



T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



ORTAÖĞRETİM SOSYAL ALANLAR EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
COĞRAFYA ÖĞRETMENLİĞİ PROGRAMI
DOKTORA TEZİ

DENİZLİ ÇÜRÜKSU HAVZASI'NIN HAVA KİRLİLİĞİ
ÖRNEĞİNDE ARAZİ KULLANIM DURUMU VE ÇEVRE
BİLİNCİ AÇISINDAN ÖNEMİ

TÜLAY AYGÖREN

İzmir
2020

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM SOSYAL ALANLAR EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
COĞRAFYA ÖĞRETMENLİĞİ PROGRAMI
DOKTORA TEZİ

DENİZLİ ÇÜRÜKSU HAVZASI'NIN HAVA KİRLİLİĞİ
ÖRNEĞİNDE ARAZİ KULLANIM DURUMU VE ÇEVRE
BİLİNCİ AÇISINDAN ÖNEMİ

TÜLAY AYGÖREN

DANIŞMAN
Prof. Dr. Hasan ÇUKUR

İzmir
2020

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Doktora tezi olarak sunduğum “DENİZLİ ÇÜRÜKSU HAVZASI’NIN HAVA KİRLİLİĞİ ÖRNEĞİNDE ARAZİ KULLANIM DURUMU VE ÇEVRE BİLİNCİ AÇISINDAN ÖNEMİ” adlı çalışmanın içerdėđi fikri izinsiz başka bir yerden almadığımı; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında ve bölümlerinin yazımında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada kullanılan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yaptığımı ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi, ayrıca bu çalışmanın Dokuz Eylül Üniversitesi tarafından kullanılan bilimsel intihal tespit programıyla tarandığını ve *intihal içermediğini* beyan ederim. Herhangi bir zamanda aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonuca razı olduğumu bildiririm.



20/04/2020

Tülay AYGÖREN



DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU



Tarih: 27/05/2020

Tez Başlığı:

Denizli Çürüksu Havzası'nın Hava Kirliliği Örneğinde Arazi Kullanım Durumu ve Çevre Bilinci Açısından Önemi

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 296 sayfalık kısmına ilişkin, 15/05/2020 tarihinde **tez danışmanım tarafından** Dokuz Eylül Üniversitesi Kütüphane ve Dokümantasyon Daire Başkanlığı'nın sağladığı İntihal Tespit Programından (Turnitin-Tez İntihal Analiz Programı) aşağıda belirtilen **filtreleme tiplerinden biri** (uygun olanı işaretleyiniz) uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezin benzerlik oranı % 9'dur.

- <http://www.kutuphane.deu.edu.tr/turnitin-tez-intihal-analiz-programi/> adresindeki Tez İntihal Analiz Programı

Kullanım Kılavuzunu okudum ☒

Filtreleme Tipi 1 (Maksimum %15) ☒

Filtreleme Tipi 2 (Maksimum %30) ☐

- ☒ Kabul/Onay ve Bildirim sayfaları hariç,
- ☒ Kaynakça hariç,
- ☒ Alıntılar dâhil,
- ☒ Altı (6) kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç.

- ☐ Kabul/Onay ve Bildirim sayfaları hariç,
- ☐ Kaynakça dâhil,
- ☐ Alıntılar dâhil.

EK 1- İntihal Tespit Programı Raporu İLK SAYFA Çıktısı. ☒

EK 2- İntihal Tespit Programı Raporu (Tümü) Cd İçinde. ☒

Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Uygulama Esasları'nı inceledim ve yukarıda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

Adı Soyadı : Tülay AYGÖREN
Öğrenci No : 2003950105
Anabilim Dalı : Ortaöğretim Sosyal Alanlar Eğitimi
Programı : Coğrafya Öğretmenliği Doktora Programı
Statüsü : Yüksek Lisans ☐ Doktora ☒

ÖĞRENCİ

Tülay AYGÖREN
27/05/2020

DANIŞMAN

Prof. Dr. Hasan ÇUKUR
27/05/2020

Açıklamalar

- 1: Bu formu teslim etmeden önce sizden istenen bilgileri uygun kutucuğu (☐) işaretleyerek doldurunuz.
Kullanıcı şifre vb. konusunda sorun yaşanması durumunda Üniversitemiz Merkez Kütüphanesinde bulunan Turnitin yetkilisine (Ali Taş Tel: +90 (232) 3018026 veya ali.tas@deu.edu.tr) başvurunuz.
- 2: Yüksek Lisans/Doktora Tez Çalışması Orijinallik Raporu* formu tezin ciltlenmiş ve elektronik nüshalarının içerisinde ekler kısmında yer alır.
- 3: Tez savunmasında düzeltme alınması durumunda bu form güncellenerek yeniden hazırlanır.
- 4: Turnitin-Tez İntihal Analiz Programına yükleme yapılırken Dosya Başlığı (document title) olarak **tez başlığının tamamı**, Yazar Adı (author's first name) olarak **öğrencinin adı**, Yazar Soyadı (author's last name) olarak **öğrencinin soyadı** bilgisini yazınız.

TEŞEKKÜR

Uzun, yoğun ve sabırla yapılan çalışmalar sonucunda doktora tezimi tamamlamış bulunmaktayım. Bundan dolayı bu süreçte yanımda olan ve bana yol gösteren çok sayıda hocalarım, dostlarım ve aile yakınlarıma teşekkür borcum vardır. Onların emeklerini anmadan geçmem olmazdı elbette:

Bu zorlu, bir o kadar da anlamlı süreçte her zaman yanımda olan, bilim yolculuğunda doğru olanı bulmamda ve ifade etmemde rehberlik eden değerli danışman hocam Prof. Dr. Hasan Çukur'a sonsuz teşekkür ediyorum.

Tez izleme komitesinde yer alan ve bu süreçte maddi, manevi desteklerini benden esirgemeyen; çalışmama kattıkları değer yanında bana gösterdikleri anlayış için de canım hocalarım Prof. Dr. Raziye Çakıcıoğlu Oban ve Doç. Dr. Ali Ekber Gülersoy'a çok teşekkür ediyorum. Önerileriyle tezimin tamamlanmasında katkı sağlayan Doç. Dr. Güzin Kantürk Yiğit ve Dr. Öğr. Üyesi Nalan Altay hocalarıma ayrı ayrı teşekkür ediyorum. Tezimde analiz sürecinde desteklerini esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Umut Uyar, Dr. Öğr. Üyesi Sinem Kangallı Uyar ve Arş. Gör. S. Göksal Kelten'e çok teşekkür ediyorum.

Bu süreçte, her zaman bana tecrübeleri ile yol gösteren ve aralarında görev yapmaktan onur duyduğum Sosyal Bilgiler Eğitimi ABD hocalarım; Prof. Dr. Süleyman İnan, Prof. Dr. Mithat Aydın, Prof. Dr. Tahir Kodal ve Doç. Dr. Feyyaz Karaca'ya çok teşekkür ediyorum. Bana kütüphanesini açarak coğrafya kaynak konusunda her zaman destek olan çok değerli hocam Doç. Dr. Abdullah Uğur'a ayrıca teşekkür ediyorum. Yorgun düştüğüm anlarda bana her zaman destek olan dostlarım Canan, Melek, Fadime ve Gülten'e çok teşekkür ediyorum.

Özel olarak anmam gereken bir isim şu anda fiziki varlığıyla yanımda olmayan; fakat manevî varlığıyla her zaman bizimle olan, akademik yolculukta kişiliğini örnek aldığım çok değerli hocamız Dr. Öğr. Üyesi Kemal Daşcıoğlu'nu da rahmetle anıyorum.

Doktora tezimle ilgili bütün süreçleri benimle yaşayan, sevgileriyle bana güç veren canım anneme/babama, kızım Zeynep Naz'ıma, oğlum Mustafa Mesut'uma ve eşim Hakan Aygören'e tüm kalbimle sonsuz teşekkür ediyorum.

Bu zorlu süreçte, iyi bir akademisyenliğin yanında iyi bir insan olmak gerektiği duygusunu da kazandıran isimleri sayılamayacak kadar çok olan, manevi destekleriyle her zaman yanımda hissettiğim çok değerli dostlarıma gönülden sonsuz teşekkürlerimi ve sevgilerimi sunuyorum.

Nisan/2020

Tülay AYGÖREN

İÇİNDEKİLER

ÖZET	xiv
ABSTRACT.....	xvii
BÖLÜM I.....	1
GİRİŞ	1
1.1. Problem Durumu	6
1.2. Amaç ve Önem.....	8
1.3. Problem Cümlesi / Alt Problem Cümleleri	9
1.4. Sınırlılıklar	10
1.5. Varsayımlar	10
1.6. Tanımlar	11
1.7. Kısaltmalar	11
BÖLÜM II	12
İLGİLİ ARAŞTIRMALAR	12
BÖLÜM III	16
YÖNTEM	16
3.1. Araştırmanın Modeli / Deseni	16
3.2. Evren / Örneklem	16
3.3. Veri Toplama Süreci ve Araçları.....	16
3.4. Verilerin Analizi.....	17
BÖLÜM IV	21
BULGULAR.....	21
4.1. DENİZLİ ÇÜRÜKSU ÇAYI HAVZASI’NIN GENEL FİZİKİ COĞRAFYA ÖZELLİKLERİ VE HAVA KİRLİLİĞİ	21
4.1.1. Araştırma Alanının Yeri ve Sınırları	21
4.1.2. Çürüksu Çayı Havzası’nın Genel Jeolojik/Litolojik Özellikleri.....	23
4.1.3. Çürüksu Çayı Havzası’nın Genel Jeomorfolojik Özellikleri ve Hava Kirliliğine Etkisi	27
4.1.4. Çürüksu Çayı Havzası’nın İklim Özellikleri ve Hava Kirliliğine Etkisi	52
4.1.4.1. Jenetik-Dinamik Faktörler.....	53
4.1.4.2. İklimin Temel Unsurları.....	57
4.1.4.2.1. Basınç.....	57
4.1.4.2.2. Rüzgârlar	59
4.1.4.2.3. Sıcaklık.....	64
4.1.4.2.4. Yağış Durumu	74
4.1.4.2.5. Bulutluk Derecesi, Açık ve Kapalı Günler Sayısı	86
4.1.4.2.6. Bağlı (Nisbi) Nemlilik ve Su buharı Basıncı.....	89

4.1.4.3. İklim Özelliklerine Toplu Bakış.....	91
4.1.5. Çürüksu Çayı Havzası'nın Vejetasyon Özellikleri.....	93
4.1.6. Çürüksu Çayı Havzası'nın Toprak Özellikleri	97
4.1.7. Çürüksu Çayı Havzası'nın Genel Hidrografik Özellikleri	100
4.1.8. Çürüksu Çayı Havzası'nda Arazi Kullanımı	102
4.1.8.1. Çürüksu Çayı Havzası'nda Arazi Yetenek Sınıflandırması	102
4.1.8.2. Çürüksu Çayı Havzası'nda Arazi Kullanımı.....	109
4.1.8.2.1. Orman, Maki-Garig Alanları.....	110
4.1.8.2.2. Tarım Alanları	110
4.1.8.2.3. Mer'a Alanları	111
4.1.8.2.4. Yerleşim Alanları	111
4.1.8.2.5. Diğer Alanlar.....	112
4.2. ÇÜRÜKSU ÇAYI HAVZASI'NIN GENEL BEŞERİ-EKONOMİK COĞRAFYA ÖZELLİKLERİ VE HAVA KİRLİLİĞİ	117
4.2.1. Çürüksu Çayı Havzası'nda Hava Kirliliğinin Nedenleri.....	117
4.2.1.1. Nüfus Özellikleri	117
4.2.1.2. Şehirleşme	123
4.2.2. Çürüksu Çayı Havzası'nda Hava Kirliliğine Etki Eden Beşeri Faktörler	129
4.2.2.1. Konut Sayısı, Isınma Ve Yakıt Durumu	129
4.2.2.2. Sanayi Faaliyetleri.....	135
4.2.2.3. Taşıtlar ve Ulaşım	139
4.3. ÇÜRÜKSU ÇAYI HAVZASI'NIN HAVA KALİTESİ	147
4.3.1. Hava Kirliliği ve Özellikleri.....	147
4.3.1.1. Hava Kirleticileri, Özellikleri ve Etkileri	153
4.3.1.2. Hava Kalitesi ve Yönetimi	157
4.3.1.3. Türkiye'de Hava Kalitesi İle İlgili Çalışmalar	160
4.3.2. Çürüksu Çayı Havzası'nda Hava Kirliliği.....	161
4.3.2.1. Hava Kalitesi Ölçüm İstasyonu Konumu ve Özellikleri	161
4.3.2.2. Çürüksu Çayı Havzası'nda Hava Kirleticilerinin Zamansal Değişimi.....	163
4.3.2.2.1. Çürüksu Çayı Havzası'nda PM ₁₀ Zamansal Değişimi	164
4.3.2.2.2. Çürüksu Çayı Havzası'nda SO ₂ 'nin Zamansal Değişimi	168
4.3.2.3. Çürüksu Çayı Havzası'nda Hava Kirleticilerinin (PM ₁₀ -SO ₂) Meteorolojik Unsurlarla İlişkisi	173
4.3.2.4. Çürüksu Çayı Havzası'nda Hava Kirliliğinin Mekânsal Dağılımı	183
4.4. ÇÜRÜKSU ÇAYI HAVZASI'NDA HAVA KİRLİLİĞİ VE SOLUNUM YOLU HASTALIKLARI ARASINDAKİ İLİŞKİ	191
4.4.1. Çürüksu Çayı Havzası'nda Solunum Yolu Hastalıklarının Zamansal Değişimi ...	192
4.4.1.1. Astım Hastalığının Zamansal Değişimi.....	193

4.4.1.2. Akut Bronşit Hastalığının Zamansal Değişimi	194
4.4.1.3. KOAH ve Diğer Akciğer Hastalıkları	195
4.4.2. Çürüksu Çayı Havzası'nda Hava Kirliliği ile Solunum Yolu Hastalıkları Arasındaki İlişki	196
4.4.2.1. PM ₁₀ Kirlilik ve Hasta Sayısı Değişim İlişkisi	198
4.4.2.2. SO ₂ Kirlilik ve Hasta Sayısı Değişim İlişkisi	201
4.4.3. Çürüksu Çayı Havzası'nda Meteorolojik Özellikler ile Solunum Yolu Hastalıkları Arasındaki İlişki	204
4.4.4. Çürüksu Çayı Havzası'nda Topografik Özellikler ile Solunum Yolu Hastalıkları Arasındaki İlişki	206
4.4.5. Çürüksu Çayı Havzası'nda Solunum Yolu Hastalıklarının Mekânsal Dağılımı ...	210
4.4.5.1. Alansal Coğrafi Dağılım	211
4.4.5.2. Mekânsal Analiz.....	217
4.4.5.3. Mekânsal kümeleme.....	217
4.4.5.4. Mekânsal İstatistikler	218
4.4.5.5. ArcGIS CBS Mekânsal Analiz.....	223
4.5. ÇÜRÜKSU ÇAYI HAVZASI'NDA ÇEVRE BİLİNCİ.....	228
BÖLÜM V	239
TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER.....	239
KAYNAKÇA.....	252

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1 Çürüksu Çayı Havzası'nın yükselti basamakları.....	37
Tablo 2 Çürüksu Çayı Havzası'nın eğim durumu (%).....	40
Tablo 3 Çürüksu Çayı Havzası'nın bakı durumu.....	43
Tablo 4 Çürüksu Çayı Havzası'nda Sezer'e göre karasallık durumu.....	56
Tablo 5 Araştırma alanında Rubinstein yöntemine göre hâkim rüzgâr durumu	62
Tablo 6 Beaufort hava devinimi ölçeği	63
Tablo 7 Araştırma alanında toplam yağış miktarının mevsimlere göre durumu (%).....	81
Tablo 8 Denizli, Sarayköy, Acıpayam'da mevsimlere göre yağış şiddet sınıflandırması (1980-2016).	83
Tablo 9 Araştırma alanı ve çevresinde ortalama karlı, kar örtülü gün sayısı ile en yüksek kar kalınlığı (cm).....	86
Tablo 10 Araştırma alanı ve çevresinde diğer iklim elemanlarının (yağışlı-karlı-kapalı-açık-donlu gün sayısı) durumu.....	87
Tablo 11 Araştırma alanının Thorntwaite yöntemine göre iklim sınıflandırması.	91
Tablo 12 Araştırma alanı ve çevresinde iklim tiplerinin durumu ve dağılımı.	93
Tablo 13 Arazi kabiliyet sınıfları ve özellikleri.....	103
Tablo 14 Çürüksu Çayı Havzası topraklarının arazi yetenek sınıflarına göre dağılımı.....	103
Tablo 15 Çürüksu Çayı Havzası'nda arazi yetenek sınıflarının arazi kullanım bakımından dağılımı.	108
Tablo 16 Çürüksu Çayı Havzası'nın halihazır arazi kullanım durumu.....	112
Tablo 17 Denizli şehrinde 1985-2015 döneminde arazi kullanımındaki değişiklikler.	115
Tablo 18 Denizli şehrinin 1927-1950 arasında nüfus miktarı (TÜİK, 1980).	118
Tablo 19 Çürüksu Çayı Havzası, Denizli ve Türkiye'nin nüfus miktarı.....	118
Tablo 20 Çürüksu Çayı Havzası, Denizli ve Türkiye'nin yıllık nüfus artış oranı (%).	120
Tablo 21 Çürüksu Çayı Havzası, Denizli ve Türkiye'nin aritmetik nüfus yoğunluğu (1980-2018).	121
Tablo 22 Çürüksu Çayı Havzası'nda konut sayısı (2010-2017)	130
Tablo 23 Denizli şehrinde satılan katı yakıt miktarı (ton) (2010-2016)	130
Tablo 24 Denizli şehrinde evsel ısınmada kullanılan katı yakıt miktarı ve özellikleri (2016)	131
Tablo 25 Denizli şehrinde doğalgaz abone sayıları ve kullanım miktarı (Denizli-Enerya)	132
Tablo 26 Bazı yakıt türleri, yakıt tüketim-maliyetleri ve CO ₂ salınımları.....	133
Tablo 27 Denizli Organize Sanayi Bölgesi'nde üretim dalları ve tesis sayısı (2017)	136

Tablo 28 DOSB’de firma sayısı, kullanılan enerji kaynaklarının dağılımı ve miktarı (2013-2017).....	137
Tablo 29 Taşıt tipleri ve kirletici miktarları (Öztürk, 2006)	142
Tablo 30 Taşıt cinsi ve kirletici emisyon miktarı	143
Tablo 31 Denizli şehrinde önemli kavşaklar ve taşıt sayısı (17 Ekim 2018)	144
Tablo 32 Hava kirleticileri, kirlilik kaynakları ve etkileri	155
Tablo 33 Havadaki partikül madde miktarı ve etki durumu.	156
Tablo 34 SO ₂ ve PM ₁₀ kirleticilerinin sınır değeri.....	159
Tablo 35 Araştırma alanında bulunan hava kalitesi izleme istasyonlarının özellikleri.....	162
Tablo 36 Denizli şehrinde PM ₁₀ ’un zamansal değişimi (2005-2016).....	164
Tablo 37 Denizli şehrinde PM ₁₀ ’nun mevsimlere göre dağılımı.....	165
Tablo 38 Denizli şehrinde PM ₁₀ ’un uzun vadeli sınır değeri aştığı gün sayısı (2013-2016).....	166
Tablo 39 Denizli şehrinde SO ₂ ’nin zamansal değişimi (2005-2016).....	168
Tablo 40 Denizli şehrinde SO ₂ ’nin uzun vadeli sınır değeri aştığı gün sayısı (2013-2016)	169
Tablo 41 Denizli şehrinde meteorolojik unsurlar ile PM ₁₀ ve SO ₂ ’nin aylık değişimi (2013-2014).....	173
Tablo 42 Denizli şehrinde meteorolojik unsurlar ile PM ₁₀ ve SO ₂ ’nin aylık değişimi (2015-2016).....	174
Tablo 43 Meteorolojik unsurlar (basınç, rüzgâr, sıcaklık, bulutluluk, nem) ile PM ₁₀ ve SO ₂ arasındaki ilişki (2013-2016).....	176
Tablo 44 PM ₁₀ ile meteorolojik unsurlar (basınç, rüzgâr, sıcaklık, bulutluluk) arasındaki regresyon sonuçları	177
Tablo 45 SO ₂ ile meteorolojik unsurlar (basınç, rüzgâr, sıcaklık, bulutluluk) arasındaki regresyon sonuçları	177
Tablo 46 SO ₂ ve PM ₁₀ kirleticilerinin rüzgâr yönleriyle ilişkisi	179
Tablo 47 Türkiye’de 4 bölgeye göre kuvvetli ve ekstrem toz ve kum olaylarının dağılımı (2000-2017).....	180
Tablo 48 Denizli şehrinde meteorolojik unsurların PM ₁₀ ve SO ₂ üzerindeki açıklama oranı	181
Tablo 49 Çürüksu Çayı Havzası’nda astım hasta sayısının aylık değişimi (2013-2016) ..	193
Tablo 50 Çürüksu Çayı Havzası’nda akut bronşit hasta sayısının aylık değişimi (2013-2016)	195
Tablo 51 Çürüksu Çayı Havzası’nda KOAH ve diğer akciğer hastalıkları hasta sayısının aylık değişimi (2013-2016).....	195

