







Coğrafi bilgi sistemleri ve analitik hiyerarşi prosesi kullanarak Mersin ilinde otomatik meteoroloji gözlem istasyonu yer seçimi

Fatma Bünyan Ünel¹, Lütfiye Kuşak¹, Murat Yakar¹, Hakan Doğan²

¹Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Mersin, Türkiye

²Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye

Anahtar Kelimeler

Meteoroloji
İklim elemanları
OMGI
Analitik Hiyerarşi Prosesi
Yer seçimi

Araştırma Makalesi

Geliş:28.06.2022
Revize:14.10.2022
Kabul: 21.10.2022
Yayınlanma:15.02.2023



Öz

Türkiye coğrafi konumundan dolayı birbirinden farklı iklim koşullarını içermektedir. Küresel ısınma nedeni ile iklim kuşakları bölgelerinde değişikliklerin olduğu varsayılmaktadır. İklim kuşağı haritasının hazırlanması, en az 30 yıllık veriler ile mümkün olabilmektedir. Bu nedenle iklim ve hava durumunun belirlenmesinde öncelikli işlem gözlem yapmaktır. Gözlem verileri için yeterli sayıda ve uygun dağılımda nitelikli veri toplayan meteorolojik istasyonlara ihtiyaç vardır. Mersin ili sınırları içerisinde 34 adet Otomatik Meteoroloji Gözlem İstasyonu (OMGI) bulunmaktadır. Bu çalışmanın amacı, yeni kurulacak olan istasyonlar için en uygun yer seçiminin yapılmasıdır. Mersin ili, denizden sıfır metre yükseklik ile başlayıp yaklaşık üç bin metre yüksekliğe kadar çıkan bir topoğrafik yapıya sahiptir. Yükseklik farkları; sıcaklık, basınç, nem, yağış ve rüzgâr gibi iklim elemanlarının değişimine neden olmaktadır. Bu durum Mersin ilinde aynı anda farklı iklim özelliklerinin görülebilmesini sağlamaktadır. İklim elemanlarını etkileyen diğer faktörler arasında ise konum, bitki örtüsü ve denize uzaklık gibi kriterler yer almaktadır. Bu çalışmada iklim elemanlarını etkileyen faktörler, arazi kullanımları ve mevcut istasyonlar olmak üzere üç ana kriter ele alınmıştır. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yazılımı yardımıyla kriter verileri analiz edilmiş ve puan verilmiştir. Kriterlerin Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi ile ağırlıkları hesaplanmıştır. OMGI yer seçimi haritası uygunluk derecesine göre elde edilmiş ve uygun olan alanlarda toplam 17 yeni istasyon noktası önerilmiştir.

Automatic meteorology observation station location selection in Mersin using geographic information systems and analytical hierarchy process

Keywords

Meteorology
Climatic elements
AMOS
Analytical Hierarchy Process
Site selection

Research Article

Received:28.06.2022
Revised:14.10.2022
Accepted:21.10.2022
Published:15.02.2023

Abstract

Turkey includes different climatic conditions due to its geographical location. It is assumed that there are changes in climatic zones due to global warming. Preparing a climate zone map is possible with at least 30 years of data. For this reason, the primary action in determining the climate and weather conditions is to make observations. There is a need for meteorological stations that collect sufficient number and appropriate distribution of quality data for observation data. There are 34 Automatic Meteorology Observation Stations (AMOS) within the borders of Mersin province. The aim of this study is to choose the most suitable location for the stations to be established. Mersin province has a topographic structure that starts at zero meters from the sea and rises to a height of about three thousand meters. This height difference causes changes in climate elements such as temperature, pressure, humidity, precipitation and wind. This situation ensures that different climatic characteristics can be seen at the same time in Mersin. Other factors affecting climate elements include criteria such as location, vegetation and distance to the sea. In this study, three main criteria such as factors affecting climate elements, land uses and existing stations were discussed. With the help of Geographic Information Systems (GIS) software, criteria data were analyzed and scores were given. The weights of the criteria were calculated using the Analytical Hierarchy Process (AHP) method. The OMGI site selection map was obtained according to the degree of suitability and a total of 17 new station points were proposed in the appropriate areas.

*Sorumlu Yazar

*(fatmabunel@mersin.edu.tr) ORCID ID 0000 - 0002 - 9949 - 640X
(lutfiyekusak@mersin.edu.tr) ORCID ID 0000 - 0002 - 7265 - 245X
(myakar@mersin.edu.tr) ORCID ID 0000 - 0002 - 2664 - 6251
(hadogan@mgm.gov.tr) ORCID ID 0000 - 0003 - 3505 - 5864

Kaynak Göster (APA)

Ünel, F. B., Kuşak, L., Yakar, M., Doğan, H. (2023). Coğrafi bilgi sistemleri ve analitik hiyerarşi prosesi kullanarak Mersin İl'inde otomatik meteoroloji gözlem istasyonu yer seçimi. *Geomatik*, 8(2), 107-123

1. Giriş

Türkiye; coğrafi konumu ve topoğrafik yapısı nedeniyle dört mevsimin aynı zamanda hüküm sürdüğü bir ülkedir. Bitki örtüsünün çeşitliliği de buna bir kanıt niteliğindedir. Her iklim koşulunda her tür bitki yetişmemekte olup özellikle seracılık yapılan Akdeniz bölgesinde iklim verilerinin gözlenmesi şarttır. Mersin ili topoğrafik yapısı genellikle dağlık ve tepelik olup buna bağlı olarak ani iklim değişimleri gerçekleşmektedir. Bunun daha net ve detaylı ayırt edilebilmesi, mevcut istasyon sayısı ile oldukça zor görülmektedir. Bu nedenle istasyonların yeter sayıda sıklaştırılması ve uygun dağılımda bulunması gerekmektedir.

Bir istasyon şebekesinin amacı, ülkeye has iklim şartlarının tespitine yarayacak sıhhatli ve birbirleriyle karşılaştırılabilir istatistik verileri temin etmektir. Bu şebekeye ait her bir istasyon sadece işgal ettiği noktaya ait iklim faktörlerini değil, bulunduğu geniş sahanın iklim şartlarını temsil etmek zorundadır. Ayrıca şehir, dağ, vadi, orman, yayla gibi belli ve sınırlı alanlar kendilerine has iklim özelliklerine sahiptir. Bu iklim özelliklerinin sağlıklı bir şekilde kayıt altına alınması için o bölgeyi temsil edecek şekilde ve miktarda istasyon kurulması gerekmektedir (Deranel, 1947). Örneğin sinoptik ağ içerisindeki bir istasyondan beklenen orta ölçekli gereksinimleri karşılaması yönünde iken, havacılık için kurulmuş meteorolojik gözlem istasyonundan beklenen ise havaalanı sahasına özgü ölçümlerin yapılabilmesi yönündedir. Bu durumda istasyon yer tespiti yapmadan önce amaç ve istasyon tipinin belirlenmesi gerekmektedir (WMO, 2018).

Bir klimatolojik istasyon kurulurken veya herhangi bir değişiklik yapılırken klimatolojik ihtiyaçların dikkate alınması gerekir. Bu nedenle istasyon noktalarının oluşturduğu istasyon şebekesi planlanırken topoğrafik durum, coğrafi özellikler, kıyı ve dağ silsileleri olan bölgeler için coğrafi sınırlar, ovalar ile ormanlık alanlar göz önüne alınmalıdır. Klimatolojik istasyon şebekesinde minimum ihtiyaç tespit edilerek iklim elemanları arasındaki ilişkilerin yeter derecede incelenmesine olanak sağlayacak şekilde belirlenmelidir (Çelenk, 1977). Klimatolojik istasyonlar için kesin çevresel ihtiyaçlardan bahsetmek oldukça zordur. Ancak istasyonlar için en iyi konumlardan biri, uzun süre boyunca kalabileceği tarım ve orman alanlarıdır. Bu alanlara ek olarak milli parklar ve diğer korunan alanlar da dikkate alınabilir. İstasyon yer seçimlerinde sanayi veya yoğun popüler alanlardan etkilenmeyen ortamlar olmasına dikkat edilmesi gerekmektedir (WCDP/WMO, 1986).

Otomatik Meteoroloji Gözlem İstasyonu (OMGİ) yer seçimi için birçok kriteri bir arada değerlendirmek gerekmektedir. Buna benzer karmaşık problemlerin çözümü için Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ve Çok Kriterli Karar Analizleri (ÇKKA) araçlarının literatürde sıklıkla kullanıldığı görülmektedir. Örneğin rüzgâr tribünü (Bennui ve ark., 2007), açık deniz rüzgâr çiftlikleri (Kim ve ark., 2018), rüzgâr enerji santralleri (Urfalı & Eymen, 2022), nükleer santraller (Başkurt & Aydın, 2020), tren hattı (Çiftçi & Kuşak, 2021), market (Beyhan ve ark., 2020), havaalanı (Ertunç & Çay, 2020) gibi nesnelere hakkında optimum karar verebilmek amacıyla uygun/uygun olmayan yerlerin tespiti yapılmıştır.

Konumsal analizlerde uygun yer seçimi için buffer analizi ile ÇKKA yönteminin birlikte kullanıldığı uygulamalardan birisi olan atık depolama alanlarının yer tespiti çalışmasında uygunluk haritası elde edilmiştir (Alkaradaghi ve ark., 2020; Chabuk ve ark., 2019; Şener ve ark., 2010). Hindistan/Siliguri planlamasında yerleşim alanlarının tespiti için yapılan diğer bir çalışmada ise AHP yöntemi ile birlikte buffer analizi kullanılmıştır. Uygunluk haritası incelendiğinde bütün alanın sadece %1,76'lık kısmının yerleşime uygun olduğu saptanmıştır (Saha & Roy, 2021). İran'ın kurak ve yarı kurak iklim bölgesinde yer alan Shiraz için yer altı sularının tespit edilmesi amacıyla karstik yapılarının bulunmasına yönelik yapılan çalışmada buffer analizi ve bulunan AHP yöntemleri kullanılmıştır (Mokarram & Mohammadzadeh, 2021).

Peru'da AHP yöntemi ve CBS kullanarak meteoroloji amaçlı hava istasyonu yeri belirlenmiştir. Biyofiziksel ve idari başlıklarının altında yükseklik, eğim, gölge, arazi kullanımı, su kaynaklarına mesafe, jeolojik faylara mesafe, heyelan duyarlılığı, yola mesafe, nüfusa uzaklık, ilgili kuruma mesafe ve korunan doğal alanlar şeklinde toplam 11 kriter seçilmiş ve AHP yöntemi ile ağırlıklandırılmıştır. CBS yazılımı yardımıyla arazi uygunluk haritası elde edilmiştir (Briceño ve ark., 2021). Yağmur istasyonu yer seçiminde, mevcutların değerlendirilerek yeni istasyonların kurulumu amacıyla İran Gav-Khuni Havzası'nda bir çalışma yürütülmüştür. Entropi kavramı kullanılarak ardışık ve genetik algoritma yöntemi uygulanmıştır. Havza yönetimi baz alınarak tespit edilen aday noktalar; ekonomik, verimlilik, hassasiyet yönünden de değerlendirmeye alınmış ve kesin yerleri belirlenmiştir (Karimi-Hosseini ve ark., 2011).

