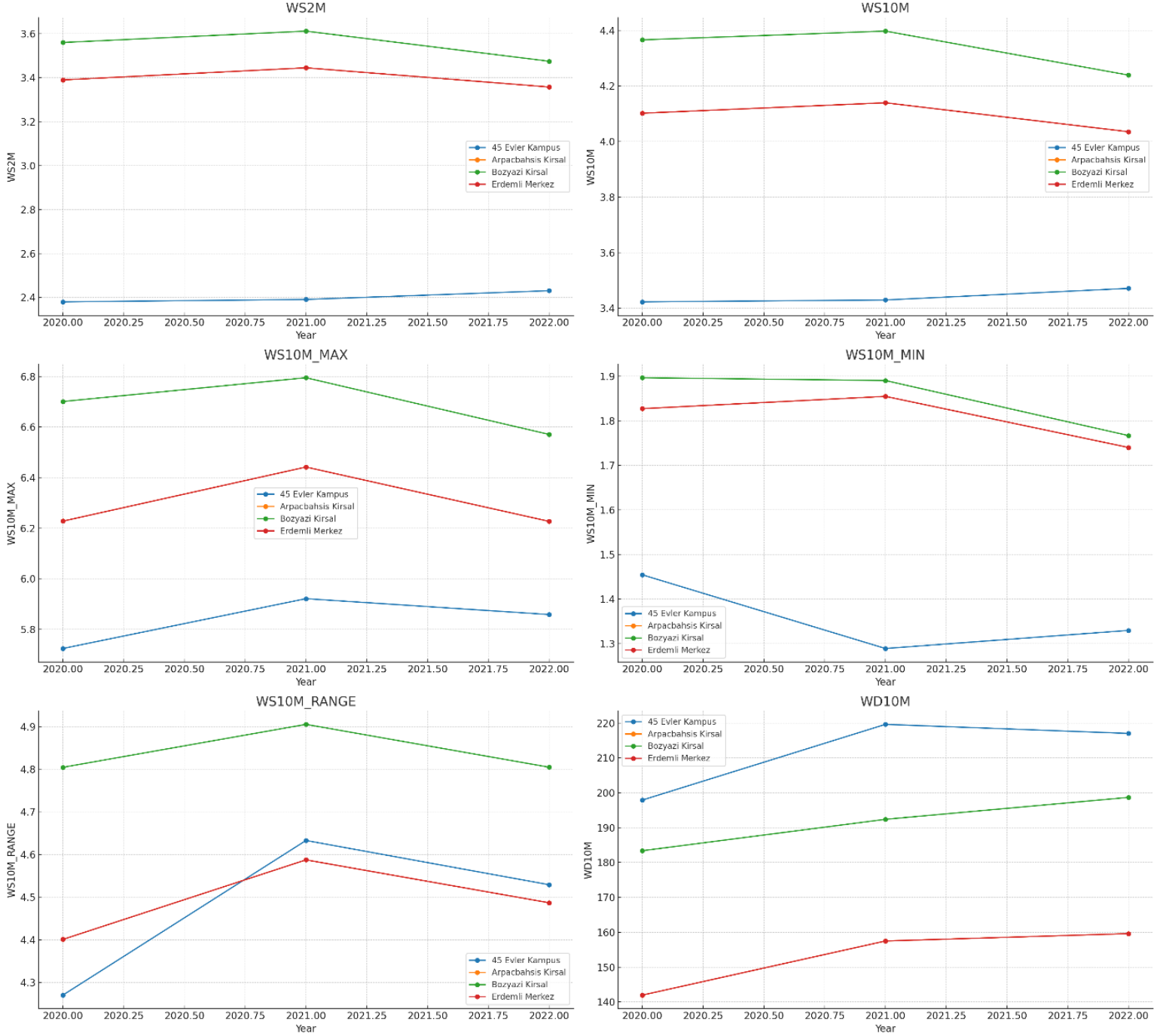
**Şekil 9.** 2020, 2021 ve 2022 yılları için dört bölgedeki, sadece yaz ve kış mevsimlerindeki maksimum ve minimum sıcaklık farkları

Bu farklı sıcaklık koşulları kentsel ısı adası, yüzey sıcaklığı ile belirtildiği için ise yüzey ısı adası- surface heat island (SHI) oluşumunun özellikle 45 Evler Kampüsünde kurulan istasyondan elde edilen veriler ışığında kesinlikle Mersin şehir merkezinde (Yenişehir) meydana geldiği görülebilmektedir.