Tablo 52 Denizli şehrinde hava kirliliği ile hasta başvuruları arasında ilişkiyi gösteren regresyon modeli.....	197
Tablo 53 Çürüksu Çayı Havzası'nda logkirlilik ile hasta başvuruları arasında nedensellik ilişkisini gösteren Granger-nedensellik analizi	198
Tablo 54 Değişkenler arası korelasyon matrisi (PM_{10}).....	199
Tablo 55 Çürüksu Çayı Havzası'nda solunum yolu hastalıkları hasta sayısı ile PM_{10} arasındaki ilişki (2013-2016).....	200
Tablo 56 Çürüksu Çayı Havzası'nda solunum yolu hastalıkları hasta sayısı ile SO_2 arasındaki ilişki (2013-2016).....	202
Tablo 57 Çürüksu Çayı Havzası'nda basınç, rüzgâr, sıcaklık ve yağış ile astım, akut bronşit ve KOAH arasındaki ilişki	205
Tablo 58 Çürüksu Çayı Havzası'nda 2013-2016 döneminde solunum yolu hastalıklarının yükseklik basamaklarına göre dağılımı	207
Tablo 59 Çürüksu Çayı Havzası'nın eğim gruplarına göre solunum yolu hasta sayılarının dağılımı	208
Tablo 60 Çürüksu Çayı Havzası'nın bakı durumuna göre solunum yolu hasta sayılarının dağılımı	209
Tablo 61 Araştırma alanında solunum yolu hasta sayısı ile havzanın bakı durumu arasındaki ilişki.....	210
Tablo 62 Araştırma alanında yıllara göre Moran's I değerleri	219
Tablo 63 Araştırma alanında Geary's C'nin yıllara göre aldığı değerler değerleri.....	222
Tablo 64 Solunum yolu hastalığı geçirme sıklığı.....	234
Tablo 65 5-10 yıl öncesine göre solunum yolu hastalıklarındaki değişim.....	234
Tablo 66 Solunum yolu hastalıklarının nedenleri.....	234
Tablo 67 Hava kirliliğinin solunum yolu hastalıklarına etki nedenleri	235
Tablo 68 Yaşadığınız yerde hava kirliliği var mı?	235
Tablo 69 Hava kirliliği sorununun kaynağı olarak doğal ortam şartları, insanların ekonomik faaliyetleri (sanayi, ulaşım, enerji üretimi vb.), iklim değişimi gibi etmenlerin sıralanması	235
Tablo 70 Denizli şehrinde hava kirliliğinin nedenleri	236
Tablo 71 Hava kirliliğinin çözümünde vatandaşlara düşen görevler.....	237
Tablo 72 Vatandaş olarak, yöneticilerin ne gibi önlemler almalarını beklersiniz?	238

ŞEKİLLER LİSTESİ

<i>Şekil 1.</i> Çürüksu Çayı Havzası'nın lokasyon haritası	22
<i>Şekil 2.</i> Çürüksu Çayı Havzası'nın idari haritası	24
<i>Şekil 3.</i> Çürüksu Çayı Havzası'nın jeoloji/litoloji haritası.....	26
<i>Şekil 4.</i> Araştırma alanı ve yakın çevresinin uydu görüntüsü	28
<i>Şekil 5.</i> Çürüksu Çayı Havzası'nın morfometri haritası	30
<i>Şekil 6.</i> Çürüksu Çayı Havzası'nın jeomorfoloji haritası.....	34
<i>Şekil 7.</i> Çürüksu Çayı Havzası'nın jeomorfolojik özellikleri ile hâkim rüzgâr yönü arasındaki ilişki	36
<i>Şekil 8.</i> Çürüksu Çayı Havzası'nın yükselti kuşakları.	38
<i>Şekil 9.</i> Çürüksu Çayı Havzası'nda Denizli şehrinin hâkim rüzgâr yönü ile vadi meltemini gösteren blok diyagramı.....	40
<i>Şekil 10.</i> Çürüksu Çayı Havzası'nın eğim haritası.....	42
<i>Şekil 11.</i> Çürüksu Çayı Havzası'nın bakı haritası.....	44
<i>Şekil 12.</i> Sıcaklık terselmesinin oluşumu a)sıcaklığın yüksekliğe bağlı olarak normal seyri b)sıcaklık terselmesinin meydana geldiği zamanlardaki seyri	46
<i>Şekil 13.</i> Herhangi bir yerde sıcaklık değişimine bağlı olarak baca dumanının şekli.....	49
<i>Şekil 14.</i> Denizli'de net radyasyon, güneşlenme oranı ve yıl boyunca güneş ışınlarının geliş açısı (1985-2016).....	54
<i>Şekil 15.</i> Araştırma alanında basınç durumunun aylara göre dağılımı (mb).....	58
<i>Şekil 16.</i> (A) Denizli'de aylık ve yıllık rüzgâr frekans gülleri (%) ile (B) Rubinstein Yöntemine göre yıllık ve mevsimlik egemen rüzgâr yönleri ve frekansları (%).....	61
<i>Şekil 17.</i> Denizli şehrinde Beaufort skalasına göre rüzgârların dağılımı	63
<i>Şekil 18.</i> Çürüksu Çayı Havzası'nın yıllık ortalama sıcaklık dağılımı haritası.....	66
<i>Şekil 19.</i> Denizli şehrinde yıllık ortalama sıcaklık dağılışı (1980-2016).	67
<i>Şekil 20.</i> Denizli şehrinde ortalama ve ekstrem sıcaklık durumu.	67
<i>Şekil 21.</i> Çürüksu Çayı Havzası'nın kış dönemi (Ocak ayı) ortalama sıcaklık dağılım haritası	69
<i>Şekil 22.</i> Çürüksu Çayı Havzası'nın yaz dönemi (Temmuz ayı) ortalama sıcaklık dağılım haritası.....	70

<i>Şekil 23.</i> Denizli şehrinde günlük ortalama, mutlak maksimum, mutlak minimum sıcaklıkların yıllık gidişi, termik dönemler ve efektif (insan yaşamına uygun) sıcaklıklar	73
<i>Şekil 24.</i> Çürüksu Çayı Havzası'nın yıllık ortalama yağış durumu	75
<i>Şekil 25.</i> Çürüksu Çayı Havzası ve çevresindeki istasyonların yıllık ortalama yağış miktarları (mm) (1985-2016)	76
<i>Şekil 26.</i> Denizli şehrinin yıllara göre yağış durumu (mm) ve beş yıllık hareketli ortalaması (1980-2016).	77
<i>Şekil 27.</i> Denizli şehrinde aylık toplam yağış miktarının aylara göre dağılımı (mm) (1980-2016).....	78
<i>Şekil 28.</i> Çürüksu Çayı Havzası'nın kış dönemi (Ocak) ortalama yağış durumu.	79
<i>Şekil 29.</i> Çürüksu Çayı Havzası'nın yaz dönemi (Temmuz) ortalama yağış durumu.	80
<i>Şekil 30.</i> Çürüksu Çayı Havzası'nda (Denizli ve Sarayköy) yağış kademelerine göre aylık yağış oranları	84
<i>Şekil 31.</i> Denizli şehrinde bulutlu-açık-kapalı-sisli gün durumu.	89
<i>Şekil 32.</i> Denizli şehrinde bağıl nem-su buharı basıncı ve sıcaklık durumu.....	91
<i>Şekil 33.</i> Denizli şehrinin Erinç indisine göre aylık ve yıllık ortalama yağış etkinliği indisleri (İm).....	92
<i>Şekil 34.</i> Çürüksu Çayı Havzası'nın vejetasyon haritası.....	96
<i>Şekil 35.</i> Çürüksu Çayı Havzası'nın toprak haritası.....	99
<i>Şekil 36.</i> Çürüksu Çayı Havzası'nın hidrografi haritası	101
<i>Şekil 37.</i> Çürüksu Çayı Havzası'nın arazi yetenek sınıflandırılması haritası	107
<i>Şekil 38.</i> Çürüksu Çayı Havzası'nın halihazır arazi kullanım durumu haritası	113
<i>Şekil 39.</i> Denizli şehrinde 1985-2015 döneminde arazi kullanımındaki değişiklikler.	115
<i>Şekil 40.</i> Denizli şehrinde 1985-2015 döneminde yapılaşma alanlarının değişim durumu.	115
<i>Şekil 41.</i> Denizli şehrinde 1985-2015 döneminde tarımsal alanların değişim durumu.	116
<i>Şekil 42.</i> Denizli şehrinde 1985-2015 döneminde ormanlar ve yarı yapılaşma alanlarının değişim durumu.	116

<i>Şekil 43.</i> Çürüksu Çayı Havzası ve Denizli ilinin yıllık nüfus miktarı değişimi (2012-2018).	119
<i>Şekil 44.</i> Çürüksu Çayı Havzası'nda ilçelerin nüfus durumu (2013-2018) (TÜİK)	119
<i>Şekil 45.</i> Çürüksu Çayı Havzası'nda kırsal-kentsel nüfusun 1980-2018 yılları arasındaki durumu (TÜİK, 2018).....	121
<i>Şekil 46.</i> Çürüksu Çayı Havzası'nın aldığı ve verdiği göç miktarı (2014-2017), (TÜİK, 2018).	123
<i>Şekil 47.</i> Denizli şehrinin Bizans, Selçuklu ve Osmanlı dönemlerindeki kentsel gelişimi.....	125
<i>Şekil 48.</i> Denizli şehirde yerli-ithal katı yakıt miktarı (ton) (2010-2016).....	131
<i>Şekil 49.</i> Türkiye'de sektörlere göre nihai enerji tüketim oranları (%).....	134
<i>Şekil 50.</i> Denizli şehirde trafiğe kayıtlı taşıt sayısı (2013-2016)	140
<i>Şekil 51.</i> Denizli şehirde taşıt çeşitleri ve sayıları (2013-2016).....	141
<i>Şekil 52.</i> Araştırma alanında yakıt cinslerine göre motorlu kara taşıt sayısı (2013-2017).	142
<i>Şekil 53.</i> Çürüksu Çayı Havzası'nın ulaşım haritası	145
<i>Şekil 54.</i> Denizli şehirde PM ₁₀ ve SO ₂ 'nin yıllık değişimi (2005-2016)	164
<i>Şekil 55.</i> Denizli şehirde PM ₁₀ 'un aylık zamansal değişimi (2013-2016)	165
<i>Şekil 56.</i> Denizli şehirde PM ₁₀ 'nun mevsimlere göre dağılımı.....	166
<i>Şekil 57.</i> Denizli şehirde PM ₁₀ seviyesinin yıllara göre değişimi ve AB ile Türkiye sınır değerine göre aşma durumu (2013-2016)	167
<i>Şekil 58.</i> Denizli şehirde SO ₂ 'nin zamansal değişimi (2013-2016)	168
<i>Şekil 59.</i> Denizli şehirde SO ₂ 'nin mevsimlere göre dağılımı (2013-2016).....	169
<i>Şekil 60.</i> Denizli şehirde SO ₂ 'nin zamansal değişimi ve AB ile Türkiye sınır değerine göre aşma durumu (2013-2016)	170
<i>Şekil 61.</i> Denizli şehirde Bayramyeri İstasyon'u maksimum PM ₁₀ 'un saatlik dağılımı	171
<i>Şekil 62.</i> Denizli şehirde Merkezefendi İstasyon'u maksimum PM ₁₀ 'un saatlik dağılımı	171
<i>Şekil 63.</i> Denizli şehirde Bayramyeri İstasyon'u maksimum SO ₂ 'nin saatlik dağılımı	172

<i>Şekil 64.</i> Denizli şehirde Merkezefendi İstasyon'u maksimum SO ₂ 'nin saatlik dağılımı	172
<i>Şekil 65.</i> Denizli şehirde meteorolojik unsurlar ile PM ₁₀ ve SO ₂ arasındaki ilişki (2013-2016).....	175
<i>Şekil 66.</i> Denizli şehirde sıcaklık terselmesi (inversiyon) ile PM ₁₀ ve SO ₂ arasındaki ilişki.....	182
<i>Şekil 67.</i> Araştırma alanında PM ₁₀ 'nun mekânsal dağılımı (2013)	184
<i>Şekil 68.</i> Araştırma alanında PM ₁₀ 'nun mekânsal dağılımı (2014)	184
<i>Şekil 69.</i> Araştırma alanında PM ₁₀ 'nun mekânsal dağılımı (2015)	185
<i>Şekil 70.</i> Araştırma alanında PM ₁₀ 'nun mekânsal dağılımı (2016)	185
<i>Şekil 71.</i> Araştırma alanında SO ₂ 'nin mekânsal dağılımı (2013)	186
<i>Şekil 72.</i> Araştırma alanında SO ₂ 'nin mekânsal dağılımı (2014)	186
<i>Şekil 73.</i> Araştırma alanında SO ₂ 'nin mekânsal dağılımı (2015)	187
<i>Şekil 74.</i> Araştırma alanında SO ₂ 'nin mekânsal dağılımı (2016)	187
<i>Şekil 75.</i> Çürüksu Çayı Havzası'nda astım, akut bronşit ve KOAH-diğer akciğer hastalıkları nedeniyle hastaneye başvuran hasta sayısı (2013-2016).....	193
<i>Şekil 76.</i> Çürüksu Çayı Havzası'nda astım hasta sayısının yıllık-aylık değişimi (2013-2016)	194
<i>Şekil 77.</i> Çürüksu Çayı Havzası'nda KOAH ve diğer akciğer hastalıkları hasta sayısının yıllık-aylık değişimi (2013-2016).....	196
<i>Şekil 78.</i> Çürüksu Çayı Havzası'nda PM ₁₀ değeri ile hasta sayısı değişimi	199
<i>Şekil 79.</i> Çürüksu Çayı Havzası'nda PM ₁₀ değeri ile hasta sayısı değişimi	201
<i>Şekil 80.</i> Çürüksu Çayı Havzası'nda SO ₂ değeri ile hasta sayısı değişimi	202
<i>Şekil 81.</i> Çürüksu Çayı Havzası'nda SO ₂ değeri ile hasta sayısı değişimi.....	203
<i>Şekil 82.</i> Çürüksu Çayı Havzası'nda toplam solunum yolu hastalıklarının coğrafi dağılımı (2013).....	211
<i>Şekil 83.</i> Çürüksu Çayı Havzası'nda toplam solunum yolu hastalıklarının coğrafi dağılımı (2014).....	212
<i>Şekil 84.</i> Çürüksu Çayı Havzası'nda toplam solunum yolu hastalıklarının coğrafi dağılımı (2015).....	212
<i>Şekil 85.</i> Çürüksu Çayı Havzası'nda toplam solunum yolu hastalıklarının coğrafi dağılımı (2016).....	213

<i>Şekil 86.</i> Çürüksu Çayı Havzası'nda toplam solunum yolu hastalıklarının nüfus yoğunluğuna göre coğrafi dağılımı (2013)	215
<i>Şekil 87.</i> Çürüksu Çayı Havzası'nda toplam solunum yolu hastalıklarının nüfus yoğunluğuna göre coğrafi dağılımı (2014)	215
<i>Şekil 88.</i> Çürüksu Çayı Havzası'nda toplam solunum yolu hastalıklarının nüfus yoğunluğuna göre coğrafi dağılımı (2015)	216
<i>Şekil 89.</i> Çürüksu Çayı Havzası'nda toplam solunum yolu hastalıklarının nüfus yoğunluğuna göre coğrafi dağılımı (2016).	216
<i>Şekil 90.</i> Çürüksu Çayı Havzası'nda 2013-2016 yılları arasında Moran's I değeri.	221
<i>Şekil 91.</i> Çürüksu Çayı Havzası'nda PM ₁₀ ile solunum yolu toplam hasta sayısının karşılaştırılması (2013).....	224
<i>Şekil 92.</i> Çürüksu Çayı Havzası'nda PM ₁₀ ile solunum yolu toplam hasta sayısının karşılaştırılması (2014).....	225
<i>Şekil 93.</i> Çürüksu Çayı Havzası'nda PM ₁₀ ile solunum yolu toplam hasta sayısının karşılaştırılması (2015).....	225
<i>Şekil 94.</i> Çürüksu Çayı Havzası'nda PM ₁₀ ile solunum yolu toplam hasta sayısının karşılaştırılması (2016).....	226
<i>Şekil 95.</i> Çürüksu Çayı Havzası'nda SO ₂ ile solunum yolu toplam hasta sayısının karşılaştırılması (2013).....	226
<i>Şekil 96.</i> Çürüksu Çayı Havzası'nda SO ₂ ile solunum yolu toplam hasta sayısının karşılaştırılması (2014).....	227
<i>Şekil 97.</i> Çürüksu Çayı Havzası'nda SO ₂ ile solunum yolu toplam hasta sayısının karşılaştırılması (2015).....	227
<i>Şekil 98.</i> Çürüksu Çayı Havzası'nda SO ₂ ile solunum yolu toplam hasta sayısının karşılaştırılması (2016).....	228

FOTOĞRAFLAR LİSTESİ

Foto 1. Çürüksu Çayı Havzası kuzey ve güneyden yüksek dağlarla çevrili bir çöküntü alanıdır. Denizli şehri bu çanak içerisinde bulunmaktadır.....	31
Foto 2. Çürüksu Havzası'nın güneyinde sıcaklık terselmesinin etkili olduğu zamanlarda baca dumanı yere paralel bir şekilde yayılmaktadır.	49
Foto 3. Denizli şehrinde karlı bir günde sıcaklık terselmesinin etkisiyle yere paralel yayılan baca dumanı.	50
Foto 4. Çürüksu Havzası'nın sıcaklık terselmesinin etkili olmadığı zamanlarda baca dumanı dik olarak yayılmaktadır.	50
Foto 5. Havzanın güneyinde kış mevsiminde Bağbaşı Mahallesi'nde yağışın hava kirliliğine etkisi görülmektedir.	85
Foto 6. Havzada kış mevsiminde kar yağışıyla birlikte hava kirliliğinin en yoğun yaşandığı mahallelerde bile havanın temizlendiği görülmektedir.	85
Foto 7. Havzada kış mevsiminde sabahın erken saatlerinde sis olayının etkili olduğu görülmektedir.	88
Foto 8. Havzada sis olayı sıcaklık terselmesine ve hava kirliliğinin artmasına neden olmaktadır.	88
Foto 9. Hava kirliliği ölçüm istasyonu.....	163
Foto 10. Hava kirliliği ölçüm istasyonu 2.....	163
Foto 11. Havzada hava kirliliğinin yoğun olduğu Pamukkale Belediyesi'nden bir görünüş.	189
Foto 12. Havzada en eski yerleşim yeri olan Kaleiçi ve Bayramyeri çevresinde hava kirliliği.	189
Foto 13. Havzada kirli hava kış mevsiminde Denizli şehrinin üzerini koyu renkli bir duman gibi sarmaktadır.	190
Foto 14. Havzanın güneyinde Karcı Dağı'nın eteklerinden havza tabanında bulunan şehrin üzerini kaplayan kirli hava rahatlıkla görülebilmektedir.	190

ÖZET

DENİZLİ ÇÜRÜKSU HAVZASI'NIN HAVA KİRLİLİĞİ ÖRNEĞİNDE ARAZİ KULLANIM DURUMU VE ÇEVRE BİLİNCİ AÇISINDAN ÖNEMİ

İnsan ve faaliyetlerinin bir sonucu olarak ortaya çıkan hava kirliliği, aynı zamanda pek çok ekolojik, ekonomik, sosyal ve sağlık sorunlarının da nedenini oluşturmaktadır. Bu yüzden hava kirliliği günümüzde uluslararası platformlarda her yönüyle tartışılan ve araştırılan bir sorundur. Hava kirliliği, Türkiye’de de dünyada olduğu gibi çevre sorunları içerisinde ilk sıralarda yer almaktadır. Türkiye’de bu olumsuz sürecin yaşandığı ve sonuçlarının görüldüğü yerlerden biri de Denizli Çürüksu Çayı Havzası’dır.