Osmangazi Üniversitesi'nin ana kampüsünde rüzgâr gözlem istasyonu kurulumu için AHP yöntemi ile uygun yer seçimi yapılmıştır. Maliyet, topografya, altyapı, güvenlik ve ulaşım kolaylığı şeklinde oluşan 5 ana başlık altında tesisin kurulması, bakım-onarım, gözlem, zemin etüdü, yerleşim, rüzgâr yönünü de içeren toplam 13 kriter ele alınmış ve AHP ağırlıkları hesaplanmıştır. Kriterler ile 5 alternatif yer değerlendirilerek uygun yer tespiti yapılmıştır (Aras ve ark., 2004). İncelenen diğer bir çalışmada ise, Trabzon ilinde 5 adet meteorolojik Otomatik Hava İstasyonu olup yeni kurulacak 5 adet istasyon için en uygun yer seçimi analizleri gerçekleştirilmiştir. Piksel boyutu 25 m olan 1/25000 ölçekli topografik, jeolojik, toprak, vb. haritalar CBS yazılımına aktararak konumsal analizlerden yakın mesafe analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda en uygundan en uygun olmayan alanlar bulunarak 164 uygun olan alan tespit edilmiştir. Nihai olarak en uygun olan 5 meteorolojik istasyon noktası yerine karar verilmiştir (Yildirim ve ark., 2016). Ayrıca tarım amaçlı agrometeoroloji istasyonu için Filipinler'de uygun yer araştırılmıştır. Yer seçimi; sayısal yükseklik modeli, eğim, arazi örtüsü, mevcut hava istasyonu, su kütleleri ve yollardan oluşan kriterlerin coğrafi verileri, CBS yazılımındaki araçlar ile işlenmiş ve 11 istasyon kurulumu yeri belirlenmiştir (Alejo, 2018). Hava sıcaklığının -80°C'nin altına düşen Antarktika'da da 2011 yılı itibarıyla farklı ülkelere ait olan toplam 68 meteoroloji istasyonu yerleştirilmiştir (Lazzara ve ark., 2012).

Türkiye’de 2019 yılında Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından Antarktika’ya bir meteoroloji istasyonu kurmuştur (Zengin, 2019).

Bu çalışmanın amacı, Mersin ili sınırları içerisindeki mevcut meteorolojik istasyonların yeterli olup olmadığını değerlendirip yeni istasyonlar için yer seçimi yapmaktır. Araştırma sorusunu; öncelikle istasyon yer seçimini etkileyen kriterlerin belirlenmesi ve kriter kısıtlamalarının tespit edilmesi oluşturmaktadır. Diğer bir soru, iklim değişimine neden olan kriterlerin ağırlıklarıdır. Son olarak da OMGİ için en uygun yer neresidir sorusuna cevap bulunup uygunluk haritasının elde edilmesidir.

İklim değişimi başta tarım olmak üzere şehircilik, turizm, altyapı hizmetleri, yenilenebilir enerji kaynakları ve daha birçok alanı etkilediği için yeteri sıklıkta meteoroloji istasyonuna ihtiyaç vardır. Çalışmanın özgün değeri, mevcut durumun analiz edilmesi, AHP tekniğinin kullanılması, enlem, yükseklik, yol ağı, gibi birçok önemli kriterin değerlendirmeye katılması ve mevcut ile yeni OMGİ noktalarını karşılaştıran haritanın üretilmesi şeklindedir.

Bu çalışmada OMGİ yer seçimi için kriterler; iklim elemanlarını etkileyenler, arazi kullanımları ve mevcut istasyonlar olmak üzere üç ana başlık altında ele alınmıştır. İklim elemanlarını etkileyenler; enlem ve topografya, arazi kullanımları; hidroloji, CORINE arazi kullanımı ve yol ağı ile son olarak mevcut tesis edilmiş OMGİ noktaları bulunmaktadır. Topografya haritasında yer alan arazinin sayısal yükseklik modeli ve eğim iki ayrı kriter olarak kullanılmıştır. Hidroloji haritasında akarsu, baraj, göl ve gölet su alanları yer almaktadır. Deniz yüzeyi ise kıyı çizgisi ile belirlenmiştir. Arazi kullanımı; orman ve yarı doğal alanlar, su yüzeyleri, sulak alanlar, tarım alanları ve yapay yüzeyler şeklinde CORINE verisi sınıflandırılmıştır. Mersin ili cadde ve sokak olarak yol ağı haritası düzenlenmiştir. Mersin ve komşu illerde daha öncesinden tesis edilmiş toplam 65 OMGİ kullanılmıştır.

OMGİ yer seçimi için kullanılan kriterlerin coğrafi verileri, CBS yaklaşımı ile yeniden düzenlenmiş ve buffer analizi yapılmıştır. Buffer analizi, bir coğrafi objeden belli metrik ölçülerle mesafeler alınıp gerçekleştirilmiştir. Kriterlerin ağırlıkları Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi ile bulunmuştur. AHP yöntemi, ÇKKA arasında en yaygın kullanım alanı olup kriterlerin ikili karşılaştırma matrisleri elde edilerek bir seri işlemlerden oluşmaktadır. Kriterlerin net AHP ağırlıkları hesaplandıktan sonra haritaların piksel değerleri ile çarpılarak küçük ölçekte OMGİ yer seçimi haritası üretilmiştir. Haritanın yeni piksel değerleri dikkate alınıp yüksek puandan düşük puana doğru; “en uygun”, “uygun”, “orta uygun”, “az uygun” ve “uygun değil” şeklinde derecelendirilmiştir. Buna göre “en uygun” ve “uygun” olan alanlarda, yeni meteorolojik istasyon kurulması için önerilen noktalar sunulmuştur.

2. Hava durumu ve iklim

Meteoroloji, kısaca atmosfer bilimi olup hava koşullarında meydana gelen değişimleri, iklim türlerini araştırıp hava durumu tahminlerinde bulunan bilim dalıdır (MGM, 2018; TDK, 2018). İklim ile hava durumu birbirinden farklı anlamlar taşımaktadır. Hava ve iklim arasındaki fark (Şekil 1) bir zaman ölçüsüdür. Hava, atmosferin kısa bir süre içinde hangi koşullarının geçerli olduğunu iklim ise, atmosferin nispeten uzun süreler boyunca nasıl “davrandığını” göstermektedir (NASA, 2005). Hava durumu için çok kısa zaman ve mikro klima alanlardan bahsedilirken iklim için oldukça geniş bir bölgeden makro klima alanlardan bahsedilmektedir. Hava durumu; atmosferde meydana gelen meteorolojik olaylar olup belirli bir yerde, belirli ve kısa bir süre içinde etkin olan atmosfer koşullarıdır. Atmosferde hava olaylarının kısa bir süre içindeki durumunu tanımlamak için; soğuk, sıcak, yağmurlu hava şeklinde tanımlar kullanılabilir. Bütün bunlar havanın o anki halini belirler.



Şekil 1. Hava durumu ve İklim karşılaştırması (İklim, 2019; MMO, 2020)

İklim oldukça geniş bir bölge içinde ve uzun yıllar değişmeyen ortalama hava koşullarıdır. Uzun yıllar değişmeyen ortalama koşullarla birlikte ekstrem (uç) değerler de iklim karakteristiğinin belirlenmesinde önemlidir. İklim bu ekstrem değerler arasında salınım yapmaktadır. İklim değişikliği, ortalama koşulların değişimiyle birlikte daha önemlisi ekstrem değerlerin yenilenme ve yenilenme frekansının (sıklığının) artışı ve sürekliliği ile anlaşılır (MGM, 2020).

İklim bilgileri; ulaştırma, tarım, enerji, milli savunma, çevre, turizm, sağlık, şehircilik, adalet, spor ve afet yönetimi olmak üzere pek çok sektörün ihtiyaç duyduğu meteorolojik hizmetler verilmektedir. İklim değişikliği ve küresel ısınma gibi konuların yanında; güneş, rüzgâr, su ve dalga gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgi meteorolojik verilerin önemini her geçen gün arttırmaktadır (MGM, 2022). Meteorolojik gözlem verileri; iklim değişimini, eğilimini ve zaman bağımlı davranışını analiz etmek amacıyla kullanılmaktadır. Aynı zamanda afet riski ve iklimsel risk etkileri azaltmak için ekstrem değerlerin analizi, araştırma çalışmaları, sayısal model uygulamaları ve iklim değişikliği projeksiyonlarının çıkartılması da bu verilere bağlıdır (MGM, 2020; WMO, 2018). İklim değişikliği (Demir & Keskin, 2022; Demirgöl ve ark., 2022; Yılmaz ve ark., 2021) nedeniyle deniz seviyesinin (Beşel & Kayıkcı, 2020) ve arazi kullanımının (Morsy & Hadi, 2022) değişiminin araştırılması istasyonlardan toplanan iklim verilerine dayanmaktadır.

“Kanıtlara dayalı hava hakkında sonuç çıkarımı başka bir deyişle atmosferik değişimlere hâkim olan kanunların keşfi, ancak, dünyanın her tarafında lüzumlu sıklıkta kurulacak istasyonlardan oluşmuş tam ve olgun bir meteoroloji şebekesinin mevcudiyetine ve faaliyetine bağlıdır” (Derenel, 1947). Dolayısıyla her alanda iklim etkisinin görüldüğü olaylarda “her şey gözlemlerle başlar” (Şekil 2) (MGM, 2020).



Şekil 2. Küresel Meteorolojik Gözlem Sistemleri (MGM, 2022)

3. Materyal ve Yöntem

3.1. Meteoroloji İstasyonları

Meteoroloji gözlem istasyonları ile hava durumu ve iklim bilgisi edinmek amacıyla atmosferik olayların takip edilmesi ve tahminlerinin yapılması birçok alanda büyük öneme sahiptir. Tarımsal, havacılık, atmosferik kimya ve hava kirliliği, çevre uygulamaları, deniz, radar, uzaktan algılama, uydular, uzay havası, tropikal, şehircilik, hidro,

mezo, mikro gibi meteorolojinin özel uygulamaları mevcuttur (MGM, 2020; WMO, 2018; Sawadogo, ve ark., 2020). Bu uygulamalara göre istasyon özellikleri; ölçüm yapılan yeri ve istasyon türü dikkate alınarak belirlenmektedir.

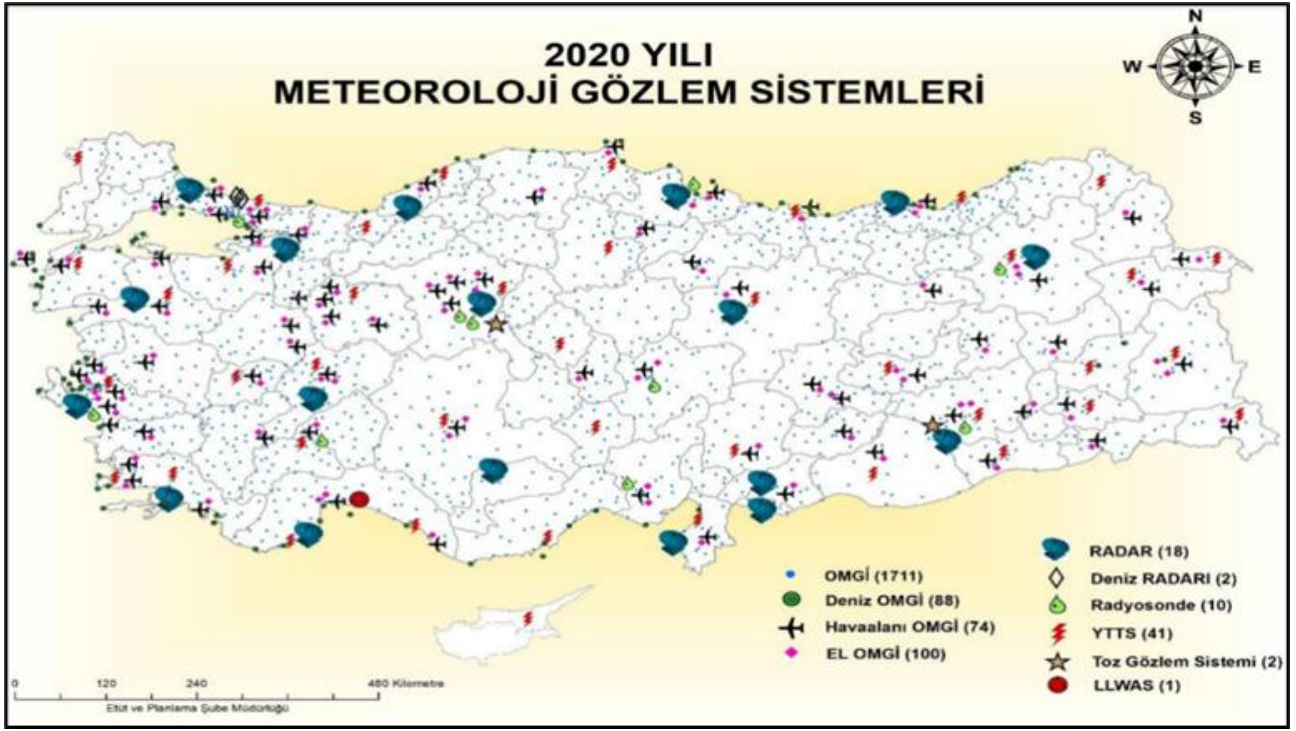
Türkiye Meteoroloji Gözlem Sistemleri, istatistiksel analizleri sunan Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün raporuna göre 1970-2021 yılları arasında kurulmuş meteoroloji gözlem istasyonları, meteoroloji radarı, yüksek atmosfer gözlem istasyonu vb. genel toplamı 2050 adet olan istasyon bulunmaktadır. Meteoroloji gözlem ağının 2020 yılına ait dağılım haritası (Şekil 3) incelenmiş ve 2021 yılında 3 adet daha OMGİ kurulmuştur (Tablo 1) (MGM, 2021).

