



T.C.

**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

COĞRAFİ BİLGİ TEKNOLOJİLERİ ANABİLİM DALI

**DOĞAL GAZ KULLANIMININ ŞEHİRLEŞME ÜZERİNE ETKİSİNİN
COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ YARDIMIYLA İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ZEHRA ERSÖZ KARAKUŞ

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. LEVENT GENÇ**

ÇANAKKALE – 2024



T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

COĞRAFİ BİLGİ TEKNOLOJİLERİ ANABİLİM DALI

**DOĞAL GAZ KULLANIMININ ŞEHİRLEŞME ÜZERİNE ETKİSİNİN
COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ YARDIMIYLA İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ZEHRA ERSÖZ KARAKUŞ

Tez Danışmanı

Prof. Dr. LEVENT GENÇ

ÇANAKKALE – 2024

ETİK BEYAN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kuralları'na uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi taahhüt ve beyan ederim.

(İmza)

Zehra ERSÖZ KARAKUŞ

(Tarih) 29/01/2024

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca fikirleriyle bana yol gösteren, anlayışını hiçbir zaman esirgemeyen ve sabrıyla her daim yanımda olan danışman hocam sayın Prof. Dr. Levent GENÇ'e,

Yaşamım boyunca desteğini bir an olsun esirgemeyen ve bu zorlu süreçte her zaman yanımda olan sevgili eşim Medeni KARAKUŞ'a,

Eğitim hayatım boyunca her daim maddi ve manevi desteğini esirgemeyen sürekli yanımda olan annem Sabiha ERSÖZ'e ve biricik kardeşim Leyla ERSÖZ'e

Tez yazma sürecinde endişelerimi yenmemi sağlayan ve tez yazmaya beni motive eden, fikirleriyle her zaman desteğini esirgemeyen değerli arkadaşım ve hocam Öğr. Gör. Şenay DEMİREL YEŞİLMEŞE'ye,

Tez sürecimde gerekli olan verilere ulaşmamı sağlayan ve iş yoğunluğunda bile beni kırmadan destek olan değerli çalışma arkadaşım Taner BERRAK'a, meslektaşım Ahmet KARAKUŞ'a ve ismini daha saymadığım tüm dostlarıma, tüm içten duygularıyla sonsuz teşekkür ederim.

Zehra ERSÖZ KARAKUŞ

Çanakkale, Ağustos 2024

ÖZET

DOĞAL GAZ KULLANIMININ ŞEHİRLEŞME ÜZERİNE ETKİSİNİN COĞRAFI BİLGİ SİSTEMİ YARDIMIYLA İNCELENMESİ

Zehra ERSÖZ KARAKUŞ

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Coğrafi Bilgi Teknolojileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Levent GENÇ

29/01/2024, 59

Ülkemizde hızla artan nüfus, insanların enerjiye olan taleplerini de her geçen gün arttırmaktadır. Daha temiz bir hava ve fosil yakıtları azaltmak için temiz bir yakıt olan doğal gazla olan yönelim de artmaktadır. Çalışmada, 2017 ile 2022 yılları arasında Van ili Edremit ilçesi'nin doğal gaz kullanımına başlamasıyla birlikte ilçenin hava kalitesinde meydana gelen değişimler incelenmiştir. Doğal gaz kullanımının diğer yakıtlara göre daha ekonomik ve daha rahat kullanıma sahip olması insanların doğal gazla olan taleplerini de her geçen gün arttırmaktadır. Çalışmada, Corine 2012 ile 2018 yıllarına ait veriler kullanılarak arazi kullanımı/razi örtüsü değişimi incelenmiştir. 2018 yılından 2022 yılına kadar olan Sentinel-2A uydu görüntüleri kullanılarak bu yıllar arasındaki değişimi belirlemek amacıyla sınıflandırma yapılmıştır. Bu veriler kullanılarak arazi örtüsünde meydana gelen değişimler ve kentleşmenin hangi bölgelerde geliştiği incelenerek Postgresql yardımıyla sorgulamalar yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Arazi Kullanım/Arazi Örtüsü, Doğal Gaz, Sentinel-2A, Hava Kirliliği, PM10 ve SO2

ABSTRACT

ASSESSMENT OF THE EFFECT OF NATURAL GAS USE ON URBANIZATION USING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS

Zehra ERSÖZ KARAKUŞ

Çanakkale Onsekiz Mart University

School of Graduate Studies

Master of Science Thesis in Geographic Information Technologies

Advisor: Prof. Dr. Levent GENÇ

29/01/2024, 59

The need for energy is constantly rising due to our nation's fast growing population. In an effort to minimize dependency on fossil fuels and attain cleaner air, there is a growing trend towards natural gas, a clean fuel. This study looks at how the Edremit District of Van Province's air quality changed when natural gas usage was implemented between 2017 and 2022. The rising demand is also being fueled by natural gas's affordability and ease of use in comparison to other fuels. Changes in land use and land cover were examined using Corine data spanning the years 2012 to 2018. Sentinel-2A satellite photos from 2018 to 2022 were classified in order to identify any changes that occurred over these years. These data were used to examine changes in land cover and the areas that are becoming more urbanized.

Keywords: Land Use/Land Cover, Natural Gas, Sentinel-2A, Air Pollution, PM10 and SO₂,

İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN	i
TEŞEKKÜR	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
SİMGELER VE KISALTMALAR	viii
TABLolar DİZİNİ.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

1

1.1. Doğal gaz.....	1
1.2. Doğal gazın çevreye olumlu etkileri.....	4
1.3. Hava kirliliği.....	5
1.4. Hava Kirleticileri	5
1.4.1. Kükürt Dioksit (SO ₂).....	7
1.4.2.Partikül Madde (PM).....	8
1.4.3. Karbonmonoksit (CO).....	9
1.4.4.Azot Oksitler (NO _x).....	9
1.4.5. Hidrokarbonlar	10
1.5. Hava Kirliliğinin İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri	10
1.6. Hava Kalitesinin İzlenmesi.....	12
1.7. Hava Kalitesi İndeksi	14
1.8.Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı	15
1.9.Coğrafi bilgi sistemi	16
1.10. Corine veri seti	17
1.11.Sentinel uydu görüntüsü	17

İKİNCİ BÖLÜM	
KURAMSAL ÇERÇEVE/ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	
	19
2.1. Literatür Araştırılması.....	19
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	
MATERYAL VE YÖNTEM	
	22
3.1.Çalışma Alanı	22
3.2.Çalışmada Kullanılan Verilerin Elde Edilmesi ve Toplanması.....	23
3.3 Yöntem	24
3.4.Verilerin Elde Edilmesi	26
3.4.1.Aksa Van Doğal Gaz Verilerin Elde Edilmesi.....	26
3.4.2. Sentinel-2A Uydu Görüntülerin Elde Edilmesi	27
3.4.3. Corine Verilerin Elde Edilmesi	29
3.4.4. PM10 ve SO2 Verilerin Elde Edilmesi	29
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	
	30
4.1.Corine Verilerin İzlenmesi ve Değerlendirilmesi.....	30
4.2. Sentinel-2A Uydu Görüntülerin Sınıflandırılması	34
4.2.1. Kontrollü Sınıflandırmanın Değerlendirilmesi	34
4.2.2. Doğruluk Analizi.....	39
4.3.Doğalgazın Yıllara Göre Dağıtım Hatları Haritası ve Değerlendirilmesi	40
4.4. PM10 ve SO2 Değerlerin Arazi Kullanımı ile İlişkilendirilmesi	44
4.5. Corine Arazi Kullanım Haritası ile Kontrollü Sınıflandırmanın Değerlendirilmesi	44
4.6.Verilerin Postgresql’de Sorgulanması	45

BEŞİNCİ BÖLÜM
SONUÇ VE ÖNERİLER

51

KAYNAKÇA..... 52



SİMGELER VE KISALTMALAR

CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
RGB	Kırmızı, Yeşil, Mavi (Red, Green, Blue)
AK/AÖ	Arazi Kullanımı/Arazi Örtüsü
CORINE	Coordination of Information on the Environment
UA	Uzaktan Algılama
CH ₄	Metan
HKİ	Hava kalitesi indeksi
C ₂ H ₆	Etan
C ₃ H ₈	Propan
C ₄ H ₁₀	Bütan
USEPA	United States Environmental Protection Agency (ABD Çevre Koruma Ajansı)
PM ₁₀	Partikül madde kirleticisi
SO ₂	Kükürtdioksit
mm	Mikrometre
PostgreSQL	Açık kaynaklı ilişkisel veri tabanı
GIS	Geographical Information Systems

TABLolar DİZİNİ

Tablo No	Tablo Adı	Sayfa No
Tablo 1	Bazı önemli hava kirleticiler ve sağlık üzerine etkileri	12
Tablo 2	Ulusal hava kalitesi indeksi kesme noktaları	14
Tablo 3	Verilerin elde edilmesi	24
Tablo 4	Edremit Mahallesi yılların abone dağılım sayısı	27
Tablo 5	Yıllara ait uydu görüntülerin indirildiği aylar	28
Tablo 6	Corine 2012 alt sınıf değerleri	30
Tablo 7	Corine 2018 alt sınıf değerleri	31
Tablo 8	2018-2019 Ağustos ayı sınıflandırma sonucu	38
Tablo 9	2020-2021 Ağustos ayı sınıflandırma sonucu	38
Tablo 10	2018-2022 Ağustos ayı sınıflandırma sonucu	39
Tablo 11	Sınıflandırmaların doğruluk değerleri	40
Tablo 12	Aksa Van doğal gaz abonelerin yıllara ait pm10 ortalama değerler tablosu	44

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Şekil Adı	Sayfa No
Şekil 1	Doğal gazın kimyasal bileşeni	1
Şekil 2	Hava kirliliği sebepleri ve kirletici türleri	6
Şekil 3	Partikül maddelerin boyutlarının karşılaştırılması	8
Şekil 4	Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı	15
Şekil 5	Coğrafi bilgi sistemlerinin ana bileşenleri	16
Şekil 6	Edremit ilçesinin lokasyon gösterim	22
Şekil 7	Edremit ilçesinin fiziki haritası	23
Şekil 8	Kontrollü sınıflandırma öncesi uydu görüntülerine uygulanan işlem adımları	25
Şekil 9	Uydu görüntülerin elde edilmesi	28
Şekil 10	Uydu görüntüsünde atmosferik düzeltme yapmadan seçilen type	29
Şekil 11	Edremit ilçesi 2012-2018 corine 1. düzey sınıflandırma sonuçları	32
Şekil 12	Edremit ilçesi 2012-2018 2.düzy sınıflandırma sonuçları	33
Şekil 13	2018-2019 Edremit ilçesi ağustos ayı kontrollü sınıflandırma	35
Şekil 14	2020-2021 Edremit ilçesi ağustos ayı kontrollü sınıflandırma	36
Şekil 15	2018-2022 Edremit ilçesi ağustos ayı kontrollü sınıflandırma	37
Şekil 16	2017-2018 doğal gaz hattı	41
Şekil 17	2019-2020 doğal gaz hattı	42
Şekil 18	2021-2022 doğal gaz hattı	43
Şekil 19	PostgreSQL kısmında yeni bağlantı yapılması ve shp.file dosyasının aktarılması	46
Şekil 20	Qgis'te öznitelik tablosunun görüntülenmesi	47
Şekil 21	Pgadmin'de Edremit tablosunun görüntülenmesi_1	47
Şekil 22	Pgadmin'de Edremit tablosunun görüntülenmesi_3	48
Şekil 23	Qgiste Edremit abone Excel dosyasının aktarımı	48
Şekil 24	PostgreSQL Edremit abone Excel dosyasının görüntülenmesi	49

BİRİNCİ BÖLÜM

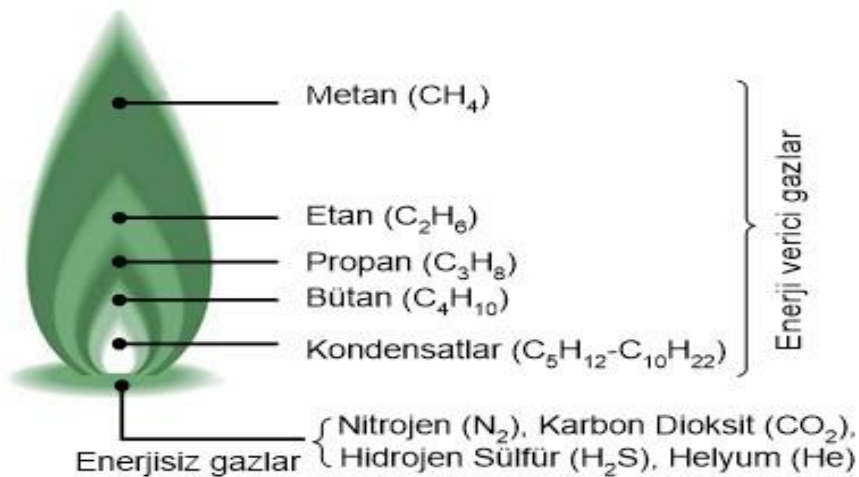
GİRİŞ

1.1. Doğal gaz

Fosil yakıtlar, milyonlarca yıl önce yer altında yaşamış hayvan ve bitki kalıntılarının, toprak altında birikmesi, yer kabuğunun derinliklerinde toplanması ve kimyasal-fiziksel değişimlere uğraması sonucunda meydana gelmiştir. Bu organik artıklar, doğal süreçlerin bir sonucu olarak okyanus ve göllerin derinliklerine çökerek katılır. Zamanla daha da derinlere gömülen bu organik maddeler, sıcaklık, basınç ve biyolojik etkilerle ayrılarak kömür, petrol ve doğal gazı oluşturmuşlardır (Duran ve Şeker,2005).

Doğal gaz, yer altında çeşitli jeolojik evreler boyunca oluşan metan, etan, propan, karbon dioksit, oksijen, nitrojen, hidrojen sülfür gibi gazların bir karışımıdır (Akpınar ve Başbüyük, 2011).

Doğal gaz, renksiz, kokusuz, yanıcı ve havadan hafif bir gaz karışımıdır. Bu petrol türevidir ve petrolden sonra ikinci önemli yakıt türü olarak kabul edilir. Doğalgazın işlenmemiş hali Şekil 1’de yer almaktadır (UGETAM,2016).



Şekil 1. Doğal gazın kimyasal bileşeni

Kaynak: (Ugetam,2016)

Ülkemiz sert ve uzun süren bir kış mevsimine sahiptir. Bu da insanları daha ekonomik ve daha rahat bir ısınma ihtiyacı arayışına yöneltmektedir. Evlerde eskiden kullanılan kömür yakıtı sadece evin bir bölümünü ısıtmaktadır. Bu da insanların yaşam kalitesini azaltmaktadır. İnsanlar artan kömür fiyatlarından dolayı doğal gazı daha ekonomik görmektedir. Hem mutfak alanında hem ısıtma alanında hem de sıcak su temininde aynı anda kullanım imkânı sağlayan doğalgaza olan talep her geçen gün artmaktadır. Doğal gaz sayesinde evin her odasını istenildiği derecede ısıtma olanağı söz konusudur. Sanayiler de kullanılan kömürün ve diğer yakıtların çevreye vermiş olduğu zarar düşünülürse doğal gaz bulunmaz bir nimettir. Gelecek nesillere daha temiz bir hava ve daha temiz bir çevre miras bırakabilmek için çevre dostu yakıt olan doğal gazın tercih edilmesi, doğal gaz kullanımını arttıran bir diğer sebeptir.

Doğal gaz, havaya kıyasla daha hafif ve uçucu bir gazdır, bu nedenle yanıcı bir kaynakla temas ettiğinde patlama olabilir (Yıldızay, 2005).

Doğal gazın temiz bir enerji kaynağı olmasının temel nedeni, yanma sürecinin kükürt dioksit ve kükürt gazları gibi havayı kirleten maddeleri ortaya çıkarmamasıdır. Bu özellik sayesinde, doğal gaz "çevre dostu" olarak adlandırılır. Bu durum, özellikle yoğun kentleşme bölgelerinde hava kirliliğini azaltmak için doğal gazın vazgeçilmez bir enerji kaynağı haline geldiğini göstermektedir (Gültekin ve Örgün,1993).

Doğal gazın faydalarını maddeler halinde şu şekilde sıralayabiliriz:

- Doğal gaz zehirsizdir; solunduğunda zehirleyici veya öldürücü bir etkisi yoktur. Ancak aşırı birikimi durumunda oksijeni azaltabilir, bu da nefes almayı zorlaştırabilir. Doğal gaz şebekesine koku eklenerek, kullanıcının gaz sızıntısı fark etmesi sağlanır.
- Doğal gaz, kül ve kükürt bileşikleri üretmeyen bir temiz yakıttır.
- Atık ürünlerden kaynaklanan kurum veya is gibi artıklar olmadığı için ısı transfer yüzeyleri temiz kalır.
- Yüksek verimli bir yakıt olması nedeniyle daha fazla ısı sağlar, böylece kaliteli enerji verimliliği elde edilir.
- Doğal gaz, kömür ve odun yakma gibi ön hazırlık veya yakıt işlemlerine ihtiyaç duymaz, aynı zamanda fueloil'deki filtreleme ve basınçlandırma gibi aşamaları da gerektirmez.

- Petrole eşdeğer bir enerji kaynağı olarak, enerji çeşitliliği açısından stratejik bir avantaj sağlar.
- Doğal gaz tesisleri düşük bakım gereksinimine sahiptir.
- Uzun vadede aynı yüksek kalitede yakıt elde edilebilir.
- Temiz, ekonomik ve güvenli olması nedeniyle endüstride doğrudan kullanılarak sistem verimliliğini artırır ve ürün kalitesini yükseltir.
- Doğal gazlı sistemler, yanma sürecini hassas bir şekilde kontrol edebildikleri için yakıt kaybını minimumda tutarlar.
- Doğal gaz, boru hatları aracılığıyla kullanıcılara ulaştırıldığı için enerji taşıma maliyetinde önemli ölçüde tasarruf sağlar ve karayolu taşımacılığındaki araç sayısını ve yükünü azaltır.
- Doğal gaz tesisatları düşük basınçlarda çalıştığından, patlama riski ve basınç etkisi gibi potansiyel tehlikelerin önüne geçer.
- Alev boyu, fuel-oil ve kömürden daha kısa olduğundan yanma süresi kısaldır, bu da küçük kazanlar kullanarak alan tasarrufu yapmayı mümkün kılar.
- Doğal gaz, istenilen sıcaklıkta ve tüketim miktarında kolayca ayarlanabilir, bu da konfor ve enerji verimliliğini artırır.
- Stoklama ve önceden sipariş verme zorunluluğu olmadan doğal gaz kullanılabilir.
- Her dairede ayrı bir gaz sayacı bulunduğundan, tüketim miktarı kolayca belirlenebilir.
- Isıtma, soğutma, pişirme ve sıcak su elde etme gibi çeşitli amaçlar için doğal gaz kullanılabilir.
- Sanayide üretimde kullanılarak kaliteli ürünlerle yaşam standartlarını yükseltir.
- Türkiye'nin elektrik ihtiyacının önemli bir kısmı, doğal gazla çalışan santrallerde üretilir.
- Ekonomik açıdan değerlendirildiğinde, doğal gaz kömürden %63, odundan %67 ve elektrikten %73 daha maliyet avantajlıdır.
- Havadan hafif olması nedeniyle gaz kaçıkları, yüksek yerlerde hava ile karışmadan önce toplanır ve bu, havalandırma bacalarından kolayca atılabilir.
- Doğal gazın ısı değeri hava gazına kıyasla daha yüksektir, ancak tüp gaza göre daha düşüktür. Bu nedenle, doğal gaza dönüştürülen ocaklarda yemekler daha hızlı bir şekilde pişer (CSB,2014).