**Isı Adası Etkisi:** Yoğun şehirleşmiş ve betonlaşmış bölgelerde, yapı malzemeleri güneş ışınlarını absorbe ettiği açıktır. Bu, "ısı adası" etkisi olarak bilinir ve bu bölgelerde sıcaklık farkları (Max ve Min sıcaklık aradaki fark) çevresindeki daha az gelişmiş veya yeşil alanlara göre daha yüksek olmasına neden olabilir. 45 Evler Kampus bölgesinde yaz aylarındaki sıcaklık farkının yüksek olmasının nedenlerinden biri bu olabilir. Oysa kırsal bölgelerdeki (Arpaçbahşiş ve Bozyazı) sıcaklık grafikleri incelendiğinde genel olarak sıcaklık dalgalanmalarının daha düşük düzeyde kaldığı anlaşılmaktadır.

### 3. RÜZGAR ANALİZİ

Grafiklerde, dört farklı bölgenin (45 Evler Kampus, Arpacbahsis Kirsal, Bozyazi Kirsal, Erdemli Merkez) 2020, 2021 ve 2022 yıllarındaki rüzgarla ilgili parametre değerleri gösterilmektedir.



**Şekil 10.** Grafiklerde, dört farklı bölgenin (45 Evler Kampus, Arpacbahsis Kirsal, Bozyazi Kirsal, Erdemli Merkez) 2020, 2021 ve 2022 yıllarındaki rüzgarla ilgili parametre değerleri gösterilmektedir.

Rüzgar analizi için aşağıdaki parametreleri kullandık:

WS2M (2 Metrede Rüzgar Hızı Ortalaması): Rüzgarın 2 metre yükseklikteki ortalama hızını gösterir.

WS10M (10 Metrede Rüzgar Hızı Ortalaması): Rüzgarın 10 metre yükseklikteki ortalama hızını gösterir.

WS10M\_MAX (10 Metrede Maksimum Rüzgar Hızı): 10 metre yükseklikteki maksimum rüzgar hızını gösterir.

WS10M\_MIN (10 Metrede Minimum Rüzgar Hızı): 10 metre yükseklikteki minimum rüzgar hızını gösterir.

WS10M\_RANGE (10 Metrede Rüzgar Hızı Aralığı): 10 metre yükseklikteki rüzgar hızı aralığını (maksimum - minimum) gösterir.

Ortalama Rüzgar Hızı (2 Metre): Bozyazı Kırsal bölgesinde ortalama rüzgar hızı diğer bölgelere göre belirgin şekilde daha yüksektir. 45 Evler Kampus bölgesi ise Arpaçbahşiş Kırsal ve Erdemli Merkez bölgelerine yakın değerlere sahiptir.

Ortalama Rüzgar Hızı (10 Metre): Bu parametrede de benzer bir trend görülmektedir. Bozyazı Kırsal bölgesi en yüksek değere sahipken, Erdemli Merkez ve 45 Evler Kampus bölgeleri benzer değerlere sahiptir.

Maksimum Rüzgar Hızı (10 Metre)\*\*: Maksimum rüzgar hızında da Bozyazı Kırsal bölgesi en yüksek değere sahip. Diğer bölgeler arasında daha az fark vardır, ancak Bozyazı bu parametrede de belirgin şekilde öne çıkmaktadır.

Minimum Rüzgar Hızı (10 Metre): Bu parametrede, Bozyazı Kırsal bölgesinin en yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. Diğer bölgeler arasında belirgin bir fark gözlemlenmemektedir.