OMGİ sayısı her yıl artırılmaktadır. Ancak daha iyi tahmin yapılabilmesi, ihtiyacı olan askeri, afet, tarım, ulaşım gibi alanlar için hızlı, güvenilir ve doğru bilgi sunulması amacıyla ülkemizde hâlâ OMGİ kurulumu gerekmektedir.

Tablo 1. Meteoroloji Gözlem Sistemleri (MGM, 2021)

Gözlem Sistemleri	SİSTEM ADI	Sayı
Yer Gözlem Ağı	Otomatik Meteoroloji Gözlem İstasyonu	1714
	EL-OMGİ	100
	Havaalanı OMGİ (HOMGİ)	74
Deniz Gözlemleri	Deniz OMGİ (DOMGİ)	88
	Radar (HF)	2
Uzaktan Algılama	Radar (C-BAND)	17
	Mobil Radar (X-BAND)	1
	Yıldırım Tespit ve Takip Sistemi-YTTS	41
Yüksek Atmosfer	Yüksek Atmosfer Gözlem Sistemi	9
	Mobil Yüksek Atmosfer Gözlem Sistemi	1
Hava	Toz Gözlem Sistemi	2
Havaalanı	Alçak Seviye Rüzgâr Kırılımı Uyarı Sistemi	1
TOPLAM		2050

Otomatik meteoroloji gözlem istasyonları; meteorolojik parametrelerdeki değişimlere duyarlı ve bu değişimlerin miktarını ölçen algılayıcılardan oluşmakta (OMGİ, 2020) olup otomatik olarak iletildiği bir meteoroloji istasyonudur. Bu istasyonlar, otomatik hava istasyonu (Automatic Weather Station-AWS) veya otomatik yüzey gözleme sistemi (Automated Weather Observing System-AWOS) olarak da anılmaktadır. Meteorolojik istasyonların temel amacı, hava durumunu hava tahmincilerine iletmektir. Ayrıca mühendislik hesaplamaların dönüştürülerek veri kaybı yaşanmadan haberleşme üniteleri ile merkeze iletilmesini sağlamaktadır (MGM, 2018; Milewska & Hogg, 2002; WMO, 2012). Dünya Meteoroloji Teşkilatı (WMO), üye olan birçok ülke istasyon tasarımında kendi politikalarını izlemektedir. Özellikle istasyonların konumlandırılması konusunda net bir gözlem politikası bulunmamaktadır. Erişimi kolay ancak binalar ve ormanlar yakınına tesis edilmiş olduğu, hatta hava algılayıcılarının birbirini etkileyecek şekilde tasarlandığı gözlenmiştir. Bir istasyonun bulunduğu bölgeyi temsil edebilmesi için konum ve kullanılan algılayıcıların yerleşimleri son derece önemli olup bunlarla ilgili meta verilerin de tutularak belgelenmesi de şarttır (WMO, 2004).



Şekil 3. Meteoroloji gözlem ağının dağılımı (MGM, 2022)

Gözlem istasyonunun tipine, amacına, kara, deniz ve havaalanı şeklinde yerine bağlı olarak, ölçülen değişkenler farklılık göstermektedir. Karada tesis edilen meteoroloji istasyonlarından aşağıdaki değişkenlere ilişkin bilgiler verilmektedir (MGM, 2020; Oke, 2006):

- Rüzgâr hız ve yönü,
- Hava sıcaklığı,
- Nispi Nem,
- Basınç,
- Güneşlenme süresi,
- Küresel radyasyon,
- Toprak sıcaklıkları,
- Yağış.

Türkiye’de 1947 yılında iklim ve yağış istasyonlarının toplam sayısı 142 olup ortalama 11000 km²’ye bir iklim, 5500 km²’ye bir de yağış istasyonu denk gelmekteydi. 1936 yılı istatistiklerine göre Avrupa ülkelerinden Fransa’da 2600, Almanya’da 900, İtalya’da 650, İsviçre’de 350 km²’ye bir iklim istasyonu düşmektedir. Daha eski tarihlerde net olmamakla birlikte Romanya’da 400-450, Fransa’da 175, Almanya 80, İngiltere’de 30 km²’ye bir yağış istasyonu düşmekteydi (Deranel, 1947). Günümüzde ise Türkiye genelinde otomatik meteoroloji gözlem istasyonu sayısı artmış ve 2021 yılı itibarıyla yaklaşık 382 km²’ye bir istasyon düşmektedir.

3.2. Çalışma Alanı ve OMGİ

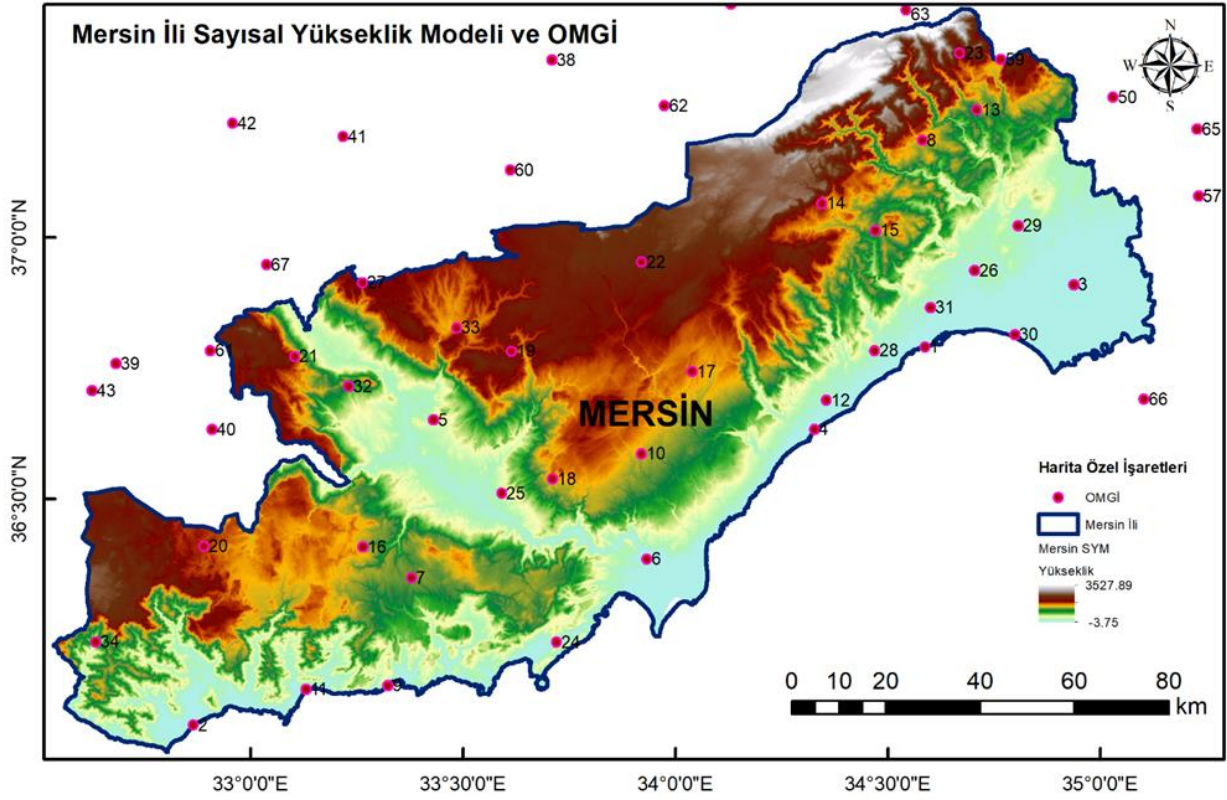
Türkiye’nin Akdeniz Bölgesinde yer alan Mersin ili 36°01’ – 37°25’ kuzey enlemleri ile 32°47’ – 35°23’ doğu boylamları arasında konumlanmaktadır (Şekil 4). Mersin ili, deniz-kara lojistiğinde önemli bir liman şehridir. Mersin il sınırları içerisinde nükleer santral, Çukurova’nın havaalanı gibi büyük projeler gerçekleştirilmektedir. Bu projelerin uygulama öncesi

olan yer tespitinde iklim faktörü dikkate alınmalıdır. Meteoroloji Mersin İl Müdürlüğü’nden istasyon bilgileri ve iklim verileri temin edilmiştir. Mersin ilinde kurulmuş ve kurulması için yer tespiti yapılmış olan Otomatik Meteorolojik Gözlem İstasyonu (OMGİ) karada 34, denizde 5 şamandıra olmak üzere toplam 39 istasyondur.

Bu çalışmada Adana, Antalya, Karaman, Konya ve Niğde komşu illerde yer alan istasyonlarla birlikte toplam 65 istasyondan yararlanılmıştır (OMGİ, 2020). İstasyonların konum bilgisini içeren enlem, boylam ve yükseklik bilgileri düzenlenmiştir (Tablo 2). Coğrafi koordinatlar WGS 84 sisteminde 6 derecelik dilimde, dilim orta meridyeni 33° alınarak UTM koordinat sistemine dönüştürülmüştür. İstasyon noktaları ArcGIS yazılımına aktarılıp diğer işlemlerin uygulaması amacıyla temel veri olarak dikkate alınmıştır.

Mersin’de tipik Akdeniz İklimi hâkim olup yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı geçmektedir. Kıyı kesiminde kar yağışı ve don olayları nadir görülmekle birlikte yüksek kesimlerde kışlar karlı ve soğuktur. Meteoroloji Genel Müdürlüğü’nün (MGM) 1940-2019 yılları arasındaki resmi istatistik verilerine göre; soğuk ay olan Ocak ayı ortalama sıcaklığı 6,2°C, sıcak olan Temmuz ayı ortalama sıcaklığı 30,7°C, Ağustos ayı 31,5°C ve yıllık ortalama sıcaklık 19,1°C civarındadır. En çok yağış aldığı Ocak (10,6 gün), Şubat (9,2 gün) ve Aralık (10,4 gün) ayları olup ortalama yıllık toplam yağış miktarı 615,8 mm’dir. Ortalama güneşlenme süresi en çok Haziran (9,8 saat), Temmuz (9,9 saat) ve Ağustos (9,8 saat) aylarında görülmektedir. Günlük en hızlı rüzgâr; 123,1 km/sa hızla 7 Şubat 2003 tarihinde esmiştir (MGM, 2020).

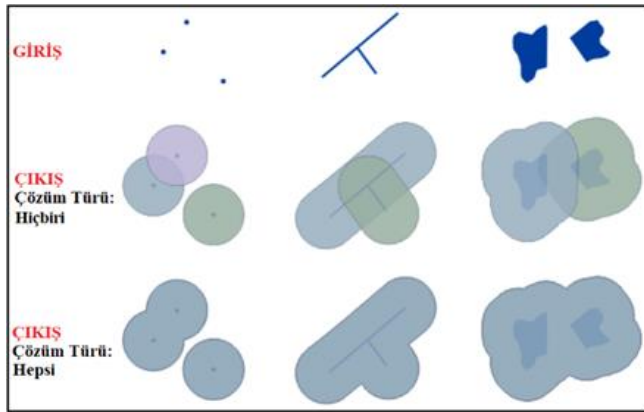
Mersin ilinde 2019 yılına kadar karada kurulmuş olan istasyonlara ait il, ilçe, istasyon adı yanı sıra enlem, boylam ve yükseklik içeren konum bilgileri sunulmaktadır. İstasyon numaraları (no), kuruluş tarihleri dikkate alınarak sıralanmıştır (Tablo 2).