1.2. Doğal gazın çevreye olumlu etkileri

Ülkemizde ısınma ihtiyacı, kömür, petrol türevi yakıtlar, doğalgaz ve bazı bölgelerde jeotermal enerji kullanılarak karşılanmaktadır. Kömür, uzun süre en çok tercih edilen enerji kaynağı olmuşken, son yıllarda yapılan doğal gaz anlaşmaları ve yatırımlarıyla birlikte doğalgaz da ısınma ihtiyacını karşılamak için önemli bir alternatif haline gelmiştir. Özellikle çevreyi kirletmeyen doğal gaz, kükürt içeren kömür ve petrol kökenli yakıtların yerine daha çevre dostu bir enerji kaynağı olarak değerlendirilmektedir (İmal, vd., 2013).

Doğal gazın diğer fosil yakıtların aksine atmosfere daha az kirletici madde salınımının olduğunu görebilmekteyiz. Bu sayede doğal gaz tüketiminin çevresel sorunlarına da çözüm üretmektedir (Umutlu ve Bayraç, 2020).

Doğal gaz, diğer yakıtlarla karşılaştırıldığında çevreyi kirletmeyen bir yakıttır. Doğal gaz dumanı içinde, çevreyi kirleten önemli üç faktör olan PM (partikül madde), SO₂ (sülfür dioksit) ve is bulunmaz. Doğal gazın önemli bir özelliği, zehirsiz olmasıdır. Ancak, ortamda fazla birikmesi durumunda, oksijenin azalmasına neden olarak boğulma riski oluşturabilir (Yıldız, vd., 2012).

Hava kirliliğinin insan sağlığı üzerinde olumsuz etkileri olduğu açıktır. Endüstriyel faaliyetler, ulaşım, trafik ve kentsel ısınma için kullanılan yakıtlar, atmosferdeki kirliliği oluşturan başlıca kaynaklardır. Meteorolojik faktörler, sıcaklık, rüzgar, nem ve basınç gibi unsurlar, kirleticilerin taşınması, artması veya azalmasında etkili olmaktadır (Tecer, 2011).

Tüketiciler, doğal gazın çevreye karşı duyarlı olması ve diğer enerji kaynaklarına göre düşük maliyetleri nedeniyle tercih etmektedir. Temiz ve sağlıklı bir çevrenin sürdürülebilir hale gelmesi, aynı zamanda hava kirliliğinin en aza indirilmesi hedeflerine ulaşmak için doğal gaz, önemli bir enerji kaynağı olarak öne çıkmaktadır. Doğalgazın hava kirliliği üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla, Van ili Edremit ilçesinde doğalgaz kullanılmadan önceki hava kirliliği seviyeleri ile doğalgazın kullanılmaya başlandığı dönemdeki değişim incelenmiştir.

1.3. Hava kirliliği

Hava kirliliği, zaman içinde katı, sıvı ve gaz halindeki maddelerin insan sağlığına, canlı yaşamına, evre kalitesine ve ekolojik dengeye zarar verebilecek konsantrasyonlarda birikmesini ifade eder (zer, 2013).

Hava kirliliğinin insan sağlığı üzerinde olumsuz etkileri olduğu genel bir bilgidir. Atmosfere salınan kirleticilerin solunması, insan sağlığında negatif etkilere yol açmaktadır. Trafik, ulaşım, endüstriyel alanlar ve kentsel ısınma gibi kaynaklardan kaynaklanan yakıtlar, hava kirliliğinin temel nedenlerindedir. Ayrıca, sıcaklık, rüzgar, nem ve basınç gibi meteorolojik faktörler, kirleticilerin taşınmasında, artmasında veya azalmasında etkili bir rol oynamaktadır (Tecer, 2011).

Hava kirliliğinin hızlı nüfus artışıyla beraber plansız şehirleşmeye bağlı olarak şehirlerin yeşil alanların azalması ısınma olarak sobaların ve kazanların kullanımı ve aynı zamanda hızla artan motorlu taşıtların yaymış oldukları egzoz gazları ve dumanlar gibi unsurlardan dolayı hava kirlenmesini artırmaktadır (zer, 2013).

İnsanların fosil yakıtlarının kullanımının insan sağlığına, çevreye, suya, iklime ne kadar zarar verdikleri çok iyi bilinmemektedir. Çoğu sanayi işletmecilerinin amaçları kazançlarını ne kadar daha fazla yapabilecekleri düşüncesi söz konusu olduğundan dolayı bu işletmecilerin öncelikle hava kirliliği konusunda bilinçlendirilmeli ya da bu işletmelerin yenilenebilir enerji kullanımı zorunlu hale getirilerek, çevremizin kirlenmesini en aza indirerek gelecek nesillere bu doğayı teslim etmemiz biz insanların görevi olarak kabul edilmelidir.

1.4.Hava Kirleticileri

Havanın kirlenmesine sebep olan maddeler, genellikle gazlar ve partikül maddeler olmak üzere iki kategoriye ayrılmaktadır. Gaz kirleticileri arasında SO₂, NO_x, CO, CO₂ ve HC gibi örnekler bulunmaktadır. Diğer bir kategori olan partikül kirleticiler ise duman, uçucu kül, sis ve aerosoller gibi maddeleri içermektedir. Bu kirleticiler, kaynağın türüne göre farklı sınıflandırmalara tabi tutulmaktadır (Akarsu, 2021).

- **Birincil Kirleticiler:** Bu kirleticiler, kaynaktan doğrudan havaya salınan maddelerdir ve genellikle SO₂, H₂S, NO, CO, HF, HCl, PM (partikül madde) gibi maddeleri içerir.
- **İkincil Kirleticiler:** Atmosferde çeşitli kimyasal reaksiyonlara giren ve kaynaktan doğrudan çıkan kirleticilerin dönüşümü ile oluşan maddelerdir. Bu kategori, SO₃, H₂SO₄, NO₂, peroksiasetil nitrat (PAN), asitler, aldehitler gibi maddeleri içerir (Şekil 2).

Hava kirliliğine neden olan kirleticiler, yakma sistemleri ve kullanılan yakıt türüne bağlı olarak değişiklik gösterse de, ABD'de 1970 yılında yürürlüğe giren Temiz Hava Yasası, Ulusal Ortam Havası Kalite Standartları'na dayanarak 6 kriter kirletici belirlemiştir. Bu kirleticiler şunlardır: SO₂, CO, NO₂, O₃, PM ve kurşun. ABD Çevre Koruma Ajansı (USEPA), bu kriter kirleticilere göre iki farklı standart belirlediği için bu kirleticiler "kriter hava kirleticisi" olarak adlandırılmıştır. Birincil standartlar, halk sağlığını korumayı amaçlarken, ikincil standartlar çevresel etkileri minimize etmek ve ekonomik kayıpları en aza indirmek için oluşturulmuştur. Bu kriter kirleticiler, ülkemizde geçerli olan "Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği"nde ulusal standartların belirlenmesi amacıyla yer almaktadır.



Şekil 2. Hava kirliliği sebepleri ve kirletici türleri.

Kaynak: ("Hava kirleticileri nelerdir?", 2019).

1.4.1. Kükürt Dioksit (SO₂)

En yaygın bilinen hava kirleticilerden biri olan gaz halindeki kükürt oksitler, yanıcı olmayan kirleticiler arasında yer almaktadır. Bu kirleticilerin atmosferde kalma süresi 40 günü bulabilir (Özer, 2013). Genellikle fosil yakıtların yanması sonucu ortaya çıkarlar. Tahminlere göre, antropojenik (insan kaynaklı) kükürt oksitlerinin %80'den fazlası endüstri kaynaklı olabilir. SO₂'nin sayısal değerlerine göre, dünya genelinde her yıl salınan küresel emisyonların 132 milyon ton civarında olduğu, bunun içinde antropojenik emisyonların ise 50-75 milyon ton arasında olduğu tahmin edilmektedir. Avrupa'da ise her yıl yaklaşık 20 milyon tonun üzerinde kükürt salınımı gerçekleşmektedir. (Özer, 2013).

SO₂'ye neden olan emisyonların çoğu endüstriyel tesisler ile enerji santrallerinde fosil yakıtların yakılmasından meydana gelmektedir. Aynı zamanda kömürün ısınma amaçlı kullanılmasından dolayı atmosferik SO₂ konsantrasyonları kent merkezlerinde seviyesinin kayda değer olduğu görülmektedir (Akarsu, 2021).

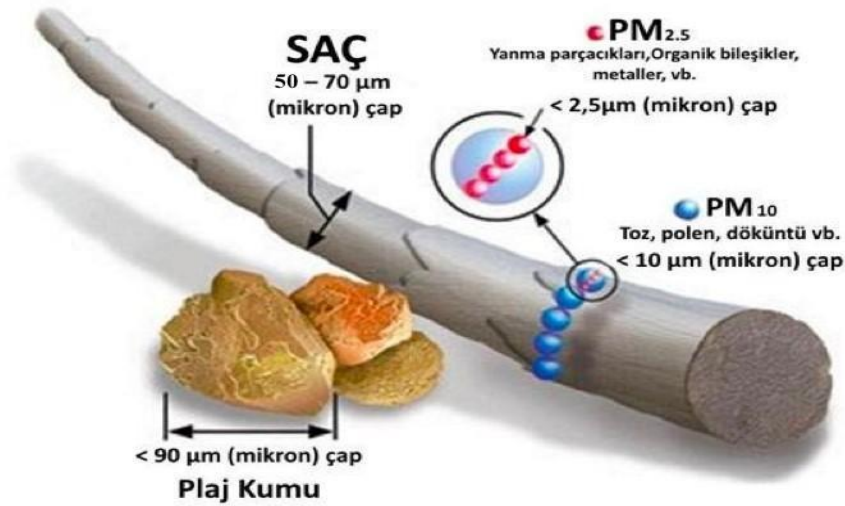
Kükürt oksitler hava kirliliği açısından önemli bileşenlerdendir. İnsan sağlığı açısından ve çevre kirliliğinin azaltılması için olumsuz etkisi en aza indirilmelidir. İçerisinde kükürt miktarı fazla olan kömür ve fuel-oil gibi fosil yakıtların yanması sonucunda ortaya çıkan duman gazlarının bir kükürt giderme işlemine muhakkak tabi tutulmalıdır. Bu giderme işlemi çok külfetli olmasından dolayı ancak büyük tesislerde mümkün olabilmektedir. Doğal gaz, lpg gibi kükürt oranı az olan yakacakların küçük tesislerde kullanılması gerekmektedir. Böylece konutlarda doğal gaz kullanımının artmasını sağlamak ve küçük endüstriyel tesislerde doğal gaz veya motorin kullanımına teşvikte bulunulmalıdır (Ataş, 2005).

Fosil yakıtların kullanılmasından dolayı ortaya çıkan bu gaz atmosfere yayılmaktadır. Atmosfere yayılan bu gaz su ile tepkimeye girmektedir. Bunun sonucunda asit yağmurları meydana gelmektedir. Asit yağmurları sonucunda göller, nehirler bu asit yağmuruna maruz kalmaktadır. Bu durumdan dolayı orada yaşayan canlılara zarar vermekte ve yaşam alanları azalmaktadır. Tabi sadece bununla kalmayıp toprağın mineral değerini azaltarak bitkilere de zarar verildiği görülmektedir.

1.4.2.Partikül Madde (PM)

Partiküller, organik ve inorganik bileşenlerin havada süspansiyon halinde bulunan bir karışımıdır. Atmosferik ölçümlerde genellikle PM10 ve PM2.5 olarak iki ana kategoriye ayrılırlar ve bu partikül maddeleri Şekil 3'te gösterilmiştir. PM10, genellikle 10 mikrometre ve daha küçük çaplardaki solunabilir partikül maddelerini temsil ederken; PM2.5, genellikle 2,5 mikrometre ve daha küçük çaplardaki solunabilir ince partiküller için kullanılır. PM'lerin bir kısmı doğrudan asfalt yollar, inşaat alanları, tarım arazileri, bacalar veya yangınlardan kaynaklanmaktadır. Diğer birçoğu ise endüstrilerden, enerji santrallerinden veya araçlardan salınan çeşitli gazların ve tozların atmosferdeki karmaşık reaksiyonlarının bir sonucu olarak oluşmaktadır. (Akarsu, 2021).

Partiküller, doğal olarak toz fırtınaları, volkanik aktiviteler, orman veya mera yangınları, deniz serpintileri veya canlı bitkilerden kaynaklanabilirler. Bunun yanı sıra, taşıtların, güç santrallerinin ve endüstriyel proseslerin fosil yakıtları kullanması, partikül madde üretimine neden olan antropojenik (insan kaynaklı) etmenlere örnek olarak verilebilir. (Özer, 2013).



Şekil 3. Partikül maddelerin boyutlarının karşılaştırılması.

Kaynak: ("Partikül madde nedir?", 2021).

1.4.3. Karbonmonoksit (CO)

Karbonmonoksit solunduğunda zararlı etkisini gösterebilecek renksiz, kokusuz ve tatsız bir gaz olduğu bilinmektedir. Atmosferde karbonmonoksitin kaynağı evsel ısınma amaçlı fosil yakıtların yakılması ile aynı zamanda ulaşımda da kullanılmasıdır(Akarsu, 2021).

Karbonmonoksit; oksijen eksikliği, düşük tutuşma sıcaklığı, yüksek sıcaklıkta gazın kalıcılık süresi ve yanma odası türbülansı gibi faktörlerin eksikliğinde tam olmayan bir yanma sonucunda CO₂ yerine oluşan zehirli bir gazdır. Atmosferdeki kalma süresi 2 aydan fazladır. Küresel olarak yılda toplam 232 milyon ton karbonmonoksit üretildiğinden, dünya atmosferi için bu miktarın yarattığı sorunlar daha da belirgin hale gelmektedir. Karbonmonoksitin insan sağlığı üzerinde ciddi etkileri olduğu bilinmektedir, çünkü bu gaz, kandaki vücut hücrelerinin oksijen taşıma kapasitesini azaltır. Sonuç olarak, bu durum vücutta oksijen miktarının azalmasına ve buna bağlı ölümlere neden olabilir (Özer, 2013).

1.4.4. Azot Oksitler (NO_x)

Azot oksit veya nitrojen oksit bileşenleri, atmosferde bir arada bulduklarında aynı anlamı taşır. NO_x, hem fosil yakıtların yanması hem de orman yangınları gibi olaylar sonucu oluşan kirleticilerdir. Dünya genelinde, ulaşımdan kaynaklanan emisyonlar NO_x'in %50'sini oluştururken, güç istasyonlarından kaynaklanan emisyonlar bu miktarın %20'sini temsil etmektedir (Kudal, 2009).

Yüksek miktarda NO₂ oluşumu, atmosferdeki azot monoksidin oksijenle birleşmesi sonucu meydana gelir. Oluşan azot dioksit daha sonra uçucu organik bileşiklerle (örneğin aseton, tiner, mazot, benzin gibi) ve diğer kirleticilerle reaksiyona girer. Bu kimyasal tepkimeler, yer seviyesinde ozon oluşumuna yol açar (Kök,2018).

Azot oksitler, yanma işlemi sırasında yüksek sıcaklık altında oluşan renksiz, kokusuz ve düşük çözünürlükte bir gaz olan azot monoksit ile bu gazın daha ileri oksitlenme ürünü olan azot dioksit gazlarının toplamını içerir. Azot dioksit gazı, kırmızımsı kahve renkte ve keskin kokulu bir gazdır. Yüksek derecede oksitleyici özelliğe sahip olduğundan korozyona neden olabilir. Ayrıca, kırmızımsı kahverengi rengi görüş uzaklığını azaltabilir ve havanın rengini değiştirebilir (MEB, 2011).

1.4.5. Hidrokarbonlar

Hidrokarbonlar, kömür, doğal gaz, petrol ve benzinin yanmasının yanı sıra endüstriyel solventlerin de dahil olduğu kaynaklardan meydana gelir. Bu antropojenik (insan kaynaklı) emisyonlar dünya genelinde 100 milyon ton civarındadır, ve bu emisyonların doğal kaynakların sadece beşte birini oluşturduğu tahmin edilmektedir. Dünya genelinde yılda yaklaşık 2 milyar ton hidrokarbon emisyonu meydana gelmektedir. Hidrokarbonların atmosferde kalma süreleri tam olarak bilinmemekle birlikte, zehirli olmayan hidrokarbonların zararlı etkileri olduğu bilinmektedir (İncecik, 1994).

1.5. Hava Kirliliğinin İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri

Hava kirliliği, atmosferde bulunan gaz, duman, toz ve su buharı gibi kirleticilerin canlı ve cansız varlıklara zarar verici düzeyde ve konsantrasyonlarda artması olarak tanımlanabilir. İnsanların çeşitli faaliyetleri sırasında ortaya çıkan üretim ve tüketim aktiviteleri ile atıklar, atmosfer tabakasını kirleterek ekosistemdeki tüm canlı hayatı olumsuz etkilemektedir (Aydınlar, vd., 2009).

Çeşitli çalışmalar, kirleticiler maddelerin solunum ve akciğer hastalıklarını tetikleyebildiğini, bağışıklık sistemi problemlerine neden olabildiğini ve hatta erken ölümlere yol açabildiğini göstermektedir (Kalıpcı ve Başer, 2019). Ayrıca, yapılan araştırmalar kirleticiler emisyonlarının kalp hastalığına sebep olan önemli bir belirteç olduğunu ortaya koymaktadır (Anthony ve Cox, 2018).

Dünya genelindeki hava kirliliği, başlıca sanayi tesislerinden, evlerde kullanılan yakıtlardan kaynaklanan ısınma süreçlerinden ve motorlu taşıtların egzoz gazlarından gelmektedir. Önümüzdeki on yıl içinde dünya genelinde hava kirleticilerin beş katına kadar bir artışın yaşanması beklenmektedir (WHO, 1992).

Kentlerdeki hava kirliliği, doğal koşullarla birlikte beşeri etkenlerle sıkı bir ilişki içindedir. Özellikle nüfusun artışı ve endüstrileşme ile birlikte enerji kullanımındaki artış, hava kirliliğinin artmasında önemli bir rol oynamaktadır. Türkiye'de hava kirliliği sorunu, ilk kez 1960'lı yılların başlarında Ankara'da çevresel bir sorun olarak ortaya çıkmıştır. Sonraki yıllarda, hızlı kentleşme, endüstriyel gelişmeler ve motorlu taşıtların sayısındaki artışın bir sonucu olarak, Türkiye genelinde bu sorunun yoğunlaştığı gözlemlenmektedir (Çiçek, vd., 2004).

Doğa için tehdit niteliğinde olan nüfus artışının yanında ekonominin zayıflamasına sebep olmaktadır. Kentleşmenin giderek arttığı bir ülke yoğun bir nüfusu ve yeni yerleşim alanlarının yaygınlaşmasını da kendisiyle beraberinde getirmektedir. Ekonominin de giderek zayıf olması insanların yaşamlarını devam ettirebilmeleri için daha ucuz ve kalitesiz yakıt kullanmasına sebebiyet vermektedir. Bu da hem insan sağlığını tehdit etmekte hem de doğanın giderek zarar görmesine yol açmaktadır. Özellikle büyük şehirlerde yeşil alanların azalmasıyla plansız artan bir kentleşmeyi, fabrikaların şehirden çok uzak bir alanda yapılmaması, araçların artmasıyla ve kalitesiz yakıtların kullanılmasıyla oluşan gazların ortaya çıkması hava kalitesinin azalmasına örnek olarak gösterilebilir. Hava kalitesinin düşmesi sonucunda sağlıklı insanlara oranla özellikle solunum hastalarını ciddi boyutta olumsuz etkilemektedir. Fosil yakıt kullanımı sonucunda hava kalitesinin azalmasına sebep olmaktadır. Bu durum havanın kirletici parametrelerinde artışa sebep olmaktadır. Artan bu hava kirliliği de insan sağlığında solunum yolu hastalıklarına, kalp problemlerine, asit yağmurlarına ve kanser risklerinin artışına neden olduğu görülmektedir (Tablo 1).