Çürüksu Çayı Havzası, Ege Bölgesi’nde sanayileşme ve nüfus artış hızı bakımından dikkati çeken bir yerdir. Bu durum havzanın kalkınmasını sağlarken diğer taraftan pek çok çevre sorununun da ortaya çıkmasına neden olmuştur. Havzada çevre sorunlarının en yoğun yaşandığı yer ise Denizli şehridir. Denizli şehrinde tekstil sektörünün gelişmesine bağlı olarak yaşanan hızlı sanayileşme sürecinde nüfus hızla artmış, mevcut sanayi ve konut alanları yetersiz kalmış, yeni alanlara ihtiyaç duyulmuştur. Ancak mevcut imar planlarının bu hızlı büyümeyi karşılayacak ölçekte olmayışı nedeniyle araziler potansiyeli dışında kullanılmaya başlanmıştır. Havzada en verimli tarım alanları yerleşim ve sanayi için kuruluş yeri olarak seçilmiştir. Bu durum havzada verimli tarım alanlarının kaybı yanında, yerleşim ve sanayi için yanlış yer seçimiyle beraber hava kirliliği başta olmak üzere pek çok çevre sorununu ortaya çıkarmıştır. Nitekim Denizli şehri Türkiye’de hava kirliliği sorununun yaşandığı iller arasında yer almaktadır.

Çürüksu Çayı Havzası’nda ülke genelinde olduğu gibi hava kirliliğinin artmasında, ısınma ve enerji temini amacıyla kullanılan fosil yakıtların katkısı büyüktür. Bu nedenle havzada hava kirliliğini önleme konusunda alınan tedbirlerin başında, havayı daha fazla kirleten linyit gibi fosil yakıtların yerine havayı daha az kirleten doğalgazın kullanımının arttırılması gelmektedir. Ancak havzada arttırılan doğalgaz kullanımı ile hava kirliliğinde azalma görülmesine rağmen, hava kirliliğinin hala Avrupa Birliği’nce belirlenen sınır değerinin üzerinde seyrettiği görülmektedir. Bu durum havzada hava kirliliğini etkileyen başka faktörlerin de olduğunu göstermektedir. Buradan hareketle Çürüksu Çayı Havzası’nda hava kirliliğine etki eden faktörler araştırılmıştır. Öncelikle havzanın doğal ortam analizi yapılarak, hava kirliliğini etkileyen topografik ve meteorolojik özellikler ile hava kirliliğini oluşturan PM₁₀ ve SO₂ arasındaki ilişki ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Havzada hava kirliliğinin zamansal

ve mekânsal değişimi incelenmiş, hava kirliliğinin yoğun olduğu yerler tespit edilerek, havzanın kirlilik haritaları oluşturulmuştur. Araştırma alanında hava kirliliğinin boyutlarını ve ortamdaki etkilerini kanıtlamak bakımından, insan sağlığı ve hava kirliliği ilişkisi incelenmiştir. Bunun için Pamukkale Üniversitesi Hastanesi'nin (PAÜH) solunum yolu hastalıkları (astım, akut bronşit ve KOAH (Kronik obstrüktif akciğer hastalığı)) kayıtları (2013-2016 yılları arası) kullanılmıştır. Son olarak günümüzde artan çevre sorunlarının çözümünde çevre bilincinin etkili olduğu sonucundan hareketle, havza halkının çevre bilinci hava kirliliği örneğinde incelenmiştir.

Bu çalışmada, nitel ve nicel verilerin her ikisinin de kullanıldığı Karma model uygulanmış, çalışma ilişkisel tarama yapılarak desteklenmiştir. Havzanın meteorolojik verileri, kirlilik verileri (PM_{10} - SO_2) ve PAÜH solunum yolu hasta kayıtları istatistik (SPSS) yazılımı yardımıyla betimsel istatistik, korelasyon (Pearson-Spearman) ve doğrusal regresyon (küçük kareler yöntemi) yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir. Havzanın fiziki haritaları, hava kirliliği ve solunum yolu hastalıklarının mekânsal dağılımı Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ArcGIS 10.2 yazılımı ve bu yazılımda bulunan “Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon Yöntemi (Inverse Distance Weighted, (IDW))” komutu kullanılarak oluşturulmuştur. Ayrıca haritaların üretilmesinde ve analizlerinde kullanılan CBS, hava kirliliğinin ve solunum yolu hastalıklarının coğrafi dağılımında görsel açıdan zenginlik sağlamıştır. Araştırma alanında solunum yolu hastalıklarının havzadaki mekânsal oto-korelasyonunu tespit etmek amacıyla Moran I, Geary Oranı ve Moran Saçılım Grafiği gibi çeşitli jeo-istatistiksel analizlerden yararlanılmıştır.

Çalışmanın sonucunda, Çürüksu Çayı Havzası'nda 2013-2016 döneminde PM_{10} ve SO_2 emisyonlarının kış mevsiminde arttığı görülmüştür. Havzada hava kirliliğinin temel nedenini hızlı sanayileşme ve plansız şehirleşme oluşturmaya rağmen fiziki coğrafya faktörlerinin hava kirliliğini etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Denizli şehrinin bulunduğu havzanın çevresi yüksek dağlarla çevrili çanak şeklindeki yapısı ile orografik hattın hâkim rüzgâr yönüne (NW) dik uzanmasının hava sirkülasyonunu engelleyerek hava kirliliğinin artmasına neden olduğu görülmüştür. Denizli şehrinin ve sanayi bölgesinin kuruluş yerinin topografik özelliklerinin de hava kirliliğini etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Havzada hâkim rüzgâr yönünden ziyade yerel basınç farkları nedeniyle oluşan dağ melteminin hava kirliliğini arttırdığı görülmüştür. Havzanın kış mevsiminde; yüksek basıncın etkisinde kaldığı, düşük sıcaklık değerlerinin görüldüğü, nem oranının yüksek, kapalı gün sayısının fazla, ısınma döneminin çok uzun (191 gün) ve rüzgâr hızının oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir. Özellikle kış mevsiminde düşük sıcaklıklar nedeniyle ısınma amacıyla kullanılan yakıt

miktarının arttığı ve dolayısıyla atmosfere çok miktarda PM_{10} ve SO_2 'nin salındığı görülmüştür. Havzada, sık sık sıcaklık terselmesinin (inversiyon) meydana geldiği tespit edilmiştir. Bu tespitlere bağlı olarak, kirli hava Denizli şehrinden uzaklaştırılamadığı için, kirli havanın şehrin üzerine çöktüğü, havza halkının kirli havayı uzun süre solumak zorunda kaldığı ve bunun sonucunda solunum yolu hastalıklarının arttığı görülmüştür. Havzada analiz sonuçlarına göre; PM_{10} ve SO_2 ile meteorolojik unsurlardan basınçla aralarında pozitif; sıcaklık, yağış ve rüzgâr hızı/yönü ile negatif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Çürüksu Çayı Havzası'nda, PM_{10} ve SO_2 ile solunum yolu hastalıkları nedeniyle hastane başvuruları arasında anlamlı ve güçlü bir ilişkinin olduğu, PM_{10} ve SO_2 'nin arttığı kış mevsiminde solunum yolu hastalıkları nedeniyle hastane başvurularının da arttığı görülmüştür. Ayrıca Moran's I, Moran's I Saçılım Grafiği ve Global Geary Oranı, gibi havzada uygulanan jeo-istatistik analiz sonuçlarına göre; solunum yolu hastalıklarının yoğun olduğu mahallelerin rastgele dağılmadığı, kümelenme oluşturduğu tespit edilmiştir.

Havzadaki hava kirliliğinin ve solunum yolu hastalıklarının önlenmesi konusunda alınacak tedbirlerin kalıcı olabilmesi için ilk olarak havzanın doğal ortam analizinin yapılması ve doğal ortam potansiyelinin belirlenmesi gerekmektedir. Yeni imar planlarının havzanın fiziki özellikleri dikkate alınarak hazırlanması oldukça önemlidir. Denizli şehrinde hava sirkülasyonunun sağlanabilmesi için hava koridorlarının oluşturulması önem taşımaktadır. Mevcut alanda bu önerilerin yapılması oldukça zor olmasına rağmen özellikle son yıllarda Denizli şehrinde yoğun bir şekilde sürdürülen kentsel dönüşüm bu konuda güzel bir fırsat olabilir. Ayrıca havzada hava kalitesi ölçümü yapan istasyon sayısının arttırılması önemlidir. Havzada, farklı disiplinlerin biraraya gelerek oluşturacağı çevre komisyonları hava kirliliği sorununun çözümünde etkili olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Denizli Çürüksu Çayı Havzası, hava kirliliği, solunum yolu hastalıkları.

ABSTRACT

THE IMPORTANCE OF DENİZLİ ÇÜRÜKSU BASIN AIR POLLUTION IN TERMS OF LAND USAGE AND ENVIRONMENTAL AWARENESS

Air pollution, which occurs as a result of people and their activities, is also the cause of ecological, social, economic and health problems. Therefore, air pollution is a problem that has been discussed and researched in international platforms in every aspect. Among environmental problems air pollution are also located in the first row in the world as well as in Turkey. In Turkey, this negative process and one that has seen the results of the places where Denizli is Çürüksu Basin.

Çürüksu Basin is a place that attracts attention in terms of industrialization and population growth rate in the Aegean Region. While this provided the development of the basin, on the other hand, it caused to arise many environmental problems. Denizli is the city where the environmental problems have been mostly experienced. Due to the development of the textile industry in the city of Denizli, in the rapid industrialization process, the population has increased rapidly, existing industrial and residential areas were insufficient and new areas are in need. However, due to the absence of zoning plans to meet this rapid growth, the lands were started to be used outside their potential, and the most productive agricultural areas have been chosen as the place of establishment for the settlement and industry. In addition to the loss of productive agricultural areas in the basin, this situation has revealed many environmental problems as well as air pollution along with the wrong location selection for the settlement and industry. There has been also the city of Denizli in Turkey as an experiencing pollution.

Fossil fuels used for heating and energy supply have an important role in increasing air pollution in the Çürüksu Basin. Therefore, the use of natural gas, which pollutes the air less, should have been spread as a precaution to prevent air pollution in the basin, instead of fossil fuels such as lignite, which pollutes the air more. However, despite the decrease in air pollution with natural gas in the basin, it is seen that the air pollution is still above the limit value determined by the European Union. This shows that there are other factors that affect air pollution in the basin. Based on this, the factors affecting air pollution in the Çürüksu Basin were investigated. Firstly, by analyzing the natural environment of the basin, the relationship between topographic and meteorological features affecting air pollution and PM_{10} and SO_2 , which constitute air pollution, are discussed in detail. The temporal and spatial changes of air

pollution in the basin were examined, the places where the air pollution was intense were determined and the pollution maps of the basin were created. In the research area, the relationship between human health and air pollution has been examined in order to prove the dimensions of air pollution and its effects in the environment. For this, the records of Pamukkale Hospital's respiratory diseases (asthma, acute bronchitis and COAH) (between 2013-2016) were used. Finally, based on the conclusion that environmental awareness is effective in solving increasing environmental problems today, air pollution in the basin has been evaluated in terms of environmental awareness.

In this study, a mixed model using both qualitative and quantitative data was applied, and the study was supported by conducting relational screening. Meteorological data of the basin were analyzed by using descriptive statistics, correlation (Pearson-Spearman) and linear regression (small squares method) with the help of PM_{10} - SO_2 data and Pamukkale University Hospital records of respiratory diseases statistics (SPSS) software. Physical maps of the basin, spatial distribution of air pollution and respiratory diseases are created by using Geographic Information Systems (GIS) ArcGIS 10.2 software and the command "Inverse Distance Weighted (IDW)" in this software. In addition, GIS used in the production and analysis of maps provided visual richness in the geographical distribution of air pollution and respiratory diseases. In the research area, various geo-statistical analyzes such as Moran I, Geary Ratio and Moran Scatter Chart were used to determine the spatial auto-correlation of respiratory diseases in the basin.

As a result of the study, it was observed that PM_{10} and SO_2 emissions increased in the winter season in the Çürüksu Basin in the period of 2013-2016. Although rapid industrialization and unplanned urbanization in the basin constitute the main cause of air pollution, it has been concluded that physical geography factors affect air pollution. It is observed that the basin of the city of Denizli, with its bowl-shaped structure surrounded by high mountains, extends perpendicularly to the dominant wind direction (NW) of the orographic line, preventing air circulation and increasing air pollution. It has been concluded that the topographic features of the city of Denizli and its industrial areas also affect air pollution. In addition, it has been observed that the mountain-valley breeze created due to local pressure differences in the basin increases air pollution. In addition, in the winter season of the basin; It was determined that it was influenced by high pressure, low temperature values, high humidity, high number of closed days, very long warming period (191 days) and very low wind speed. Especially in the winter season, it was observed that the amount of fuel used for heating due to low temperatures increased and therefore, a large amount of PM_{10} and SO_2 were

released into the atmosphere. It was concluded that temperature inversion occurs frequently in the basin. As a result of these findings, it was observed that the polluted air collapsed on the city, the basin people had to breathe the polluted air for a long time and the respiratory diseases increased as the polluted air could not be removed from the city of Denizli. On the other hand, it has been determined that the amount of precipitation in the basin is high in the winter season when PM_{10} and SO_2 are highest and this situation has an effect on reducing air pollution. According to the results of analysis in the field of research; It was determined that there was positive effect on Pressure from meteorological elements of PM_{10} and SO_2 and a negative relationship between temperature, precipitation and wind speed / direction. It was observed that there was a significant and strong relationship between PM_{10} and SO_2 and hospital admissions due to respiratory tract diseases in the Çürüksu Basin, and in the winter season when PM_{10} and SO_2 increased, hospital admissions also increased due to respiratory tract diseases. Also according to the results of the geo-statistical analysis applied in the basin such as Moran I, Geary Ratio and Moran Scattering Chart; It was determined that the neighborhoods where respiratory tract diseases are intense are not distributed randomly and form clusters.

The natural environment analysis of the basin should be done in order for the measures to be taken for the prevention of air pollution and respiratory diseases in the basin to be permanent. It is very important to prepare new development plans by taking into consideration the physical properties of the basin. It is important to create air corridors in Denizli to provide air circulation. Although these suggestions are quite difficult to make in the current area, especially the urban transformation that has been intensely carried out in Denizli in recent years may be a good opportunity in this regard. It is also important to increase the number of stations measuring air quality in the basin. In the basin, the environmental commissions that different disciplines will come together will be effective in the solution of the air pollution problem.

Keywords : Denizli Çürüksu Basin, air pollution, respiratory tract diseases.

BÖLÜM I

GİRİŞ

İnsan yaşadığı doğal ortam ile sürekli etkileşim halindedir. Zaman içerisinde bu etkileşimin gücünde ve yönünde büyük değişiklikler meydana gelmiştir. Yerleşik hayata geçilmesi, tarım toplumuna dönüşülmesi, özellikle Neolitik Çağ'ın sonlarında şehirlerin meydana gelmesi bunda etkili olmuştur. İlk başta avcı-toplayıcı dönemde doğanın gücünü kabullenen, doğayı anlama ve onunla bütünleşme çabası içerisinde olan insan, 18. yüzyıl sonlarında artık farklı bir bakış açısına sahip olmuştur. 19. yüzyılda yaşanan sanayi devrimiyle insan, doğal dengeyi makineleşmeyle beraber daha baskın bir şekilde dönüştürme gücüne kavuşmuştur. Bu nedenle bilimsel dönüşüm süreci olarak da tanımlanan Sanayi Devrimi, doğal ortamın değişmesinde önemli bir kırılma noktasıdır. Neolitik dönemden günümüze kadar insan doğayı sürekli kendi istekleri doğrultusunda kullanmıştır. Ancak bu kullanım 1750'li yıllara kadar doğal ortamın kontrolünde iken, Sanayi Devrimi'yle insanın kontrolüne geçmiştir. Böylece insanın doğanın bir parçası olduğunu unuttuğu ve kendisinin üstün bir tür olduğuna inandığı yeni bir anlayış egemen olmaya başlamıştır. Söz konusu anlayış, insanın hem kendisini hem de çevresini algılama şeklinde değişikliklere neden olarak doğal ortam üzerindeki insan baskısının artmasına yol açmıştır (Tümertekin ve Özgüç, 1998; Alagöz, 2007; Keleş ve diğerleri, 2009; Gül, 2013; Gülersoy, 2014; Çelik ve Gülersoy, 2016; Göktaş ve Işıklı, 2016; Gülersoy, 2019).

İnsanı, doğanın efendisi olarak gören bu yaklaşım sonucunda doğal ortamın sömürülmesi doğal dengenin bozulmasına ve ekolojik krize neden olmuştur. Dünya nüfusunun hızla artması, yerleşim yerlerinin büyümesi, yeni yerleşim yerlerinin açılması, ormanların tahrip edilmesi, tarım alanlarının genişletilmesi, artan enerji ihtiyacı ve bunun karşılanması için doğal kaynakların aşırı kullanılması bunda etkili olmuştur. Sanayi Devrimi sonrasında arz-talep dengesinin değişmesi, insanın aşırı üretim ve tüketim arzusu sonucunda arazilerin yanlış kullanımı, artık ve atık madde miktarının artması ve bunların kontrolsüz bir şekilde doğal ortama bırakılması da söz konusu süreci hızlandırmıştır. 1960'lı yıllarda yaşanan Üçüncü Tarım Devrimi ya da Yeşil Devrim, 1980 sonrasında meydana gelen iletişim-bilişim ve 1990'dan bu yana devam eden enformasyon devrimi, insan-doğal ortam ilişkisinin farklı bir boyut kazanmasına neden olmuştur. 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren artık insanın doğal ortam üzerindeki etkisi küresel bir boyut kazanmıştır. İnsan ve faaliyetleri ekosistemi

meydana getiren canlı-cansız varlıklar arasındaki enerji alış verişini ve madde dolaşımını kesintiye uğratmıştır. Bunun sonucunda doğal ekosistemler bozulmaya başlamış, arazi degradasyonu başta olmak üzere insan hayatını olumsuz etkileyen pek çok çevre sorunu meydana gelmiştir. Bu sorunlar başta sanayi devriminin yaşandığı yerler olmak üzere kısa sürede gelişmekte olan ülkelerde de görülmeye başlanmıştır. Ortam kirlenmesi veya çevre bozulması da denilen çevre sorunları 1970’li yıllardan sonra dünya gündeminde en fazla konuşulan konuların başında yer almıştır. Günümüzde artan, çeşitlenen çevre sorunları insanlığı ve dünyayı tehdit eden bir seviyeye ulaşmıştır (Şahin, 1989; Güney, 1997; Özçağlar, 2000; Erkan, 2002; 2005; Keleş ve diğerleri, 2009; Çiftçi ve diğerleri, 2013; Gül, 2013; Gülersoy, 2014; Akyüz, 2015; Gülersoy, 2016, 2019).