Şekil 4. Mersin ve komşu illerdeki OMGi noktaları

3.3. Buffer Analizi

Buffer (tampon) analizi, coğrafi bilgi sistemi yazılımında bulunan yakınlık analizidir. Bu analiz; nokta, çizgi ve poligon olan vektörel verilerden belli mesafelerde nokta ise daire, çizgi ve poligon ise çokgen (Aslan & Aydar, 2022) şeklinde katmanlar oluşturur (Şekil 5).



Şekil 5. Buffer Analizi

Tampon bölgeleri oluşturmak amacıyla öklid ve jeodezik olmak üzere iki temel yöntem bulunmaktadır. Öklid, düz yüzeydeki iki boyutlu kartezyen koordinat sisteminde olan veriler için kullanılırken jeodezik yöntem eğimli yüzeydeki verileri için hesaplama yapmaktadır. Öklid, bir düzlemde iki nokta arasındaki en kısa mesafedir. Eğimli yüzey ise dünyanın gerçek şekli olan Jeoit yüzeyidir (Çoşkun, 2020; Esri, 2022). Bu çalışmada vektörel formatta bulunan OMGi, yol ağı, akarsu gibi coğrafi verilere buffer analizi uygulanmıştır.

3.4. OMGi Yer Seçimi

İklim verileri, ulusal meteorolojik bir mirastır. Ulusal iklim kuşakları, en az 30 yıllık periyot için iklim verilerinin dönem ortalamaları alınarak belirlenmektedir. İklim analizlerinde, bir gözlem istasyonundan yararlanabilmek için kalite kontrolünden geçmiş en az 30 yıllık verisi bulunmalıdır (MGM, 2020; WMO, 2021).

İklim verilerini doğru almak için istasyon yer seçimi önemlidir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM), istasyon yer seçimini meteoroloji, klimatoloji, coğrafya konusunda bilgi ve tecrübeye sahip personellerin yapması gerektiğini belirtmektedir.

Meteorolojik uygulamaların; ortalama alma, istasyon yoğunluğu ve olayların çözümü için tercih edilen zamansal ve konumsal ölçekleri vardır. Örneğin tarımsal meteoroloji için küçük ölçek, uzun vadeli tahminler için büyük ölçek tercih edilmektedir. WMO'da çeşitli kaynaklara göre yatay meteorolojik ölçekler şu şekilde sınıflandırmıştır (WMO, 2018);

- Tarımsal meteoroloji (Fenoloji) için mikro ölçek (100 metreden az), örneğin buharlaşma;
- Üst ölçek veya yerel ölçek (100 m – 3 km), örneğin hava kirliliği, kasırgalar;
- Orta ölçek/mezoskale (3-100 km), örneğin gök gürültülü fırtınalar, deniz ve dağ meltemleri;
- Büyük ölçekli (100–3000 km), örneğin cepheler, çeşitli siklonlar, bulut kümeleri;
- Gezegen ölçeği (3000 km'den büyük), örneğin uzun üst troposferik dalgalar.

Genel literatür taraması sonucunda istasyon kurulumu için iklim elemanlarını etkileyenler, arazi kullanımları ve mevcut istasyonlar olmak üzere üç ana başlık altında yer seçimi kriterleri toplanmıştır (Şekil 6).

Tablo 2. Mersin ilindeki OMGi bilgileri (OMGi, 2020)

No	İl	İlçe	İstasyon Adı	Enlem (°)	Boylam (°)	Yükseklik (m)
1	MERSİN	Akdeniz	Mersin	36,781	34,603	7
2	MERSİN	Anamur	Anamur	36,069	32,865	2
3	MERSİN	Tarsus	Tarsus	36,894	34,960	12
4	MERSİN	Erdeмли	Erdeмли	36,627	34,338	7
5	MERSİN	Mut	Mut	36,651	33,434	340
6	MERSİN	Silifke	Silifke	36,382	33,937	10
7	MERSİN	Gülнар	Gülнар	36,350	33,380	1013
8	MERSİN	Çamliyayla	Çamliyayla	37,176	34,605	1115
9	MERSİN	Aydıncık	Aydıncık	36,144	33,323	2
10	MERSİN	Silifke	Silifke-Uzuncaburç	36,584	33,927	1204
11	MERSİN	Bozyazı	Bozyazı	36,137	33,130	20
12	MERSİN	Erdeмли	Erdeмли-Tömük	36,682	34,367	120
13	MERSİN	Tarsus	Çamalan	37,231	34,737	1033
14	MERSİN	Toroslar	Toroslar-Arslanköy	37,058	34,363	1440
15	MERSİN	Toroslar	Toroslar-Kızılbağ	37,005	34,489	1070
16	MERSİN	Gülнар	Gülнар-Konur	36,409	33,265	1294
17	MERSİN	Erdeмли	Erdeмли-Yağda	36,740	34,049	1362
18	MERSİN	Silifke	Silifke-Gündüzler	36,537	33,714	1426
19	MERSİN	Mut	Mut-Tozlu	36,782	33,620	1769
20	MERSİN	Bozyazı	Bozyazı Akpınar Yaylası	36,411	32,889	1598
21	MERSİN	Mut	Mut-Kızılalan	36,773	33,104	1659
22	MERSİN	Erdeмли	Erdeмли Uzunkuyu	36,950	33,931	1977
23	MERSİN	Tarsus	Tarsus-Karboğazı	37,341	34,699	1615
24	MERSİN	Silifke	Silifke -Akdere	36,225	33,722	123
25	MERSİN	Mut	Mut-Çortak	36,510	33,594	312
26	MERSİN	Akdeniz	Yanpar	36,925	34,724	145
27	MERSİN	Mut	Mut-Sertavul	36,914	33,266	1662
28	MERSİN	Mezitli	Mezitli-Kuyuluk	36,775	34,483	200
29	MERSİN	Tarsus	Tarsus-Karadirlik	37,009	34,830	170
30	MERSİN	Akdeniz	Mersin-Akdeniz	36,801	34,817	2
31	MERSİN	Toroslar	Mersin-Toroslar	36,856	34,618	118
32	MERSİN	Mut	Mut-Özlu	36,716	33,232	778
33	MERSİN	Mut	Mut-Dağpazarı	36,827	33,489	1320
34	MERSİN	Anamur	Anamur-Güngören	36,227	32,634	470

3.5. İstasyonların kurulumu için gerekli kurallar

İklim verilerinin bölgenin coğrafi koşullarını doğru bir şekilde yansıtması için meteorolojik gözlem istasyonlarının su gibi doğal ve bina, sanayi, yol gibi yapay etkilerden uzak olması gerekir. Bu çalışmada amaç klimatolojik şebekenin tamamlanması olduğundan, klimatolojik istasyon tipi için araştırma detaylandırılmıştır. Bu tip istasyonların kurulacağı yer tespitinde kullanılacak teknik malzemeler ve algılayıcılar, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün teknik şartnamesine ve WMO standardına uygun olarak yapılmalıdır. Sıcaklık ve nem sensörü, yağışölçer, rüzgâr algılayıcı vb. her bir ölçüm için ayrı ayrı kıstaslar bulunmaktadır (Demir & Şahin, 2014; WMO, 2004).

Özel amaçlı tesis edilen istasyonlar dışında MGM'nin bütün klimatolojik istasyonlarının yer tespitinde dikkat edilecek hususlar maddeler halinde sıralanmıştır (Şekil 6) (ÇŞB, 2018; Demir & Şahin, 2014; Kaymakçioğlu & Ertem, 2018; Tebliğ, 2014; WMO, 2004, 2018; Yiğit & Çakıl, 2010). Meteorolojik istasyonların yerleri;

- Güneşin doğuşundan batışına kadar değişik açılardan gelmesi dikkate alınarak gün boyu gölge düşmeyecek yerlerden seçilmelidir.
- Yükseklik farkının çok olduğu eğimli arazi ya da çukur olmamalıdır. Ayrıca eğim 19°'den daha az olmalıdır.
- Akdeniz ve Tropik kuşaklar olan dağlık bölgelerde her 500 m'lik kotta olacak şekilde ve istasyonlar aynı yoğunlukta kurulmalıdır.

- Tepelerin üstleri, bayır ve yamaçlar, kayalık, çukur yerler, dar vadilerin dipleri ve derin vadilerin ağızları, sırtların yakını ya da uçurumlar tercih edilmemelidir.
- Yerleşim, sanayi, sosyal donatı vb. alanlardan (Örneğin, duvar, bina, çok katlı yapı, spor tesisleri, otopark,...) en az 100 m uzakta seçilmeli ve imar planları dikkate alınarak en az 30 yıl değişiklik olmayacak yerler tespit edilmelidir.
- Tamir, bakım ve rutin kontrol işlemlerinin yapılabilmesi için toprak yollar, otoban, karayolu ve demiryollarına en az 100 m mesafede olmalıdır.
- Kanal, göl, gölet, vb. su gibi yansıtıcı olan yüzeylerden en az 100 m uzakta olmalıdır.
- Bakımın ve ulaşımın kolay olacağı yerler tercih edilmelidir.
- Uçak kalkış-iniş hattı olan mânia planı içerisinde olmamalıdır.
- Arazinin topografyasına göre her 100 metrede bir yükseldikçe sıcaklık 0,5 ile 1,0 °C arasında azaldığından yükseklik de dikkate alınmalıdır.
- Arazide boyu 10 cm'den az olan doğal ve alçak bitki örtüsü olmalıdır.
- Yapı minimum mesafe, yüksekliklerinin sırayla 10 ve 20 katından fazla olmalıdır.
- 4 m'den daha alçak olan tek objeler (direk, tek bir ağaç vb.) göz ardı edilebilir.
- Rüzgâr ölçüm istasyonu ve rüzgâr türbinleri; Meteoroloji Radarlarına kuş uçuşu en az 5 km uzaklıkta olmalıdır.



Şekil 6. Yer seçimi kriterlerine ait kurallar

3.6. Analitik Hiyerarşi Prosesi

Analitik Hiyerarşi Prosesi, çok kriterli karar analizi yöntemlerinden birisidir. Literatürde oldukça sık kullanılmakla (Bozdağ & Ertunç, 2020; Chen, 2006; Çiftçi & Kuşak, 2021; Eleren, 2006; Ertunç & Çay, 2020; İnce ve ark., 2016; Öztürk & Batuk, 2010; Urfalı & Eymen, 2022; Uyan, 2013) birlikte PROMETHEE (Abad ve ark., 2021; Mousavi ve ark., 2013), ELECTRE (Ghoseiri & Lessan, 2014) ve TOPSIS (Ghorui ve ark., 2020; Jozaghi ve ark., 2018; Sarı & Sarı, 2021) gibi karar analizi yöntemleri ile birleştirilerek ya da ayrı ayrı uygulanarak karşılaştırmalar yapıldığı görülmektedir. Çok kriterli karar problemlerinin çözümü için bulanık CBS (Kamran & Khorrami, 2022) kullanımları da bulunmaktadır.

AHP yöntemi; amaç, kriter ve alternatifler hiyerarşisi içerisinde olup kriterler de hiyerarşik bir şekilde sıralanır. Kriterlerin ikili karşılaştırmaları sonucunda ağırlıkları elde edilir. İşlem adımları ise şu şekilde sıralanmaktadır (Saaty, 2008);

- Problemin tanımlanması: OMĞİ yer seçimi,
- Amaç, kriter ve kriter hiyerarşisinin belirlenmesi, *Bu çalışmada amaç; en uygun OMĞİ yerini tespit etmek olup enlem, yükseklik, eğim, hidroloji, arazi kullanımı, yol ağı ve mevcut OMĞİ kriterlerinin ağırlıklandırılması,*
- 1-9 aralığında skala değerleri, kriterin önem derecesine göre verilerek ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması (Eşitlik 1),

$$A = [a_{ij}] = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ 1/a_{13} & 1/a_{23} & 1 & \dots & a_{3n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & 1/a_{3n} & \dots & 1 \end{bmatrix}_{n \times n} \quad (1)$$

- Satır işlemlerinin yapılması (Eşitlik 2) ve ağırlıklarının hesaplanması (Eşitlik 3),

$$a_{ij}^* = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (2)$$

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}^*}{n} \quad (3)$$

a_{ij} : Karşılaştırma matrisinin elemanları

n : Kriter sayısı

$i, j = 1, 2, 3, \dots, n$

- Tutarlılık Oranının test edilmesi (Eşitlik 4-8),

$$D = [a_{ij}]_{n \times n} \times [w_i]_{n \times 1} = [d_i]_{n \times 1} \quad (4)$$

$$E = \frac{d_i}{w_i} \quad (5)$$

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} \quad (6)$$

λ bulunduktan sonra Tutarlılık İndeksi (Consistency Index-CI) hesaplanması (Eşitlik 7) şeklinde AHP işlem süreci gerçekleştirilir.