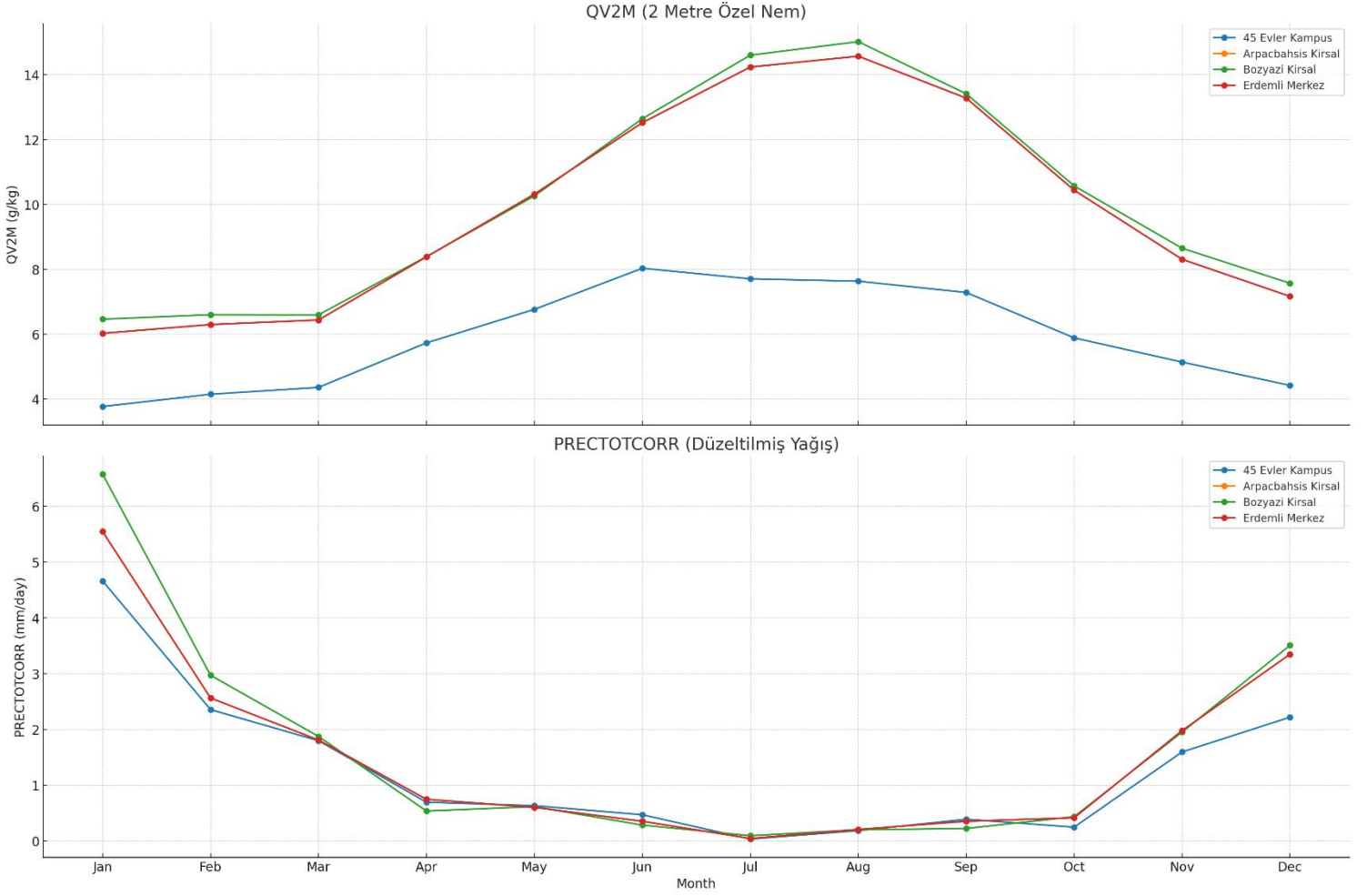
Rüzgar Hızı Aralığı (10 Metre): Rüzgar hızı aralığı, maksimum ve minimum rüzgar hızları arasındaki farkı gösterir. Bozyazı Kırsal bölgesinde rüzgar hızı aralığı diğer bölgelere göre daha yüksektir.