Dünya’da olduğu gibi Türkiye’de de çevre sorunlarının temelinde insanların arazileri amaç dışı kullanımı vardır. Hızlı sanayileşme ve kalkınma sürecinde yeni sanayi ve yerleşim alanlarına ihtiyaç artmış, bu ihtiyacı karşılayacak ölçekte şehirsiz planlamaların olmayışı ya da mevcut planlamaların bu hızlı gelişmelerin gerisinde kalması, yanlış arazi kullanım faaliyetlerinin artmasına neden olmuştur. Bunun sonucunda verimli tarım alanlarının kentsel alana dönüştürülmesiyle tarım alanlarının verim değerini kaybetmesi yanında doğal ortam ve kaynakların aşırı kullanılması beraberinde pek çok çevre sorununun meydana gelmesine yol açmıştır. Doğal kaynakların ve verimli toprakların kaybı, toprak kaymaları, iklim değişimleri ve çarpık şehirleşme bu çevre sorunlarından bazılarıdır. Bu çevre sorunları bir sonuç olduğu gibi aynı zamanda yoksulluk, göç, suç ve çevre kirliliği (hava, su, toprak) gibi başka ekolojik, sosyal ve ekonomik sorunların da nedenini oluşturmaktadır (Şahin, 1989; Güney, 1997; Özçağlar, 2000; Akten, 2008; Keleş ve diğerleri, 2009; Yılmaz, 2009; Çiftçi ve diğerleri, 2013; Gül, 2013; Gülersoy, 2014; Akyüz, 2015; Gülersoy, 2019).

Yaşanan çevre sorunları Kaos Çağı olarak da adlandırılan 21. yüzyıla gelindiğinde insanı, işleyişini ve bütüncüllüğünü bozduğu doğal ortam ile arasındaki ilişkiyi yeniden sorgulamaya mecbur bırakmıştır. Bunun sonucunda birbirlerine üstünlük kurmadan, her birini ayrı bir güç kaynağı olarak gören ve insanı doğanın ayrılmaz bir parçası olarak kabul eden başka bir yaklaşım ortaya çıkmıştır. Böylece sürdürülebilir yaşam için doğal kaynakların aşırı tüketilmediği, çevrenin korunmasının gelecek için öneminin anlaşıldığı yeni bir dönem başlamıştır (Gül, 2013; Gülersoy, 2019).

Bu dönemde çevre sorunlarının çözümünde kıt olan doğal kaynakların ve arazilerin ekosisteme zarar verilmeden planlı bir şekilde kullanılması oldukça önemlidir. Bu planlamanın boyutu bir ülke, bir bölge veya bir idari birim olabileceği gibi tamamen doğal özelliklere göre sınırlandırılmış bir havza da olabilmektedir. Son yıllarda Dünya’da ve

Türkiye’de yaşanan çevre sorunlarının çözümünde havza bazında yapılacak çalışmaların daha etkili olacağı belirtilmektedir (Garipağaoğlu, 2012; Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2012). Çünkü havzalar bünyelerinde pek çok fiziki ve beşeri unsuru barındıran, dünyadaki en önemli ekosistemlerdir. Bu unsurlar arasında karşılıklı bir ilişki vardır ve bu unsurların özellikleri dikkate alınmadan yapılan herhangi bir uygulama havzanın tamamında doğal dengenin bozulmasına neden olmaktadır (Garipağaoğlu, 2012).

Türkiye’de özellikle batı bölgelerdeki havzalar, sanayi ve tarımsal faaliyetlerinin yoğun olarak yapıldığı, kentsel nüfus ve sanayi kuruluşlarının toplandığı yerlerdir. Enerji ve su ihtiyacının da fazla olduğu havzalar, yoğun insan baskısına maruz kalmaktadır. Bunun sonucunda da havzalarda arazilerin yanlış kullanımı artarak pek çok çevre sorunu meydana gelmektedir. Bu sorunlar arasında hava kirliliği ilk sıralarda yer almaktadır. Son zamanlarda gündemde olan bütünleşik havza yönetimine göre, hava kalitesinin havza ölçeğinde değerlendirilmesi çok önemlidir. Çünkü havzada yaşanan hava kirliliği sorunu yalnızca havayla sınırlı kalmayıp bitki, toprak ve suyun da kirlenmesine neden olmaktadır (Tecer ve diğerleri, 2017).

Hava, bütün canlılar için yaşam anlamına gelen önemli bir unsurdur. Havasız bir ortamda canlıların yaşamsal faaliyetlerini sürdürmesi mümkün değildir. Ancak canlılar için bu kadar önemli olan havanın kalitesi insanın faaliyetleri sonucunda bozulmakta ve hava kirliliği meydana gelmektedir. Hava kirliliği, Dünya Sağlık Örgütü’ne (DSÖ) göre; canlıların sağlığını olumsuz şekilde etkileyen veya maddi zararlara neden olan havadaki yabancı maddelerin, normalin üzerinde yoğun olmasıdır. Bu durum çok sayıda insanı etkileyerek ani ölümlere-hastalıklara neden olduğu gibi kısa sürede çok geniş alanları da etkileyebilmektedir. Bu nedenle hava kirliliği günümüzde dünyayı tehdit eden önemli bir çevre sorunudur (Kırımhan, 2006).

Hava kirliliğinin en önemli etkisi insan sağlığı üzerinde özellikle solunum ve kalp hastalıkları şeklinde görülmektedir. Ayrıca hava kirliliği ölümlere de neden olmakta, günümüzde dünyada ölüm nedenleri sıralamasında kalp ve solunum yolu hastalıkları ilk sırada yer almaktadır. Hava kirliliğinin insan dışında hayvanlar, bitkiler, eşya ve binalar üzerinde de olumsuz etkisi oldukça fazladır. Hava kirliliğinin bu yerel etkileri dışında, küresel ısınma, iklim değişiklikleri, ozon tabakasının incilmesi, ormansızlaşma, kuraklık, asit yağmurları, su ve toprak kirliliği gibi küresel sorunlara da etkisi büyüktür (Sağlık Bakanlığı, 2010).

Çürüksu Çayı Havzası, Ege Bölgesi’nde yer alan Denizli il sınırları içerisinde bulunmaktadır. Havza, yoğun sanayi ve tarımsal faaliyetlerin yapıldığı bir yerdir. Havzanın nüfusu yaklaşık olarak 760.000 kişi olup (Türkiye İstatistik Kurumu [TÜİK], 2019), Denizli

il nüfusunun (1.037.208 kişi TÜİK, 2019) % 73'ünü barındırmaktadır. Ayrıca 2769 km² yüzölçüme sahip havza, Denizli'nin (11.868 km²) % 23'ünü oluşturmaktadır. Denizli şehir merkezi de havza sınırları içerisinde bulunmaktadır. Havzada nüfus yoğunluğu 274 kişi /km²'dir. Uzun yıllardır yerleşime sahne olan havzada, Türkiye'nin sanayileşme sürecine uygun olarak 1950'lerden itibaren hızlı bir sanayileşme başlamıştır. Bu süreçte nüfus hızla artmış, mevcut sanayi ve konut alanları yetersiz kalmış, yeni alanlara ihtiyaç duyulmuştur. Ancak Denizli'de bu hızlı büyümeyi karşılayacak ölçekte imar planlarının olmayışı nedeniyle araziler potansiyeli dışında kullanılmaya başlanmıştır. Havzada en verimli tarım alanları yerleşim ve sanayi amaçlı kullanılmıştır. Bu durum verimli tarım alanlarının kaybı yanında, yerleşim ve sanayi için yanlış yer seçimi nedeniyle havzada çeşitli çevre sorunlarının meydana gelmesine yol açmıştır. Türkiye'nin pek çok yerinde olduğu gibi Çürüksu Çayı Havzası'nda da hızlı sanayileşme ve nüfus artışına bağlı olarak ortaya çıkan yanlış arazi kullanım faaliyetleri ve plansız şehirleşmenin neden olduğu çevre sorunlarının başında hava kirliliği gelmektedir. Buradan hareketle Türkiye'de çevre sorunlarının yaşandığı havzalardan biri olan Çürüksu Çayı Havzası araştırma alanı olarak seçilmiştir.

Çürüksu Çayı Havzası'nda sayıları giderek artan fabrikalar, konutlar, enerji üretim tesisleri ve motorlu taşıtlar hava kirliliğinin en önemli kaynaklarıdır. Özellikle ısınma ve enerji temini amacıyla kullanılan fosil yakıtlar hava kirliliğinin artmasına neden olmaktadır. Hava kirliliği temelde insan faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan bir sorun olarak görülmektedir. Bu nedenle Çürüksu Çayı Havzası'nda hava kirliliği sorununun çözümü için ilk olarak Türkiye genelinde olduğu gibi havayı daha fazla kirleten linyit gibi fosil yakıtların yerine havayı daha az kirleten doğalgaz kullanılmaya başlanmıştır. Bunun sonucunda özellikle Denizli şehrinde hava kirliliğinde azalma görülmesine rağmen, hava kirliliği hala Avrupa Birliği'nce belirlenen sınır değerin üzerinde seyretmektedir. Bu durum havzada hava kirliliğini etkileyen başka faktörlerin de olduğunu göstermektedir. Daha önce yapılan çalışmalar incelendiğinde bir yerin fiziki coğrafya özelliklerinin hava kirliliğini etkilediği görülmüştür. Fiziki coğrafya faktörleri, özellikle kirliliğin yoğunluğu, dağılımı, havada kalma sürelerini belirlemektedir. Ayrıca fiziki coğrafya faktörleri (topografik ve meteorolojik özellikler) hava kirliliğinin canlı-cansız tüm varlıklar üzerindeki zararlı etkisini de belirleme gücüne sahiptir. Yani bir bölgedeki hava kirliliği sadece kirlilik kaynağıyla ilgili olmayıp, o andaki meteorolojik ve topografik şartlarla da ilgilidir (Şahin, 1989; Koçman, 1991; Türkeş, 1996; Keser, 2002; Boyraz ve Özdemir, 2003; Garipağaoğlu, 2003; Atayeter, 2005; Çukur, Gündüzoğlu ve Aşkın 2006; Kırımhan, 2006; Özdemir ve Bahadır, 2008; Sever, 2008; İbret ve Aydınözü, 2009). Hava kirliliği sorununun çözümü ve hava kalitesinin korunması ancak hava kirliliğinin nedenleri ile hava

kirliliğine etki eden faktörlerin doğru tespit edilmesiyle mümkündür. Buradan hareketle bu çalışma ile Çürüksu Çayı Havzası'nda hava kirliliği, hava kirliliğinin havzadaki dağılımı ve bu dağılımda coğrafi faktörlerin rolü incelenmiştir.

Bunun için ilk olarak Çürüksu Çayı Havzası'nın doğal ortam analizi yapılmıştır. Daha sonra Çürüksu Çayı Havzası'nda hava kirliliğinin zamansal değişimini görebilmek için; 2013-2016 yılları arasında araştırma alanında bulunan iki ölçüm istasyonuna ait partikül madde (PM_{10}) ve kükürtdioksit (SO_2) emisyonları kullanılmıştır. Ölçüm sonuçları incelendiğinde; havzada hava kirliliğinin özellikle kış mevsiminde arttığı (Ekim-Mart döneminde) görülmüştür. Türkiye'de olduğu gibi havzada da hava kirliliği evsel ısınmadan kaynaklanmaktadır. Özellikle kullanılan düşük kaliteli kömürlerin bunda etkisi büyüktür (Garipağaoğlu; 2003). Ancak kış mevsiminde hava kirliliğindeki artışı sadece kullanılan yakıtla açıklamak yetersiz olacaktır. Kış mevsiminde hava kirliliğinin artmasında, havzanın topografik ve iklimik özelliklerinin etkisi büyüktür. Denizli şehrinin, çevresi yüksek dağlarla çevrili çukur alanda kurulması, havzada dağların hâkim rüzgâr yönüne dik uzanması hava sirkülasyonunu engellemekte ve kirli havanın şehrin üzerine çökmesine neden olmaktadır. Havzada topografik özelliklerin kısa mesafelerde sık sık değişmesi iklim özelliklerinin de kısa mesafelerde değişiklik göstermesine ve yerel termik, dinamik koşulların meydana gelmesine neden olmaktadır. Hava kirliliğinin arttığı kış döneminde, havzada yüksek basınç koşullarının hâkim olması hava kirliliğini arttıran bir durumdur. Ayrıca havzada kış mevsiminde sıcaklıklar düşük, nem oranı yüksek, rüzgârın hızı düşük olmasının yanında sık sık sıcaklık terselmesi meydana gelmektedir. Bunlara bağlı olarak araştırmada havzada hava kirliliği ile topografik ve meteorolojik unsurlar arasındaki ilişki çeşitli analizlerle değerlendirilmiş ve havzada bu faktörlerle hava kirliliği arasında bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Bu ilişki ortaya konduktan sonra araştırma alanında hava kirliliğinin ortamdaki etkilerini kanıtlamak amacıyla, insan sağlığı ve hava kirliliği ilişkisi incelenmiştir. Hava kirliliğinin insan sağlığı üzerindeki en belirgin ve önemli etkisi olan solunum yolu hastalıkları ile havadaki PM_{10} ve SO_2 oranı arasındaki ilişki analiz edilmiştir. Araştırma alanında hava kirliliğinin boyutlarını ve ortamdaki etkilerini kanıtlamak bakımından, insan sağlığı ve hava kirliliği ilişkisi bu çalışmanın ileri süreceği sonuçları kanıtlar niteliktedir.

Buradan hareketle PAÜH'nin solunum yolu hastalıklarından astım, akut bronşit ve KOAH (kronik obstrüktif akciğer hastalığı) için 2013-2016 yıllarını kapsayan kayıtları kullanılmıştır. Yapılan analizler sonucunda Çürüksu Çayı Havzası'nda hava kirlleticileri (PM_{10} ve SO_2) ile solunum yolu hastalıkları şikâyetiyle hastane başvuruları arasında anlamlı, güçlü bir ilişkinin olduğu görülmüştür. Çürüksu Çayı Havzası'nda, PM_{10} ve SO_2

konsantrasyonlarının arttığı kış mevsiminde solunum yolu hastalıkları nedeniyle hastane başvuruları da artmıştır. Ayrıca burada jeo-istatistik analizlerinden Moran I, Geary Oranı ve Moran Saçılım Grafiği'nden yararlanılmıştır. Böylece solunum yolu hastalıklarının mekânsal oto-korelasyonu ve kümelenmesi tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu analizler sonrasında solunum yolu hastalıklarının yoğun olduğu mahallelerin rastgele dağılmadığı, kümelenme oluşturduğu görülmüştür. Böylece hastalıkların yoğun olduğu bölgeler/mahalleler tespit edilmiştir. Ayrıca solunum yolu hastalıklarının mekânsal dağılımının gösterilmesinde CBS kullanılarak hem görsel anlamda hem de analizler bakımından araştırma sonuçları desteklenmiştir.

Günümüzde artan çevre sorunları, insanı tedirgin etmiş ve çevreyi korumanın önemi ve gerekliliği konusunda çalışmalar yapmaya zorlamıştır. Bu çalışmalar sonucunda çevre eğitiminin ve çevre bilincinin bu sorunların çözümünde oldukça etkili olduğu ortaya çıkmıştır. Buradan hareketle araştırmanın son bölümünde havzadaki hava kirliliği sorunu çevre bilinci açısından değerlendirilmiştir.

Tüm bu bilgiler çalışmada 6 bölüm altında verilmiştir. Birinci bölümde, giriş kısmında araştırma alanı kısaca tanıtılarak, araştırmanın problem durumu, amacı ve öneminden bahsedilmiştir. İkinci bölümde, önceki yayınlara yer verilmiştir. Üçüncü bölümde, çalışmada kullanılan yöntem ve teknikler açıklanmıştır. Dördüncü bölümde, bulgular ve yorum kısmında araştırma alanının doğal ortam özellikleri; jeolojik-litolojik, jeomorfolojik, toprak, bitki örtüsü, iklim ve hidrografik özellikleri incelenmiştir. Araştırma alanının beşeri-ekonomik coğrafya özellikleri de bu bölümde ele alınmış, hava kirliliği, kirleticiler ve nedenleri hakkında bilgi verilmiştir. Bunun yanında Çürüksu Çayı Havzası'nda hava kirliliğinin nedenleri ve hava kirliliğine etki eden faktörler incelenmiştir. Hava kirleticilerinin zamansal ve mekânsal dağılımı yapılmıştır. Hava kirliliği ile solunum yolu hastalıkları arasındaki ilişki de bu bölümde incelenmiştir. Havzada solunum yolu hastalıklarının zamansal ve mekânsal analizi yapılmıştır. Beşinci bölümde hava kirliliği çevre bilinci açısından değerlendirilmiştir. Altıncı bölümde, araştırma sonucunda elde edilen bulgular ve bunların yorumlarına yer verilmiştir. Tartışma ve öneriler kısmıyla çalışma tamamlanmıştır.

1.1. Problem Durumu

2003 yılında Garipağaoğlu tarafından yapılan bir çalışmada Ege Bölgesi'ndeki iller arasında Denizli'nin hava kalitesinin bozuk olduğu belirtilmiştir. 2008 yılında yayınlanan Türkiye Çevre Sorunları ve Öncelikleri Envanteri Değerlendirme Raporu'nda (2005-2006) illerin öncelikli çevre sorunları sıralamasında Denizli'de hava kirliliğinin 1. sırada yer aldığı belirtilmiştir (Çevre ve Orman Bakanlığı Tarafından Çevre Etki Değerlendirilmesi ve

Planlama Genel Müdürlüğü Çevre Envanteri Daire Başkanlığı, 2008). Denizli “2013/37 sayılı Hava Kalitesinin Değerlendirme ve Yönetimi Genelgesi” EK-III'e göre yüksek kirlilik potansiyeli olan iller arasında yer almaktadır (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Denizli Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2015). Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü, Çevre Envanteri ve Bilgi Yönetimi Dairesi Başkanlığı tarafından 2014’de yapılan bir araştırmada “Denizli’nin Ege Bölgesi’nde hava kirliliğinin birinci öncelikli sorun olduğu il” bilgisine ulaşılmıştır. Tüm bu raporlar Denizli şehrinde çevre sorunları içerisinde hava kirliliğinin önemli bir sorun olduğunu göstermesi açısından önemlidir.

Araştırma alanında tespit edilen hava kirliliğinin çözümü amacıyla 2005 yılından itibaren havayı kirleten kömürün yerine, çevreyi daha az kirleten doğalgazın kullanılmaya başlanması sonucunda hava kirliliği önceki yıllara göre azalmasına rağmen hala Avrupa Birliği sınır değerlerine ulaşamamıştır. Bu sınır değerlerin aşıldığı gün sayısı oldukça fazladır. Günümüzde hava kirliliği sorununun önemi bütün dünya tarafından fark edilmiş ve çeşitli tedbirler alınmaya başlanmasına rağmen özellikle büyük şehirlerde hava kirliliğinin kabul edilen sınır değerlerin üzerinde olması önemli bir sorundur (Bayram ve diğerleri, 2006).

Ayrıca Dünya’da hava kirliliği nedeniyle ölenlerin sayısı her geçen gün artmaktadır. 2005’de OECD Ülkelerinde hava kirliliği nedeniyle ölenlerin ortalama değeri, Türkiye’deki ölümlerden fazla iken 2016’da Türkiye’deki hava kirliliğine bağlı ölümlerin sayısı, OECD Ülkelerinin ölümlerinin ortalamasından daha yüksektir (OECD, 2019). Türkiye’de ölüm nedenleri incelendiğinde kalp ve solunum yolu hastalıkları nedeniyle ölümlerin ilk sıralarda olduğu görülmektedir (TÜİK, 2017). TÜİK’in 2013-2017 yılları arasında Denizli’de daimi ikametgâha göre ölüm nedenleri istatistikleri incelendiğinde de ilk sırada dolaşım sistemi hastalıkları, ikinci sırada iyi ve kötü huylu tümörler, üçüncü sırada da solunum sistemi hastalıklarının yer aldığı bilgisine ulaşılmıştır. Denizli’de dolaşım sistemi hastalıkları nedeniyle ölen kişi sayısı 2013’de 2446, 2017’de 3129, solunum sistemi hastalıkları nedeniyle ölen kişi sayısı 2013’de 528, 2017’de 790 kişi olup bu sayı her yıl artmaktadır (TÜİK, 2017). Her iki hastalığın nedenleri arasında hava kirliliği önemli bir yere sahiptir (Bayram ve Dikensoy, 2006; Cengiz ve diğerleri, 2013; Mercan, 2016).