Rasgele İndeks (Random Index-RI) Tablo 3'ten alınarak Tutarlılık Oranı (Consistency Ratio-CR) bulunur (Eşitlik 8). Eğer $CR \leq 0,10$ ise karşılaştırma matrisi tutarlıdır ve kriter ağırlıkları bir sonraki uygulama için kullanılır. Aksi durumda ise $CR > 0,10$ olup tutarlı değildir ve AHP işlemlerinin baştan yenilenmesi gerekmektedir.

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} \quad (7)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (8)$$

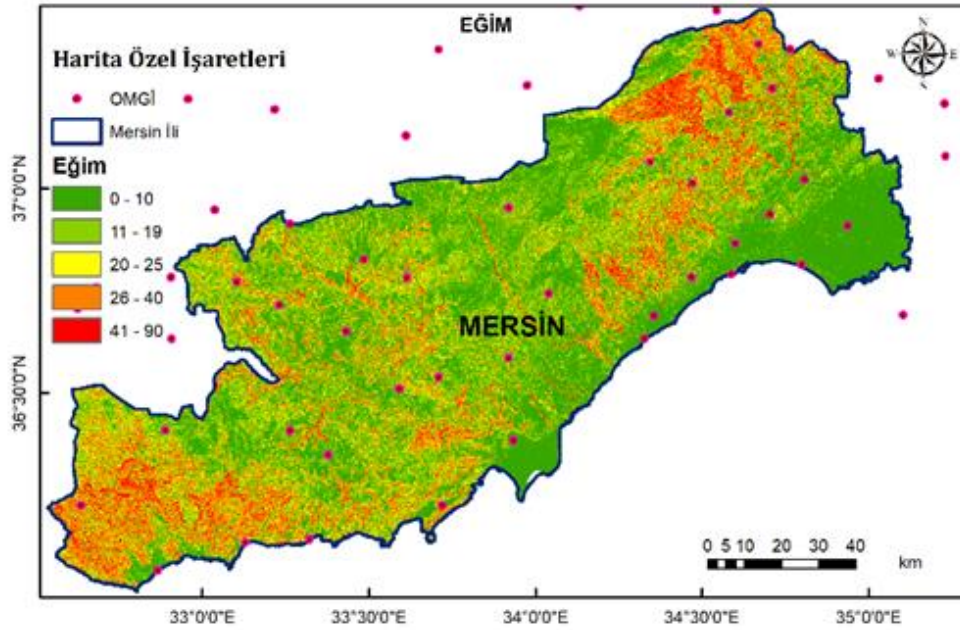
Tablo 3. Rasgele İndeks (Saaty, 2008)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

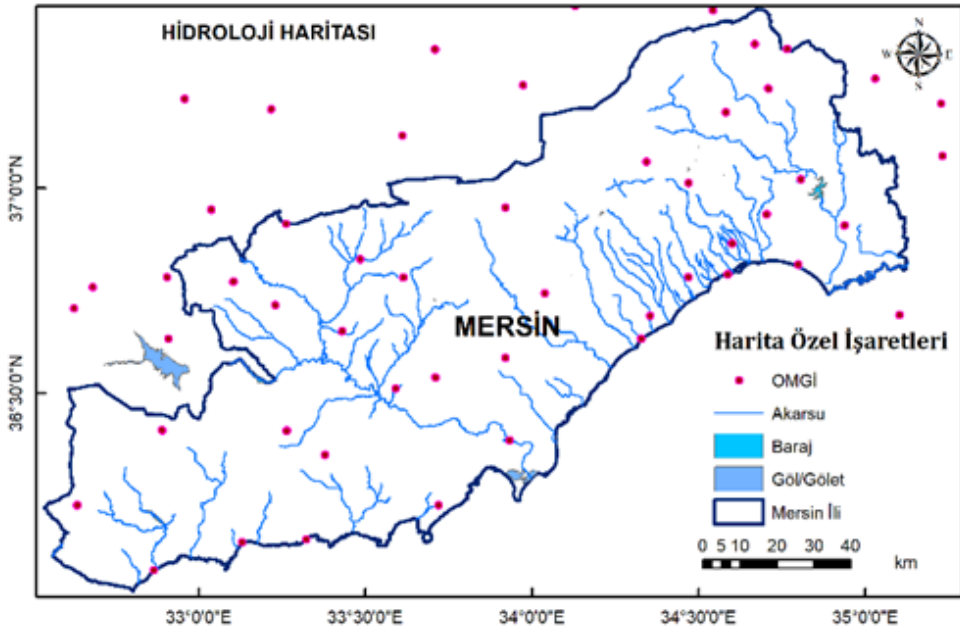
3.7. Verilerin Düzenlenmesi

Topografik, hidroloji, yol ağı, OMGİ gibi veriler coğrafi veriler olup bunlar nokta, çizgi ve poligon olarak üç farklı geometrik şekilde ifade edilmektedir. Arazinin topografyasını gösteren Sayısal Yükseklik Modelinden 500 m'lik eş yükseklik eğrileri ArcGIS 10.5 yazılımında geçirilmiştir. Eğim, yükseklik modeli yardımıyla derece olarak üretilmiştir (Şekil 7).

Hidroloji Haritası, Fotogrametri ve Uzaktan Algılama teknikleri kullanılarak üretilmiş akarsu, baraj, göl ve gölet haritalarından oluşmaktadır. Uydu görüntülerinden yararlanarak uzaktan algılama teknikleri ile işlenip akarsu çizgileri üretilmiştir. Fotogrametri tekniği ile üretilen ortofoto haritası üzerinden baraj, göl ve gölet alanları elde edilmiştir (Şekil 8).



Şekil 7. Derece cinsinden eğim



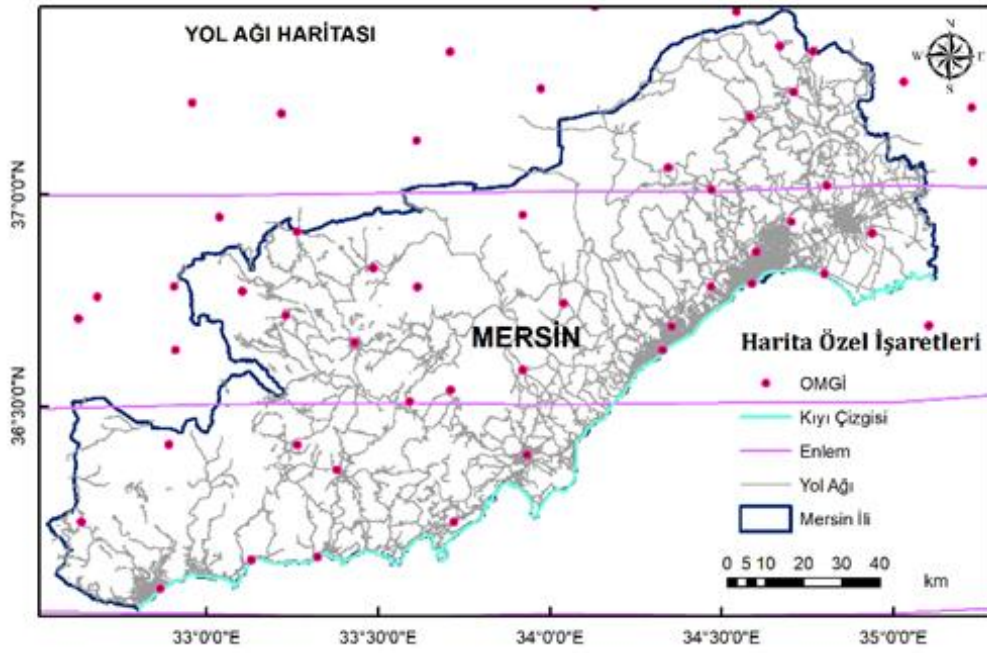
Şekil 8. Hidroloji Haritası

Ülke yol ağlarını sunan “Open Street Map”den Türkiye yol ağı vektörel formatta indirilip Mersin il sınırları içerisinde kalanlar çıkartılmıştır (Geofabrik, 2020). Kuzey enlemleri; 36°, 36°30', 37° ve 37°30'dan geçen enlem çizgisi elde edilmiştir. Mersin il sınırının denize bakan kenarı üzerinden kıyı çizgisi çizilmiştir. Kıyı çizgisi, suyun karaya değdiği noktalarının birleşimi ile çizilerek elde edilen çizgidir (Şekil 9).

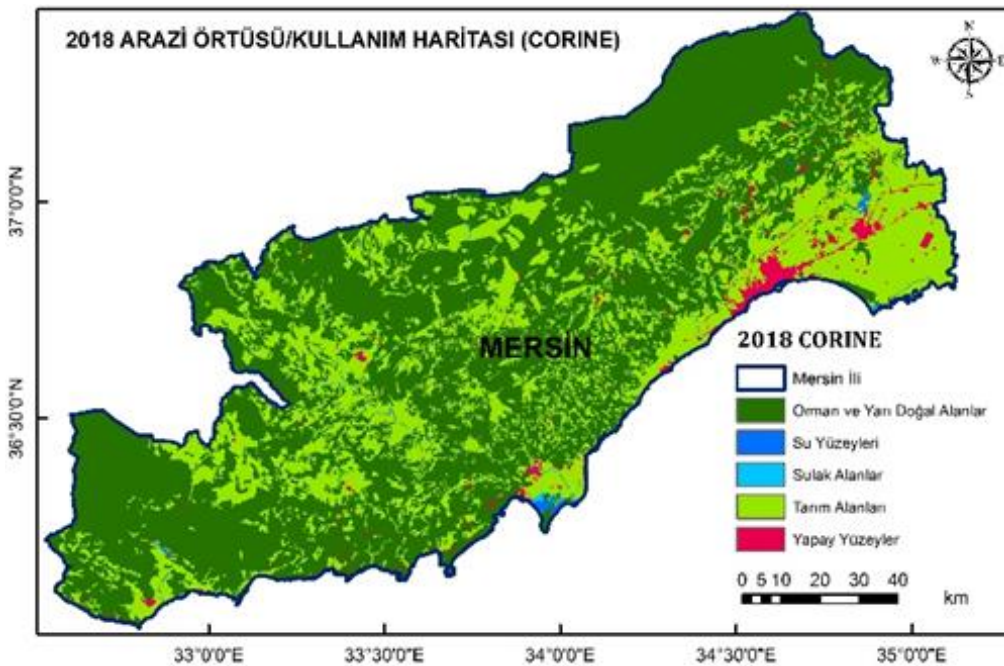
Copernicus, Dünyayı izlemek amacıyla kurulmuş bir sistem olup Avrupa Ülkeleri ve Türkiye'nin arazi kullanımındaki değişimleri izlenmektedir. Uydudan alınan veriler işlenip yersel gözlemlerle birleştirilerek 1990, 2000, 2006, 2012 ve 2018 yıllarına ait arazi örtüsü haritası üretilmektedir. Çevresel Bilginin Koordinasyonu (Coordination of Information on the Environment-CORINE); “yapılar”, “tarım alanları”, “orman ve doğal

alanlar”, “sulak alanlar” ve “su alanları” şeklinde 5 ana sınıf (Şekil 10), 44 alt sınıftan meydana gelmektedir (CORINE, 2018). CORINE 2018 verisi indirilip Mersin il sınırlarına göre veriler çıkartılmıştır. Lejant bilgilerine göre istasyon kurulumu için uygun ve uygun olmayan alanlar ayrılmıştır.