Rüzgar Yönü (10 Metre): Rüzgar yönü açısından tüm bölgelerde genel bir benzerlik gözlemlenmektedir. Ancak, yıllar arasında belirgin değişiklikler gözlemlenmekte olup, bu da bölgesel atmosferik koşulların etkisiyle değişebilir.

Özetle, Bozyazı Kırsal bölgesi, genellikle en yüksek rüzgar hızlarına sahip bölge olarak gözlemlenmektedir. Bu, coğrafi konumundan, yüzey özelliklerinden veya başka atmosferik etmenlerden kaynaklanıyor olabilir. 45 Evler Kampus bölgesinin rüzgar hızları diğer kırsal bölgelerle benzerdir, bu da şehirleşmenin bu parametre üzerinde belirgin bir etkisi olmadığını gösteriyor olabilir. Ancak bu sonuca varmak için daha kapsamlı bir analiz yapmak gerekmektedir.



## 4. NEM VE YAĞIŞ ANALİZİ



**Şekil 11.** Dört farklı bölge olan 45 Evler Kampus, Arpaçbahşis Kırsal, Bozyazı Kırsal, Erdemli Merkez için 2020, 2021 ve 2022 yıllarındaki nem ve yağışın aylara göre dağılımı.

### 1. Nem (QV2M):

Tüm bölgeler için nem değeri genellikle yaz aylarında (Haziran, Temmuz, Ağustos) en yüksek seviyededir. Bu, sıcaklıkla birlikte nemin buharlaşmasının arttığı ve bu nedenle havadaki nem miktarının arttığı anlamına gelir.

Kış aylarında (Aralık, Ocak, Şubat), nem değerleri genellikle düşer. Ancak, bu değerler yine de orta seviyede kalır.

Arpaçbahşis Kırsal bölgesi, genellikle diğer bölgelere göre daha yüksek nem değerlerine sahip olup, özellikle yaz aylarında bu fark daha belirgindir.

Nem, sadece su buharının hava molekülleri arasında ne kadar yaygın olduğunu gösterir. Yani yüksek nem, mutlaka yüksek yağış anlamına gelmez. Özellikle yaz aylarında yüksek sıcaklık nedeniyle su buharlaşması artar ve bu da havadaki nem miktarını artırır. Ancak bu nem, yağışa dönüşmeyebilir.

Bu gözlemler, nemin sıcaklık, denizden uzaklık, topografi ve diğer faktörlere bağlı olduğu akılda tutulmalıdır. Özellikle yaz aylarında yüksek nem, sıcak ve bunaltıcı bir hava anlamına gelebilir, ancak bu mutlaka yağışla sonuçlanmayabilir. Bu nedenle, yaz aylarında yüksek nem değerleriyle düşük yağış miktarlarını bir arada görmek oldukça olağandır.

## 2. Yağış (PRECTOTCORR):

Tüm bölgelerde, kış aylarında (Aralık, Ocak, Şubat) yağış miktarı artarken, yaz aylarında (Haziran, Temmuz, Ağustos) azalmaktadır.

Bozyazı Kırsal bölgesi, yaz aylarında bile diğer bölgelere göre daha yüksek yağış miktarlarına sahip olup, bu durum bölgenin topografik ve iklimsel özellikleriyle ilgili olabilir.

Bu grafikler, farklı bölgelerin iklim özelliklerini ve mevsimsel değişiklikleri göstermektedir. Bölgesel farklar, coğrafi konum, denize yakınlık, topografya ve diğer iklimsel etkenlere bağlı olarak değişiklik gösterebilir.