Yerel ve ulusal basın yayın organlarında Çürüksu Çayı Havzası’nın özellikle Denizli şehrinin hava kirliliğine dikkati çeken çok sayıda habere ulaşılmıştır. Bölge halkıyla yapılan görüşmeler ve gözlemler de havzada hava kirliliğinin önemli bir çevre sorunu olduğunu göstermektedir.

Çürüksu Çayı Havzası'yla ilgili bugüne kadar yapılan farklı çalışmalar bulunmakta olup bu çalışmalar coğrafya dışındaki diğer bilim dalı uzmanları (tıp, mühendislik gibi) tarafından yapılmıştır. Öncelikle hava kirliliğini ve solunum yolu hastalıklarını konu alan bu çalışmalar havza bazında yapılmamıştır. Bu çalışmalarda farklı dönemler için hava kirliliğinin tespiti, zamansal değişimi incelenmesine karşılık, hava kirliliğine etki eden faktörler incelenmemiş, havzanın doğal ortam özellikleri analiz edilmemiştir. Ancak bir bölgenin fiziki coğrafya özellikleri dikkate alınmadan hava kirliliği sorununun çözülmesi mümkün değildir. Denizli şehrinde tıp uzmanları tarafından yapılan solunum yolu hastalıklarıyla ilgili çalışmalarda hastalıklar-hastalar nicel olarak incelenmiştir (Fişekci ve diğerleri, 1999; 1999a; 2000; 2000a; Özkurt ve diğerleri, 2000; 2003; Hacıoğlu ve diğerleri, 2003). Ancak solunum yolu hastalıkları ile hava kirliliği ve havzanın fiziki özellikleri arasındaki ilişki incelenmemiştir. Oysa bir bölgenin fiziki coğrafya özellikleri ile hastalıklar arasında sıkı bir ilişki olduğu bilinmektedir (Kantürk, 2009). Ayrıca havzanın hava kirliliği ve solunum yolu hastalıklarının mekânsal dağılımı bugüne kadar yapılmamış, sorunlu bölgeler tespit edilmemiştir.

1.2. Amaç ve Önem

Bu çalışmanın amacı, problem durumu başlığında ayrıntılı olarak belirtilen Çürüksu Çayı Havzası'nda yaşanan hava kirliliği sorununun çözümüne ve hava kalitesinin iyileştirilmesine yönelik önerilerde bulunmaktır. Kirli hava öncelikle havza halkının sağlığını tehdit etmektedir. Herkesin temiz bir havada yaşam hakkı olup bu hak yasalarla koruma altına alınmıştır.

Çürüksu Çayı Havzası'nda zaman içerisinde değişen beşeri faaliyetler, mekânda da büyük değişikliklerin meydana gelmesine neden olmuştur. Ancak beşeri faaliyetler havzanın fiziki özellikleri dikkate alınmadan yapıldığı için hava kirliliği daha büyük boyutlara ulaşmıştır. Burada doğal ortam özelliklerinin bilinmesi ve buna uygun beşeri faaliyetlerin gerçekleştirilmesi hem çevre sorunlarının önlenmesi, hem de doğal ortamdan maksimum faydanın sağlanması açısından çok önemlidir. Sözü edilen nedenle Çürüksu Çayı Havzası'nda hava kirliliğinin zamansal ve mekânsal dağılımını yapmak, havzanın morfo-klimatik özellikleri ile hava kirliliği arasındaki ilişkiyi ortaya koyabilmek amacıyla bu çalışma yapılmıştır. Söz konusu ilişki ortaya konmadan alınacak her türlü önlem geçici olacaktır.

Ayrıca bu çalışmada hava kirliliğinin ortam üzerindeki etkisini kanıtlamak amacıyla, havzada hava kirliliğiyle solunum yolu hastalıkları arasındaki ilişki analiz edilerek hastalıkların mekânsal dağılımı yapılmıştır. Böylece havza halkının hava kirliliğinden etkilenme durumu ortaya konduğu gibi, solunum yolu hastalıklarının yoğun olduğu bölgeler

de tespit edilmiştir. Ayrıca bu bölgelerin tespitinin sağlık alanında yapılacak planlamalara da altlık oluşturması beklenmektedir. Bu durum sağlık sorunlarının erken çözülmesi yanında ekonomik açıdan da ülke ekonomisine katkı sağlayacaktır.

Günümüzde CBS hem haritalama hem de analizlerde yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Birden fazla veriyi aynı anda kullanarak yapılan analiz ve haritalar daha doğru sonuçlara ulaşılmasını sağlamaktadır. Bu araştırmada haritaların üretilmesinde ve analizlerinde CBS'den yararlanılmıştır. Böylece hava kirliliğinin ve solunum yolu hastalıklarının coğrafi dağılımında görsel açıdan zenginlik sağlanırken aynı zamanda daha etkili çözümlerin ve önerilerin bulunmasına da katkı sağlanmıştır.

Bu araştırmada hava kirliliği ile topografik ve meteorolojik unsurlar arasındaki ilişki yanında solunum yolu hastalıkları arasındaki ilişkiyi ortaya koymak amacıyla farklı pek çok jeo-istatistiksel yöntem kullanılmıştır. Bu farklı analizler sonucunda elde edilen bilgiler birbirini destekler niteliktedir. Bu çalışma kullanılan yöntemler bakımından da alana katkı sağlayacaktır.

Günümüzde çevre sorunlarının çözümünde çevre bilincinin ve çevre bilincine sahip bireylerin önemi vurgulanmaktadır. Bu çalışmanın havzada hava kirliliğine karşı bilincin oluşturulmasında etkili olması beklenmektedir.

Bu araştırmanın, havzayla ilgili yapılacak planlamalarda belirleyici olan karar verici ve politika yapıcılara rehberlik etmesi beklenmektedir. Havzada mevcut durumun değiştirilmesi zor olacağı için özellikle yeni imar planlarının havzanın fiziki özellikleri dikkate alınarak hazırlanması önemlidir.

1.3. Problem Cümlesi / Alt Problem Cümleleri

Araştırmanın problem cümlesi; Denizli Çürüksu Çayı Havzası'nda yaşanan hava kirliliği ile solunum yolu hastalıkları arasında bir ilişki var mıdır? şeklindedir.

Araştırmanın alt problemleri şöyledir:

- Denizli Çürüksu Çayı Havzası'nda topografik özellikler ile hava kirliliği arasında bir ilişki var mıdır?
- Denizli Çürüksu Çayı Havzası'nda iklimatik özellikler ile hava kirliliği arasında bir ilişki var mıdır?
- Denizli Çürüksu Çayı Havzası'nda hava kirliliğinin zamansal değişimi nasıldır?
- Denizli Çürüksu Çayı Havzası'nda hava kirliliği ile insan sağlığı arasında bir ilişki var mıdır?
- Denizli Çürüksu Çayı Havzası'nda solunum yolu hastalıklarının zamansal değişimi nasıldır?

- Denizli Çürüksu Çayı Havzası'nda solunum yolu hastalıklarının mekânsal dağılımı nasıldır?

1.4. Sınırlılıklar

Araştırma alanına ait hava kalitesi değerleri, havzada ölçüm yapan yalnızca iki istasyon olması nedeniyle, bu istasyonlara ait verilerle sınırlıdır.

Araştırma alanında Meteoroloji Genel Müdürlüğüne (MGM) ait istasyonların sayısı oldukça azdır. Ayrıca MGM'nden alınan devamlı ve düzenli veriler sadece merkeze ait olduğu için hesaplamalarda bu istasyona ait veriler değerlendirilmiştir.

Araştırma alanında belediyeler sayısal imar planlarını paylaşmadıkları için araştırma ulaşılabilen verilerle sınırlı kalmıştır.

Hava kirliliğinin olumsuz etkileri insan sağlığı, bitkiler, hayvanlar, binalar ve eşyalar üzerinde görülmektedir. Ancak havzada hava kirliliğinin bitkiler, hayvanlar, eşyalar ve binalar üzerindeki etkisini gösteren veriler mevcut değildir. Bu nedenle araştırmada yalnızca hava kirliliğinin insan sağlığı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu çalışma, verilerin ulaşılabılır olması nedeniyle sadece solunum yolu hastalıkları ile sınırlıdır. Solunum yolu hastalıklarının da çok fazla olması nedeniyle uzmanlar tarafından belirlenen ve en sık görülen solunum yolu hastalıkları olan astım, bronşit ve KOAH hasta kayıtları ile sınırlıdır.

Araştırma alanında solunum yolu hastalıkları ile ilgili veriler için Denizli Devlet Hastanesi, Servergazi Devlet Hastanesi ve Pamukkale Üniversitesi (PAÜ) Tıp Fakültesi Hastanesine başvuruda bulunulmuştur. Ancak bu hastanelerden PAÜ dışındaki hastanelerin cevapları yoğunluk nedeniyle olumsuz olmuştur. Bu nedenle havzadaki hasta verileri sadece PAÜ'den alınan verilerle sınırlıdır.

1.5. Varsayımlar

Araştırma alanında hava kirliliğinin boyutu ve zamansal değişiminin gösterilmesinde, hava kirleticileri ölçümü yapan istasyonlardan yararlanılmıştır. Ancak havzada iki tane ölçüm yapan istasyon vardır. Bu nedenle söz konusu iki istasyonun havza genelini temsil ettiği ve alınan verilerin eksiksiz olduğu var sayılmıştır.

Araştırmanın önemli bir kısmını oluşturan hasta kayıtları PAÜ Tıp Fakültesi Hastanesinden alınmıştır. Hasta kayıtlarının doğru olduğu ve havza genelindeki hasta kayıtlarını genel olarak yansıttığı var sayılmıştır.

1.6. Tanımlar

Havza: Genellikle tektonik hareketlerin eseri olan çöküntü alanlarıdır (Ardos ve Pekcan, 1997). Havza, etrafı dağlarla ya da yüksek tepelerle çevrili, ortası çukur ve nispeten geniş olan yerlerdir (Biricik, 2009).

Hava Kirliliği: Atmosferde toz, duman, gaz, koku ve saf olmayan su buharı şeklinde bulunabilecek kirleticilerin, insanlar ve diğer canlılar ile eşyaya zarar verebilecek miktarlara yükselmesidir (WHO, 2013).

Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS): Her ölçekteki doğal ortam ile insan, zaman özellikleri ve ilişkilerine ait bilgi toplama, depolama, analiz çalışmalarını kapsayan ve kendine has metodolojisi olan bir yöntemdir (Yomralıoğlu, 2000).

Çevre Bilinci: Çevreye yönelik bilgi, tutum ve yararlı davranışlar olarak tanımlanmaktadır. Çevre bilincine sahip bireyler çevresel kirlilik ve bozulmalara karşı duyarlı, çevreyi koruyan ve çevre dostu davranışlar gösteren kişidir (Erten, 2004).

1.7. Kısaltmalar

CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
DOSB	: Denizli Organize Sanayi Bölgesi
KOAH	: Kronik obstrüktif akciğer hastalığı
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
PM ₁₀	: Partikül madde
PAÜ	: Pamukkale Üniversitesi
PAÜH	: Pamukkale Üniversitesi Hastanesi
SO ₂	: Kükürt dioksit
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu

BÖLÜM II

İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Araştırmanın bu bölümünde daha önce yapılmış yayın ve çalışmalara yer verilmiştir. Bu yayınlar; havzanın coğrafi özellikleriyle, hava kirliliğiyle ve solunum yolu hastalıklarıyla ilgili olanlar şeklinde gruplandırılmıştır.

Çürüksu Çayı Havzası'nın Coğrafi Özellikleri İle İlgili Yapılmış Çalışmalar

Çürüksu Çayı Havzası, Batı Anadolu'daki tektonik rejimin sonucunda oluşmuş (horst-graben) Ege Bölgesi'nin önemli havzalarından biridir. Havza, Büyük Menderes Grabeni ile Alaşehir Grabeninin buluştuğu yerde bulunmaktadır. Havzada temeli Menderes Masifi oluşturmaktadır. Ege Bölgesi'nin en yüksek dağı olan Honaz Dağı (2571 m) havza sınırları içerisinde yer almaktadır. Havzada alçak ova tabanı ve bunu çevreleyen yüksek dağlar ana topografik yapıyı oluşturmaktadır. Havza oldukça engebeli bir topoğrafyaya sahiptir. Havzada Akdeniz iklimi hâkimdir. Ancak havzanın Kıyı Ege ile İç Batı Anadolu bölümleri arasında bir geçiş kuşağı üzerinde yer alması; iklim ve dolayısıyla vejetasyon özellikleri bakımından da bir geçiş sahası özelliği göstermesine neden olmuştur. Havza, genel olarak "Akdeniz Fitocoğrafya Bölgesi" sınırları içerisinde yer almaktadır. Yine havzada hâkim Akdeniz iklimine bağlı olarak zonal toprak grubundan kahverengi orman, azonal toprak grubundan alüvyal ve kolüvyal topraklar yaygın olarak görülmektedir. Havzanın bu coğrafi özelliklerini belirlemede yararlanılan bazı çalışmalar şöyledir; Erinç, (1962). "Klimatoloji", Yalçınlar (1963). "Türkiye'de görülen bazı eski aşınım satırları", Akarsu (1969). "Ege Bölgesi'nin (Babadağ ve Civarı) jeolojisi", Arpat ve Bingöl (1969). "Ege Bölgesi graben sisteminin gelişimi üzerine düşünceler", Yalçınlar (1970). "Batı Anadolu'nun strüktür ve rölief şekilleri üzerine müşahadeler", Pamir ve Erentöz (1974). "1:500.000 Ölçekli Türkiye jeoloji haritası Denizli", Göney (1975). "Büyük Menderes bölgesi", Bingöl (1976). "Batı Anadolu'nun jeotektonik evrimi", Darkot ve Tuncel (1978). "Ege Bölgesi coğrafyası", Atalay (1987). "Türkiye jeomorfolojisine giriş", Sun (1990). "Denizli-Uşak arasının jeolojisi ve linyit olanakları", Koçman (1993). "Ege ovalarının iklimi", Atalay (1994). "Türkiye vejetasyon coğrafyası", Ardos (1995). "Türkiye ovalarının jeomorfolojisi", Çukur (1998). "Ege Bölümü'nün ekosistemleri", Çiçek (2001). "Çökelez Dağı'nın florası", Çelik ve diğerleri, (2002). "Honaz Dağı'nın genel vejetasyonu", Koçyiğit (2005). "The Denizli graben-horst system and the

eastern limit of western anatolian continental extension: basin fill, structure, deformational mode, throw amount and episodic evolutionary history, SW Turkey”, Atalay (2006). “Toprak oluşumu sınıflandırılması ve coğrafyası”, Alçiçek, (2007). “Denizli Havzası (Sarayköy-Buldan Bölgesi, GB Türkiye) neojen çökellerinin sedimantolojik incelemesi”.

Hava Kirliliği İle İlgili Yapılmış Çalışmalar

Hava kirliliği konusunda yapılmış çok sayıda ulusal ve uluslararası İngilizce yayına ulaşılmıştır. Öyle ki 2000-2018 itibarıyla genel olarak sadece başlığında hava kirliliği geçen yerli 500, yabancı (İngilizce) 2500’e yakın makale tespit edilmiştir. Bu nedenle yayınlar belirli temalar halinde kategorize edilmiştir. Bunlar; “hava kirliliği, hava kirliliğini etkileyen faktörler ve hava kirliliğinin neden olduğu hastalıklar” olarak ayrılmıştır.

Hava kirliliğini konu olan çalışmaların genelinde hava kirliliğinin tanımı ve hava kirliliğinin kaynaklarından bahsedilmiştir. Ayrıca, herhangi bir yerdeki hava kirlleticilerin zamansal değişimi, hava kirliliğinin yıllara ve mevsimlere göre değişimi ortaya konmuştur. Bu çalışmaların tamamında hava kirliliğinin kış mevsiminde arttığı ancak yıllara göre azalma eğiliminde olduğu görülmüştür. Bu konudaki bazı çalışmalar şöyledir;

Çukurluoğlu ve Besim (2015). “Denizli Organize Sanayi Bölgesi yakıt kaynaklı emisyon envanteri”, Gümrükçüoğlu ve Soylu (2011). “Adapazarı’nda ısınma kaynaklı hava kirliliğinin incelenmesi”, Çiçek ve diğerleri, (2008). “Türkiye genelinde kükürtdioksit ve partikül madde kirlilik dağılımlarının analizi”, Kırımhan (2006). “Hava kirliliği ve kontrolü”, Çiçek, Türkoğlu ve Gürgen (2004). “Ankara’da hava kirliliğinin istatistiksel analizi”.

Hava Kirliliğini Etkileyen Faktörler İle İlgili Çalışmalar

Hava kirliliğinin temel nedeni insan ve faaliyetleridir. Ancak hava kirliliğinin süresi ve etkisi üzerinde belirleyici olan başka faktörler vardır. Bu faktörler arasında fiziki faktörler yani topografik ve meteorolojik faktörler hava kirliliği üzerinde önemli etkilere sahiptir. Bu etkinin derecesini ve önemini ortaya koymak amacıyla hava kirlleticilerinden PM₁₀ (partikül madde) ve SO₂ (kükürtdioksit) ile bir yerin topografik ve meteorolojik özellikleri (sıcaklık, yağış, rüzgâr ve basınç, nem) arasındaki ilişki SPSS programı kullanılarak, regresyon ve korelasyon analizleri yapılarak ortaya konmuştur. Bu analiz sonuçlarına göre hava kirliliği ile meteorolojik unsurlar arasında ilişki vardır, ancak bu unsurların etki derecesi ve yönü yerleşim yerlerine göre farklılık gösterebilmektedir. Bu konuda yapılmış bazı çalışmalar aşağıda yayın isimleriyle listelenmiştir.

Kahraman ve Pekin (2015). “Meteorolojik koşulların hava kirliliği üzerine etkilerinin incelenmesi: Ankara örneği”, Tecer ve Tağıl (2014). “Impact of urbanization on local air quality: Differences in urban and rural areas of Balıkesir, Turkey”, Çiftçi ve diğerleri, (2013). “Topografik yapı, iklim şartları ve kentleşmenin Konya’da hava kirliliğine etkisi”, Kopar ve Zengin (2009). “Coğrafi faktörlere bağlı olarak Erzurum kentinde hava kalitesinin zamansal ve mekânsal değişiminin belirlenmesi”, İlten ve Selici (2008). “Balıkesirde hava kirliliği üzerinde bazı meteorolojik parametrelerin etkisinin araştırılması”, Erbaşlar ve Taşdemir (2007). “Kentsel bir atmosferdeki bazı kirleticilerin meteorolojik parametrelerle ilişkilendirilmesi”, Çukur, Gündüzoğlu ve Aşkın (2006). “İzmir-Buca’da morfo-klimatik özelliklerin sıcaklık terselmesi ve insan sağlığı üzerine etkilerinin CBS ile sorgulanması”, Akay (2003). “Kırıkkale’de hava kirliliğinin meteorolojik parametrelerle ilişkisinin araştırılması”, Söyleyici ve Dursun (2002). “Konya ili bölgesindeki meteorolojik özelliklerin hava kirliliğine etkisi”, Tağıl ve Koç (2000). “Edirne kentinde hava kalitesi”, Yıldırım ve Korkmaz (1998). “Kahramanmaraş’ta coğrafi faktörlerin hava kirliliğine etkileri”, Demirci ve Çuhadaroglu (1998). “Statistical analysis of wind circulation and air pollution in urban Trabzon”, Beyazıt ve Bali (1996). “Sivas’ta hava kirliliği ve meteorolojik parametrelerle ilişkisinin araştırılması”, Hacısalihoğlu (1994). “Karabükte hava kirliliği”, Şahin (1989). “Hava kirliliği ve hava kirliliğini etkileyen doğal çevre faktörleri”, Sungur ve Gönençgil (1997). “Çeşitli iklim elemanlarının hava kirliliği üzerine etkileri”, Emiroğlu (1966-1967). “Ankara şehrinde hava kirlenmesini artıran doğal faktörler”.