Mersin il sınırları içerisinde CORİNE arazi örtüsü verileri; orman ve yarı doğal alanlar, su yüzeyleri, sulak alanlar, tarım alanları ve yapay yüzeyler şeklinde arazi yüzeyleri bulunmaktadır. OMGI yer seçimi için özellikle tarım alanları, orman ve yarı doğal alanlar dikkate alınmıştır. Tarım alanları; sulanmayan ekilebilir arazi, sürekli sulanan arazi, bağlar, meyve ağaçları, zeytinlikler vb. alanları içermektedir. Orman ve yarı doğal alanları da; geniş yapraklı, iğne ve karma orman, doğal çayırlar gibi yüzeyler bulunmaktadır.



Şekil 9. Yol ağı ve diğer kriterler



Şekil 10. Arazi kullanımı (CORINE, 2018)

4. Bulgular

4.1. Coğrafi Verilerin Analizleri ve Puanlanması

OMGİ için en uygun yeri seçebilmek amacıyla Mersin ilinden geçen enlem çizgilerine ve arazinin yüksekliği, hidrolojisi, yol ağı ve mevcut OMGİ noktalarından oluşan coğrafi veriler, CBS yazılımına aktararak yeniden düzenleme işlemine tabi tutulmuştur. Meteoroloji istasyonu yer seçimi kuralları çerçevesinde kriterlerin mesafe aralıkları belirlenmiş ve bu doğrultuda buffer analizleri yapılmıştır. Yeniden sınıflandırılarak elde edilen raster formatındaki haritaların her bir piksel hücrelerine değer atanmıştır.

Enlem, iklimin oluşumunda etken bir kriter olduğu için yeni kurulacak istasyonların enleme yakınlığı ve uzaklığı dikkate alınmıştır. Mersin ilinde 36° ve 37° Kuzey enlemlerinde olup 30 dakikalık aralıklarla çizgi çizilip 0-9000 m, 90001-18000 m, 18001-27000 m ve >27000 m sınıflarda buffer analizi yapılmıştır. Enlem çizgisine olan yakınlığa göre sırayla 5, 3, 1 ve 0 puan verilmiştir.

Eş yükseklik eğrileri 500 metrede bir geçirilmiş ve geliştirilerek sağ ve soldan 0-1000 m, 1001-2000 m, 2001-5000 m ve 5000 m'den daha fazla şeklinde mesafelerde buffer analizi yapılmıştır. Raster dönüşüm-yeniden sınıflama yapılarak 0-2000 m arası 5, 2001-4000 m arası 3 ve 4001-5000 m arası 1 ve 5000 m'den fazlası 0 puan verilmiştir (Tablo 4; Şekil 11c).

Arazinin Sayısal Yükseklik Modelinden üretilen eğim, derece cinsinden elde edilmiştir. Eğimin 19°den küçük olduğu yerler tercih edilmesi gerekliliğinden dolayı ona göre bir puanlama geliştirilmiştir. Eğimin 0-10° arasında olduğu alanlar 5, 11-19° arası 4, zorunlu durumlar için 20°-25° arası 1 ve 26°-90° arası 0 puan ile değerlendirilmiştir (Tablo 4).

Akarsu (Çizgi), Göl/gölet (poligon) ve baraj (poligon) ayrı ayrı tabakalarda alınarak işlemler yapılmıştır. Deniz ile karayı ayıran kıyı çizgisinden (Çizgi) 100-500-1000 m mesafelerde buffer analizi yapılmış ve rastere dönüştürüldükten sonra çalışma alanına göre piksellerin çok az kalması nedeniyle 0-1000 m aralığı 0 puan dışındaki alan 5 puan ile puanlandırılmıştır (Tablo 4; Şekil 11d). Hidrografik kriterlerden göl/gölet ve baraj olan su kütlelerinin analizi sonucu bütün Mersin il sınırlarını kaplamamıştır. Çünkü Mersin ilinde yer alan su yapıları homojen dağılımda olmayıp doğal dağılımdadır. Deniz, göl/gölet, baraj, akarsu tabakalarından üretilen buffer analizinden elde edilen alanları birleştğinde hidrografik kriterini bütünlemiş olup tek bir tabakada ifade edilerek istasyon kurulumu için uygun olmayan alanlar belirlenmiştir.

Arazi kullanımı olarak CORINE verileri raster formatında olup piksellere değer ataması yapılmıştır. (WCDP/WMO, 1986) yayınında en güvenilir yer olarak orman alanları gösterilmektedir. Bu nedenle orman alanlarına 5 puan verilirken, tarım alanları 3, yapay yüzeylerden liman/havalimanı 1 ve diğer alanlar 0 şeklinde puanlandırılmıştır (Tablo 4; Şekil 11e).

Yol ağı vektör formatında olup detaylı bir şekilde bulunmamaktadır. Ölçeğin küçük olması ve buffer analizinin yapılamaması nedeniyle geliştirilmiştir. İstasyon, yoldan 100 m uzakta olması gerekirken aynı zamanda

ulaşımında kolay olması tercih edilmektedir. Bu nedenle 0-500 m arası 0, 501-1500 m arası 5 diğer yerler 0 puan olarak alınmıştır (Tablo 4; Şekil 11a).

Tablo 4. Coğrafi veri piksellerinin puanlanması

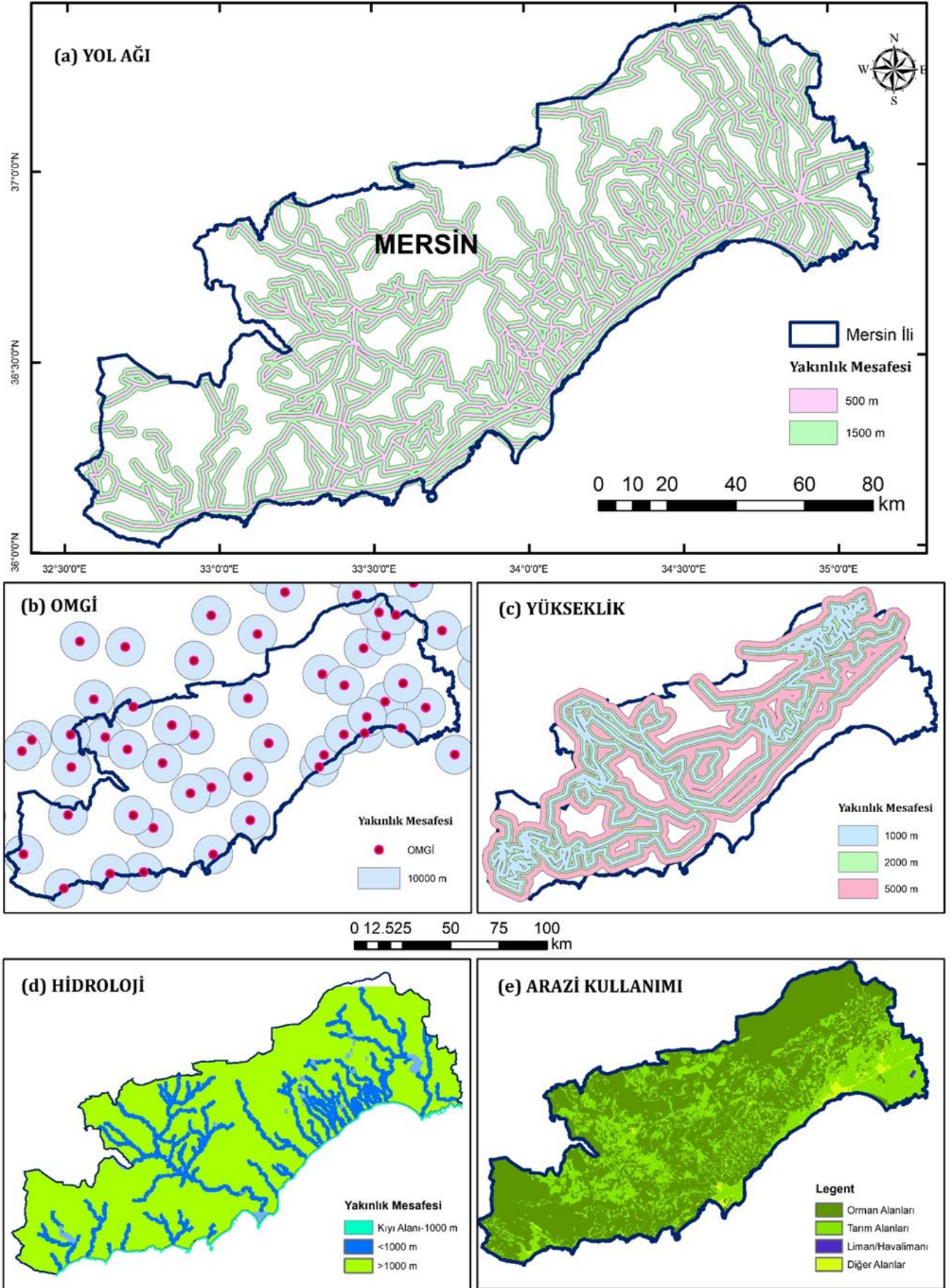
Kriter	Ölçü	Sağ-Sol	Mesafe Aralığı	Puan
Enlem	36°	9000 m	0-9000 m	5
	36° 30'	18000 m	9001-18000 m	3
	37°	27000 m	18001-27000m	1
	37° 30'	>27000 m	>27001	0
Yükseklik	500 m	1000 m	0-2000	5
		2000 m	2001-4000	3
		5000 m	4001-5000	1
		>5000 m	>5001 m	0
Eğim	<19°		0-10°	5
			11-19°	4
			20°-25°	1
			26°-40°	0
			41°-90°	0
Deniz, Göl/Gölet Baraj Akarsu	>100 m	<1000 m	0 -1000 m	0
		>1000 m	>1001 m	5
Arazi Kullanımı (CORINE)			Orman Alanları	5
			Tarım Alanları	3
			Liman/Havalimanı	1
			Diğer Alanlar	0
Yol Ağı	>100 m	500 m	0-500 m	0
		1500 m	501-1500 m	5
		>1500 m	>1501 m	0
Mevcut OMGİ	>10 km	<10000 m	<10000 m	0
		>10000 m	>10001 m	5

Mevcut OMGİ noktalarının gözleme alanı 10000 m çapında bir alanı kapladığından noktasal buffer analizi gerçekleştirilmiştir. 10000 m daire içinde kalan alanlar 0, dışında kalan alanlar ise 5 ile puanlandırılmıştır (Tablo 4; Şekil 11b).

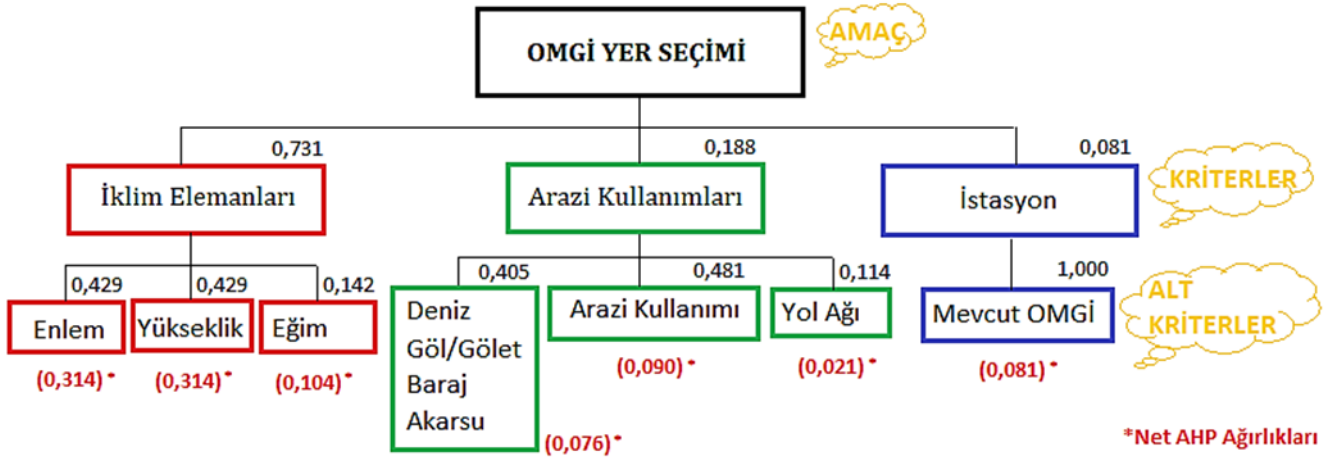
4.2. Kriterlerin AHP Ağırlıkları

AHP; amaç, kriterler ve alternatifler şeklindeki hiyerarşik yapısı kapsamında yer almakta olup AHP'nin amacı, yeni kurulması planlanan OMGİ için en uygun yer seçimi yapmaktır. OMGİ için kriterler; iklim elemanlarını etkileyenler, arazi kullanımları ve mevcut OMGİ şeklinde ana başlıkları belirlenmiştir. İklim elemanlarını etkileyenlerin alt kriterleri; enlem, yükseklik, eğim; arazi kullanımının alt kriterleri ise deniz, göl/gölet, baraj, akarsu olan hidrolojik durum, arazi kullanımı ve yol ağı şeklindedir. Mevcut OMGİ'nin alt kriteri olmamakla birlikte istasyon yer seçiminde önemli bir kriterdir (Şekil 12).