## IV. DEĞERLENDİRME VE ÖNERİLER

Işınım analizi, Sıcaklık analizi, Rüzgâr analizi ve Nem-Yağış analizi yapmış olduk. Özellikle 45 Evler Kampüs ve Mezitli Merkezi verileri için şehirleşme ve betonlaşmanın yoğun olduğu bölge, diğer taraftan Arpaçbahşiş Kırsalı ve Bozyazıyı Kırsalı da yeşil alan olarak alınabilir. Bu durumda ısı adası etkisini noktasında genel bir değerlendirme yapılacak olursa;

Bölgesel farklar ve ısı adası etkisi ile ilgili genel bir değerlendirme:

### Isı Adası Etkisi:

Isı adası etkisi, şehir merkezlerinin çevresine göre sıcaklıkta belirgin bir artışa neden olan bir fenomendir. Bu etki, beton, asfalt ve diğer yapı malzemelerinin güneş ışığını emme ve daha sonra bu enerjiyi gece boyunca yavaşça salma kapasitesinden kaynaklanır.

### Işınım Analizi:

Şehirleşmiş bölgelerde (45 Evler Kampus ve Mezitli Merkez) beton ve asfaltın yüksek albedo değerleri, daha fazla güneş ışığını yüzeye yansıtır, ancak aynı zamanda bu enerjiyi emer. Bu, kırsal bölgelerle karşılaştırıldığında şehir merkezlerinde daha yüksek ışıınım değerleri ile sonuçlanabilir.

### Sıcaklık Analizi:

45 Evler Kampus ve Mezitli Merkez bölgeleri, betonlaşma ve şehirleşme nedeniyle genellikle daha yüksek sıcaklık değerlerine sahip olmuştur. Özellikle gece sıcaklıklarının, şehirleşmiş bölgelerde kırsal bölgelere göre daha az düştüğünü görmekteyiz. Bu, ısı adası etkisinin bir sonucudur.

### Rüzgar Analizi:

Şehir yapıları, rüzgar hareketlerini engeller. Bu, 45 Evler Kampus ve Mezitli Merkez gibi şehirleşmiş bölgelerde rüzgar hızının genellikle daha düşük olmasına neden olabilir. Düşük rüzgar hızı, sıcak havanın dağılmasına ve şehir merkezinde birikmesine neden olur, bu da ısı adası etkisinin şiddetini artırır.

**Nem ve Yağış Analizi:**

Şehirleşmiş bölgelerde genellikle daha düşük nem değerleri gözlemlenir. Bunun nedeni, bitki örtüsünün azalması ve buharlaşmanın azalması olabilir. Ayrıca, şehirlerdeki yüzeyler yağışı hızla tahliye eder, bu da yağışın buharlaşmasını ve nemin atmosfere dönmesini azaltabilir.

**Genel Sonuç:**

45 Evler Kampus ve Mezitli Merkez bölgelerinde gözlemlenen yüksek sıcaklık değerleri ve düşük nem oranları, bu bölgelerin ısı adası etkisine maruz kaldığını göstermektedir. Diğer taraftan, Arpaçbahşiş ve Bozyazı gibi kırsal ve yeşil alanlar daha dengeli sıcaklık değerlerine ve daha yüksek nem oranlarına sahiptir. Bu bölgelerdeki yeşil alanlar ve bitki örtüsü, atmosfere nem katkıda bulunarak ve yüzey ısını azaltarak ısı adası etkisini azaltır. Bu analizler, şehir planlamasında ve şehirlerdeki yeşil alanların korunmasında dikkate alınması gereken önemli bir husustur. Yeşil alanların korunması ve artırılması, şehirlerdeki ısı adası etkisinin azaltılmasında kritik bir rol oynar.