Tablo 1

Bazı önemli hava kirleticiler ve sağlık üzerine etkileri

Hava kirleticileri	Ana kaynaklar	Sağlığa etkisi
Azot oksitler (NOX)	Taşıt emisyonları, Yüksek sıcaklıkta yakma prosesleri	Göz ve solunum yolu hastalıkları, Asit yağmurları
Kükürt dioksit (SO ₂)	Fosil yakıt yanması, Taşıt emisyonları	Solunum yolu hastalıkları, Asit yağmurları
Karbon monoksit(CO)	Eksik yanma ürünü, Taşıt emisyonları	Kandaki hemoglobinin ile birleşerek oksijen taşınma kapasitesinde azalma, Ölüm
Partikül madde (PM)	Sanayi, Taşıt emisyonları, Fosil yakıt yanması, Tarım ve ikincil kimyasal reaksiyonlar	Kanser, Kalp problemleri, Solunum yolu hastalıkları, Bebek ölüm oranlarında artış
Ozon (O ₃)	Trafikten kaynaklanan azot oksitler ve uçucu organik bileşiklerin (UOB) güneş ışığıyla değişimi	Solunum sistemi problemleri, Göz ve burunda iritasyon, Astım, Vücut direncinde azalma

Kaynak:(Aygül, Ö. ve Baştuğ, S. 2020. 01, 26-40).

1.6. Hava Kalitesinin İzlenmesi

Hava kirliliği, hızlı nüfus artışı ve sanayileşme gibi etkenlerle birlikte çevre sorunları arasında önemli bir yer tutmaktadır. Hava kirliliğinin ana nedenleri arasında ısınma, sanayi faaliyetleri ve ulaşım etkili olmaktadır. Aynı zamanda, şehirlerdeki plansız kentleşme, topografik yapı, atmosferik şartlar, meteorolojik faktörler, bina ve nüfus yoğunluğu ile

birlikte şehirlerin hızlı gelişimi, kış aylarında kullanılan kalitesiz yakıtların kullanımı gibi etmenler de hava kirliliğinin artmasına katkıda bulunmaktadır (Karabaş, 2012).

Türkiye genelinde, ilçe merkezleri dahil olmak üzere, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından hava kirliliğinin sürekli olarak izlenmesi amacıyla birçok noktada kurulan istasyonlarda ölçümler yapılmaktadır. Ulusal Hava Kalitesi İzleme İstasyonları (UHKİİ), havadaki kirletici maddelerin miktarını ölçerek hava kalitesini analiz etmektedir (Uğurlu, 2021). Hava kalitesi belirlenirken, en önemli kriter insanların, bitkilerin ve hayvanların hava kirliliği etkisi altında kalan bölgelerin seçilmesidir (Kök,2018).

Türkiye'de hava kalitesini kaydetmek için teknik ve yasal olarak şu adımlar atılmıştır:

- Hava kalitesinin belirlenen hedefleri, öncelikle insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri önlemek ve azaltmak amacıyla taşınmaktadır. Hava kalitesi izleme ve ölçüm istasyonları, sayıları ve nitelikleriyle birlikte çeşitli hava kirleticilerinin parametrelerini ölçen başlıca istasyonlardan oluşmaktadır.
- Hava kalitesinin yorumlanabilmesi için doğru ve güvenilir verilerin baz istasyonu ağlarından verileri toplanarak kirlilik analizi sağlanmaktadır.
- Kent merkezlerine kurulan hava kalitesi izleme istasyonları sayesinde insanların hava kirliliğinin sebeplerini ve sonuçlarını anlık olarak görüntülenmeye olanak sağlamıştır. Bunu da birden fazla ölçüm istasyonlarından bilgi toplanması ile sınır değerini aşılması durumunda hava kirliliğinin nedenlerini görüntülenebilmektedir (Uğurlu, 2021).

Hava kalitesi izleme istasyonlarının şehirlere ait ilçelerde de kurulması gerekmektedir. Hem ilçelerde ki hava kirliliğinin izlenmesi hem de ileri de gerçekleşebilecek olan hava kirliliğini nedenlerini en aza indirebilmek ya da önleyebilmek amacıyla ölçüm istasyonlarının artırılmasında fayda görülebilir.

1.7. Hava Kalitesi İndeksi

Hava, yaşamımızın en temel kaynağıdır ve soluduğumuz hava direkt olarak yaşantımızı etkiler. Hava kalitesi, bu önemli kaynağın niteliğini belirler ve insanların bu konuda bilgilendirilmesi önemlidir. Hava kalitesi indeksi, yaşadığımız bölgenin temizlik veya kirlilik düzeyini belirleyen, bu durumun sağlık üzerindeki olası etkilerini ortaya koyan ve insanları bu konuda bilinçlendiren bir ölçü sistemidir (Karabaş, 2012).

Partikül maddeler için hava kalitesi indeksi, 5 temel kirletici göz önüne alınarak hesaplanmaktadır. Partikül maddelerin hava kalitesi indeksleri, detaylı bir şekilde aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 2

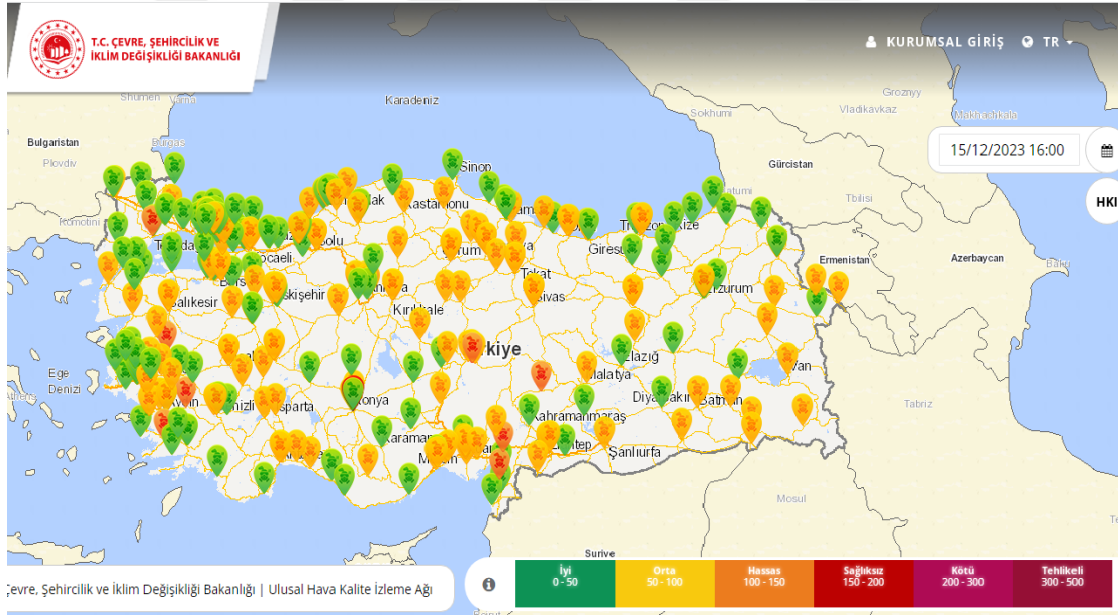
Ulusal hava kalitesi indeksi kesme noktaları

İndeks	HKİ	SO ₂ [µg/m ³]	NO ₂ [µg/m ³]	CO[µg/m ³]	O ₃ [µg/m ³]	PM ₁₀ [µg/m ³]
		1 saat ort	1 saat ort	8 saat ort	8 saat ort	24 saat ort
İyi	0-50	0-100	0-100	0-5500	0-120	0-50
Orta	51-100	101-250	101-200	5.501-10.000	121-160	51-100
Hassas	101-150	251-500	201-500	10.001-16.000	161-180	101-260
Sağlıksız	151-200	501-850	501-1000	16.001-24.000	181-240	261-400
Kötü	201-300	851-1100	1001-2000	24.001-32.000	241-700	401-520
Tehlikeli	301-500	>1101	>2001	>32001	>701	>521

Kaynak: Akarsu T. (2021). Erzurum'da Doğal Gaz Kullanımının Hava Kalitesine Etkisinin İncelenmesi: Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

1.8.Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2005-2007 yılları arasında Türkiye genelinde 81 ilde hava kalitesini ölçmek amacıyla bir dizi hava kirliliği ölçüm istasyonu kurmuştur. Bu istasyonlar, Kükürdioksit (SO₂), Partikül Madde (PM₁₀) ve bazılarında ek olarak Azotoksitler (NO, NO₂, NO_x), Karbonmonoksit (CO) ve Ozon (O₃) parametrelerini otomatik olarak ölçmektedir. Ölçüm istasyonlarından toplanan veriler, özel bir ağ (VPN) üzerinden GSM Modemler aracılığıyla Bakanlığın Çevre Referans Laboratuvarı Veri İşletim Merkezi'ne aktararak izlenmekte ve hava izleme adresinde eşzamanlı olarak yayınlanmaktadır. Bu önlemler, hava kalitesinin takibi ve izlenmesi için etkili bir sistem oluşturmayı amaçlamaktadır (CSB,2023).



Şekil 4. Ulusal hava kalitesi izleme ağı

Kaynak: (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2023).

1.9.Coğrafi bilgi sistemi

Coğrafi bilgi sistemleri (CBS), coğrafik koordinatlardan alınan verilerin işlenmesi ile elde edilen bilgisayar destekli sistemdir. CBS'nin kullanım alanlarının yaygınlaşmasıyla birlikte birçok bilim alanlarında araştırmacılar için kolaylık sağlanmıştır (Kalıpcı ve Başer, 2019). Coğrafi bilgi sistemleri mekânsal verilerin işlenmesini sağlayan ve verilerin analizleri sonucunda ortaya çıkan bilgilerin topluluğudur (Büyükkarakurt ve Mutluoğlu, 2020).

CBS'nin yaygınlaşmasıyla birlikte artık her kurum rahatlıkla işlerini yürütebilmektedir. CBS sayesinde bu kurumlar arasında veri paylaşımı daha hızlı bir şekilde yürütülebilmektedir. Bu veri paylaşımı sayesinde insanlar doğru bilgiye anında erişebilmektedir. Belediyeler, kurmuş oldukları belediye hizmetleri sayesinde insanların hayatlarını kolaylaştıracak uygulamalara yer vermektedir. Bunlardan bazıları; e-imar sistemi, kültür hizmetleri, ihale alanları, nöbetçi eczaneler, istek, şikayet, raporlar veya planlar gibi uygulamalar belediyenin kendi kurmuş oldukları sitesinde hem kurumların hem de insanların doğru bilgiye anında ulaşmasını sağlamaktadır.

Gerekli bilgilerin toplanması (veri), saklanması (donanım), işlenmesi (yazılım) ve sunulması (metot) için sıkça kullanılan CBS teknikleri, Şekil 5'te yer aldığı üzere CBS'nin ana bileşenlerini oluşturmaktadır.



Şekil 5. Coğrafi bilgi sistemlerinin ana bileşenleri

Kaynak: (Rüstemov,2014)

1.10. Corine veri seti

Arazi örtüsü (AÖ), yüzey peyzajının doğal özelliklerini tanımlayan bir terimdir. Bu, toprak, çıplak kayalık, bitki örtüsü ve su yüzeylerini içerir ve doğal çevre özelliklerini ifade eder. Arazi kullanımı (AK) ise bu yüzey peyzajının insan etkisi altında nasıl kullanıldığını belirtir. Yerleşim alanları, tarım arazileri, maden sahaları, rekreasyon alanları gibi beşeri faaliyetlerle oluşturulan değişiklikleri içerir. İki bir arada kullanıldığında, bir bölgedeki doğal ve insan etkisi altındaki çevresel özelliklerin kapsamlı bir tanımını sağlarlar (Demir,2021).

Arazi kullanımı ve arazi örtüsü, çeşitli gözlem ve analiz yöntemleri kullanılarak belirlenen ve izlenen önemli çevresel parametrelerdir. Bu konuda uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri gibi teknolojilerin kullanılması, bu özelliklerin etkili bir şekilde belirlenmesini sağlamaktadır. Arazi örtüsü, su, toprak, bitki örtüsü ve diğer doğal özellikleri içerirken, arazi kullanımı, ekonomik faaliyetler ve kaynakların değerlendirilmesi gibi insan etkisi altındaki faktörleri yansıtmaktadır. Uzaktan algılama, uydu veya hava fotoğrafları gibi uzaktan alınan verilerle arazi örtüsü ve arazi kullanımını belirleme sürecinde etkili bir araçtır. Coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ise bu verileri analiz edip haritalama, sınıflandırma ve zaman içindeki değişiklikleri izleme konusunda önemli bir rol oynar. Bu teknolojiler, çevresel değişiklikleri izlemek, doğal kaynakları yönetmek ve sürdürülebilir arazi kullanımı stratejileri geliştirmek için değerli araçlar sunar (Karaoğlu ve Erdel, 2020).

1.11.Sentinel uydu görüntüsü

Avrupa Uzay Ajansı (ESA) tarafından ücretsiz olarak sunulan Sentinel-2 uydu görüntüleri, ikinci seviyede işlenmiş (Level-2A) olarak, Copernicus Open Access Hub sistemi aracılığıyla kolayca elde edilebilmektedir. Bu görüntülerde uygun hava koşulları dikkate alınarak bulutluluk oranı en az olacak şekilde indirme imkânı sağlamaktadır. Sentinel-2A uydu görüntüleri 13 adet banta sahiptir. B1, B9 ve B10 numaraya sahip bantlar 60 m çözünürlüğe sahip iken, 5, 6, 7, 8a, 11 ve 12 bantlar 20 m çözünürlüğe ve B2, B3, B4 ve B8 ise 10 m çözünürlüktedir (“Sentinel 2-A uydu görüntüsü?”, 2023).

Bu çalışma, Van’ın Edremit ilçesine ait spesifik bir çalışma alanı imkânı sunmaktadır. Çalışma alanımızın uydu görüntüleri ile yıllık değişimlerini uzaktan algılama

teknolojisi kullanılarak kontrollü sınıflandırma yöntemiyle coğrafi bilgi sistemi yazılımı olan Arcgis programıyla arazi örtüsünün yıllık değişimi incelenmeye çalışılmıştır. Bununla birlikte arazi kullanım/arazi örtüsü Corine yöntemiyle 2012 ve 2018 yıllarındaki değişimi incelenmiştir. Bu iki yöntem ile karşılaştırma yapılarak arazi örtüsü hakkında değerlendirme imkânı sunulmuştur.

Arazi sınıflandırmasında, yapay alanlar, tarım arazileri, orman ve yarı doğal alanlar, su yapıları ve mera alanları gibi kategoriler detaylı bir şekilde ele alınmış ve incelenmiştir. Uzaktan algılama yöntemi olan kontrollü sınıflandırma çalışmasıyla her yılın 2018, 2019, 2020, 2021 ve 2022 ağustos ayına ait Sentinel-2A uydu görüntüleri kullanılmıştır. Burada gerçekleşen arazi değişiminde su yüzeyi, çıplak yüzey, sulu tarım, kuru tarım, yerleşme ve mera alanları değişimleri tespit edildi ve Corine arazi kullanım verisi ile ilişkilendirmesi yapılmıştır.

Edremit ilçesinin yıllara ait doğal gaz kullanımının kirletici parametreden olan PM10 ve SO2 değerlerine olan etkisini inceleyebilmek için ilçeye ait ulusal hava kalitesi izleme istasyonu olması gerekmektedir. Fakat bu baz istasyonu sadece Van merkezde yer aldığından dolayı ilçeye ait hava kirliliğinde inceleme ve değerlendirme yapmak mümkün olamamaktadır. Fakat Van ilinde doğal gaz kullanmadan önceki yıllar ile doğal gaz kullanmaya başladıktan sonra ve her geçen yıl doğal gaz kullanımına artan taleplerden sonra kirletici parametrelerin değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu değerlendirme sonucunda PM10 ve SO2 hava kirletici parametrelerin, hava kirliliği üzerine azalma gösterdiği görülmüştür.

İKİNCİ BÖLÜM

KURAMSAL ÇERÇEVE/ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Literatür Araştırılması

Fertelli'nin 2020 yılında yayınlanan çalışması, Sivas'ta 2008 ile 2017 yılları arasında PM10 ve SO2 değerlerini aylık ve yıllık olarak inceledi. Nüfus artışı ve sanayileşme ile birlikte kömür ve fuel-oil gibi fosil yakıtların kullanımının hava kirliliğine neden olduğu belirlenmiştir. Çalışma, Sivas şehir merkezindeki hava ölçüm istasyonu ile doğal gazın kullanılmasının hava kirliliği üzerinde önemli bir azalmaya ve hava kalitesinde iyileşmeye yol açtığını göstermiştir. Araştırma sonuçlarına göre, abonelik sayılarındaki %72'lik artışın, 10 yıllık süre zarfında Ocak ayı için PM10 değerlerinde %62, SO2 değerlerinde ise %90 oranında bir azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir.

Öztürk ve Bayram'ın 2019 yılında yayınlanan çalışmasında, Van ili kent merkezinde doğalgazın hava kirleticileri üzerindeki etkisini araştıran çalışması, hava kalite tesisinin aylık verilerine dayanmaktadır. Bu verilere göre, kış mevsiminde kirlilik oranlarında bir artış gözlenmiştir. Bu artışın sebepleri arasında kalitesiz yakıt kullanımı, doğal gaz hattının şehrin her yerine ulaşamaması ve yanlış yakma tekniklerinin kullanılması (eksik yanma vb.) bulunmaktadır. Çalışma, 2007 yılı itibarıyla evsel ısınma ve sanayide doğalgazın kullanılmasıyla birlikte SO2 değerlerinde azalma olduğunu gözlemlemiştir.

Göksel ve diğerleri 2016 yılında yayınlanan çalışmasında, Mersin il bütününde 2006 ve 2014 yıllarına ait uydu görüntüleri kullanılarak uzaktan algılama teknolojisi ile arazi kullanımı hiyerarşisi corine yöntemi ele alınmıştır. Yapılan doğruluk değerlendirmeleri ve değişim analizleri sonucunda, yapılaşmanın arttığı ve verimli tarım arazileri ile boş araziler üzerinde yapılaşmanın yoğunlaştığı belirlenmiştir.

Dengiz ve Turan 2014 yılında yayınlanan çalışmada, Samsun iline ait uydu görüntüsü ve coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak arazi kullanım etkinliğinin belirlenmesini amaçlamıştır. Çalışmada eski yıllara ait arşiv verileri, topografik haritalar ve 2005-2011 yılı uydu görüntüleri kullanılmıştır. Hızla artan nüfusun yerleşim, sosyal yaşam, sanayileşme gibi ihtiyaçları için arazi talepleri her geçen gün artmaktadır. Bu sebeple tarım, mera ve

orman arazileri tahrip edilmektedir. Yapılan çalışma, uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemlerinin doğru ve hızlı veri üretme konusunda önemli bir rol oynadığını göstermiştir.

Berktaş ve Bircan 2003 yılında gerçekleştirdiği çalışmada, Ankara ilinde yapılan bir çalışmada hava kirliliğinin SO₂ ve PM₁₀ değerlerinin insan sağlığına etkisi incelenmiştir. Çalışma sonuçları, hava kirliliği ile astım hastalığına bağlı olarak acil servise yapılan başvurular arasında anlamlı bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadır.

Cengiz ve arkadaşlarının 2013 yılında gerçekleştirdiği bir çalışma, hava kirliliğinin neden olduğu değişikliklerin akciğerle ilişkili hastalıklarda belirginleştiğini göstermektedir. Balgam, nefes darlığı ve öksürük gibi semptomlarda meydana gelen değişiklikler, hava kirliliğinin artmasıyla orantılı olarak artmaktadır. Bu bağlamda yapılan istatistiksel modelleme, hava kirliliği ile akciğerle ilişkili sağlık sorunları arasındaki bu etkileşimi daha ayrıntılı bir şekilde ortaya koymaktadır.