Hava Kirliliğinin Neden Olduğu Hastalıklarla İlgili Yapılmış Çalışmalar

Hava kirliliğinin insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkisi solunum yolu hastalıkları şeklinde görülmektedir. Yapılan tüm çalışmalarda hava kirliliği arttıkça solunum yolu hasta sayısının da arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Hava kirliliği ile solunum yolu hastalıkları arasındaki ilişkinin ortaya konmasında hastanelerin ilgili bölümleri ya da acil servisine yapılan başvurular dikkate alınmıştır. Bu veriler ile hava kirliliği verileri analiz edilerek aralarındaki ilişki ortaya konmuştur. Bunların bazıları listelenmiştir; Özcan ve Çubukçu (2015). “Evaluation of air pollution effects on asthma disease: the case of İzmir”, Szyszkowicz ve Kousha (2014). “Emergency department visits for asthma in relation to the air quality health index: a case-crossover study in Windsor, Canada”, Tecer (2013). “Balıkesir’de hava kirliliğinin çocuk ve yetişkinlerde solunum hastalıklarına etkilerinin belirlenmesi üzerine bir alan çalışması”, Türk ve Kavraz (2011). “Air pollutants and its effects on human health: the case of the city of Trabzon”, Uğurlu ve diğerleri, (2010). “Denizli ili kırsal alanda astım semptom prevansı ve

risk faktörleri”, Özsera ve diğlerleri, (2010). “Associations between air pollution and emergency department visits for ischemic stroke, respiratory and cardiovascular diseases, in İzmir”, Durduran ve Durduran (2009). “Coğrafi bilgi sistemi yardımıyla kalp ve solunum yolu hastalarının mekânsal dağılımının belirlenmesi: Konya örneğı”, Tecer ve diğlerleri, (2008). “Particulate matter (PM_{2.5}, PM_{10-2.5}, and PM₁₀) and children’s hospital admissions for asthma and respiratory diseases: a bidirectional case-crossover study”, Tağıl (2007). “Balıkesir’de hava kirliliğinin solunum yolu hastalıklarının mekânsal dağılışı üzerine etkisini anlama jeo-istatistik teknikler”, Daloğlu ve diğlerleri, (2006). “Denizli il merkezindeki, 20-49 yaş grubu erişkinlerde astım semptom prevansı ve etkileyen risk faktörleri”, Bayram ve Dikensoy (2006). “Hava kirliliğı ve solunum sağılığına etkileri”, Hacıoğlu ve diğlerleri, (2003). “Denizli ilinde yaşayan erişkinlerdeki kronik bronşit prevansı ve etkileyen risk faktörleri”, Berktaş ve Bircan (2003). “Effects of atmospheric sulphurdioxide and partikülate matter concentrations on emergency room admissions due to asthma in Ankara”, Koç ve diğlerleri, (2002). “Hava kirliliğinin Sivas Göğüs Hastalıkları Hastanesine yatışlar üzerine etkisi”, Fişekci ve diğlerleri, (2000). “Hava kirliliğı ve astım atakları”, Fişekci ve diğlerleri (1999). “Kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAİ) alevlenmeleri ve hava kirliliğı”, Gökbel ve Uzun (1995). “Hava kirliliğinin solunum fonksiyonlarına etkileri”, Tağıl ve Menteşe (2012). “Zonguldak’ta hava kirliliğı (PM₁₀ & SO₂) ile ilişkili olarak seçilmiş solunum yolu hastalıklarının zamansal ve mekânsal değışimi”.

Hava kirliliğini konu alan ilgili literatür taraması sonucunda bu konudaki çalışmaların makale ve tezler (yüksek lisans-doktora) şeklinde yapıldığı görölmüştür. Türkiye’de Aralık 2018 itibariyle hava kirliliğini konu alan 154 yüksek lisans ve 37 doktora ile 8 tıpta uzmanlık tezi yapılmıştır. Tezlerin önemli bir kısmı, neredeyse tamamı mühendislik disiplinindeki çalışmalardan oluşmaktadır. Hava kirliliğini konu alan tezlerin yapıldıkları uzmanlık alanlarına göre bir sıralama yapıldığında ilk sırada % 31.2 ile çevre mühendisliğı bölümü yer almaktadır. Bunu % 10 ile makine mühendisliğı, % 8’le biyoloji izlemektedir. Hava kirliliğini konu alan çalışmalarda coğrafya biliminin payı ise sadece % 5’dir. Oysa konu itibariyle hava kirliliğı sorunu coğrafyacı kimliğıyle de incelenmesi gereken bir konudur. Söz konusu nedenle bu çalışmanın yapılmasına karar verilmiş, araştırma alanı olarak da Çürüksu ayı Havzası seçilmiştir. Yukarıda bahsedilen hava kirliliğı ve solunum yolu hastalıklarıyla ilgili yapılmış çalışmalar ve bu çalışmalarda kullanılan yöntemler Denizli Çürüksu ayı Havzası’nda yaşanan hava kirliliğinin değlendirilmesinde katkı sağlamıştır.

BÖLÜM III

YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Modeli / Deseni

Bu araştırmada karma modeli kullanılmıştır. “*Karma modeli; araştırmacı/araştırmacıların anlama ve doğrulamanın genişliği ve derinliğini sağlamak amacıyla nicel ve nitel araştırma bileşenlerini birleştirdikleri bir araştırma türüdür*” (Dede ve Demir, 2015). Karma modelde nitel ve nicel verilerin her ikisi de kullanılmaktadır. Bu çalışma ilişkisel tarama yapılarak desteklenmiştir.

3.2. Evren / Örneklem

Hızlı bir sanayileşme ve kentleşmenin yaşandığı Denizli’de nüfusun yoğun olduğu ve hava kirliliği sorununun yaşandığı tek bölge Çürüksu Çayı Havzası’dır. Bu nedenle Çürüksu Çayı Havzası örneklem olarak seçilmiş ve incelenmiştir.

3.3. Veri Toplama Süreci ve Araçları

Araştırma alanı olarak seçilen Çürüksu Çayı Havzası’nın doğal ortam özelliklerinin ortaya konması için öncelikle döküman analizi yapılmıştır. Havzanın ilgili haritalarının çiziminde ArcGis10.2 programı kullanılmıştır. Havzanın ilgili haritaları oluşturulurken kullanılan altlık haritaları aşağıda verilmiştir:

- Topoğrafya haritasının yapımında 1/100.000 ölçekli (M21-22-23, N21-22-23 paftaları) topoğrafya haritalarından,
- Jeoloji ve litoloji haritasının yapımında 1/500.000 ve 1/100.000 ölçekli Maden Tetkik Arama tarafından hazırlanmış Türkiye jeoloji haritası paftalarından,
- Vejetasyon haritasının yapımında Denizli Orman Bölge Müdürlüğüne ait 1/25 000 ölçekli amenajman haritalarından,
- Toprak haritasının yapımında Denizli Tarım, Gıda ve Hayvancılık Müdürlüğü 1/100.000 ölçekli Denizli İl Toprak Envanterinden yararlanılmıştır.
- Denizli istasyonu baz alınarak interpolasyon yöntemi kullanılmış, havzanın sıcaklık haritaları Lapse rate, yağış haritaları ise Schreiber yöntemleri kullanılarak oluşturulmuştur.

- Araştırmada 3 farklı veri seti kullanılmıştır. Bunlardan ilki iklim özelliklerini ortaya koymak ve çeşitli analizler yapabilmek için kullanılan 1985-2017 dönemine ait yıllık, aylık ve günlük (maksimum, minimum, ortalama), meteorolojik (sıcaklık, yağış, rüzgâr, basınç, nem vb.) verilerdir. Bu veriler, MGM’den yazılı olarak istenmiştir. Bilgisayar ortamında alınan bu veriler araştırmanın amacına uygun olarak değerlendirilmiştir.
- Araştırmada kullanılan ikinci veri setini; 2013-2016 dönemine ait hava kirleticileri olan PM₁₀ ve SO₂ değerleri oluşturmaktadır. Bu veriler Çevre ve Şehircilik Bakanlığının www.csb.gov.tr/iller/denizli internet adresinden temin edilmiştir.
- Araştırmada kullanılan üçüncü veri setini ise PAÜH’ne solunum yolu hastalıkları (astım, akut bronşit ve KOAH nedeniyle başvuran hastalar oluşturmaktadır. Ancak, PAÜ yetkilileri yeni hasta kayıt sistemine 2013 yılında geçilmesi nedeniyle hasta bilgilerini bu tarihten itibaren verebileceklerini belirtmişlerdir. Bu nedenle 2013-2016 dönemine ait solunum yolu hastalıkları (astım, akut bronşit, KOAH) şikâyetiyle PAÜH’ne başvuran hasta kayıtları incelenmiştir.
- Havzadaki yerleşmelere ait nüfus verileri Türkiye İstatistik Kurumundan (TÜİK) alınmıştır.

3.4. Verilerin Analizi

Bu araştırmada hava kirliliği verileri, meteorolojik veriler ve solunum yolu hastalıkları verileriyle ilgili analizler istatistik (SPSS) yazılımı yardımıyla betimsel istatistik, korelasyon (Pearson-Spearman) ve doğrusal regresyon (küçük kareler yöntemi) yöntemleri kullanılarak yapılmıştır. Bu araştırmada istatistiksel verilerin anlamlandırılmasında kullanılan ölçütler sırasıyla; “*”% 1, “**”% 5 ve “***”% 10 şeklindedir.

- Solunum yolu hastalıkları kayıtlarının 2013-2016 dönemine ait olması nedeniyle ilgili analizlerin doğru bir şekilde yapılabilmesi için aynı döneme ait kirlilik parametreleri kullanılmıştır.
- PAÜH’nden 2013-2016 yıllarına ait (solunum yolu hastalıkları nedeniyle hastaneye başvuran ve ayakta tedavi edilen hastaları kapsayan) 60.000 veri alınmıştır. Bu veriler sadece hasta sayılarından oluşmayıp, hastaların günlük başvuru tarihleri, tanısı, hastanın yaşı, cinsiyeti, ikametgâh adresi gibi bilgileri içermektedir. Bu veriler içerisinde ikametgâh adresleri, solunum yolu hastalıklarının mekânsal dağılımının gösterilmesi için oldukça önemlidir. Ancak bu veriler incelendiğinde tekrarların olduğu, aynı gün içerisinde aynı kişiye ait birden fazla girişin olduğu tespit edilmiştir.

Hastaların kayıt sırasında eksik veya yanlış ikametgâh adresi bildirdikleri görülmüştür. Ayrıca Denizli Büyükşehir Belediyesi tarafından adres bilgi sisteminin değiştirilmesi sonucunda sokak ve mahalle isimleri değişmiş, hatta bazı mahalle isimleri kullanılmaz olmuştur. Bu durum adres bilgileri kısmında sorunlara neden olmuştur. Söz konusu nedenler sonucunda veriler yeniden gözden geçirilmiş ve araştırma 40.000 veri üzerinden yapılmıştır. Bu veriler E-views.7 programında değerlendirilmiş, sonuçlar ilgili tablo ve grafiklerle açıklanmıştır.

- Solunum yolu hasta sayısı ile kirlilik arasında bir nedensellik ilişkisinin olup olmadığı Granger-Nedensellik Analizi ile incelenmiştir.
- Bu araştırmada kirlilik haritasının yapımında ArcGis10.2 yazılım programı kullanılmıştır. Öncelikle hava kirliliği ölçüm istasyonlarının koordinatları kullanılarak bir nokta katmanı oluşturulmuştur (ulusal koordinat sistemine göre (UTM- Zone)). PM_{10} ve SO_2 'nin aylık, yıllık ve mevsimlik olarak ortalama konsantrasyon değerleri öznitelik verisi olarak bu nokta katmanına eklenmiştir. Söz konusu ölçüm değerleri temel alınarak ArcGis 10.2 programında Spatial Analyst modülü içerisinde bulunan “Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon Yöntemi (Inverse Distance Weighted, (IDW))” komutu kullanılarak PM_{10} ve SO_2 'nin mekânsal dağılımı yapılmıştır. Daha sonra bu kirlilik haritaları, havzanın topografik özellikleri ile karşılaştırılarak, havzada kirliliğin yoğun olduğu bölgeler tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu analizler için kullanılan IDW; belirli bir lokasyon ve bu lokasyona yakın olan noktaların tahmin hesaplamasında daha ağırlıklı rol alması ve daha uzak olan noktaların ise daha az etkili olması ilkesine dayalı olan bir enterpolasyon tekniğidir.
- Araştırma alanında solunum yolu hastalıklarının mekânsal dağılımında da yine bu ölçüm değerleri temel alınarak bu bölümde CBS yazılım programlarından ArcGIS ve GeoDa programlarından yararlanılmıştır. İlk olarak çalışmaya sayısal altlıkların sisteme aktarılmasıyla başlanmıştır. Böylece sözel veri tabanları kullanılır duruma gelmiştir. Daha sonra ise mekânsal analizde kullanılacak altlık haritalar oluşturulmuştur. Araştırmada kullanılan havzanın haritaları CBS yazılımları için üretilmiş sayısal koordinatlı haritalardan oluşmaktadır. Havzanın CBS yazılımında kullanılacak haritası Türkiye’de harita standardı olarak kullanılan WGS84 projeksiyonundadır. Böylece CBS tabanlı ArcGis 10.2 Spatial Analyst modülü içerisinde bulunan “Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon Yöntemi (Inverse Distance Weighted, (IDW))” komutu kullanılarak solunum yolu hastalıklarının mekânsal

dağılımını gösteren harita yapılmıştır. Böylece hastalığın yoğun olduğu yerler belirlenerek, bunun nedenleri üzerinde tartışılmıştır.

- Araştırma alanında solunumyolu hastalarının havzadaki mekânsal dağılımını ortaya koymak için Moran I, Geary Oranı ve Moran Saçılım Grafiği gibi çeşitli jeo-istatistiksel analizlerden yararlanılmıştır.

Moran I Testi

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Bu formül sonucunda Moran I indeksinin alacağı değer, korelasyonun varlığını göstermektedir.

$I > 0$ pozitif mekânsal otokorelasyon

$I < 0$ negatif mekânsal oto korelasyon

n: bölge sayısı.....n: 230

X_i : i. Bölgedeki oran

Moran I'nın beklenen değeri E (I) ile belirlenmektedir. Moran I değeri (-1) ile (+1) arasında değer almaktadır. Komşu bölgelerdeki değerler benzer olduğu zaman Moran I değeri pozitif ve büyüktür, pozitif mekânsal otokorelasyonu gösterir. Komşu bölgelerdeki değerler birbirine benzemediği durumlarda ise Moran I negatif olmaktadır. Yine çok büyük ve çok küçük Moran I değerleri mekânsal olarak kümelenme olduğuna işaret etmektedir. Eğer değerler küçük olursa mekânsal negatif korelasyonu ve komşu değerlerin benzemediğini göstermektedir (Lee ve Wong, 2000).

Global Geary C Yöntemi

C değeri:

$$C = \frac{(N-1)}{2S_0} \times \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1, j \neq i}^N W_{ij} (x_i - x_j)^2}{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}, \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}, S_0 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N W_{ij}$$

Mekânsal otokorelasyon yöntemlerinden bir diğeri de Global Geary C yöntemidir. Geary C istatistiği, kovaryasyon ölçüsü olarak veri değerleri arasındaki farkların kareleri toplamını kullanarak hesaplamının yapıldığı istatistiktir. Geary oranında sonuç 0 ile 2 arasında değişmektedir. 0 mükemmel otokorelasyonun, 1 mekânsal otokorelasyonun olmadığını, 2 ise mükemmel negatif mekânsal otokorelasyon olduğunu göstermektedir. Geary oranında negatif

standartlaştırılmış değer (z) pozitif mekânsal otokorelasyonu: pozitif z değeri ise negatif mekânsal oto korelasyonu göstermektedir (Lee ve Wong, 2000).



BÖLÜM IV

BULGULAR

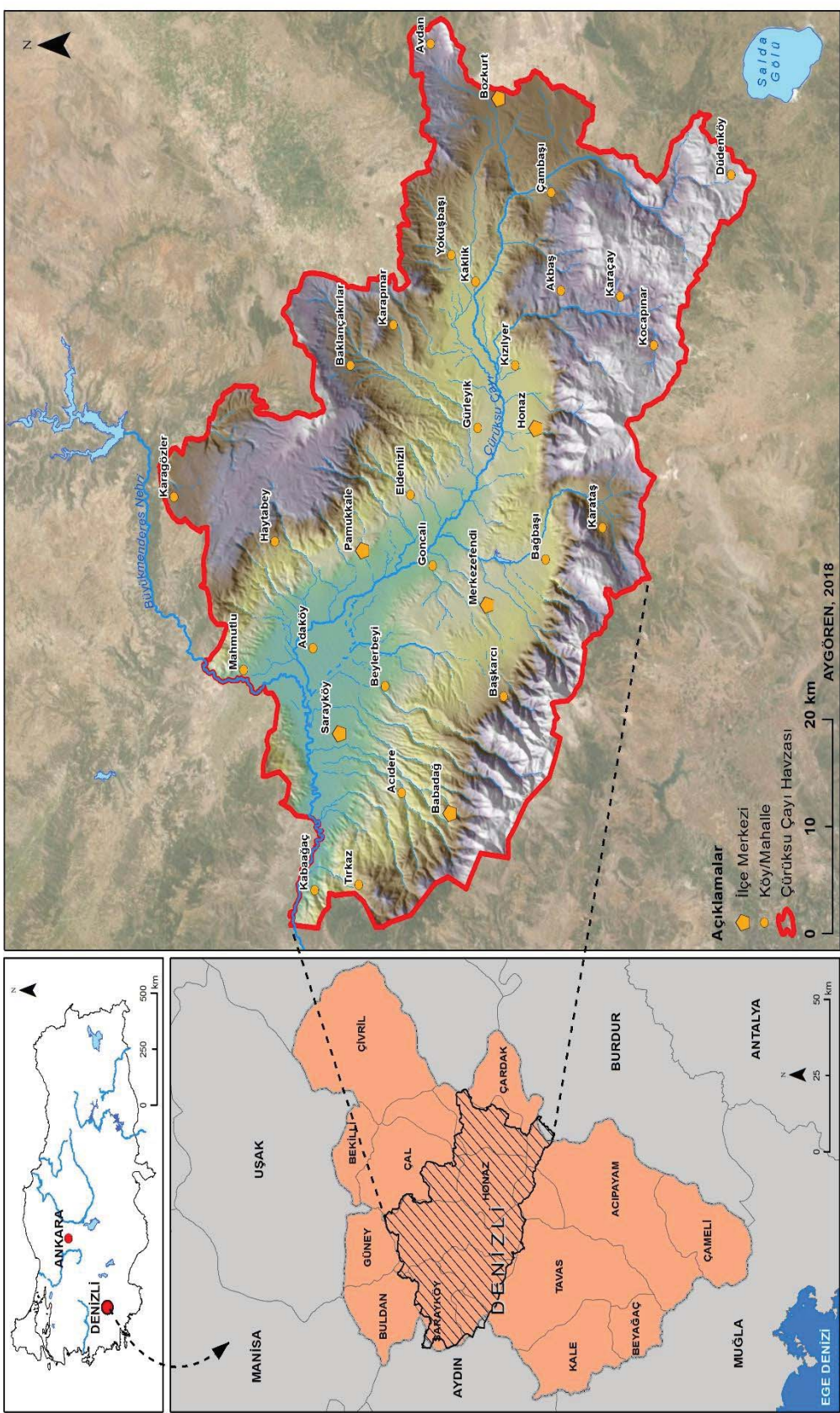
4.1. DENİZLİ ÇÜRÜKSU ÇAYI HAVZASI'NIN GENEL FİZİKİ COĞRAFYA ÖZELLİKLERİ VE HAVA KİRLİLİĞİ

Günümüzde insan ve faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan hava kirliliğinin olumsuz etkisi, hava kirleticilerinin havada kalma süresi ve miktarıyla ilgilidir. Bu durum ise bölgenin fiziki coğrafya faktörlerine bağlı olarak değişmektedir. Fiziki coğrafya faktörleri arasında coğrafi konum, topografik ve meteorolojik özellikler önemlidir. Bir bölgenin fiziki coğrafya özellikleri, bölgedeki hava kirleticilerini ortamdan uzaklaştırarak hava kirliliğini önlediği gibi, hava kirleticilerinin bir yerde uzun süre kalmasına ve dolayısıyla hava kirliliğinin insan ve çevresine verdiği zararın artmasına da neden olabilmektedir. Bu nedenle fiziki coğrafya faktörleri, hava kirletici kaynağı kadar önemlidir (Şahin, 1989; Sungur ve Gönençgil, 1997; Garipağaoğlu, 2003).