## V. KAYNAKLAR

1. ARSLAN, G. and S. DÖLEK, *Sera Mikro-İklim Şartlarının Dinamik Modellenmesi*. Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi. 34(2): p. 279-290.
2. Badarinath, K., et al., *Studies on urban heat islands using ENVISAT AATSR data*. Journal of the Indian Society of Remote Sensing, 2005. 33(4): p. 495-501.
3. BEYHAN, B. and A.C. YOLOĞLU, *NÜFUSUN MEKÂNSAL DAĞILIM ÖRÜNTÜSÜNÜN DEĞİŞİMİ: YENİ BİR YÖNTEM ARAYIŞI VE MERSİN ÜZERİNDE UYGULAMASI (1935-2010)*. MERSİN'DEN MİMARLIK PLANLAMA TASARIM YAZILARI: p. 177.
4. Çalışkan, O., İ. Çiçek, and A. Matzarakis, *The climate and bioclimate of Bursa (Turkey) from the perspective of tourism*. Theoretical and applied climatology, 2012. 107(3-4): p. 417-425.
5. Çalışkan, O. and N. Türkoğlu, *Ankara şehrinin insan biyoklimatolojisi açısından analizi*. Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi, 2011. 8(2): p. 978-1001.
6. TÜRKÖĞLU, N. and O. ÇALIŞKAN, *Neşehir ve Ürgüp'te şehirleşmenin biyoklimatik koşullar üzerine etkisi*. Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, 2017. 51(1).
7. Gartland, L.M., *Heat islands: understanding and mitigating heat in urban areas*2012: Routledge.
8. Sabnis, G.M., *Green building with concrete: sustainable design and construction*2015: CRC Press.
9. Voogt, J.A. *Application of a 3-D urban surface-sensor-sun model to estimate urban thermal anisotropy for a range of urban geometries*. in *Fifth Conference on Urban Environment Vancouver, BC*. 2004.
10. Mills, G., *The urban canopy layer heat island*. IAUC teaching resources, 2004.
11. Soux, A., J.A. Voogt, and T. Oke, *A Model to Calculate what a Remote Sensor Sees' of an Urban Surface*. Boundary-layer meteorology, 2004. 111(1): p. 109-132.
12. Sobrino, J., et al., *Multi-channel and multi-angle algorithms for estimating sea and land surface temperature with ATSR data*. International Journal of Remote Sensing, 1996. 17(11): p. 2089-2114.
13. Gillespie, A., et al., *A temperature and emissivity separation algorithm for Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) images*. IEEE transactions on geoscience and remote sensing, 1998. 36(4): p. 1113-1126.
14. Qin, Z.-H., et al., *Mono-window algorithm for retrieving land surface temperature from Landsat TM6 data*. Dili Xuebao/Acta Geographica Sinica, 2001. 56(4): p. 456-466.
15. Jiménez-Muñoz, J.C. and J.A. Sobrino, *A generalized single-channel method for retrieving land surface temperature from remote sensing data*. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 2003. 108(D22).
16. Xu, H., F. Ding, and X. Wen, *Urban expansion and heat island dynamics in the Quanzhou region, China*. IEEE Journal of selected topics in applied earth observations and remote sensing, 2009. 2(2): p. 74-79.
17. Balcik, F.B., *EVALUATION OF LAND SURFACE TEMPERATURE EFFECT IN ISTANBUL USING THERMAL REMOTE SENSING*. FRESENIUS ENVIRONMENTAL BULLETIN, 2014. 23(12 A): p. 3117-3122.
18. Balcik, F.B. and E. Ergene, *DETERMINING THE IMPACTS OF LAND COVER/USE CATEGORIES ON LAND SURFACE TEMPERATURE USING LANDSAT8-OLI*.