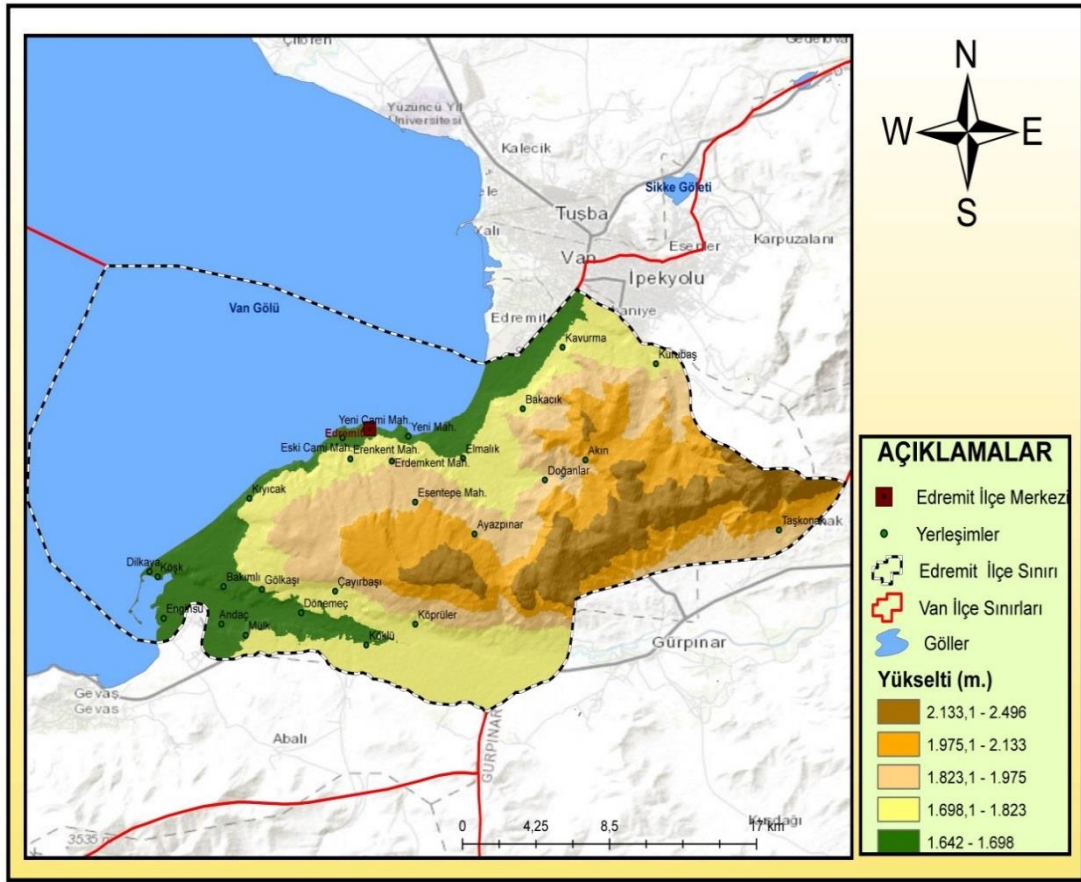
Öz ve Yılmaz'ın 2004'te yürüttüğü çalışma, Erzurum'da hava kirliliğinin oluşumunu belirlemeyi ve peyzaj mimarlığı açısından alınması gereken önlemleri belirlemeyi amaçlamıştır. Bu bağlamda, kentin hava kirliliği haritası, kirletici partikül maddelerine göre oluşturulmuş ve halkın bu konuda bilinçlendirilmesi amacıyla anketler yapılmıştır. Ankette, halkın %91'inin hava kirliliğinden rahatsız olduğu, %85'inin ise ısınmadan kaynaklanan yakıtların kullanılmasını sorun olarak gördüğü belirlenmiştir. Ayrıca, %8'i motorlu taşıtları, %7'si ise topoğrafik yapıyı kirlilik nedeni olarak ifade etmiştir. Çalışmanın önerileri arasında, kaliteli yakıt kullanımının teşvik edilmesi, bina içi yalıtımların yapılması, yeni yerleşim yerlerine doğal gaz kullanımının sağlanması ve halkın doğal gaz konusunda bilinçlendirilmesi yer almaktadır. Ayrıca, çözüm önerileri arasında jeotermal gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelme de bulunmaktadır.

Dereli'nin 2018 yılında gerçekleştirdiği çalışma, Sentinel-2A uydu görüntülerini kullanarak Giresun ilindeki arazi örtüsü ve kullanımının zamansal değişimini incelemiştir. 2017 ve 2018 yıllarına ait uydu görüntüleri üzerinden yapılan kontrollü sınıflandırma yöntemi ile arazi örtüsü değişimleri belirlenmiş ve arazi sınıflarının kayıp ve kazançları hesaplanmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, Giresun ilinde yapı yoğunluğunun arttığı ve sınıflandırma sonuçlarıyla bu değişimin gözlemlendiği tespit edilmiştir. Bu bulgular, Giresun ilindeki arazi kullanımındaki değişimleri anlamak ve planlamada dikkate almak adına önemli bir kaynak sağlamaktadır.

Sünsüli ve Kalkan'ın 2022 tarihli çalışması, Sentinel-5p uydu görüntülerini kullanarak NO2 kirliliğini ele almıştır. Hava kirliliği, insan sağlığı, bitki ve hayvan yaşamı için önemli bir sorundur ve NO2 bu kirletici gazlardan biridir, stratosfer ve troposfer tabakasında bulunur ve özellikle fosil yakıtların ve biyokütlenin yanmasıyla atmosfere salınır. Çalışmada uzaktan algılama teknolojisinin kullanılması, hava kirliliği ölçümlerini daha pratik ve kolay hale getirmektedir. Marmara Bölgesi'nde 2019, 2020 ve 2021 yıllarındaki troposferik NO2 değerleri Sentinel-5p uydu görüntülerine dayalı olarak analiz edilmiştir. Çalışmanın sonuçları, uydu görüntülerinde elde edilen verilerin yer ölçüm istasyonlarındaki verilerle karşılaştırılarak fosil yakıtların hava kalitesine olumsuz etkisinin belirlendiğini göstermektedir.

Yapılan çalışmalarda daha önce Van ili Edremit ilçesine ait hem uzaktan algılama yöntemi hem de corine yöntemi ile yıllık arazi örtüsü/arazi kullanımı çalışmalarına rastlanmamıştır. Bu yeni çalışma, uzaktan algılama yöntemi ve corine yöntemleri kullanılarak Edremit ilçesinin arazi değişimini zamansal olarak ele almaktadır. Zamansal değişimler incelendiğinde, ilçenin şehirleşme yapısında artış mı yoksa azalış mı olduğu belirlenmiştir.

Türkiye'nin doğu bölgesinde konumlanan Van Gölü, ülkenin en büyük gölüdür ve aynı zamanda Ortadoğu'nun ikinci büyük gölüdür. Nemrut Dağı'nın volkanik faaliyetleri sonucu oluşan kraterde biriken suların oluşturduğu bu göl, Bitlis ile Van illeri arasında yer almaktadır. Van Gölü Havzası'nın genişliği yaklaşık 20,000 km²'dir ve gölün kendisi 3,713 km²'lik bir alanı kaplamaktadır. Van Gölü, dünyanın en büyük sodalı gölü unvanına sahiptir (Yetiş ve Özgüven,2020).



Şekil 7. Edremit ilçesinin topoğrafik haritası

3.2.Çalışmada Kullanılan Verilerin Elde Edilmesi ve Toplanması

Doğalgaz altyapı haritaları kurumun kullanmakta olduğu coğrafi bilgi sistemi yazılımından elde edilmiştir. Bu altyapı haritaları; 2017, 2018, 2019, 2020 ve 2021 yıllarına ait haritalar kullanılarak, ilçede doğal gaz kullanımına başlandıktan sonra hava kalitesine olan etkisi incelenmiştir.

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığının sitesinden Van iline ait hava kalitesi izleme istasyonundan PM10 ve SO2 verileri elde edilmiştir.

Corine haritalarına ait 2012 ve 2018 yıllarına ait raster ve vektör verileri kullanılmıştır. Bu veriler Tablo 3'te yer alan siteden elde edilmiştir.

Tablo 3
Verilerin elde edilmesi

Kullanılacak veriler	Verilerin toplanması
Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı	(CSB, 2023).
Corine raster ve vektör verileri	(CORINE, 2012) ve (CORINE, 2018).
Sentinel-2A uydu görüntüleri	(COPERNICUS, 2018) (COPERNICUS, 2019) (COPERNICUS, 2020) (COPERNICUS, 2021) (COPERNICUS, 2022)
Aksa Van Doğalgaz	Kurumun kullanmış olduğu coğrafi bilgi sistemi yazılımından temin edilmiştir.

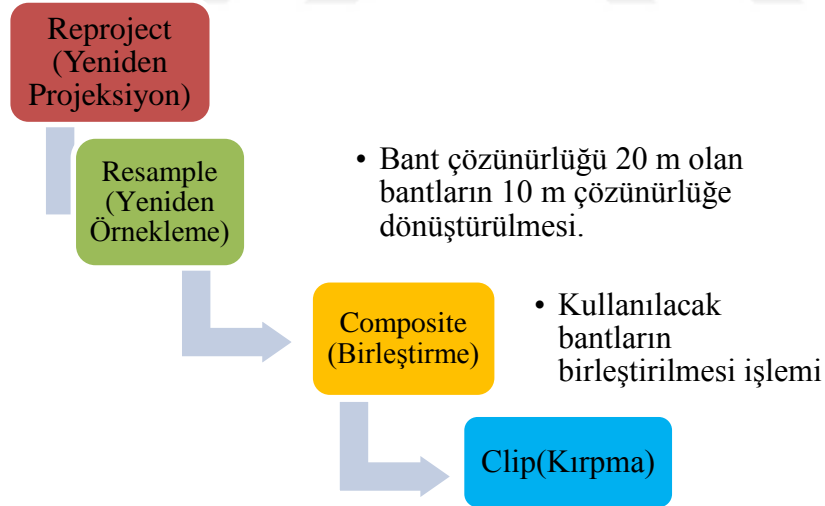
Uzaktan algılama teknolojisiyle 2018, 2019, 2020, 2021 ve 2022 yıllarına ait Ağustos ayı Sentinel-2A uydu görüntüleri Tablo 3'te yer alan siteden elde edilmiştir. Çalışmada aynı zamanda PostgreSQL veri tabanı uzantısı olan postgis'de doğal gazın yıllara göre abone sorgulamalarını yapmak için kullanılmıştır.

3.3 Yöntem

Arazi kullanım haritası oluşturulurken, CORINE sınıflandırma sistemine göre 1. düzeyde 4 ana sınıf kullanılmıştır. Bu sınıflar şunlardır: yapay alanlar, tarım alanları, orman ve yarı doğal alanlar, su yapıları. Ayrıca, 2. düzeyde CORINE sınıflarında 10 farklı sınıf

kullanılmıştır. Bu sınıflandırma, 2012 ile 2018 yılları arasındaki arazi örtüsü ve kullanımındaki değişiklikleri belirlemek için gerçekleştirilmiştir.

Uzaktan algılama teknolojisiyle 2018, 2019, 2020, 2021 ve 2022 yıllarına ait Ağustos ayı Sentinel-2A uydu görüntüleri ücretsiz elde edilmiştir. Coğrafi bilgi sistemi yazılımı olan Arcgis programı kullanılarak kontrollü sınıflandırma (supervised) yapılmıştır. Sınıflandırma da su yüzeyi, çıplak yüzey, sulu tarım, kuru tarım, yerleşme ve mera alanlarının eğitim kümeleri belirlenerek incelenmiştir. Sınıflandırma sonucunun doğruluk analizi Google Earth Pro programı ile karşılaştırılarak yapılmıştır. Sınıflandırma işlemine başlamadan önce, sentinel-2A uydu görüntülerinde çalışmada kullanılacak bantlar; B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B8a, B11 ve B12 olarak belirlenmiştir. İlk olarak kullanılacak olan bantlara projeksiyon tanımla işlemi yapılmıştır. Ardından 20 m ve 60 m çözünürlükteki bantların resample (yeniden örnekleme) ile 10 m çözünürlüğe dönüştürülerek daha net görüntü elde edilmiştir. Bantların birleştirme işlemi olan composite ile tek görüntü elde edilmiştir. Ardından çalışma alanımızda daha doğru sonuç almamızı sağlayabilmek için uydu görüntüsündeki kullanılacak alan kırpma işlemi yapılmıştır.



Şekil 8. Kontrollü sınıflandırma öncesi uydu görüntülerine uygulanan işlem adımları

Aksa Van doğal gaz kurumundan 2017, 2018, 2019, 2020, 2021 ve 2022 yıllarına ait abone sayısı bilgileri excel office programından elde edilmiştir. Abone sayılarına ait verileri içeren excel dosyası kullanılarak ve aynı zamanda CBS yazılımından elde edilen verilerle Arcgis yazılımında doğal gaz hatları haritaları belirlenmiştir.

Doğal gaz abone bilgileri, excel verilerindeki enlem ve boylam değerleri kullanılarak PostgreSQL veri tabanında sorgulama yapılmıştır. Aynı zamanda Qgis yazılımı ile entegre bir şekilde kullanılan PostgreSQL üzerinden Edremit ilçesine ait shapefile dosyaları aktararak, veri tabanı sorgulamaları yapılmıştır.

3.4.Verilerin Elde Edilmesi

3.4.1.Aksa Van Doğal Gaz Verilerin Elde Edilmesi

Aksa Van Doğal Gaz, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu tarafından 31 Mayıs 2007 tarihinde 30 yıl süreyle doğal gaz dağıtım faaliyetlerini yürütmek üzere kurulmuş ve Aksa Doğal Gaz Dağıtım A.Ş. tarafından işletilmektedir.

Edremit ilçesinde doğal gaz çalışması ilk olarak 2016 yılında başlamıştır. Bu yıl içerisinde ilçe de doğal gaz kullanımı olmamıştır. Abone alımları 2017 yılında alınarak doğal gaz kullanımı ilçede ilk olarak TOKİ konutlarında kullanıldığı görülmektedir.

Doğal gaz verilerini; kurumun kullanmış olduğu CBS yazılımı yardımıyla, Edremit ilçesinin doğal gaz abone sayısı ve bu abonelerin yıllık mahalle bazında toplam abone sayısı dağılımı Tablo 4'te yer almaktadır.

Tablo 4

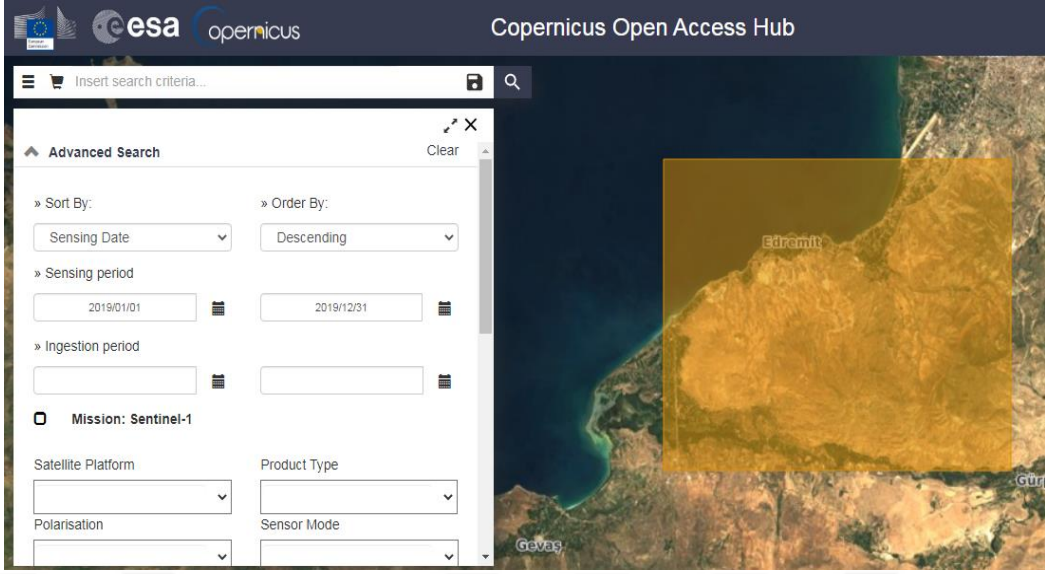
Edremit Mahallesi yılların abone dağılım sayısı

MAHALLE	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Genel Toplam
ELMALIK	39	30	32	20	40	1	162
ERDEMKENT		2068	1194	320	333	25	3940
ERENKENT		10464	1246	1011	949	39	13709
ESKICAMİ			3	11	18		32
KIYICAK		1	258	1	6		266
YENİCAMİ	39	96	61	243	134	13	586
YENİKÖY	441	324	264	277	338	17	1661
KİRACILAR			3324	476	352	20	4172
Genel Toplam	519	12983	6382	2359	2170	115	24528

Tablo 4’ te bazı yılların abone sayısında artış bazı yıllarda ise azalma gösterdiği görülmektedir. 2018 yılında Erenkent mahallesinde yer alan TOKİ konutlarına doğal gaz hatları çekilmiştir ve TOKİ konutlarında kullanımın artış gösterdiği görülmektedir. Genel olarak baktığımızda 2022 yılında abone dağılımında ise azalma olduğu görülmektedir. Bu durum ilçede doğal gazın hemen hemen her yere ulaştığı söylenebilir.

3.4.2. Sentinel-2A Uydu Görüntülerin Elde Edilmesi

Avrupa Uzay Ajansı (ESA) tarafından sağlanan ücretsiz Sentinel-2A uydu görüntüleri, ikinci seviyede işlenmiş (Level-2A) halleri Copernicus Open Access Hub sistemi üzerinden temin edilmiştir (COPERNICUS, 2023).



Şekil 9. Uydu görüntülerin elde edilmesi

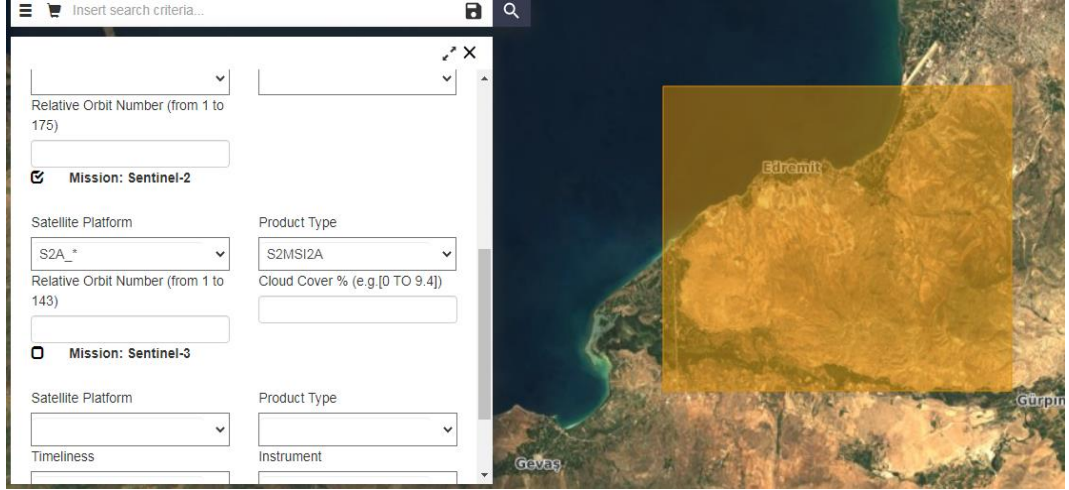
Edremit ilçesi kış şartlarının uzun sürmesinden kaynaklı uydu görüntülerinde, bulutluluk oranı en az olacak şekilde ve çalışmanın daha doğru sonuçlar elde edilmesi için Ağustos ayı seçilmiştir (Tablo 5).

Tablo 5

Yıllara ait uydu görüntülerin indirildiği aylar

YILLAR	AYLAR
2018	08/08/2018
2019	13/08/2019
2020	07/08/2020
2021	19/08/2021
2022	24/08/2022

Sentinel-2A uydu görüntüsünde radyometrik düzeltmesi yapılmış uydu görüntüleri çalışmada kullanılmıştır. Product Type S2MSI2A tipi seçilmiştir (Şekil 10).