Geçmiş yıllarda hava kirliliğinin insan sağlığını etkilediği hatta ani ölümlere neden olduğu olaylarda bölgenin topografik ve meteorolojik özelliklerinin etkili olduğu belirtilmiştir (Bayram ve diğerleri, 2006). Topografik ve meteorolojik faktörler birbirlerini hem etkiledikleri hem de birbirlerinden etkilendikleri için birlikte değerlendirilmeleri daha doğru olacaktır. Buradan hareketle araştırmanın bu bölümünde havzanın fiziki coğrafya özellikleri (coğrafi konumu, jeolojik/litolojik, morfolojik, hidrografik, iklim, toprak ve bitki örtüsü özellikleri) incelenerek, hava kirliliği üzerindeki etkileri ele alınmıştır.

4.1.1. Araştırma Alanının Yeri ve Sınırları

Çürüksu Çayı Havzası, Ege Bölgesi'nde Kıyı Ege ile İç Batı Anadolu bölümleri arasında bulunan Denizli Büyükşehir Belediyesi sınırları içerisinde yer almaktadır (Şekil 1). Havza, 28°56'50'' - 29°40'30'' doğu boylamları ile 37°38'06'' - 38°00'50'' kuzey enlemleri arasında bulunmaktadır. Havza adını Büyük Menderes Nehri'nin önemli bir kolu olan Çürüksu Çayı'ndan almaktadır. Havzanın yüzölçümü yaklaşık olarak 2769 km² olup, Denizli'nin (11.868 km²) % 23'ünü oluşturmaktadır.



Şekil 1. Çürüksu Çayı Havzası'nın lokasyon haritası

Çürüksu Çayı Havza'sı, Ege Bölgesi'nde kuzey-güney yönlü gerilmeler sonucunda oluşan doğu-batı doğrultulu bir graben sahasıdır. Havza, kuzeyde Büyük Çökelez Dağı, güneyde Babadağ ve Honaz Dağı'yla çevrili olup, Denizli-Sarayköy ovaları burada bulunmaktadır.

Havza, kuzeyde Güney, Çal ve Bekeilli; güneyde Tavas, Serinhisar ve Acıpayam; doğuda Çardak ilçeleri, batıda ise Aydın iliyle komşudur. Araştırma alanı sınırları içerisinde bulunan Denizli şehri 2013 yılında büyükşehir olmuştur. Büyükşehir belediyesi, Pamukkale ve Merkezefendi belediyeleri olarak iki merkez ilçe belediyesine ayrılmıştır. Havza sınırları içerisinde Merkezefendi, Pamukkale, Sarayköy, Babadağ, Honaz belediyeleri ve bu belediyelere bağlı mahallelerin tamamı; Buldan, Güney, Çal, Tavas, Serinhisar ve Acıpayam belediyelerine ait az sayıda mahalle bulunmaktadır. Havzada 11 belediye ve 227 mahalle vardır (Şekil 2).

Uzun yıllardır yerleşime sahne olan Çürüksu Çayı Havzası'nın 1965'te 142.553 kişi olan nüfusu hızla artarak, günümüzde 760.000 kişiye yükselmiştir (TÜİK, 2019). Çürüksu Çayı Havzası, Denizli il nüfusunun (1.037.208 kişi) % 73'ünü barındırmaktadır (TÜİK 2019). Havzada nüfus artış hızı her dönem Türkiye ve Denizli genelinin üstündedir. 2014'de nüfus artış hızı Türkiye'de % 1,34, Denizli'de % 1,58 iken Çürüksu Çayı Havzası'nda % 2,55'tir. Bu oran 2019'da sırasıyla % 1,40, % 0,92 ve % 1,33'tür. Havza, Denizli genelinde nüfusun en yoğun olduğu bölgedir. 2019 yılında Çürüksu Çayı Havzası'nda nüfus yoğunluğu 274 kişi /km² olup bu oran Türkiye (108 kişi /km²) ve Denizli (87 kişi /km²) ortalamasının çok üstündedir.

4.1.2. Çürüksu Çayı Havzası'nın Genel Jeolojik/Litolojik Özellikleri

Jeolojik/litolojik özellikler, üzerindeki toprağı, bitki örtüsünü ve arazi kullanım durumunu etkileyerek hem doğal ortamı hem de bu ortamda yaşayan insanların faaliyetlerini şekillendirmektedir. Bir bölgenin jeolojik/litolojik özellikleri ile insan sağlığı arasında da önemli bir ilişki vardır (Kantürk, 2009). Ancak araştırma alanında jeolojik/ litolojik özelliklerin solunum yolu hastalıkları ile hava kirliliği üzerinde bir etkisi tespit edilememiştir. Aralarında bir ilişki bulunamamasına rağmen bu bölümde araştırma alanının jeolojik/litolojik özelliklerinin verilmesi sadece havzanın doğal ortam özelliklerinin ortaya konmasıyla ilgilidir.

Araştırma alanında genel jeolojik ve litolojik özellikler incelendiğinde, bütün jeolojik devirlere ait arazileri görmek mümkündür. Sahada temeli Menderes Masifi oluşturmaktadır (Şekil 3). Havza, yüksek topoğrafya oluşturan Menderes Masifi metamorfiklerinin çevrelediği ve Pliyosen formasyonları ile kaplı bir bölgede yer almaktadır. Havzanın temel kayaçlarını, Menderes Masifi'nin Paleozoik'e ait metamorfikleri (gözlü gnays, gnayslı şist, kuvarsit, mikaşist ve mermer) ve Mesozoik kireçtaşları ile bu masifin üzerine tektonik dokanakla gelen yine Mesozoik'e ait sedimanter kayaçlar (kireçtaşı) oluşturmaktadır. Bu temel kayaçlar üzerine uyumsuz olarak yerleşen ve çok büyük alanda yüzeylenen Erken Miyosen-Geç Pliyosen havza dolgusu çökelleri gelmektedir. Havzada çok geniş yer kaplayan Senozoik arazileri kırıntılı ve karbonatlı kayaçlardan oluşmaktadır (kumtaşı, miltaşı, marn, kireçtaşı, kıltaşı ve çakıltası). Özellikle Neojen arazisi, bu bölgede geniş sahalara yayılmıştır. Araştırma alanında fazla eğimli olmayan, ayrışmanın tarım için yeterli ve elverişli olduğu Neojen arazisi hem yerleşme hem de tarımsal faaliyetler açısından son derece uygun ortamlar oluşturmaktadır. Bu nedenle Kuvaterner'e ait alüvyal depolardan sonra, bölge halkı tarafından en fazla yararlanılan ve yerleşilen arazi Neojen sahalarıdır. Araştırma alanında Kuvaterner, eski ve yeni alüvyon (çakıl, kötü boylanmış kum, silt), yamaç molozu ile travertenlerden oluşmuştur. (Akarsu, 1969; Yalçınlar, 1970; Göney, 1975; Şimşek, 1982; Ercan ve diğerleri, 1983; Meşhur ve Akpınar, 1984; Özgüler ve diğerleri, 1984; Şimşek, 1984; Sun, 1990; Alçiçek, 2007; Kaypak ve Venedik, 2011).

4.1.3. Çürüksu Çayı Havzası'nın Genel Jeomorfolojik Özellikleri ve Hava Kirliliğine Etkisi

Jeomorfolojik özellikler, doğal ve beşeri ortamı şekillendiren önemli bir unsurdur. Sanayileşmenin ve nüfusun hızla arttığı günümüzde jeomorfolojik özellikler göz ardı edilmekte ve bunun sonucunda bir takım çevre sorunları meydana gelmektedir. Bu sorunlar arasında tarım ve orman alanlarının yerleşime açılmasıyla bu arazilerin değer kaybetmesi yanında buralarda kurulan yerleşim yerlerinde ortaya çıkan plansız ve çarpık kentleşme ilk sırada yer almaktadır (Tonbul ve Sunkar, 2008; Özşahin ve Özder, 2011).

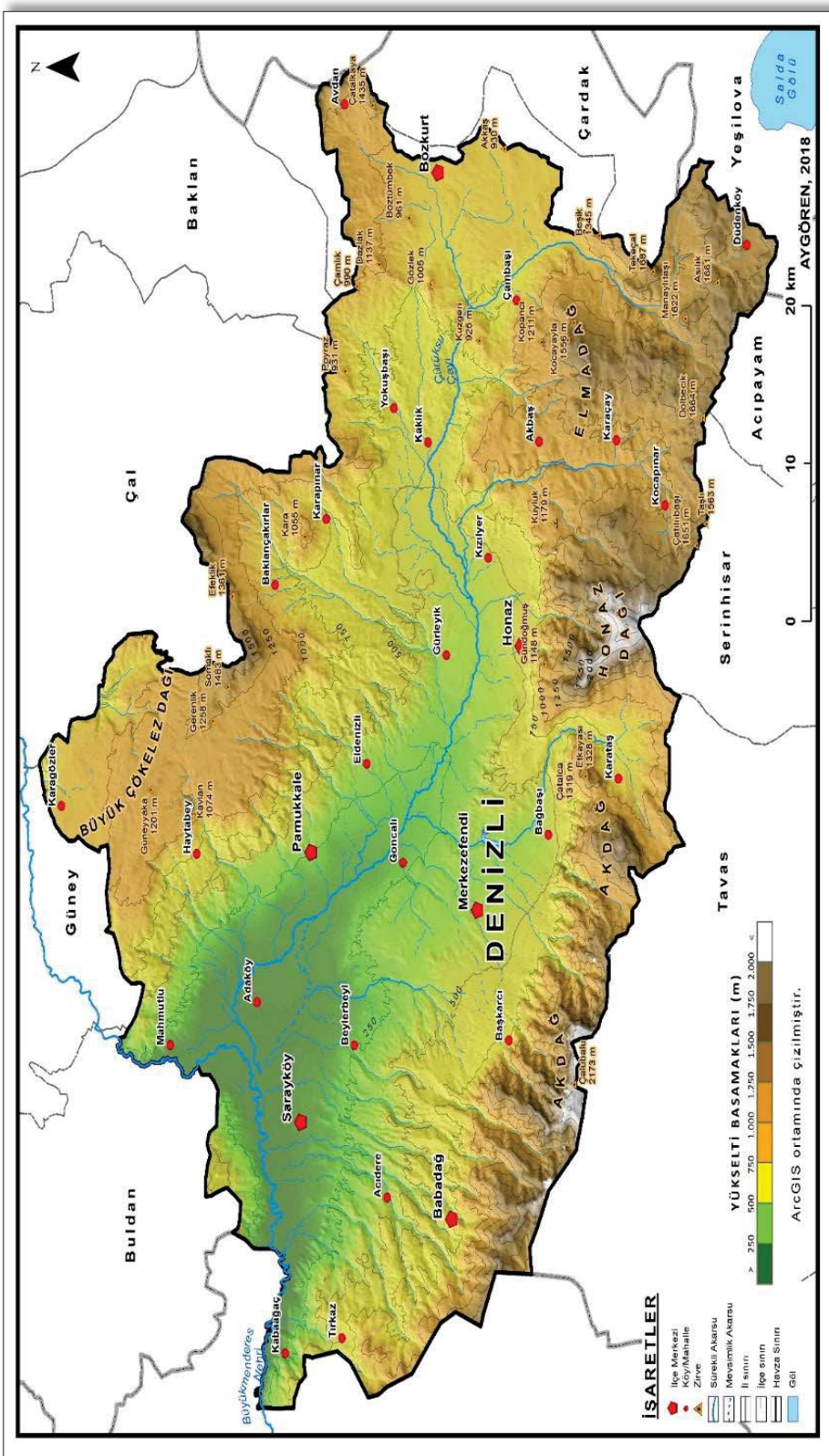
Jeomorfolojik özelliklerin hava kalitesi üzerinde de son derece önemli bir rolü vardır. Bölgedeki hava kirliliği üzerinde jeomorfolojik özelliklerin etkisi iki farklı şekilde görülmektedir. Birincisi yerleşim yeri seçilmesi, yayılması ve sanayi tesislerinin kuruluş yeri seçimindeki, diğeri ise meteorolojik unsurlar üzerindeki etkisidir. Özellikle şehirlerin kuruldukları yerlerin topografik özellikleri, oradaki hava hareketleri üzerinde son derece etkili olmaktadır. Topografyanın, yükselti ve bakı durumu da meteorolojik unsurlarda meydana getirdikleri değişikliklerle hava kalitesini etkilemektedir (Sungur, 1974; 1977; Şahin, 1989; Özdemir ve Boyraz, 2002; İbret ve Aydınözü, 2009; Kopar ve Zengin, 2009; Garipağaoğlu, 2014). Bu nedenle havzanın jeomorfolojik özellikleri ayrıntılı olarak incelenerek, hava kirliliğine etkisi değerlendirilmiştir.

Çürüksu Çayı Havzası, Büyük Menderes ve Gediz grabeninin kesişim bölgesinde bulunmaktadır. Bilindiği gibi Türkiye'nin güneybatısı aktif kıtasal açılmalarla oluşmuştur. Ege Bölgesi'nde kuzey-güney yönlü gerilmeler sonucunda doğu-batı doğrultulu birçok graben meydana gelmiştir. Batı Anadolu'daki açılma alanları içerisinde en önemli yapısal unsurlardan biri de Neojen'den itibaren başlayan ve Kuvaterner'de de devam eden Denizli horst-graben sistemidir. Denizli horst-graben sisteminde doğu batı uzanımlı, Büyük Menderes, Küçük Menderes ve Gediz grabenleri ile kuzeydoğu-güneybatı uzanımlı Çivril-Acıgöl-Burdur grabenleri yer almaktadır (Şekil 4). Havza, doğuda Acıgöl depresyonundan bir sırtla ayrılırken, batıda herhangi bir morfolojik engelle karşılaşmadan Büyük Menderes depresyonuna kadar uzanmaktadır.

Araştırma alanında güneyden kuzeye doğru sıralanan Babadağ Horstu, Honazdağ Horstu, Çürüksu Grabeni, Büyük Menderes Grabeni, Buldan Horstu, Gediz Grabeni, Yenice Horstu ve Çökelez Dağ Horstu bölgedeki başlıca yapıları oluşturmaktadır (Kaypak ve Venedik, 2011). Çürüksu Çayı Havzası, kuzey ve güney yönlerden yüksek dağ kütleleriyle çevrilidir. Kuzeyde Büyük Çökelez Dağı (1841 m), güneyde Babadağ (2254 m) ve Honaz Dağı (2571 m) havzayı sınırlandıran yüksek kütlelerdir (Şekil 5, Foto 1). Honaz Dağı sadece havzanın değil Ege Bölgesi'nin de en yüksek dağıdır. Bu dağlık saha Büyük Menderes Nehri ve kolları tarafından yarılmış, bu yüksek alanlardan taşınan sedimanter malzemeler çöken alanlarda birikmiştir. Bu çökeller havzanın verimli ovalarını oluşturmaktadır. Araştırma alanının kuzey ve güneyini sınırlandıran bu yüksek relief ile ova tabanı arasında, birikinti koni ve yelpazeleri görülmektedir. Çürüksu Çayı Havzası, kuzey ve güney yönlerden yüksek dağlarla çevrili çanak şeklinde bir topografyaya sahiptir. Havzanın ana morfolojik yapısı “ova tabanı düzlükleri”, “plato düzlükleri”, “dağlık alanlar” ve “birikinti koni ve yelpazeleri” olarak ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir (Şekil 6).

Dağlık alanlar, araştırma alanında ortama hâkim durumdadır (Şekil 5, 6). Yükseltinin yer yer 2000 m'yi geçtiği dağlık alanlar, saha yüzölçümünde önemli bir paya sahiptir. Bu dağlık alanlar; orojenez hareketlerinin etkisinde kıvrılıp/kırılmaları, karstik, flüvyal-periglacial topoğrafya şekillerinin varlığı, çevrelerine göre oldukça yüksek sahalardan olmaları, iç kesimlere göre daha fazla yağış almaları, farklı bitki türlerini barındırmaları gibi nedenlerden dolayı son derece önemli sahalardır.

Araştırma alanının güney-güneybatısında NW-SE yönünde sıradağ şeklinde uzanan Akdağ yer almaktadır. Akdağ üzerinde Babadağ, Akdağ, Akbaba Tepesi ve Karababa Tepesi gibi çok sayıda yüksek tepe olduğu için bu dağ kütlesi için farklı kaynaklarda farklı isimler kullanılmıştır (Yalçınlar, 1963, 1970; Akarsu, 1969) (Şekil 5). Akdağ, kuzeyde Sarayköy ve Denizli ovaları ile güneyde Tavas Ovası arasında bir horst görünümündedir. Dağın yüksekliği güneyden fazla belli olmamasına rağmen kuzeyden Sarayköy-Denizli ovalarından bakıldığında ani bir artış görülmektedir. Babadağ'ın (2308 m) yüksek kısımları kuzeye ve güneye akan dereleri birbirinden ayırmaktadır. Buradan çıkan bütün dereler, Büyük Menderes Nehri'ne kavuşmakta olup akarsu şebekesi oldukça yoğundur. Bu dereler yataklarını kazıp derin ve dik yamaçlı vadiler meydana getirerek arazinin çok fazla yarılmasına neden olmuştur (Göney, 1975). Ayrıca Babadağ'ın devamı şeklinde uzanan Karcı Dağı ile Honaz Dağı arasında Akdeniz ve Ege bölgelerini birbirine bağlayan Kazıklıbeli Geçidi (1250 m) bulunmaktadır.



Şekil 5. Çürüksu Çayı Havzası'nın morfometri haritası



Foto 1. Çürüksu Çayı Havzası kuzey ve güneyden yüksek dağlarla çevrili bir çöküntü alanıdır. Denizli şehri bu çanak içerisinde bulunmaktadır.

Denizli'nin 17 km güneydoğusunda, Emir Çayı'nın doğusunda Honaz Dağı (2571 m) vardır (Şekil 5, 6). Babadağ gibi bir sıradağ görünümünde olmayan Honaz Dağı, Ege Bölgesi'nde Pleistosen döneminde periglasiyal ortam şartlarının hüküm sürdüğü az sayıda yerlerden biri olup, Honaz Dağı'nın üzerinde periglasiyal koşulları gösteren jeomorfolojik şekiller vardır. Zirve kısmı gri renkli kalkerlerden oluşmuş iki tepe şeklinde olan Honaz Dağı, tektonik ve faylanma sonucu oldukça dik bir görünüme sahiptir. Yörenin genel litolojik yapısını gnays ve mikasistler ve yer yer kristalize kireçtaşları oluşturmaktadır (Erinç, 1955; Yalçınlar, 1956; Göney, 1975). Bu yüksek dağlık alan, hava kütleleri üzerinde de etkili olup, meteorolojik koşulların kuzey ve güney yamaçlarda farklılık göstermesine neden olmuştur. Honaz Dağı batıdan gelen denizel etkinin iç ve güney kısımlara geçmesine engel olmaktadır. Böylece kısa mesafelerde farklı ekolojik özelliklere sahip bölgeler oluşmaktadır.