- International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences, 2016. 41.
19. Balçık, F.B., *Determining the impact of urban components on land surface temperature of Istanbul by using remote sensing indices*. Environmental Monitoring and Assessment, 2014. 186(2): p. 859-872.
  20. Sun, Q., J. Tan, and Y. Xu, *An ERDAS image processing method for retrieving LST and describing urban heat evolution: a case study in the Pearl River Delta Region in South China*. Environmental Earth Sciences, 2010. 59(5): p. 1047-1055.
  21. Liu, L. and Y. Zhang, *Urban heat island analysis using the Landsat TM data and ASTER data: A case study in Hong Kong*. Remote Sensing, 2011. 3(7): p. 1535-1552.
  22. Tian, Q. and X. Min, *Advances in study on vegetation indices*. Advances in Earth Science, 1998. 13(4): p. 327-333.
  23. Yuan, F. and M.E. Bauer, *Comparison of impervious surface area and normalized difference vegetation index as indicators of surface urban heat island effects in Landsat imagery*. Remote Sensing of environment, 2007. 106(3): p. 375-386.
  24. Zha, Y., J. Gao, and S. Ni, *Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery*. International Journal of Remote Sensing, 2003. 24(3): p. 583-594.
  25. Xu, H., *A new index for delineating built-up land features in satellite imagery*. International Journal of Remote Sensing, 2008. 29(14): p. 4269-4276.
  26. Yılmaz, E., *Ankara Şehrinde Isı Adası Oluşumu*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Ana Bilim Dalı, Ankara, 2013.

**VI. EKLER** (Projeden türetilmiş kitap, makale, bildiriler, teknik rapor ve diğer yazılı iletişimler, yüksek lisans ve doktora tezleri (Tezlerin tamamlanmış veya devam ediyor durumda olmaları belirtilmelidir), yazılım, donanım ürünleri ve patentler eklenmelidir.)

**Rapor Düzenlenme Tarihi**  
**18/10/2023**

**Proje Yöneticisinin**  
**Doç. Dr. Ali Kemal Havare**  
**İmzası**

## PROJE BİLGİ FORMU

1. Proje No	: 2020-MÜH-AKH-1
2. Rapor Tarihi	:18.10.2023
3. Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihi	:10.04.2021-10.102023 (30 Ay)
4. Ödenek Miktarı (Harcanan)	:54.250 TL
5. Proje Yöneticisi ve Yardımcı araştırmacılar:	Doç. Dr. Ali Kemal Havare
6. Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi:	Toros Üniversitesi /MERSİN-TÜRKİYE
7. Destekleyen Kuruluş(ların) Adı ve Adresi:-	
8. Özet (Abstract):-	Şehirler, üzerinde yer aldıkları doğanın topoğrafyasını, ekolojik yapısını, atmosferik özelliklerini değiştirmekte, farklı bir ekoloji ve atmosfer yaratmaktadır. Değişen arazi örtüsü ve yapılaşma nedeniyle şehirler çevrelerine göre farklı sıcaklık özellikleri gösterirler. Bu farklı sıcaklık koşulları hava sıcaklığı ile ölçüldüğünde kentsel ısı adası, yüzey sıcaklığı ile belirtildiğinde ise yüzey ısı adası- surface heat island (SHI) adını alır. Mersin kenti hem deniz kenarında bulunması hem Toros dağlarının denize paralel uzanması nedeniyle özel bir coğrafik yapıya sahiptir. Bu proje ile Mersin ve yakın çevresinde SHI' nın yıl içindeki değişimi araştırılmak üzere güneş ışınımı, rüzgâr hızı-hava basıncı, nem-sıcaklık ölçüm sisteminin kurulması, elde edilen verilere uzaktan erişimin yazılımının geliştirilmesi ve çeşitli algoritmalarla tarım ve kent alanları üzerindeki ısı adası analizi yapılacaktır. Ayrıca bu çalışmada, MODIS uydu verileri yardımıyla, normalize edilmiş vejetasyon indeksi (NDVI) değerleri analiz edilerek yüzey sıcaklıkları ile NDVI verileri arasında ilişki Mersin özelinde incelenip meteoroloji müdürlüğünden elde edilen veriler ve tanımlayıcı istatistikler kullanılarak kent ve tarım alanlarındaki ısı adası oluşumu ve mikro iklimin etkisi analiz edilecektir.
9. Proje İlgili Yayın ve Tebliğlerle İlgili Bilgiler:-	
10. Temel Bilim alanları:	Fen ve Mühendislik
11. Dağıtım*:	Sınırsız
12. Raporun Gizlilik Durumu:	Gizli Değil

\*Projenizin sonuç Raporunun Ulaştırılmasını İstedığınız Kurum ve Kuruluşları ayrıca Belirtiniz.