Şekil 10. Uydu görüntüsünde atmosferik düzeltme yapmadan seçilen type

3.4.3. Corine Verilerin Elde Edilmesi

Corine, Avrupa Çevre Ajansı tarafından belirlenen arazi örtüsü/kullanımı sınıflandırma ölçütlerine göre bilgisayar destekli görsel analiz yöntemidir. Bu çalışmada, değişimleri gözlemlemek amacıyla 2012-CLC ile 2018-CLC arasındaki döneme ait 100 metre çözünürlüğe sahip ESRI Geodatabase shapefile (shp) formatındaki vektör verileri ve raster verileri kullanılmıştır.

3.4.4. PM10 ve SO2 Verilerin Elde Edilmesi

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından PM10, SO2, NO2, CO ve O3 hava kirletici maddelerin ölçümünü sağlayan istasyonlar mevcuttur. Van iline ait bir adet hava izleme istasyonu mevcuttur. Tez çalışmasını kapsayan PM10 ve SO2 hava kirletici verileri hava izleme istasyonundan elde edilmiştir (CSB, 2023).

Fakat Edremit ilçesine ait hava izleme istasyonu mevcut olmadığından dolayı hava kirleticilerin yıllara göre değişimi gözlemlenemedi. Çalışmada Van iline ait istasyondan kirletici parametreleri verileri alınarak Van ilinin doğal gaz kullandıktan sonra ki hava kirliliğine neden olan kirletici parametrelerin yıllık değişimleri örnek verilmiştir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Corine Verilerin İzlenmesi ve Değerlendirilmesi

Arazi örtüsü ya da arazi kullanım verilerinin işlenmesini 2012-CLC verileri ile 2018-CLC verilerinin hem raster hem de vektör verileri kullanarak 2012 ve 2018 yıllarına ait arazi kullanımı/arazi örtüsü değişimi tematik haritaları hazırlanmıştır.

Corine sınıflandırmasında, temel olarak 1. düzeyde (yapay alanlar, tarım alanları, orman ve yarı doğal alanlar, su yapıları) dört ana sınıf bulunmaktadır. 2. düzeyde ise, daha detaylı bir analiz yapabilmek adına 10 farklı ana sınıf kullanılmıştır.

Corine 1. düzey ve 2. düzey sınıflandırma sonuçlarının alan ve yüzdelerik sonuçları Tablo 6 ve Tablo 7’de yer almaktadır.

Tablo 6

Corine 2012 alt sınıf değerleri

2012 YILI ARAZİ KULLANIM ALT SINIF DEĞERLERİ

Arazi Sınıfları	Alan (km ²)	Oran(%)
112:Kesintili şehir yapısı	6,11	11,95
121:Endüstriyel veya ticari alanlar	0,28	0,55
133:İnşaat artıkları boşaltım alanları	1,09	2,14
211:Sulanmayan ekilebilir arazi	16,86	32,99
231:Meralar	0,39	0,77
242:Karışık kültür bitkileri	5,25	10,28
243:Önemli ölçüde doğal bitki örtüsü olan, esas olarak tarımın işgal ettiği topraklar	0,008	0,001
333:Zayıf bitki örtüsü alanları	3,16	6,19
512:Su Toplulukları	18,27	35,75

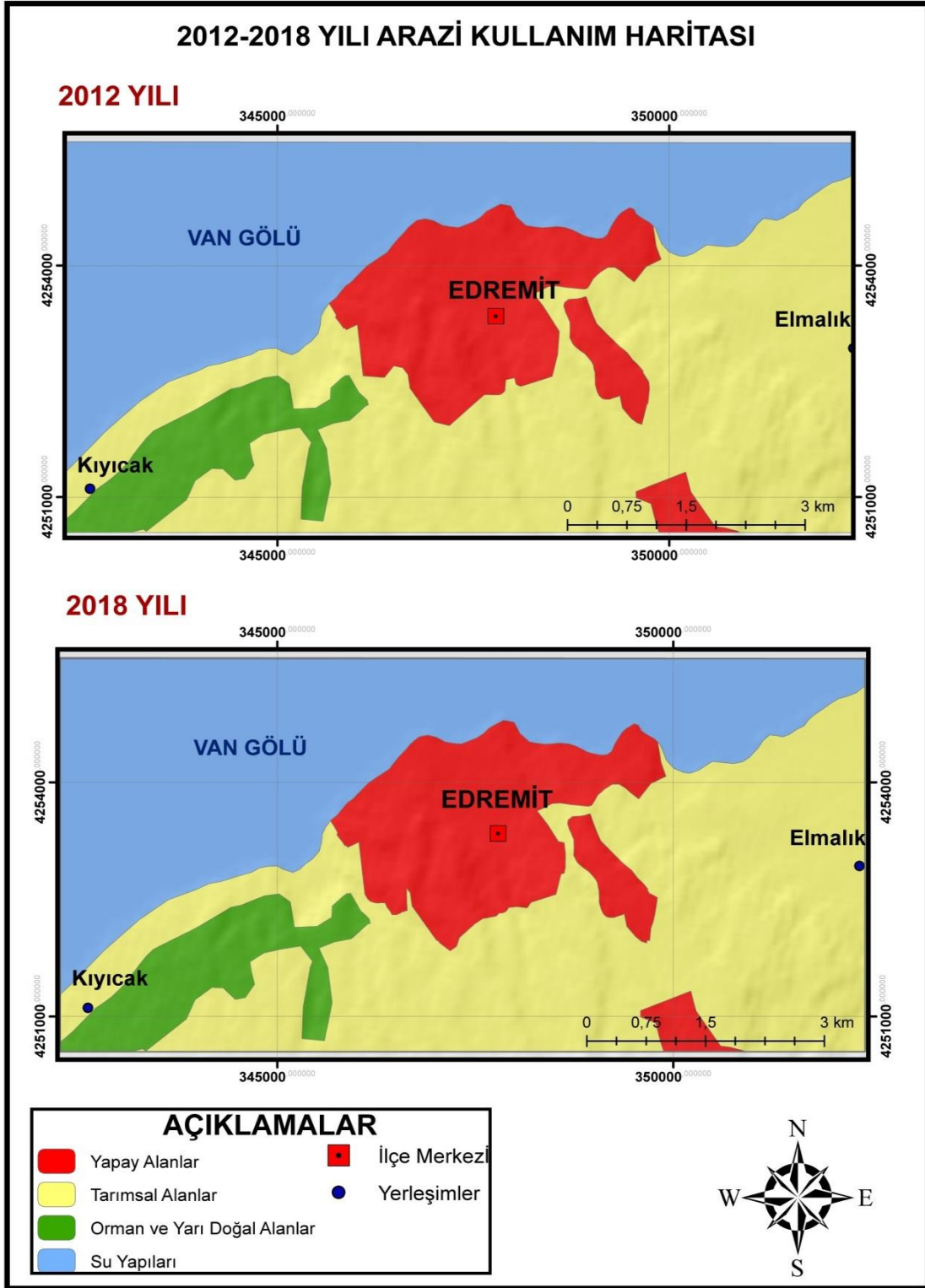
Tablo 7

Corine 2018 alt sınıf değerleri

2018 YILI ARAZİ KULLANIM ALT SINIF DEğERLERİ

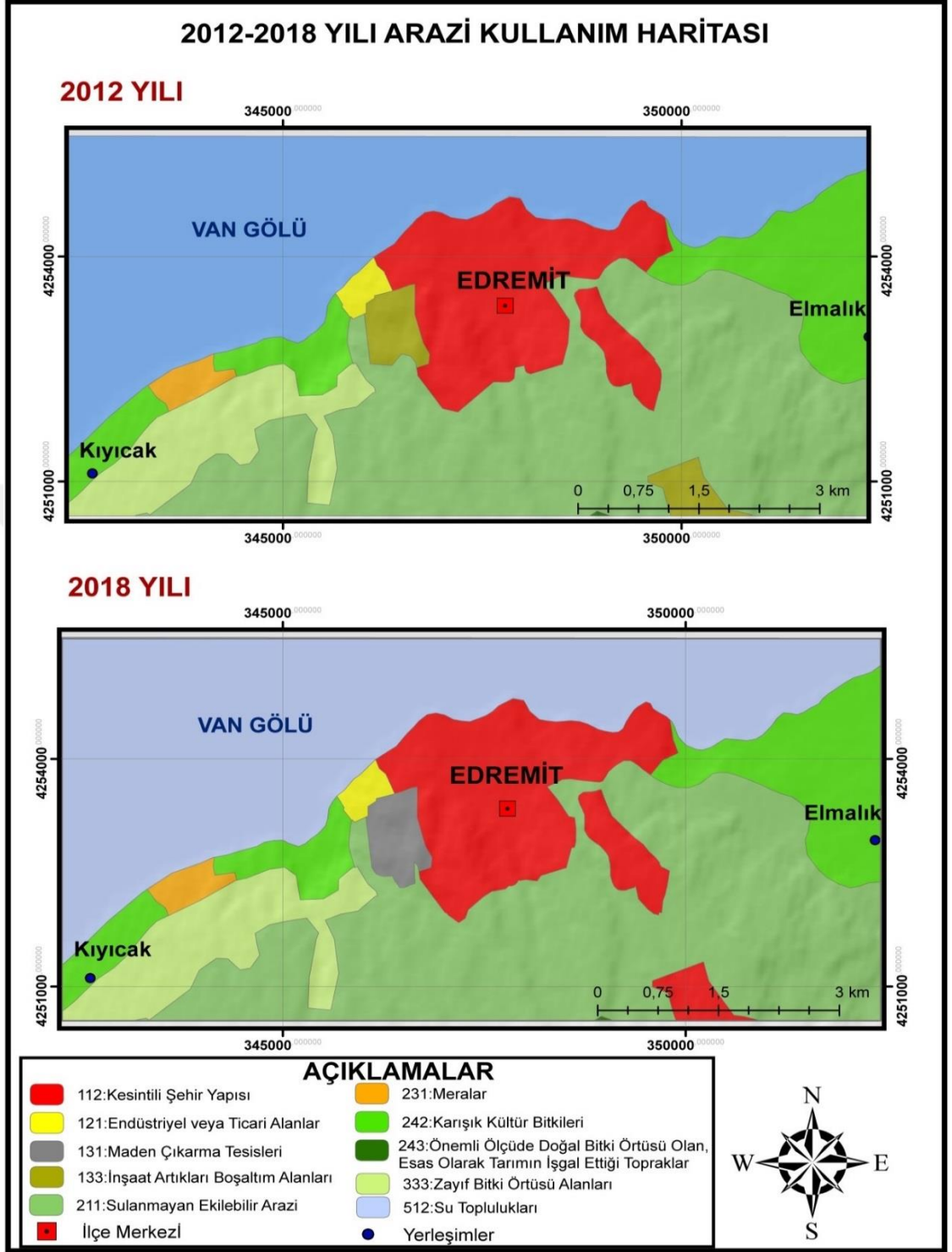
Arazi Sınıfları	Alan (km2)	Oran(%)
112:Kesintili şehir yapısı	6,66	13,03
121:Endüstriyel veya ticari alanlar	0,28	0,55
131:Maden çıkarma tesisleri	0,73	1,43
211:Sulanmayan ekilebilir arazi	16,65	38,58
231:Meralar	0,39	0,77
242:Karışık kültür bitkileri	5,23	10,23
243:Önemli ölçüde doğal bitki örtüsü olan, esas olarak tarımın işgal ettiği topraklar	0,008	0,001
333:Zayıf bitki örtüsü alanları	3,16	6,19
512:Su toplulukları	18,31	35,84

Tablo 6 ve Tablo 7' deki 2. düzey sınıflandırmada yer alan Corine lejantına ait 1.1.2 (kesintili şehir yapısı) 2012 yılında %11,95 oranında iken, 2018 yılında ilçedeki kesintili şehir yapısının oranı %13,03'e yükselmiştir. 2012 yılında inşaat artıkları boşaltım alanları bulunurken, 2018 yılında ise kesintili şehir yapısı gözlemlenmektedir.



Şekil 11. Edremit ilçesi 2012-2018 corine 1. düzey sınıflandırma sonuçları

Şekil 11’de yer alan haritayı inceleyecek olursak, 1.düzyer sınıflandırma sonucunda değişimin olmadığı görölmektedir. Fakat 2. düzey sınıflandırma sonucunu detaylı olarak şekil 12’de yer alan haritada görölmektedir.



Şekil 12. Edremit ilçesi 2012-2018 2.düzyen sınıflandırma sonuçları

Corine 2012 yılına ait şekil 12'yi incelendiğinde, inşaat artıkları ve boşaltım alanlarının bulunduğunu görülmektedir. Ancak, 2018 yılına ait şekil 12'deki çalışmada, bu

alanların kesintili şehir yapısına dönüştüğü gözlemlenmektedir. Bu değişikliğin nedeni, bu bölgelerde TOKİ konutlarının inşa temellerinin o yıl içinde atılmış olmasıdır.

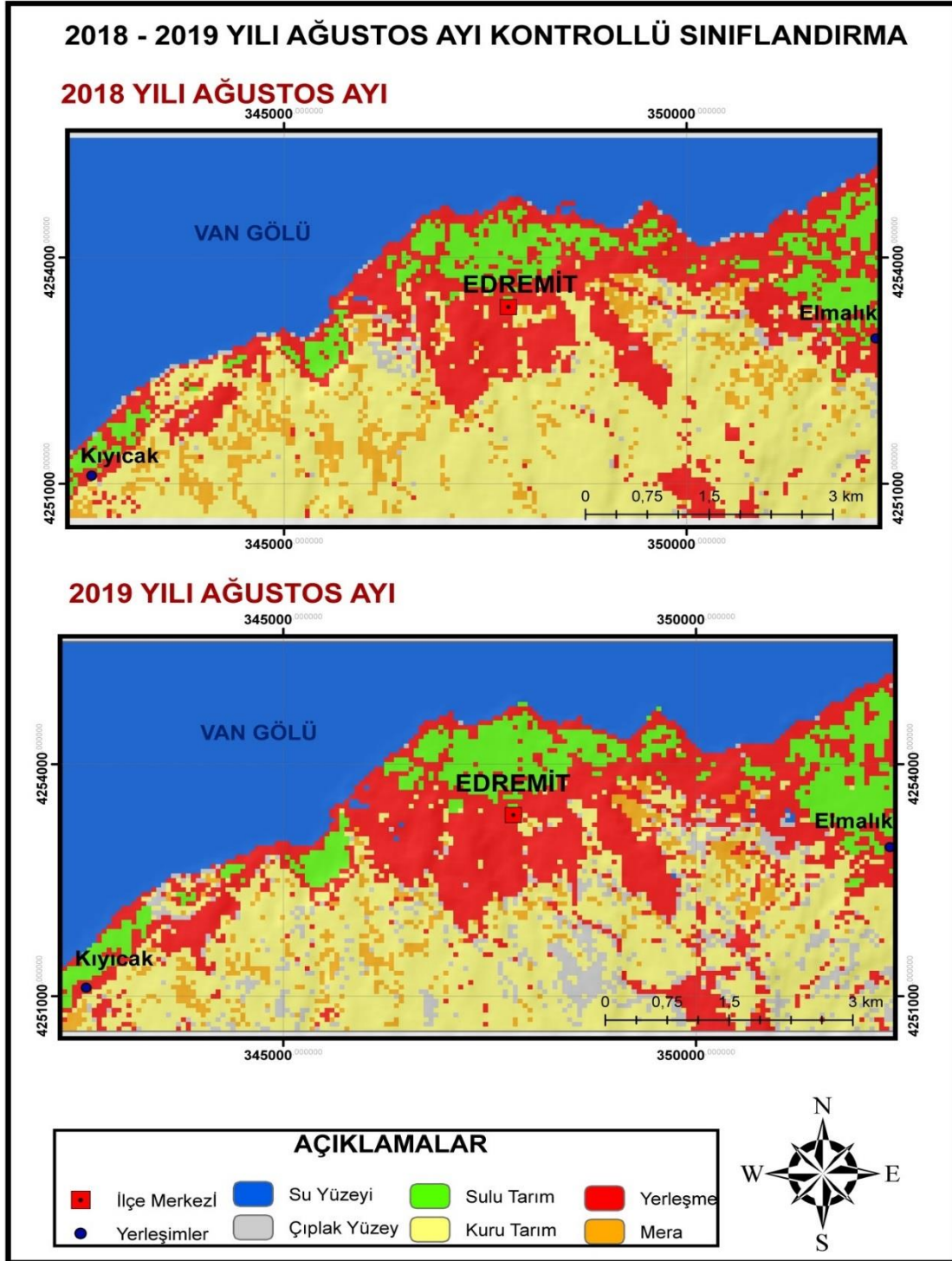
2. düzey sınıflandırmaya göre yapılan değerlendirmede, 2012 yılında inşaat artıkları ve boşaltım alanlarının mevcut olduğu gözlemlenirken, 2018 arazi kullanım haritasında bu bölgelerin maden çıkarma tesislerine dönüştüğü gözlemlenmiştir. Van ili Edremit ilçesindeki maden çıkarma tesislerinde özellikle kireç taşı çıkarıldığı tespit edilmiştir. (MTA, 2023).

4.2. Sentinel-2A Uydu Görüntülerin Sınıflandırılması

4.2.1. Kontrollü Sınıflandırmanın Değerlendirilmesi

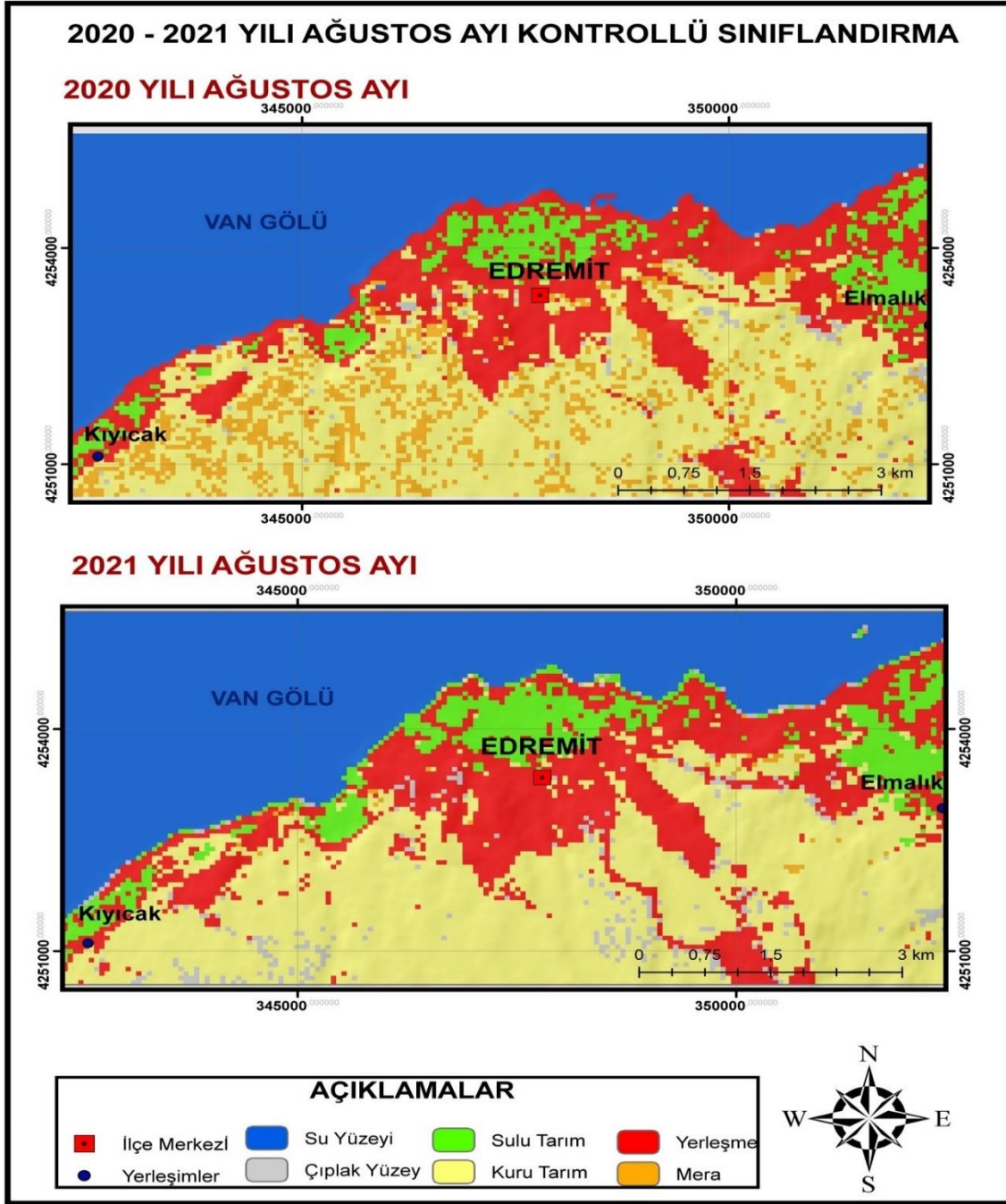
Kontrollü sınıflandırma da (interactive supervised classification), çalışma alanımıza ait sınıflandırma işlemlerine geçerek, coğrafi bilgi sistemi yazılımı olan Arcgis 10.7 ile işlemler yapılmıştır. Bu kısımda Edremit ilçesine ait toplam 5 yıla ait 2018, 2019, 2020, 2021 ve 2022 Ağustos aylarının uydu görüntülerine sırayla kontrollü sınıflandırma yapılmıştır ve sınıflandırma sonucunda her yılın belirlemiş olduğumuz Ağustos ayının doğruluk analizleri de yapılarak sınıflandırma da genel doğruluk ve kappa istatistik değerleri elde edilmiştir. Burada Ağustos ayını kullanmamızın sebebi, ilçenin kış mevsiminin uzun sürmesinden kaynaklı uydu görüntülerinde hem net görüntüler elde etmek zor ve bulutluluk oranı diğer aylarda daha fazla olduğundan dolayı tez çalışmasında yaz mevsimine ait görüntü kullanılmıştır.