Kriterler ve alt kriterler için kendi içlerinde uzman görüşü ile ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuş ve her birine ait AHP ağırlıkları hesaplanmıştır. Nihai sonuç, kriter ile alt kriter AHP ağırlıklarının çarpımı sonucu "Net AHP Ağırlıkları" bulunmuş ve toplamı 1,000 elde edilmiştir. Yer seçimi için raster formatta olan harita işlemlerinde kullanılacak olan ağırlıklar, net AHP ağırlıklarıdır (Şekil 12).



Şekil 11. Kriterlere ilişkin buffer analizi



Şekil 12. AHP'nin hiyerarşik yapısı ve ağırlıkları

4.3. Yeni OMGİ Yer Seçimi Haritası

Enlem, yükseklik, hidroloji (deniz, göl-gölet, baraj ve akarsu), yol ağı ve mevcut OMGİ noktalarına ilişkin olarak buffer analizi yapılmış ve OMGİ yer seçimi için kurallar çerçevesinde her bir piksele puanlar atanmıştır. Yine kurallar doğrultusunda eğim ve CORINE verisi olan arazi kullanımı haritaları da puanlandırılmıştır. Kriterlere ait "Net AHP Ağırlıkları" uzman görüşü ile AHP hesaplamaları sonucunda bulunmuştur. Puanlandırılmış haritalar ile hesaplanmış "Net AHP Ağırlıkları" çarpılıp toplanmış ve 0-5 aralığında değerler alan "Yeni OMGİ Yer Seçimi" haritası üretilmiştir. Bu aralıklarda uygun değil, az uygun, orta uygun, uygun ve çok uygun şeklinde uygunluk derecelerine ayrılarak rakamlar anlamlandırılmıştır (Şekil 13).

Yeni OMGİ Yer Seçimi haritası üzerinde yeni istasyonlar için yer önerileri yapılmıştır. Bunlardan 14 tanesi en uygun yerlere atılmış, 3 tanesi ise çalışma alanının tam olarak gözlemlenebilmesi düşüncesi ile uygun alanlara atılmıştır. Bu noktaların tesisleri yapılmadan önce araziye gidilerek ön etüt çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Önerilen bazı noktaların arazi görünüşleri yer seçim haritasına eklenmiştir (Şekil 13).

Yeni önerilen toplam 17 meteorolojik istasyon noktasının özellikle Çamlıyayla, Erdemli, Mezitli, Mut ve Tarsus ilçelerinde birer, Toroslar'da iki, Anamur ve Gülnar ilçelerinde üçer ve Silifke'de dört yeni OMGİ ihtiyacı olduğu tespit edilmiştir.

5. Tartışma

Mersin ilinde OMGİ'nin yeterli olup olmadığı irdelenmiş, yeni istasyon noktalarına ihtiyacı olduğu tespit edilmiş ve meteorolojik istasyon kurulum şartları çerçevesinde en uygun yer araştırılmıştır. Yeni istasyon yerleri, o bölgenin iklim elemanlarını yansıtacak şekilde olması ve ağırlıklarına göre değerlendirilmesi çalışmanın önem verilmesi gereken noktalarıdır. Ayrıca istasyon sayısı ne eksik ne de fazla olmamalıdır. Eksik istasyon olduğunda, iklim verilerinin bölgeyi yansıtması tam gerçekleşmemektedir. Fazla istasyon sayısı olduğunda; bakım, onarım, kontrol, veri işleme, gibi işlem yükünü artırmaktadır (ÇŞB, 2018; MGM, 2020; Tebliğ, 2014; WMO, 2004; 2018).

Literatürdeki OMGİ yer seçimi ile ilgili olan çalışmalardan Briceño ve arkadaşları (2021), farklı olarak nüfus, fay hattı, heyelan, doğal alanlar şeklinde kriterler kullanmışlardır. Ayrıca mevcut istasyonlara göre farklı mesafeler dikkate alınarak yeni istasyon dağılımları ve sayıları değerlendirmişlerdir (Briceño ve ark., 2021). Hosseini ve arkadaşları yaptıkları çalışmada meteorolojik istasyon konusunda tek bir iklim elemanı olan yağışa odaklanmışlar ve yağmur istasyonu için genetik algoritma yöntemi kullanılarak yer seçimi yapmışlardır (Karimi-Hosseini ve ark., 2011).

Başka bir çalışmada ise, herhangi bir analiz yapılmadan boşlukları doldurma şeklinde 15 yeni istasyon yeri tespit etmiştir. İklim dosyalarının derleme ve düzenlenmesi işlemlerinde çok emek sarf edilmemesi için çok fazla yeni istasyon eklenmediği belirtilmiştir (Yang ve ark., 2018). Nijerya'daki çalışmada istasyon yerleri önceden belirlenmiş ve 6 havalimanına OMGİ'ler kurulmuştur. Kurulacak istasyonların türüne göre ve gereksinimleri karşılayacak şekilde yer seçimi yapılması belirtilmiştir (Hussaini & Yakubu, 2019). Trabzon ilinde yapılan çalışmada istasyon sayısı önceden belirlenmiş ve coğrafi bilgi sistemlerine dayalı yakınlık analizleri ile en uygun 5 istasyon noktasının yeri tespit edilmiştir (Yıldırım ve ark., 2016). Filipinler'de de benzer olarak CBS yazılımından faydalanılmış ve tarım amaçlı agrometeoroloji istasyon yeri tespit edilmiştir (Alejo, 2018).

Bu çalışmada ise coğrafi bilgi sistemlerinden buffer analizine ek olarak kriterlere AHP yöntemi ile ağırlıklar verilmiştir. Çünkü iklim elemanlarının değişimine neden kriterler aynı oranda etkilememektedir. Bu etki ile daha uygun yer tespiti yapılmıştır. İler ki çalışmalar da kriterler artırılıp farklı yöntemlerle geliştirilerek doğruluk oranı yükseltilebilir. Akdeniz Bölgesi'nin yükseklik farkından dolayı iklim değişimi kısa mesafelerde gerçekleşmekte olup belli bir sınır ile sınırlandırmak mümkün olmayabilir. Meteorolojik istasyonların türleri dikkate alınarak havza, bölge ve ülke bazlı daha geniş alanlarda çalışmalar gerçekleştirilebilir.

Bu çalışmada önerilen 17 istasyon noktası arasında rasgele seçilmiş 4 istasyon noktası, Google Earth görüntüleri ile incelenmiştir. Buna göre Anamur-Bozyazı ilçeleri arasında yer alan istasyon noktası son yıllarda sık sık karşılaştığımız orman yangınları için yüzey sıcaklık takibi açısından uygun bir nokta olabilir. Silifke ve sahil

Bilgilendirme/Teşekkür

Bu çalışma, Mersin Valiliği, Meteoroloji Genel Müdürlüğü ve Mersin İli Meteoroloji Müdürlüğü ile Mersin Üniversitesi Harita Mühendisliği Bölümü'nün "Araştırma Protokolü" kapsamında gerçekleşmiştir. Çalışma süresince desteklerini esirgemeyen eski Mersin Vali Yardımcısı Abdullah ŞAHİN ve Emekli Mersin İli Meteoroloji Müdürü Fikret DEMİR'e teşekkürlerimizi sunarız.

Araştırmacıların katkı oranı

Fatma Bünyan Ünel: Kavramsallaştırma, yazma, analizleri yapma, harita düzenleme, **Lütfiye Kuşak:** Verileri görselleştirme, harita düzenleme, inceleme, **Murat Yakar:** Kavramsallaştırma, düzenleme, **Hakan Doğan:** Değerlendirme, haritaları yorumlama.

Çatışma Beyanı

Herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Abad, P. M. S., Pazira, E., Abadi, M. H. M., & Abdinezhad, P. (2021). Application AHP-PROMETHEE Technic for Landfill Site Selection on Based Assessment of Aquifers Vulnerability to Pollution. *Iranian Journal of Science and Technology - Transactions of Civil Engineering*, 45(2), 1011–1030. <https://doi.org/10.1007/s40996-020-00560-0>
- Alejo, L. A. (2018). Suitability analysis for optimum network of agrometeorological stations: A case study of Visayas region, Philippines, *Journal of Agrometeorology* 20(4), 269-274.
- Alkaradaghi, K., Ali, S. S., Al-Ansari, N., & Laue, J. (2020). Landfill Site Selection Using GIS and Multi-Criteria Decision-Making AHP and SAW Methods: A Case Study in Sulaimaniyah Governorate, Iraq. *Engineering*, 12, 254-268.
- Aras, H., Erdoğmuş, Ş., & Koç, E. (2004). Multi-Criteria Selection For A Wind Observation Station Location Using Analytic Hierarchy Process, *Renewable Energy*, 29, 1383-1392.
- Aslan, S., & Aydar, U. (2022). Çanakkale İli Merkez İlçesinin Otopark Sorununun Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile Analizi ve Çözüm Önerileri. *Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi (TUCBİS)*, 4(1), 34–46.
- Başkurt, Z. M., & Aydın, C. C. (2020). Nükleer Santraller için Yer Belirleme Kriterlerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Değerlendirilmesi. *Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi (TUCBİS)*, 2(1), 37–48.
- Bennui, A., Rattanamanee, P., Puetpaiboon, U., Phukpattaranont, P., & Chetpattananondh, K. (2007). *Site Selection for Large Wind Turbine Using GIS*. 561–566.
- Beşel, C., & Kayıkçı, E. T. (2020). Investigation Of Black Sea Mean Sea Level Variability By Singular Spectrum Analysis. *International Journal of Engineering and Geosciences (IJEG)*, 5(1) 033-041. DOI: 10.26833/ijeg.580510.
- Beyhan, H. C., Eren, G., & Aktuğ, B. (2020). Perakende Market Lokasyonları için CBS Tabanlı Çok Kriterli AHP Yöntemi ile Optimal Yer Seçimi Analizi : İstanbul Örneği. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 20, 1032–1050. <https://doi.org/10.35414/akufemubid.803391>
- Bozdağ, A., & Ertunç, E. (2020). CBS ve AHP Yöntemi Yardımıyla Niğde Kenti Örneğinde Taşınmaz Değerleme. *Geomatik*, 5(3), 228–240. <https://doi.org/10.29128/geomatik.648900>
- Briceño, N. B. R., López, R. S., López, J. O. S., Oliva-Cruz, M., Fernández, D. G., Murga, R. E. T., Trigos, D. I., Gurbillón, M. B., & Barboza, E. (2021). Site Selection for a Network of Weather Stations Using AHP and Near Analysis in a GIS Environment in Amazonas, NW Peru. *Climate*, 9, 169. <https://doi.org/10.3390/cli9120169>
- Çelenk, Ş. (1977). *Kar Rasat Şebekesi ve OSK Kar Yazıcısı*. T.C. Gıda-Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Araştırma-Eğitim ve Yayın Dairesi Başkanlığı, Teksir Atölyesi A.
- Chabuk, A., Al-Ansari, N., Hussain, H. M., Laue, J., Hazim, A., Knutsson, S., & Pusch, R. (2019). Landfill sites selection using MCDM and comparing method of change detection for Babylon Governorate, Iraq, *Environmental Science and Pollution Research*, 26(35), 35325-35339. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05064-7>
- Chen, C. F. (2006). Applying the analytical hierarchy process (AHP) approach to convention site selection. *Journal of Travel Research*, 45(2), 167–174. <https://doi.org/10.1177/0047287506291593>
- Çiftçi, H., & Kuşak, L. (2021). Determination of Unsuitability Points on the Route of Van Gölü -Kapıköy Railway Line by Using GIS and AHP Method. *Advanced GIS*, 1(1), 27–37.
- CORINE (2018). *The CORINE LAND COVER-CLC 2018*. European Environment Agency (EEA), Copernicus. <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc2018>
- Çoşkun, M. Z. (2020). *Coğrafi Bilgi Sistemleri Terimleri*. İTÜ. https://web.itu.edu.tr/~coskun/contents/lessons/gismanagement/CBS_TERIMLERI_SOZLUGU.pdf
- ÇŞB (2018). *Hava Kirliliği*. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı-ÇŞB. <http://webdosya.csb.gov.tr/db/nigde/webmenu/webmenu16107.pdf>
- Demir, M., & Şahin, U. (2014). Hava Kirliliğinin Ormanlar Üzerindeki Etkilerinin Değerlendirilmesi ve İzlenmesi Hakkında Uluslararası İşbirliği Programı (ICP Forests), Meteorolojik Ölçümler. II. *Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, Akdeniz Ormanlarının Geleceği: Sürdürülebilir Toplum ve Çevre*, 380–391.
- Demir, V., & Keskin, A. Ü. (2022). Yeterince akım ölçümü olmayan nehirlerde taşkın debisinin hesaplanması ve taşkın modellemesi (Samsun, Mert Irmağı örneği). *Geomatik*, 7(2), 149-162.
- Demirgül, T., Yılmaz, C. B., Zıpır, B. N., Kart, F. S., Perhiz, M. F., Demir, V., & Sevimli, M. F. (2022). Investigation of Turkey's climate periods in terms of precipitation