**TOROS ÜNİVERSİTESİ**  
**PROJE BİLGİLERİ**

Proje No	2020-MÜH-AKH-1
Proje İsmi	Mersin ili için Taşınabilir Güneş Işınımı, Rüzgâr hızı-Hava basıncı, Nem-Sıcaklık Ölçüm Sisteminin Kurulması, Verilere Uzaktan Erişimin Sağlayan Yazılımın Geliştirilmesi ve Tarım ve Kent Alanları Üzerindeki Isı adası Analizi
Başlangıç Tarihi	10.04.2021
Bitiş Tarihi	10.10.2023
Ödenek Miktarı (Harcanan)	54.250 TL
Proje Yöneticisi Bilgileri	
Adı	Ali Kemal
Soyadı	Havare
Ünvanı	Doç. Dr.
Birimi/Bölümü	Elektrik-Elektronik Mühendisliği
e-mail	aliekemal.havare@gmail.com
Temel Bilim Dalları	Optoelektronik-Güneş Enerjisi
Anahtar Kelimeler	Güneş Işınımı, Rüzgâr hızı-Hava basıncı, Nem-Sıcaklık, Isı adası, Mikro klima
Proje Çalışanları Bilgileri	-
(1) Adı	-
Soyadı	-
Ünvanı	-
Birimi/Bölümü	-
e-mail	-
Proje Özeti	Şehirler, üzerinde yer aldıkları doğanın topoğrafyasını, ekolojik yapısını, atmosferik özelliklerini değiştirmekte, farklı bir ekoloji ve atmosfer yaratmaktadır. Değişen arazi örtüsü ve yapılaşma nedeniyle şehirler çevrelerine göre farklı sıcaklık özellikleri gösterirler. Bu farklı sıcaklık koşulları hava sıcaklığı ile ölçüldüğünde kentsel ısı adası, yüzey sıcaklığı ile belirtildiğinde ise yüzey ısı adası- surface heat island (SHI) adını alır. Mersin kenti hem deniz kenarında bulunması hem Toros dağlarının denize paralel uzanması nedeniyle özel bir coğrafik yapıya sahiptir. Bu proje ile Mersin ve yakın çevresinde SHI' nın yıl içindeki değişimi araştırılmak üzere güneş Işınımı, rüzgâr hızı-hava basıncı, nem-sıcaklık ölçüm sisteminin kurulması, elde edilen verilere uzaktan erişimin yazılımının geliştirilmesi ve çeşitli algoritmalarla tarım ve kent alanları üzerindeki ısı adası analizi yapılacaktır. Ayrıca bu çalışmada, Landsat, MODIS uydu görüntüleri yardımıyla, normalize edilmiş vejetasyon indeksi (NDVI) değerleri analiz edilerek yüzey sıcaklıkları ile NDVI verileri arasında ilişki

	Mersin özelinde incelenip meteoroloji müdürlüğünden elde edilen veriler ve tanımlayıcı istatistikler kullanılarak kent ve tarım alanlarındaki ısı adası oluşumu ve mikro iklimin etkisi analiz edilecektir.
Proje Web Adresi	<a href="https://www.researchgate.net/publication/374757061_Establishment_of_Solar_Radiation_Wind_Speed-Pressure_Humidity-Temperature_Measurement_System_for_Mersin_Province_2020-BAP-MUH-AKH-01-Final-Report">https://www.researchgate.net/publication/374757061_Establishment_of_Solar_Radiation_Wind_Speed-Pressure_Humidity-Temperature_Measurement_System_for_Mersin_Province_2020-BAP-MUH-AKH-01-Final-Report</a>
Projeye Destek Veren Kurum ve Kuruluşlar	-
Proje Durumu	Sonuçlandırıldı