Kontrollü sınıflandırma sonucunda yer alan haritalar aşağıda daha detaylı yer almaktadır.



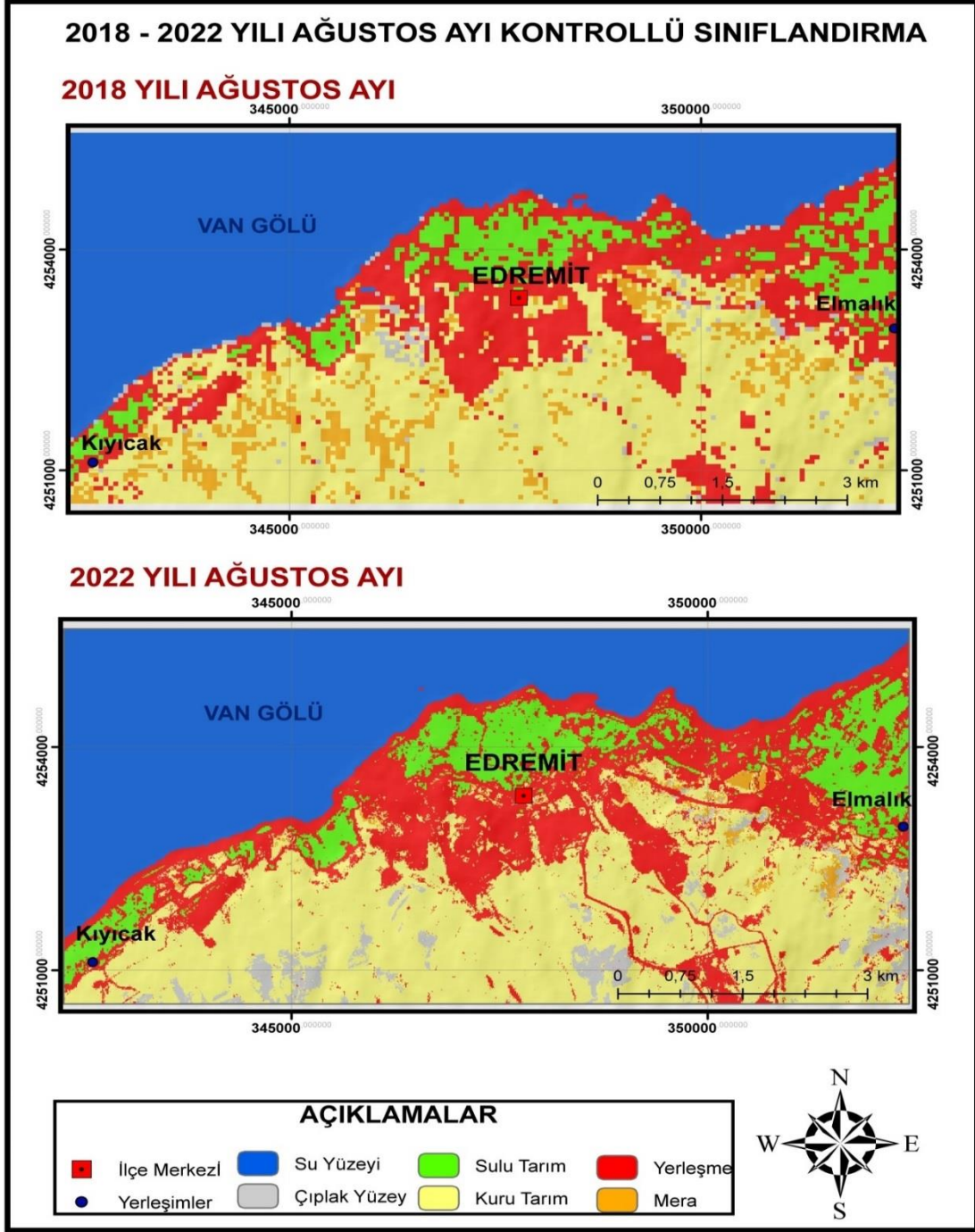
Şekil 13. 2018-2019 Edremit ilçesi ağustos ayı kontrollü sınıflandırma

2018 ve 2019 yıllarındaki kontrollü sınıflandırma sonucunda; 2018 yılında çıplak yüzeyler, 2019 yılına göre da az yer kapladığı görülmektedir. Mera alanlarında ise 2019 yılında düşüş olduğu söylenebilir. Yerleşmenin ise 2019 yılında arttığı şekil 13'te görülmektedir.



Şekil 14. 2020-2021 Edremit ilçesi ağustos ayı kontrollü sınıflandırma

2020 ve 2021 yılındaki kontrollü sınıflandırmada; yerleşimin 2020'ye oranla 2021 yılında arttığı tespit edilmiştir. Mera alanlarında ise 2021 yılında gözle görülebilecek bir azalma olduğu tespit edilmiştir. Bu durum hayvancılıkta dışa bağımlı bir ülke halini aldığı söylenebilir. Aynı zamanda ülkenin ekonomisinin de kötüye gitmesi insanların hayvanlarına bakamayacak bir durum almasıyla beraberinde hayvancılıkta dışa bağımlı bir ülke haline dönüştüğü söylenebilir.



Şekil 15. 2018-2022 Edremit ilçesi ağustos ayı kontrollü sınıflandırma

2018 ve 2022 yılları arasındaki sınıflandırmada daha net sonuçlar elde edildiği görülmektedir. 2018 yılında yerleşim daha az alanda söz konusu iken 2022 yılında yerleşimin arttığı görülmektedir. Yerleşimi artan bazı bölgelerde sulu tarımında arttığı görülmektedir. Aynı zamanda mera alanlarının azalış gösterdiği bölgelerde, çıplak yüzeylerin arttığı tespit edilmiştir.

Tablo 8

2018-2019 Ağustos ayı sınıflandırma sonucu

Arazi Sınıfları	Yıllar 2018 Ağustos Ayı		2019 Ağustos Ayı	
	Alan (km2)	Oran(%)	Alan (km2)	Oran(%)
Su Yüzeyi	17,67	34,58	18,11	35,43
Çıplak Yüzey	0,73	1,43	2,8	5,48
Sulu Tarım	3,32	6,5	4,11	8,05
Kuru Tarım	16,63	32,54	13,21	25,86
Yerleşme	9,67	18,92	10,93	21,4
Mera	3,06	6	1,91	3,75

2018 ve 2019 yılları Ağustos ayına ait kontrollü sınıflandırma sonucunda yerleşme oranının; 2019'daki oranın 2018 yılına ait orana göre arttığı tespit edilmiştir. 2018 yılında 3,06 km²'lik mera alanlarındaki alanın, 2019 yılında bu oran 1,91 km² 'lik bir alana sahip olduğu görülmektedir (Tablo 8).

Tablo 9

2020-2021 Ağustos ayı sınıflandırma sonucu

Arazi Sınıfları	Yıllar 2020 Ağustos Ayı		2021 Ağustos Ayı	
	Alan (km2)	Oran(%)	Alan (km2)	Oran(%)
Su Yüzeyi	17,63	34,5	17,33	33,92
Çıplak Yüzey	0,58	1,11	1,26	2,47
Sulu Tarım	2,8	5,49	3,94	7,72
Kuru Tarım	15,64	30,61	18,34	35,84
Yerleşme	9,75	19,09	10,04	19,64
Mera	4,68	9,17	0,17	0,34

2020 yılında mera alanlardaki oranın %9,17'lik yer kapladığı görülmektedir. 2021'de yılında ise bu oran %0,34'lük bir yer kapladığı tespit edilmiştir (Tablo 9). Bunun sebebi insanların hayvancılığı zamanla yapamadıkları söylenebilir. Aynı zamanda küresel ısınmanın etkisiyle yağışların giderek azaldığı sonucuna da varılabilir.

Tablo 10

2018-2022 Ağustos ayı sınıflandırma sonucu

Arazi Sınıfları	Yıllar		2022 Ağustos Ayı	
	2018 Ağustos Ayı	Oran(%)	Alan (km2)	Oran(%)
Su Yüzeyi	17,67	34,58	17,12	33,5
Çıplak Yüzey	0,73	1,43	1,58	3,09
Sulu Tarım	3,32	6,5	4,5	8,8
Kuru Tarım	16,63	32,54	16,21	31,72
Yerleşme	9,67	18,92	11,25	22,01
Mera	3,06	6	0,53	1,04

2018 ve 2022 yılları arasındaki zamansal değişiminde; çıplak yüzey oranının 2018 yılında %1,43 oranına sahip iken 2022 yılında bu oran %3,09 olduğu tespit edilmiştir. 5 yıllık bir zamansal değişimin sonucunda mera alanlarında gözle görülebilecek bir oranda azalma olduğu görülmektedir. Beş yıllık değişim sonucunda yerleşmenin % 3,09 oranında artış olduğu tespit edilmiştir (Tablo 10).

4.2.2. Doğruluk Analizi

Kontrollü sınıflandırmanın 2018, 2019, 2020, 2021 ve 2022 yıllarına ait Ağustos aylarının beş yıllık doğruluk analizleri hesaplanmıştır. Uydu görüntülerinde düşük çözünürlükteki görüntülerin doğruluk analizinin daha doğru sonuç vermesini sağlamak için referans olarak kabul edilen ve arazi hakkında kesin doğru bilgi veren Google earth pro programı altlık olarak kullanılmıştır ve analizleri yapılmıştır (Tablo 11).

Tablo 11

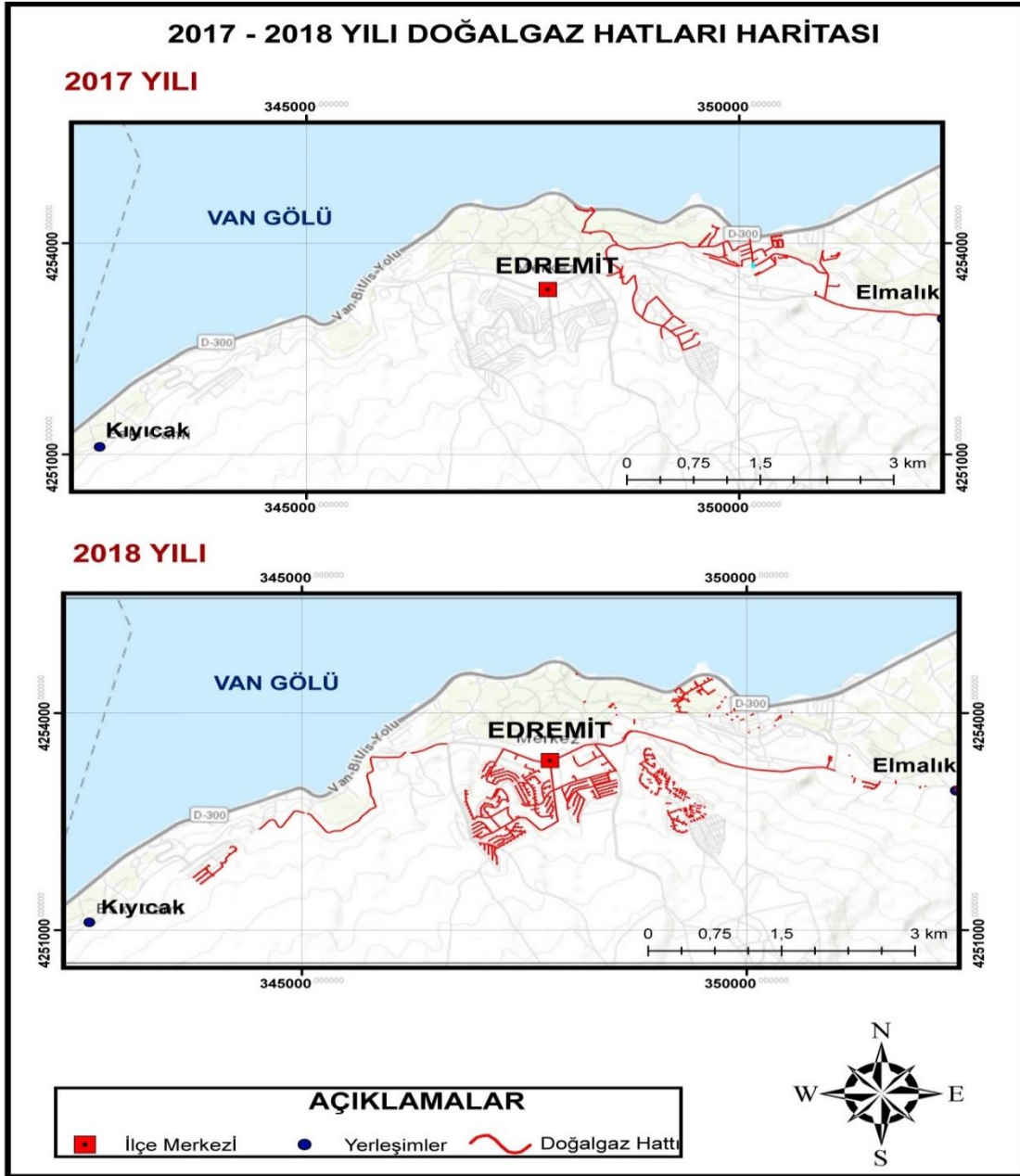
Sınıflandırmaların doğruluk değerleri

Yıllar	Kappa istatistik değeri (%)	Genel doğruluk (%)
2018 Ağustos	0,638455	0,715596
2019 Ağustos	0,697093	0,761468
2020 Ağustos	0,738211	0,794643
2021 Ağustos	0,7604	0,814159
2022 Ağustos	0,740981	0,79646

4.3.Doğalgazın Yıllara Göre Dağıtım Hatları Haritası ve Değerlendirilmesi

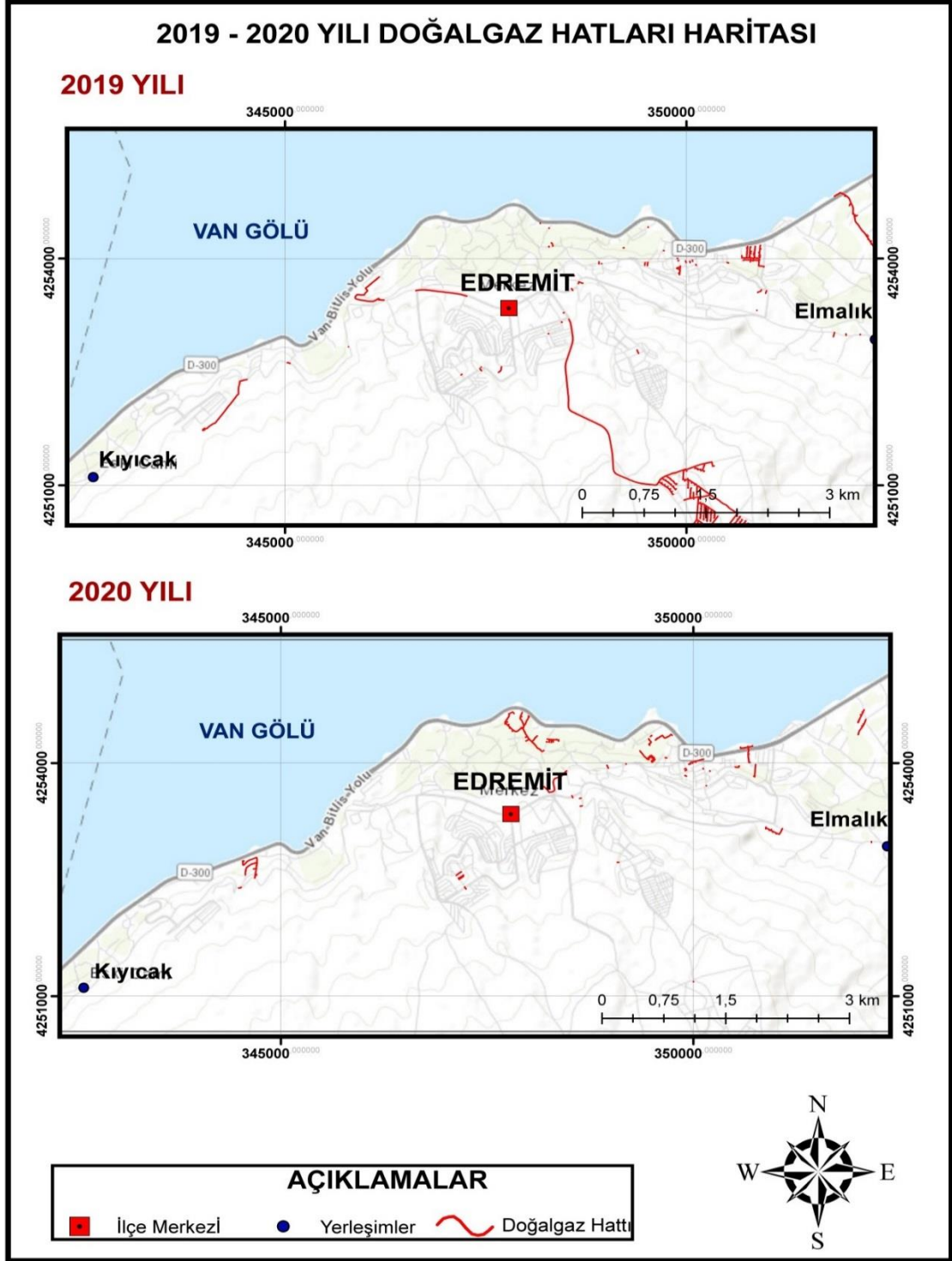
2017-2022 yılları arasında Edremit ilçesinde doğal gaz çalışmalarında bazı yıllarda artış gösterdiğini fakat bazı yıllarda ise talebin az olduğu görülmektedir. Talebin az olmasının nedeni insanların doğal gazı yeni tanımalarından kaynaklanmaktadır. Doğal gazın ekonomik, temiz ve konforlu olmasını öğrenen halk, doğal gaza olan taleplerinin her geçen gün artış gösterdiği söylenebilir. Aynı zamanda kömür kullanımının hem maliyetli hem de zahmetli olmasından dolayı doğal gaza olan talepleri bir kat daha arttığı söylenebilir. Çünkü doğal gazı sadece ısınma olarak değil aynı zamanda sıcak su maliyeti ve mutfakta tp maliyetini de içinde barındırdığından dolayı doğal gazın insanlara daha cazip bir yakıt olduğu görülmektedir. Tabi bunu sadece konut olarak düşünmemek gerek doğal gazın hem büyük işletmelerde kullanılması hem de sanayi sektörü alanlarında kullanımının yaygınlaştığı görülmektedir.