- and temperature changes. *Engineering Applications*, 1(1), 80-90.
- Derenel, İ. (1947). Memleket İklim ve Yağış İstasyonları Şebekelerinin 22 Yıllık Çalışmalarına Genel Bakış. *Coğrafya Dergisi*, 110–128. <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/198649>
- Eleren, A. (2006). Kuruluş Yeri Seçiminin Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemi ile Belirlenmesi; Deri Sektörü Örneği. *İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 20(2), 405–416. <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=bth&AN=27994293&site=ehost-live>
- Ertunç, E., & Çay, T. (2020). Havaalanı Yer Seçiminde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) Kullanımı. *Konya Journal of Engineering Sciences*, 8(2), 200–210. <https://doi.org/10.36306/konjes.590605>
- Esri (2022). *Buffer (Analysis)*. Euclidean Distance. <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/analysis/buffer.htm>, <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/euclidean-distance.htm>
- Geofabrik (2020). *Download OpenStreetMap data for this region: Europe*. <https://download.geofabrik.de/europe.html>
- Ghorui, N., Ghosh, A., Algehyne, E. A., Mondal, S. P., & Saha, A. K. (2020). Ahp-topsis inspired shopping mall site selection problem with fuzzy data. *Mathematics*, 8(1380), 1–21. <https://doi.org/10.3390/math8081380>
- Ghoseiri, K., & Lessan, J. (2014). Waste disposal site selection using an analytic hierarchal pairwise comparison and ELECTRE approaches under fuzzy environment. *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*, 26(2), 693–704. <https://doi.org/10.3233/IFS-120760>
- Hussaini, A., & Yakubu, S. O. (2019). Automation and Modernization of Meteorological Observation Network in Nigeria, *J. Appl. Sci. Environ. Manage.* 23(7), 1225-1231.
- İklim (2019). *İklim ve Hava Durumu Arasındaki Farklar*. <https://www.derszamani.net/iklim-ile-hava-durumu-arasindaki-farklar-nelerdir.html>
- İnce, Ö., Bedir, N., & Eren, T. (2016). Hastane Kuruluş Yeri Seçimi Probleminin AHP ile Modellenmesi: Tuzla İlçesi Uygulaması. *Gazi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 1(3), 8–21.
- Jozaghi, A., Alizadeh, B., Hatami, M., Flood, I., Khorrani, M., Khodaei, N., & Tousi, E. G. (2018). A comparative study of the AHP and TOPSIS techniques for dam site selection using GIS: A case study of Sistan and Baluchestan Province, Iran. *Geosciences (Switzerland)*, 8(494), 1–23. <https://doi.org/10.3390/geosciences8120494>
- Kamran, K. V. & Khorrani, B. (2022). A fuzzy multi-criteria decision-making approach for the assessment of forest health applying hyper spectral imageries: A case study from Ramsar forest, North of Iran. *International Journal of Engineering and Geosciences*, 7(3), 214-220.
- Karimi-Hosseini, A., Haddad, O. B., & Mariño, M. A. (2011). Site selection of raingauges using entropy methodologies. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Water Management*, 164(7), 321–333. <https://doi.org/10.1680/wama.2011.164.7.321>
- Kaymakçioğlu, Y., & Ertem, K. İ. (2018). *Atmosfer, Hava Durumu ve İklim*. İMG.EBA.
- Kim, C., Jang, S., & Kim, T. Y. (2018). Site selection for offshore wind farms in the southwest coast of South Korea. *Renewable Energy*, 120, 151–162. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.12.081>
- Lazzara, M. A., Weidner, G. A., Keller, L. M., Thom, J. E., & Cassano, J. J. (2012). Antarctic Automatic Weather Station Program, 30 Years of Polar Observations, *American Meteorological Society*, 93(10), 1519–1537. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-11-00015.1>
- MGM (2018). *Meteoroloji Sözlüğü*. Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM). <https://www.mgm.gov.tr/genel/meteorolojisozlugu.aspx>
- MGM (2020). *Meteoroloji Genel Müdürlüğü*. Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM). <https://www.mgm.gov.tr>
- MGM (2021). *Türkiye Meteoroloji Gözlem Sistemleri İstatistiksel Analizleri*. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara.
- MGM (2022). *2021 Yılı Performans Programı*. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara. https://mgm.gov.tr/FILES/kurumsal/yatirimfaaliyet/performans_program2021.pdf
- Milewska, E., & Hogg, W. D. (2002). *Continuity of climatological observations with automation - temperature and precipitation amounts from AWOS (Automated Weather Observing System)*. 40(3), 333–359. <https://doi.org/10.3137/ao.400304>
- MMO (2020). *Hava durumu ve iklim arasındaki fark nedir?* Meteoroloji Mühendisleri Odası- MMO. <https://www.meteoroloji.org.tr/hava-durumu-ve-iklim-arasindaki-fark-nedir>
- Mokarram, M., & Mohammadzadeh, P. (2021). Prediction of karst suitable area using fuzzy AHP method and Dempster-Shafer theory. *Earth and Space Science*, 8, e2019EA000719.
- Morsy, S., & Hadi, M. (2022). Impact of land use/land cover on land surface temperature and its relationship with spectral indices in Dakahlia Governorate, Egypt. *International Journal of Engineering and Geosciences*, 7(3), 272-282.
- Mousavi, S. M., Tavakkoli-Moghaddam, R., Heydar, M., & Ebrahimnejad, S. (2013). Multi-Criteria Decision Making for Plant Location Selection: An Integrated Delphi-AHP-PROMETHEE Methodology. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 38(5), 1255–1268. <https://doi.org/10.1007/s13369-012-0361-8>
- NASA (2005). *What's the Difference Between Weather and Climate?* NASA. https://www.nasa.gov/mission_pages/noaa-n/climate/climate_weather.html
- Oke, T. R. (2006) Initial Guidance to Obtain Representative Meteorological Observations at Urban Sites (Canada), World Meteorological Organization Instruments and Observing Methods Report, No. 81, WMO/TD-No. 1250.

- OMGİ (2020). *İstasyon Bilgileri Veritabanı*. Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM). <https://mgm.gov.tr/kurumsal/istasyonlarimiz.aspx?il=Mersin>
- Öztürk, D., & Batuk, F. (2010). Konumsal Karar Problemlerinde Analitik Hiyerarşi Yönteminin Kullanılması, *Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, Sigma 28, 124-137.
- Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *Int. J. Services Sciences*, 1(1), 83–98. <https://doi.org/10.1108/JMTM-03-2014-0020>
- Saha, A., & Roy, R. (2021). An integrated approach to identify suitable areas for built-up development using GIS-based multi-criteria analysis and AHP in Siliguri planning area, India, *SN Applied Sciences*, 3, 395. <https://doi.org/10.1007/s42452-021-04354-5>
- Sarı, F., & Sarı, F. K. (2021). Multi criteria decision analysis to determine the suitability of agricultural crops for land consolidation areas, *International Journal of Engineering and Geosciences*, 6(2), 64-73.
- Sawadogo, A., Tim, H., Gündoğdu, K. S., Demir, A. O., Ünlü, M., & Zwart, S. J. (2020). Comparative analysis of the pysebal model and lysimeter for estimating actual evapotranspiration of soybean crop in Adana, Turkey. *International Journal of Engineering and Geosciences*, 5(2), 60-65.
- Şener, Ş., Şener, E., Nas, B., & Karagüzel, R. (2010). Combining AHP with GIS for landfill site selection: a case study in the Lake Beyşehir catchment area (Konya, Turkey). *Waste management*, 30(11), 2037-2046.
- TDK (2018). *Meteoroloji*. <https://sozluk.gov.tr/>
- Tebliğ (2014). *Rüzgar ve Güneş Enerjisine Dayalı Önlisans Başvuruları İçin Yapılacak Rüzgar ve Güneş Ölçümleri Uygulamalarına Dair Tebliğ* (Vol. 29033).
- Urfalı, T., & Eymen, A. (2022). CBS ve AHP yöntemi yardımıyla Kayseri İli Örneğinde rüzgâr enerji santrallerinin yer seçimi. *Geomatik Dergisi*, 6(3), 227–237. <https://doi.org/10.29128/geomatik.772453>
- Uyan, M. (2013). GIS-based solar farms site selection using analytic hierarchy process (AHP) in Karapınar region Konya/Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 28, 11–17. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.07.042>
- WCDP/WMO (1986). *Guidelines on the Selection of Reference Climatological Stations (RCSs) from the Existing Climatological Station Network*. 130, 16. http://books.google.de/books/about/Guidelines_on_the_Selection_of_Reference.html?id=-LjxNAAACAAJ&pgis=1
- WMO (2004). *The State-Of-The-Art Of Instruments And Automated Surface Observing Systems (ASOS), Development of Siting Criteria and Metadata Standards*. World Meteorological Organization (WMO).
- WMO (2012). *Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation 2008* (Issue 8). World Meteorological Organization (WMO).
- WMO (2018). *Guide to Instruments and Methods of Observation: Vol. I* (Issue 8). World Meteorological Organization.
- WMO (2021). Updated 30-year reference period reflects changing climate, Erişim Tarihi: 31.07.2022 <https://public.wmo.int/en/media/news/updated-30-year-reference-period-reflects-changing-climate>
- Yang, X., You, Z., Hiller, J., & Watkins, D. (2018). Updating and augmenting weather data for pavement mechanistic-empirical design using ASOS/AWOS database in Michigan, *International Journal of Pavement Engineering*, 19(11), 1025-1033. <https://doi.org/10.1080/10298436.2016.1234278>.
- Yılmaz, C. B., Demir, V., Sevimli, M. F., Demir, F., & Yakar, M. (2021). Trend analysis of temperature and precipitation in Mediterranean region. *Advanced GIS*, 1(1), 15-21.
- Yiğit, M., & Çakıl, S. (2010). *TEFER Kapsamında Kurulan Otomatik Meteoroloji Gözlem İstasyonları Kullanıcı Eğitim Kitabı*. T.C. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Elektronik Gözlem Sistemleri Şube Müdürlüğü.
- Yildirim, V., Nisanci, R., Colak, H. E., & Yildiz, O. (2016). *A GIS-based siting technique for automatic weather stations in Trabzon, Turkey*. 71(2), 211–217. <https://doi.org/10.1002/wea.2651>
- Zengin, D. (2019). Türkiye'nin Antarktika'daki ilk meteoroloji istasyonu kuruldu (Turkey sets up meteorological station in Antarctica), Third National Antarctic Science Expedition, Science Journey to Antarctica, AA.



© Author(s) 2023. This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>