Yıllara ait doğal gaz kullanımının haritalandırılması



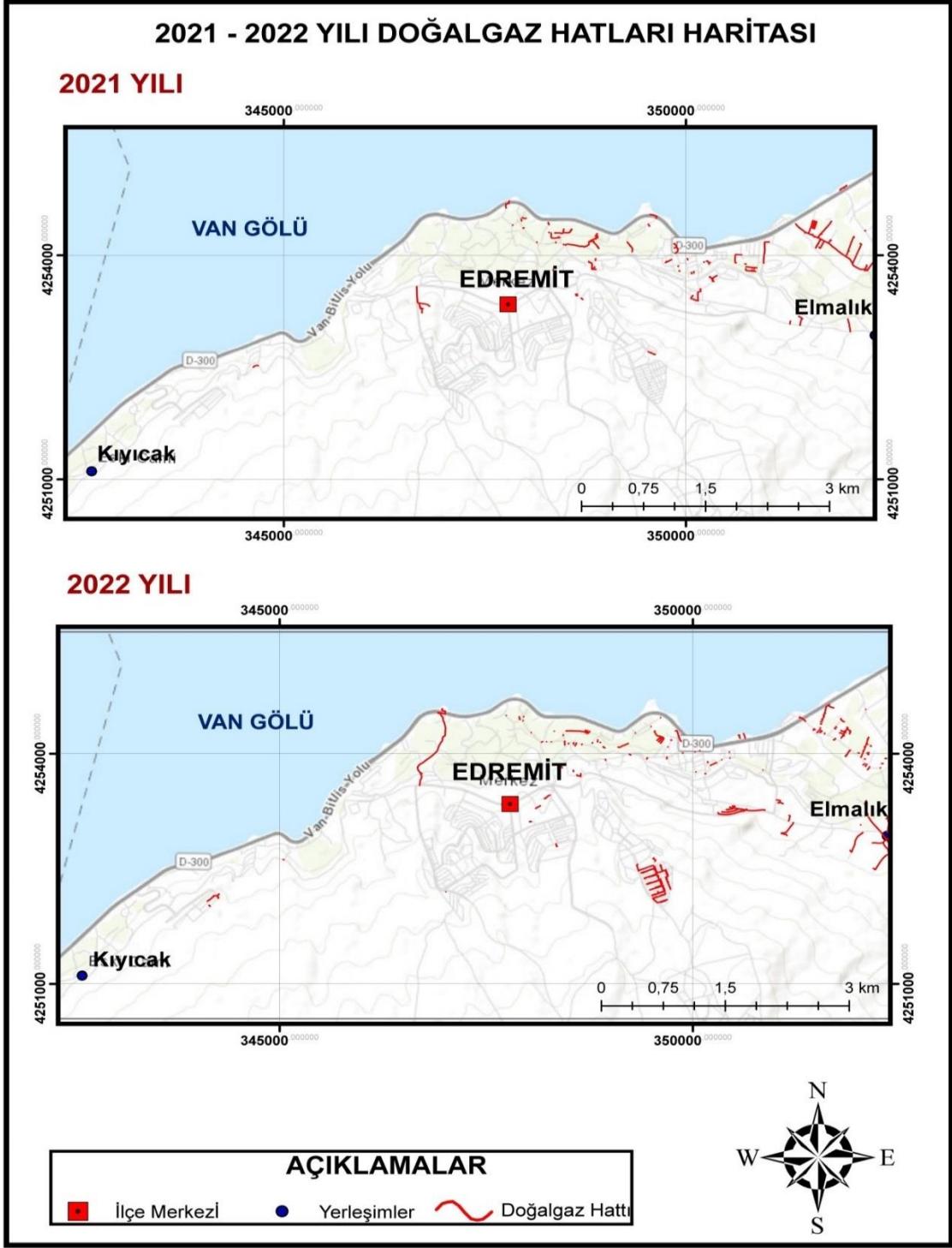
Şekil 16. 2017-2018 doğal gaz hattı

2017-2018 yılları arasında Edremit ilçesine bağlı mahalleler incelendiğinde, ilk yatırımların Elmalık, Yeni Cami ve Yeni Köy mahallelerine yapıldığı gözlemlenmiştir.



Şekil 17. 2019-2020 doğal gaz hattı

2019-2020 yılları arasında kiracılar TOKİ konutlarına yatırımın yapıldığı bilinmektedir. Ancak, 2020 yılında dünya genelinde yaşanan corona virüs salgını, ülkemizde doğal gaz sektöründe yapılan yatırımların azalmasına neden olmuştur.



Şekil 18. 2021-2022 doğal gaz hattı

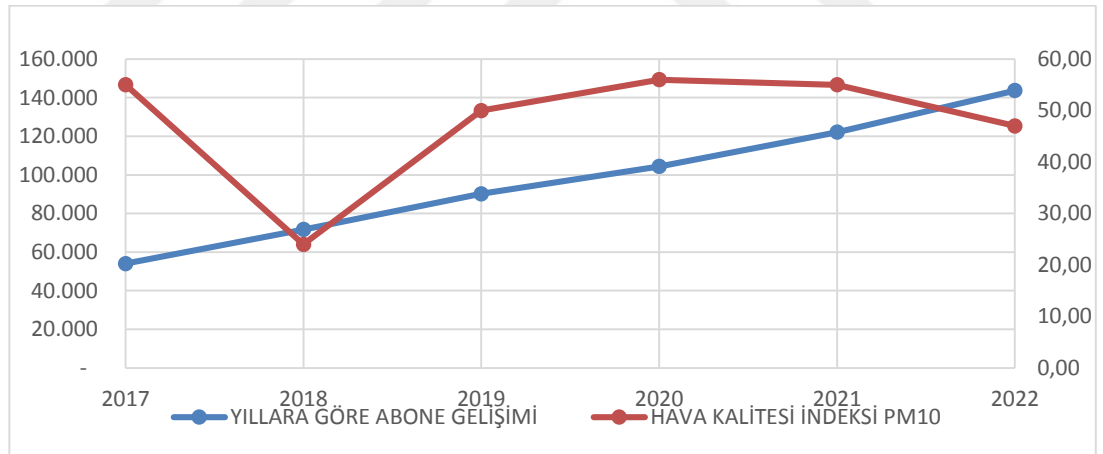
2021 ve 2022 yılları arasında ise abone sayısının %95'i, Edremit ilçesinde tamamlanmıştır.

4.4. PM10 ve SO2 Değerlerin Arazi Kullanımı ile İlişkilendirilmesi

Edremit ilçesinin yıllara ait doğal gaz kullanımının kirletici parametreden olan PM10 ve SO2 değerlerine olan etkisini inceleyebilmek için ilçeye ait hava kirletici baz istasyonu olması gerekmektedir. Fakat bu baz istasyonu sadece Van merkezde yer aldığından dolayı ilçeye ait hava kirliliğini inceleme ve değerlendirme yapılması mümkün olmamaktadır. Çünkü hava kalitesi izleme istasyonu sadece Van merkezde yer almaktadır. Eğer ki bu istasyon Edremit ilçesinde de yer almış olsaydı doğal gaz kullanımının, PM10 ve SO2 değerleri üzerindeki etkisini inceleme imkânı olabilirdi. Fakat Aksa Van Doğal Gaz şirketinin hazırlamış olduğu aylık raporda Van merkezindeki doğal gazın yıllara göre kullanımı sonucunda hava kalitesini etkileyen PM10 değerlerindeki değişimi aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Tablo 12

Aksa Van doğal gaz abonelerin yıllara ait pm10 ortalama değerler tablosu



4.5. Corine Arazi Kullanım Haritası ile Kontrollü Sınıflandırmanın Değerlendirilmesi

Kontrollü sınıflandırma sonucu; yerleşim alanlarının yıllara göre arttığı gözlemlenmiştir. Aynı şekilde corine sınıflandırmada da yerleşim alanlarının kısmen de olsa arttığı tespit edilmiştir.

Corine alt sınıftaki sınıflandırmada daha detaylı olarak incelediğimiz zaman 2012 yılında inşaat artıkları boşaltım alanlarının, 2018 yılında yer alan haritada bu alandaki yer maden çıkarma tesisleri olarak tespit edilmiştir. 2012 yılındaki inşaat artıkları bölgede yerini kesintili şehir yapısına bıraktığı görülmektedir. Çünkü bu alanda TOKİ konutlarının yapıldığı bilinmektedir.

2018-2019 yılları arasındaki kontrollü sınıflandırma değişimi ele alındığında; su yüzeyinin oranı 2019 yılında arttığı görülmektedir. 2018 yılında %34,58 olan su yüzeyi oranı, 2019 yılında %35,43 olarak çok az bir değişim olduğu tespit edildi. 2018 yılında yer alan çıplak yüzeylerin oranı, %1,43 olarak yer alırken, 2019 yılında bu oran %5,48 olarak bir artış göstererek yerini yerleşme alanına bıraktığı söylenebilir. Tabi bunu corine haritasında maden çıkarma tesisleri olarak yer aldığı görülmektedir. 2018 yılında mera alanları %6 oranına sahip iken 2019 yılında bu oranın %3,75 oranına düştüğü görülmektedir.

2020-2021 kontrollü sınıflandırma sonucunda mera alanlarında gözle görülebilecek bir değişim söylenmektedir. 2020 yılında %9,17 oranında olan mera alanın, 2021 yılında ise bu oran %0,34'e düştüğü görülmektedir.

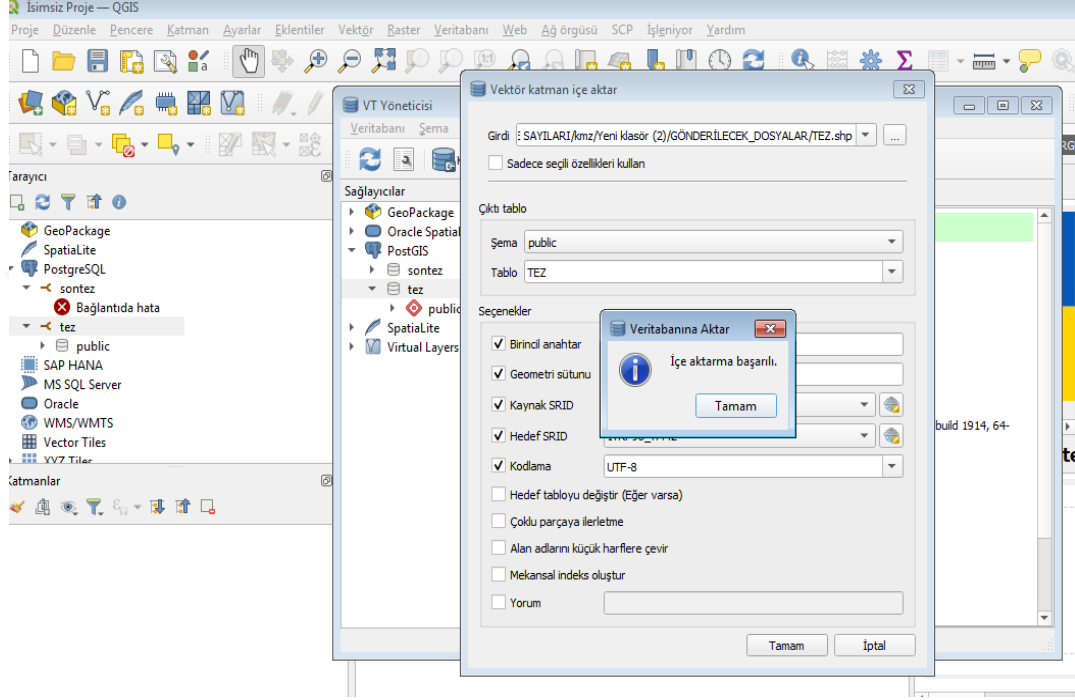
2018-2022 yıllarındaki değişimi ele alacak olursak; 2018 yılındaki %18,92 olan yerleşme oranı, 2022 yılında bu oran %22,01 olarak değişime uğramıştır. Bu değişimin en önemli etkeni 2011 yılında yaşanan Van depreminden sonra TOKİ konutları yapımının artmasıyla orantılı bir değişim olduğu düşünülebilir. 2018 yılında sulu tarım oranının %6,5 olarak yer aldığı kontrollü sınıflandırma sonucunda, 2022 yılında bu oran %8,8 orana yükselmiştir.

Edremit belediyesi ilçenin kıyı kesimlerinde yeşil alanların artmasına özen gösterdiği söylenebilir. Fakat bu görev, sadece belediye kurumuna ait değil insanların da bu bilince sahip olmaları gerekmektedir.

4.6.Verilerin Postgresql'de Sorgulanması

PostgreSQL ve Qgis programları ücretsiz olduğu için tez çalışmasında bu programlardan faydalanılmıştır. Qgis programı postgresQL (Pgadmin) programıyla bütünleşik olduğu bilinmektedir.

Qgis programına tez.shp.file dosyasını postgreSQL ilişkilendirerek menü toolbarında yer alan veritabanı alt kısmında veri tabanı yöneticisi yardımıyla ilçeye ait doğal gaz Edremit abone sayısını barındıran excel dosyasını veritabanı menü toolbarından ekleyerek postgreSQL ile ilişkilendirilmiştir (Şekil 19).



Şekil 19. PostgreSQL kısmında yeni bağlantı yapılması ve shp.file dosyasının aktarılması

Tez.shp.file adındaki dosya aktarıldıktan sonra bağlantı ismi tez olarak girilmiştir. Bu table dosyasına ait öznitelik verileri Şekil 20’de yer almaktadır.

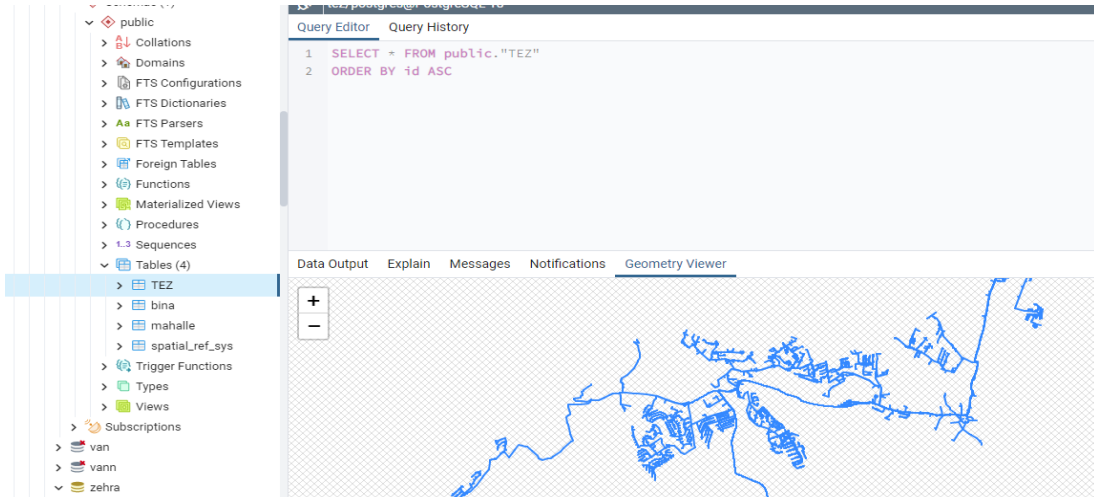
Bilgi	Tablo	Öznitelik	id	geom	objectid	alan	cevre	uzunluk	alan_adi
355	355	MULTILINESTR...	356		0	13.499144047328	13.499144047328	NULL	
356	356	MULTILINESTR...	357		0	13.4383843148268	13.4383843148268	NULL	
357	357	MULTILINESTR...	358		0	13.4701943935813	13.4701943935813	NULL	
358	358	MULTILINESTR...	359		0	13.4822912371124	13.4822912371124	NULL	
359	359	MULTILINESTR...	360		0	13.4826720271592	13.4826720271592	NULL	
360	360	MULTILINESTR...	361		0	13.4957012786297	13.4957012786297	NULL	
361	361	MULTILINESTR...	362		0	13.4671820737365	13.4671820737365	NULL	
362	362	MULTILINESTR...	363		0	13.4448283365015	13.4448283365015	NULL	
363	363	MULTILINESTR...	364		0	13.4940258263497	13.4940258263497	NULL	
364	364	MULTILINESTR...	365		0	12.8887501334849	12.8887501334849	NULL	
365	365	MULTILINESTR...	366		0	13.4930115981453	13.4930115981453	NULL	
366	366	MULTILINESTR...	367		0	13.441847677837	13.441847677837	NULL	

Şekil 20. Qgis’te öznitelik tablosunun görüntülenmesi

Qgis yazılımı PostgreSQL ile entegre olduğu bilinmektedir. Qgis yazılımında oluşturulan tez.shp.file dosyasını pgadminde ilişkilendirerek, postgresQL menü toolbarında table kısmında dosyalar oluşturulmuştur (Şekil 21 ve Şekil 22).

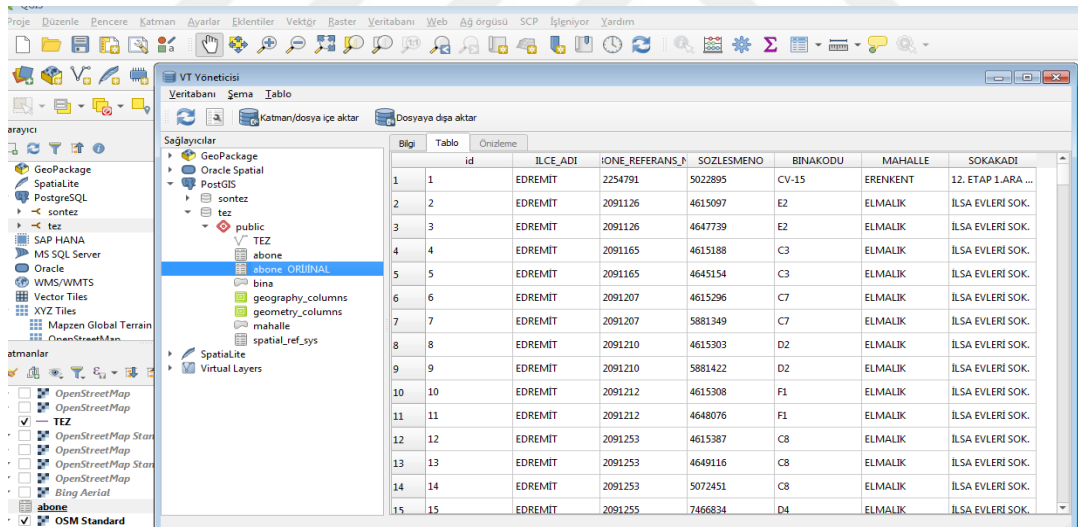
id	ILCE_ADI	ABONE_REFERANS_NO	SOZLESMENO	BINAKODU	MAHALLE	SOKAKADI
1						
2						
3						
4						
5						
6						

Şekil 21. Pgadmin’de Edremit tablosunun görüntülenmesi_1



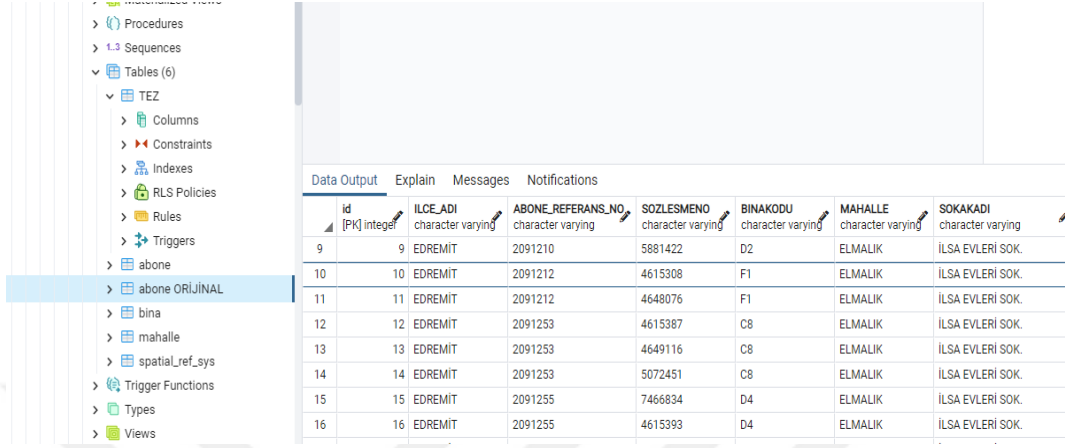
Şekil 22. Pgadmin’de Edremit tablosunun görüntülenmesi_2

Abone.csv excel dosyası, daha sonra QGIS'te bulunan veritabanı yöneticisi aracılığıyla ilişkilendirilmiş ve katman/dosya içe aktar işlemi gerçekleştirilmiştir (Şekil 23).



Şekil 23. Qgiste Edremit abone Excel dosyasının aktarımı

Excel dosyasındaki mahalle adları, bina kodları, sokak adları, enlem ve boylam değerleri gibi veriler, başarıyla pgAdmin (PostgreSQL) programına aktarılmıştır. Bu sayede, ilgili çalışmaların sorgulamaları kolaylıkla yapılabilmektedir (Şekil 24).



The screenshot shows the pgAdmin interface with a table named 'abone ORJINAL' selected. The table contains 8 columns: id, ILCE_ADI, ABONE_REFERANS_NO, SOZLESMENO, BINAKODU, MAHALLE, and SOKAKADI. The data is as follows:

id	ILCE_ADI	ABONE_REFERANS_NO	SOZLESMENO	BINAKODU	MAHALLE	SOKAKADI
9	EDREMIT	2091210	5881422	D2	ELMALIK	ILSA EVLERI SOK.
10	EDREMIT	2091212	4615308	F1	ELMALIK	ILSA EVLERI SOK.
11	EDREMIT	2091212	4648076	F1	ELMALIK	ILSA EVLERI SOK.
12	EDREMIT	2091253	4615387	C8	ELMALIK	ILSA EVLERI SOK.
13	EDREMIT	2091253	4649116	C8	ELMALIK	ILSA EVLERI SOK.
14	EDREMIT	2091253	5072451	C8	ELMALIK	ILSA EVLERI SOK.
15	EDREMIT	2091255	7466834	D4	ELMALIK	ILSA EVLERI SOK.
16	EDREMIT	2091255	4615393	D4	ELMALIK	ILSA EVLERI SOK.

Şekil 24. PostgreSQL Edremit abone Excel dosyasının görüntülenmesi

Postgresql, sınırsız veri tabanı saklamaktadır. Postgresql yazılımı ile coğrafik verilerin özniteliklerini ve grafik verilerini de saklamak mümkün olabilmektedir. Bu yazılım sayesinde; polygon, line ve multiline gibi grafik verileri kullanarak sorgulama yapma imkanı sunmaktadır.

Doğal gaz verileri, QGIS yazılımına başarılı bir şekilde aktarıldıktan sonra, PostgreSQL ile bu verilere ilişkilendirme yapmak mümkün olur. Bu entegrasyon sayesinde, doğal gaza ait excel verilerinde bulunan bilgileri daha etkili bir şekilde sorgulamak ve analiz etmek kolaylaşır.

BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Van İli Edremit ilçesinde doğal gaz kullanımının etkisi incelenmiştir. Ancak, ilçeye özgü PM10 ve SO2 konsantrasyonlarına dair veri elde etmek için özel bir hava izleme istasyonunun bulunmaması nedeniyle, bu parametrelerin hava kalitesine etkisi doğrudan değerlendirilememiştir. Yapılan genel bir kıyaslama, sadece Van merkezinde bulunan hava izleme istasyonu üzerinden gerçekleştirilmiştir. Bu kıyaslama sonucunda, Van merkezinde doğal gaza geçildikten sonra kirletici parametrelerde azalma olduğu ifade edilebilir.

Corine verilerinin 2012 ve 2018 yıllarına ait analizi sonucunda, kesintili şehir yapısının 2012 yılında %11,95'ten 2018 yılında %13,03'e genişlediği görülmüştür. Bu durum, ilçenin zaman içinde planlı ya da plansız bir şekilde yapılaşma eğiliminde olduğunu göstermektedir. Zira her geçen yıl artan inşaat alanları, şehirdeki yeşil alanların azalmasına yol açmış olabilir.

Sentinel-2A uydu görüntülerinde, 2018 ile 2022 yılları arasında yapılan sınıflandırma sonuçlarına göre, su yüzeylerinin azaldığı gözlemlenmektedir. Bu azalışın temel nedeni, genellikle yaz aylarının kurak geçmesinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca, kuru tarımın yıllar içinde arttığı veya azaldığı gözlemlenebilmektedir.

Doğal gazın ekonomik ve konforlu olması, ilçede inşaat faaliyetlerinin artmasına neden olmuştur. Aynı zamanda ilçenin sahip olduğu kıyının, yerleşimin artmasındaki diğer bir etken olduğu gözlemlenmektedir. Özellikle ülkedeki COVID-19 salgını nedeniyle insanların merkezi bölgelerden uzaklaşarak, nüfusu daha az olan alanlara yönelmesi bu artışın bir başka sebebi olarak belirtilebilir.

Van ili Edremit ilçesi, zorlu kış koşullarına sahip olduğundan, bölgede temiz yakıt kullanımının artırılması ve fosil yakıtların kullanımının azaltılması önemlidir. Aynı zamanda, çevre dostu yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek gereklidir. Rüzgâr enerjisi, güneş enerjisi, biyokütle enerjisi ve hidroelektrik enerji gibi kaynakların daha fazla kullanılmasıyla çevre kirliliği önlenmeli ve gelecek nesillere daha sağlıklı bir yaşam alanı bırakılmalıdır.

Sonuç olarak kentin zamanla nüfusunun arttığını ve yerleşiminin yapılan yapılaşmayla yaygınlaştığı sonucuna varılabilir.



KAYNAKÇA

- Akarsu, T. (2021). Erzurum’da Doğal Gaz Kullanımının Hava Kalitesine Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum.
- Akpınar, E. ve Başbüyük, A. (2011). “Jeoekonomik Önemi Giderek Artan Bir Enerji Kaynağı: Doğalgaz”. *Uluslararası Türk Dili Edebiyatı ve Tarihi Dergisi*, 6/3,119-136.
- Alınaner, Y. (2010). Emisyon Ölçümleri ve Sonuçların Ulusal-Uluslararası Mevzuata Göre Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, Ankara.
- Anthony, L., and Cox, T. (2018). “Socioeconomic and Particulate Air Pollution Correlates of Heart Disease Risk”. *Environmental Research*, 167, 386-392.
- Ataş, Ş. (2005). Doğal Gazın Özellikleri, Kullanım Alanları, Çevre ve Ekonomik Yönden İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Aydınlr, B., Güven, H., ve Kirksekiz, S. (2009). “Hava Kirliliği Nedir, Ölçüm ve Hava Kalite Modelleme Yöntemleri Nelerdir”. *Hava Kirliliği ve Modellemesi Dergisi*, 16(2), 83-91.
- Aydoğdu, M., Özdemir, Ş., Dedeoğlu, F., ve Mermer, A. (2012). “Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Ankara İli Yenimahalle İlçesindeki Tarım Alanlarının Amaç Dışı Kullanımının Belirlenmesi”. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 21(2), 57-64.
- Aygül, Ö. ve Baştuğ, S. (2020). “Deniz Taşımacılığı Kaynaklı Hava Kirliliği ve İnsan Sağlığına Etkisi”. *Journal Of Maritime Transport and Logistics*. (01), 26-40
- Berktaş, M. B. ve Bircan, A. (2003). “Effects of Atmospheric Sulphur Dioxide and Particulate Matter Concentrations on Emergency Room Admissions Due to Asthma in Ankara”. *Tüberküloz ve Toraks Dergisi*, 51(3), 231-238.

- Büyükkarakurt, A. ve Mutluoğlu, Ö. (2020). “Altyapı Bilgi Sistemi ve Konya Örneği”. *Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi*, 2(1), 10-16.
- Cengiz, M. A., Şenel, T., Terzi, E., Savaş, N., ve Terzi, Y. (2013). “Samsun Bölgesindeki Hava Kirliliğinin Neden Olduğu Hastalıkların İstatistiksel Modellenmesi”. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 3(8), 27-36.
- Cihangir, E. ve Şeremet, M. (2020). “Van’ın Edremit ilçesinde turizmin gelişimi: Rezilyans ve değişim”. *Türk Coğrafya Dergisi*, (74), 47-59.
- Comberd, A., Fisher, P., ve Wadsworth, R. (2005). “What is Land Cover?”. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 32(2), 199-209.
- COPERNICUS (2018). Sentinel 2-A uydu görüntüleri Erişim: 11 Mart 2023, <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>.
- COPERNICUS (2019). Sentinel 2-A uydu görüntüleri Erişim: 11 Mart 2023, <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>.
- COPERNICUS (2020). Sentinel 2-A uydu görüntüleri Erişim: 11 Mart 2023, <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>.
- COPERNICUS (2021). Sentinel 2-A uydu görüntüleri Erişim: 11 Mart 2023, <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>.
- COPERNICUS (2022). Sentinel 2-A uydu görüntüleri Erişim: 11 Mart 2023, <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>.
- COPERNICUS (2023). Sentinel 2-A uydu görüntüleri Erişim: 23 Haziran 2023, <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>.
- CORINE (2018). Raster ve vektör verileri. Erişim: 05 Mayıs 2023, <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc2018>
- CSB (2023). Hava kalitesi indeksi. Erişim: 26 Mart 2023 <https://sim.csb.gov.tr/SERVICES/airquality>
- Çevre Sağlığı Hava Kirliliği*, (2011). Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.

- Çiçek, İ., Türkoğlu, N., ve Gürgen, G. (2004). “Ankara’da Hava Kirliliğinin İstatistiksel Analizi”. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 14(2), 1-18.
- Demir, Y. A. ve Özgüven, A. (2020). “Van Gölü Edremit Kıyısı Yüzey Sularında Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması”. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 25, 831-848.
- Demir, M. (2021). “CORINE Sistemine Göre Kars İlinde Arazi Örtüsü/Arazi Kullanımı, Değişimi ve Projeksiyonu”. *Coğrafya Dergisi*, (43), 93-110.
- Dengiz, O. ve Turan, İ. D. (2014). “Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistem Teknikleri Kullanılarak Arazi Örtüsü/Arazi Kullanımı Zamansal Değişimin Belirlenmesi: Samsun Merkez İlçesi Örneği (1984-2011)”. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 1(1), 78-90.
- Dereli, M. A. (2019). “Sentinel-2A Uydu Görüntüleri ile Giresun İl Merkezi için Kısa Dönem Arazi Örtüsü Değişiminin Belirlenmesi”. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19, 361-368.
- Duran, Ş. Ve Şeker, D. Z. (2005). “Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Doğalgaz Uygulamaları ve Analizleri”. *10.Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, 28 Mart-1 Nisan 2005, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, Ankara.
- Edremit İlçesi Nüfusu, (2018)*. Ankara:Türkiye İstatistik Kurumu.
- European Communities, (2001). “Manuel of Concepts on Land Cover and Land Use Information Systems”. *Office for Official Publications of the European Communities*, 1-93.
- Farklı Formatlı Verilerin Postgresql aktarımı, (2019)*. Ankara: Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.
- Fertelli, A. (2020). “Sivas İlindeki Hava Kirliliğine Doğalgaz Kullanımının Etkileri”. *Mühendislik Bilim ve Araştırma Dergisi*, 2(2),18-23.
- Gençer, M., Başayığit, L., ve Akgül, M. (2014). “Eğirdir Gölü Koruma Zonları CORINE Arazi Kullanım Sınıflaması”. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 21, 26-38.

- Genel Doğal Gaz (2016)*. İstanbul: İstanbul Uygulamalı Gaz ve Enerji Teknolojileri Araştırma Mühendislik San. ve Tic. AŞ.
- Göksel, Ç., Balçık, F. B., Keskin, M., ve Çelik, B. (2016). “Uzaktan Algılama Teknolojisi ile Arazi Kullanımı Değişiminin Belirlenmesi; Mersin İl Bütünü ve Akdeniz İlçesi Örneği”. *6.Uzaktan Algılama- Cbs Sempozyumu*, 5-7 Ekim 2016, Adana. 363-369.
- Gültekin, A. H. ve Örgün, Y. (1993). “Doğal Gaz ve Çevre”. *Çevre Dergisi*,9, 37-41.
- Gümüş, M. G. (2016). Arkeolojik Uygulamalarda Coğrafi Bilgi Sistemleri Yoluyla Mekana Yönelik Analizler: Knidos Arkeolojik Alan Çalışması. Yüksek Lisans Tezi. Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.
- Hava Kalitesi İzleme Raporu, (2023)*. Ankara: Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.
- Hava Kirlenmeleri. (2019, 17 Mart). Erişim adresi: <https://ozgurzeydan.com.tr/cev715/Hava-Kirlenmeleri.pdf>.
- Hava Kirliliğine Çözüm:Doğalgaz, (2014)*. Ankara Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.
- İmal, M., Karapınar, Ç. ve Doğan, O. (2013). “Hava Kalitesine Doğalgazın Etkisi: Kahramanmaraş Örnek Çalışması”. *KSU Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16(2), 22-28.
- İncecik, S. (1994). “Hava Kirliliği”. *Teknik Üniversite Matbaası*, 26-41.
- Kalıpcı, E. ve Başer, V. (2019). “Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ve Hava Kalitesi Verileri Kullanılarak Türkiye’nin Hava Kirliliğinin Değerlendirilmesi”. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 9(2), 377-389.
- Kapluhan, E. (2014). “Coğrafi Bilgi Sistemleri’nin (Cbs) Coğrafya Öğretiminde Kullanımının Önemi ve Gerekliği”. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 29, 34-59.

- Karabaş, A. S. (2012). Kayseri İli Baz Alınarak Enerji, Gürültü ve Hava Kirliliği Haritalarının Coğrafi Bilgi Sistemi Yardımıyla Oluşturulması ve Analizi. Yüksek Lisans Tezi. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı, Kayseri.
- Karaman, M. (2021). “Grafit Cevherleşmelerinin Sentinel-2 Uydu Görüntülerinden Belirlenmesinde En Uygun Bant Kombinasyonları”. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 25, 749-757.
- Karaoğlu, M. ve Erdel, E. (2022). “İğdır İli Arazi Kullanımı/Örtü Değişiminin Corine İzlemesi İle Değerlendirilmesi”. *İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12(4), 2543-2557.
- Kök, F. (2018). Var Olan / Yeni Planlanacak Kentlerde Hava Kirliliğini Önleyecek/ Azaltacak Yöntem İçin Verilerin Toplanması / Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Hasan Kalyoncu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı, Gaziantep.
- Kudal, S. (2009). Hava Kirliliğinin Çevresel ve Mekansal Modellenmesi, Analizi ve Tematik Haritalarla Görselleştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul
- Önder, Y. E. ve Kavazoğlu, T. (2020). “Açık Kaynak Kodlu CBS Yazılımları ile Trafik Kaza Yoğunluk Analizleri: İstanbul Örneği”. *Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi*, 2(1), 01-09.
- Özer, F. (2013). Karabük’te Doğalgaz Kullanımının Hava Kirliliğinin Azaltılmasına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Karabük.
- Öztürk, D. ve Bayram, T. (2019). “Van İli Kent Merkezinde Hava Kirliliği”. *BEÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 8839, 1142-1153.
- Partikül madde nedir?. (2021, 22 Mart). Erşim adresi: <https://www.indyturk.com/node/440731>
- Rüstemov, V. (2014). “Coğrafi Bilgi Sistemleri ve 3D Modelleme”. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 16, 146-150.

- Sarı, H. ve Özşahin, E. (2016). "CORINE Sistemine Göre Tekirdağ İlinin AKAÖ (Arazi Kullanımı/Arazi Örtüsü) Özelliklerinin Analizi". 30(B), 13-26.
- Sentinel-2A uydu görüntüleri (2023). Erişim: 23 Haziran 2023, <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>
- Somuncu, M., Akpınar, N., Kurum, E., Çabukkaya, N., ve Eceral, T.Ö. (2010). "Gümüşhane İli Yaylalarındaki Arazi Kullanımı ve İşlev Değişiminin Değerlendirilmesi: Kazıkbeli ve Alistire Yaylaları Örneği". *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 2(2), 107-127.
- Sünsüli, M. ve Kalkan, K. (2022). "Sentinel-5p Uydu Görüntüleri İle Azot Dioksit (NO₂) Kirliliğinin İzlenmesi". *Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi*, 4(1), 01-06.
- Sürekli İzleme İstasyonu*, (2023). Ankara: Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.
- Taysun, Ş. K. ve Taysun, A. (2021). "Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistem Teknikleri Kullanılarak Manisa Akselendi Ovası'nda Arazi Kullanım/Örtüsündeki Zamansal Değişiminin İzlenmesi". *Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16, 169-177.
- Tecer, L. H. (2011). "Hava kirliliği ve sağlığımız". *Balıkesir Üniversitesi Bilim ve Aklın Aydınlığında Eğitim Dergisi*, 135, 15-29.
- Tecim, V. (1999). "Bilgi Teknolojilerinde Yeni Bir Gelişme:Coğrafi Bilgi Sistemleri Ve Bilgi Sistemleri Arasındaki Yeri". *D.E.Ü.İ.İ.B.F*, 14, 1-12.
- Türker, H. B. (2021). "Uşak İlinin Arazi Örtüsü Değişiminin Corine Verileri Doğrultusunda İncelenmesi". *Turkish Journal of Forest Science*, 5(2), 634-650.
- Uğurlu, O. (2021). Konya İli'nde Hava Kirliliğine Etki Eden Faktörlerin Mekânsal Analizi. Yüksek Lisans Tezi. Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.
- Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı*, (2023). Ankara: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.

- Umutlu, H. ve Bayraç, N. (2020). “Türkiye’de Doğal Gaz Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki:Granger Nedensellik Analizi”. *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Derneği*, 20, 217-226.
- Uzun, İ. H. (2013). Doğal Gaz Alt Yapı ve Adres Bilgi Sistemlerinin Oluşturulması Ve Entegrasyonu. Yüksek Lisans Tezi. Bülent Ecevit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı, Zonguldak.
- Üyük, A., Uzun, A. ve Çardak, Ç. (2020). “Corine Verileri İle Değişim Analizi, Denizli İli Örneği”. *Türkiye Peyzaj Araştırmaları Dergisi*, 3:2, 97-107.
- Van İli Maden Haritası*. Ankara: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü.
- Yetiş, A. D. ve Özgüven, A. (2020). “Van Gölü Edremit Kıyısı Yüzey Sularında Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması”. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 25(2), 831-848.
- Yıldız, A., Çay, Y. ve Özer, F. (2012). “Karabük İlindeki Hava Kirliliğinin Doğal Gaz Kullanımı İle Değişimi”. *Tarih Kültür ve Sanat Araştırmaları Dergisi*, 4, 497-506.
- Yıldızay, H. D. (2005). Kütahya’da Doğalgaz Kullanımının Hava Kalitesine Etkilerinin İrdelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Kütahya.
- Yılmaz, O. Y. (2006). “Coğrafi Bilgi Teknolojilerinde Özgür Yazılım”. *Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetim Dergisi*, 2, 36-44.
- Yılmaz, S. ve Öz, I. S. (2004). “Erzurum Kentinde Hava Kirliliğine Karşı Halkın Duyarlılığının Belirlenmesi”. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(2), 199-206.
- Yiğit, A. Y. ve Kaya, Y. (2020). “Sentinel-2A uydu verileri kullanılarak sel alanlarının incelenmesi: Düzce örneği”. *Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi*, 2(1), 01-09.
- WHO (1992). “Urban Air Pollution in Megacities of the World”. *United Nations Environment Programme*, 7-13.