Ova Tabanı Düzlükleri: Araştırma alanında yüksek kütleler arasında graben sahasında Çürüksu-Denizli Ovası (150 km²) ile Büyük Menderes-Sarayköy Ovası (200 km²) vardır. Havzada alüvyal ovalar geniş yer kaplamaktadır. Büyük Menderes-Sarayköy Ovası, Menderes Masifi'nin yakın bir jeolojik dönemde faylarla parçalanması sonucu oluşmuş bir graben olup, Pliyo-Kuvaterner'de bazı malzemelerin birikmesi sonucunda oluşmuş alüvyal dolgulu çöküntü ovalarıdır (Ardos, 1985). Bu grabeni sınırlayan faylar boyunca, Sarayköy ve çevresinde yüksek sıcaklıkta sıcak su ve buhar çıkışları görülmektedir. Denizden yükseltisi 70-500 m arasında değişen ova, doğudan Honaz Dağı, kuzey ve kuzeydoğudan Çökelez Dağı, güney ve güneybatıdan Babadağ ile çevrilidir. Ovanın kuzeyinde traverten çökeltileri (Pamukkale) vardır (Şekil 6). Araştırma alanında ovalar hem tarım faaliyetleri hem de yerleşim açısından son derece önemli yerlerdir.

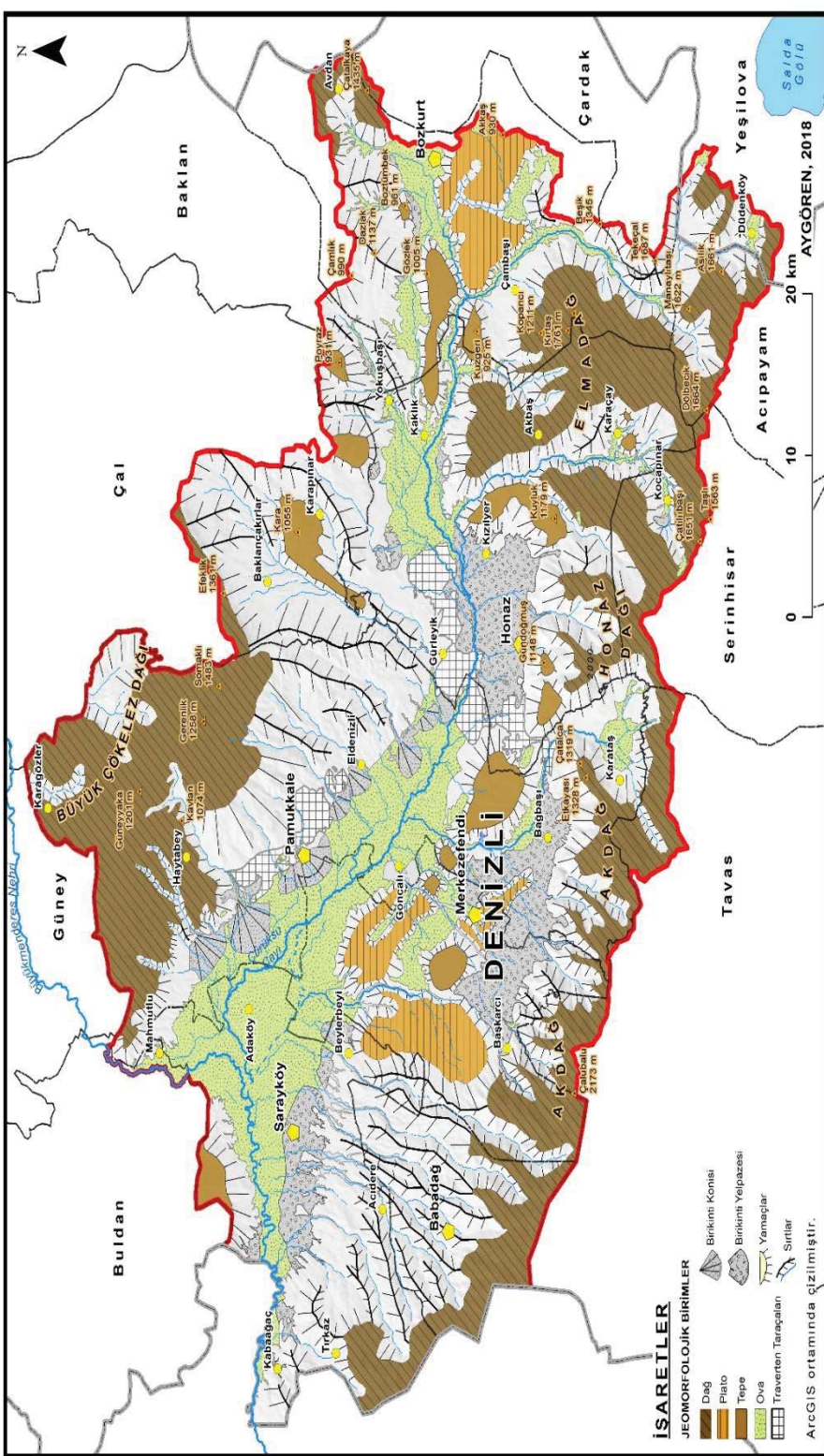
Alüvyal ovanın doğusunda Çürüksu'nun bir kolu olan Emir Çayı'nın içinden geçtiği Türkmenova vardır. Daha doğuda ova sona ermesine karşılık Emir Çayı'nın iki tarafı Neojen taraçaları ile boylanan vadisi ile Hanabat düzlüğüne oradan da Acıgöl Havzası'na geçilmektedir (Darkot ve Tuncel 1995). Bu ovalar aynı zamanda morfolojik özellikleri bakımından taşkın ovası karakterindedir (Göney, 1975). Bunların yanında havzadaki Honaz ve Kaklık ovaları tektonik kökenli ovalardır.

Plato Düzlükleri: Araştırma alanında dağlar ile ovalık alan arasında, hafif eğimli, akarsular tarafında yarılmış ve yükseklikleri 500-1000 m arasında değişen plato düzlükleri vardır. Aşınım yüzeyi karakterindeki platolar havzanın farklı yerlerinde farklı yükseklikte bulunmaktadır. Bu nedenle havzanın yükseltisi göz önünde tutularak 1000 m'nin altında olanlar alçak plato ve 1000 m'nin üstünde olanlar yüksek platolar olarak ayrılmıştır. Platoların görüldüğü yerlerde hâkim litolojiyi çeşitli devirlere ait kalkerler oluşturmaktadır. Farklı

jeolojik devirlerde aşınmış olan plato sahaları Pre-Neojen’de peneplen halini almıştır (Tunçdilek, 1985).

Araştırma alanında Babadağ, Denizli ve Honaz Dağı’nın güneyindeki sahalar yüksek platolar sahası olarak ayrılmaktadır. Bu saha doğuda Acıgöl, Çorakgöl havzalarına kadar devam etmektedir (Yalçınlar, 1956; Göney, 1975). Araştırma alanında alçak platolar sahası ise ovayla eşik alanlarını veya ova tabanını çevreleyen sahaları kapsamaktadır. Bunlar havzada bazı yerlerde Neojen depolarında gelişen dolgu yüzeyleri, bazıları ise çeşitli anakayalar üzerinde gelişen aşınım yüzeyleri olarak meydana gelmektedir. Bu saha, Babadağ kütlesi ve yüksek platolar ile kuzeydeki geniş alüvyal ovalar arasında yükseltisi daha az Neojen’e ait arazilerden oluşmaktadır. Denizli Neojen düzlükleri olarak da adlandırılan bu morfolojik bölümde yükselti 350-400 m arasında değişmektedir. Neojen arazisi dağlardan inen dereler tarafından derin bir şekilde yarılmıştır. Bu dereler içerisinde en önemlisi Kazıkbel yakınında toplanan ve buradan bazı dereleri de alarak Akhan civarında Çürüksu’ya karışan Emir Çayı’dır. Bu Neojen birim Kabaagaç köyünden başlamakta, Babadağ-Sarayköy ve Denizli’yi de içine alıp, Honaz’ın birkaç kilometre doğusuna kadar devam etmektedir. Güneyden inen dereler, bu düzlüklerin kenarlarında birikinti koni ve yelpazeler oluşturmaktadır (Göney, 1975), (Şekil 6).

Birikinti Koni ve Yelpazeleri: Araştırma alanında, ovaları kuzey ve güneyden çevreleyen yüksek dağlık saha ile ova tabanı arasında, birikinti koni ve yelpazeleri bulunmaktadır. Çürüksu Çayı’nın kolları ovaya açıldıkları kısımlarda 30-40 m’ye varan koniler oluşturmuştur. Birikinti koni ve yelpazeleri Kuvaterner’de oluşan kumlu ve çakıllı depolardan meydana gelmiştir. Bunların bir kısmı akarsuların taşıdığı materyali dağın eteklerinde biriktirmeleri sonucunda oluşurken, büyük bir kısmı daha yüksek kütlelerin aşınmaları sonucunda meydana gelmiştir. Sahada Babadağ, Honaz Dağı, Akdağ ve Büyük Çökelez Dağı eteklerinde birikinti koni ve yelpazeleri vardır (Şekil 6).



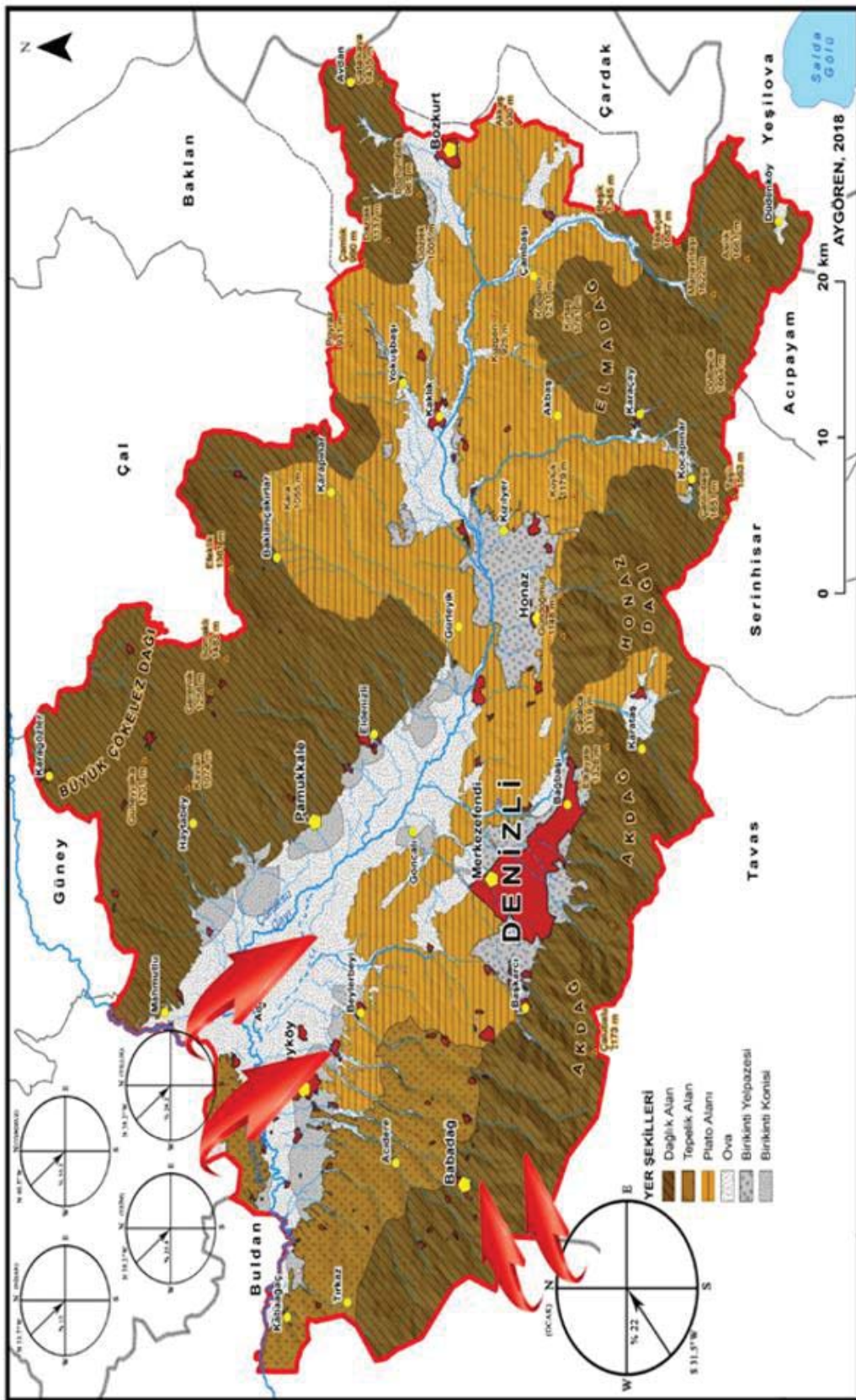
Şekil 6. Çürüksu Çayı Havzası'nın jeomorfoloji haritası

Babadağ'ın eteklerinde Suçıktığı, Acıçay, Alibey ve Karaaslanlı derelerinin ovaya açıldıkları yerlerde birikinti yelpazeleri oluşmuştur. Havzada bu birikinti alanlarının üzerinde yoğun bir şekilde tarım yapılmakta ve ürün çeşidi ovaya doğru artmaktadır. Ayrıca bu birikinti koni ve yelpazeleri yerleşim birimlerinin yoğun olduğu yerlerdir. Denizli şehri ile Sarayköy ve Honaz ilçe merkezleri bu birikinti yelpazeleri üzerinde kurulmuştur. Denizli-Cankurtaran yolu üzerinde bulunan bazı tepelerin eteklerinde kireçtaşı, marnlı, kumlu çakıllı malzemelerden oluşan yamaç depoları oldukça dikkat çekicidir.

Araştırma alanı içerisinde karstik birikim şekillerinden travertenlerin önemli bir yeri vardır. Havzada travertenler daha çok havzanın kuzeyinde, Büyük Çökelez Dağı'nın güney yamaçlarında, Denizli Ovası'nın kuzey kenarlarında, birikinti konileri içerisinde görülmektedir (Şekil 6). Havzadaki travertenlere en güzel örnek Pamukkale'dir. Havzada ayrıca Gürleyik Mahallesi'nde işletilen zengin traverten yatakları vardır. Araştırma alanında bulunan Kaklık Mağarası da buraya sızan suların buharlaşması ve bünyesindeki kireci biriktirmeleri sonucunda sarkıt, dikit ve sütunlar gibi birikim şekillerinin oluştuğu bir yerdir.

Çürüksu Çayı Havzası'nın yukarıda bahsedilen morfolojik özelliklerinin hava kirliliğine etkisi incelendiğinde; ilk olarak Çürüksu Çayı Havzası'nın tektonik hareketler sonucunda meydana gelen horst-graben sistemi içerisinde yer alması ile çevresinin yüksek dağlarla çevrili çanak şeklinde olmasının hava kirliliğini arttırdığı görülmektedir (Foto 1). Çünkü çevresi yüksek dağlarla çevrili havzalarda hava sirkülasyonu sınırlı olduğu için yatay ve dikey hava akımları oluşmamaktadır. Yatay ve dikey hava akımları atmosferin alt katmanlarında biriken kirleticileri bölgeden uzaklaştırmakta, kirliliğin çevreye ve canlılara vereceği zararı azaltmaktadır. Bu nedenle bu hava akımlarının oluşmadığı yerlerde kirli hava bölgeden uzaklaştırılamadığı gibi yerleşim yerinin üstünde asılı kalarak, çevreye ve canlılara vereceği zarar artmaktadır (Sungur, 1974-1977; Şahin, 1989; Koçman, 1991; Kadioğlu ve Toros, 1993; Bozyiğit, 1996-1997; Çukur, Gündüzoğlu ve Aşkın 2006; İbret ve Aydınözü, 2009; Çiftçi ve diğerleri, 2013; Garipağaoğlu, 2014).

Havzada dağların hâkim rüzgâr yönüne göre uzanış doğrultusu da hava kirliliğini etkilemektedir. Havzanın güneyinde NW-SE yönünde sıradag şeklinde uzanan Akdağ, hâkim NW rüzgâr (iklim konusunda ayrıntılı olarak verilmiştir) yönüne dik olarak uzanmaktadır (Şekil 7, 9). Bunun sonucunda kuzeyden gelen hava akımlarını tutan Akdağ, kuzey yamaçlarında kurulan Denizli şehrinde kış mevsiminde kirli havanın rüzgârla şehirden uzaklaşmasına engel olarak, hava kirliliğinin artmasına yol açmaktadır.



Şekil 7. Çürüksu Çayı Havzası'nın jeomorfolojik özellikleri ile hâkim rüzgâr yönü arasındaki ilişki

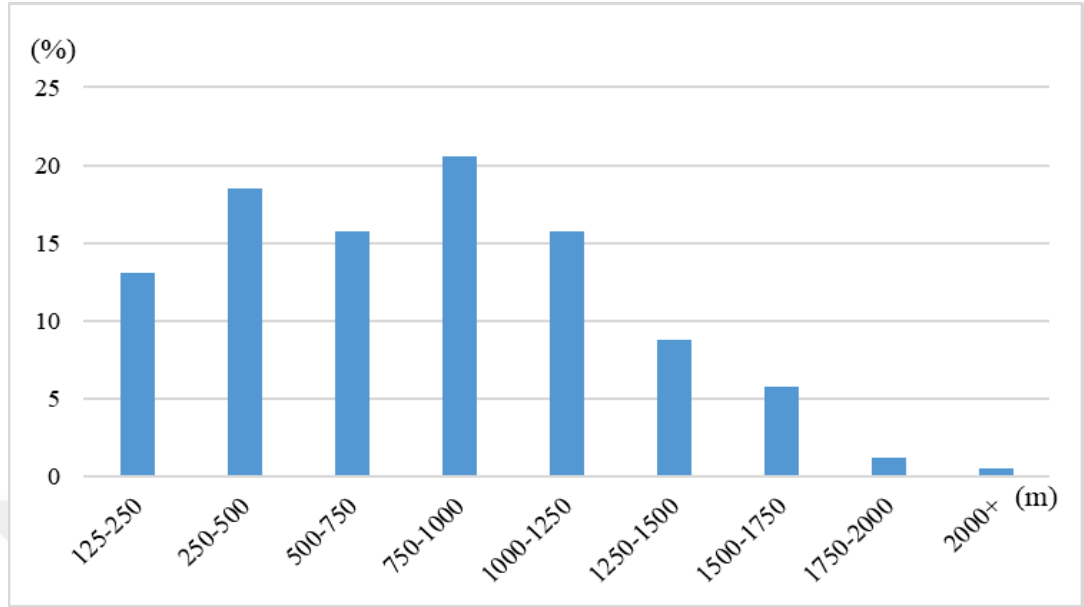
Havzada dağların kabaca doğu-batı yönünde uzanması denizel etkinin iç kesimlere kadar sokulmasını sağladığı gibi özellikle kış mevsiminde İç Anadolu'dan gelen soğuk hava kütlelerinin de kolaylıkla sahaya akmasına ve havzada zaman zaman soğuk kışların yaşanmasına neden olmaktadır. Bunun sonucunda havzanın batısında bulunan Sarayköy İlçesi'nde ve Denizli şehrinde ortalama sıcaklık değerleri havzanın doğusunda bulunan Bozkurt'a göre daha yüksektir. Havzada sıcaklık batıdan doğuya doğru gidildikçe azalmakta, karasallık artmaktadır. İklim özelliklerinin dikey yönde değiştiği gibi yatay yönde de değişmesi havzada ısınma ihtiyacının ve yakma döneminin farklılık göstermesine neden olmaktadır.

Havzanın yükseklik durumu da hava kirliliğini etkileyen bir diğer faktördür. Çürüksu Çayı Havzası, yüksek bir topografyaya sahip olup, yükselti basamaklarına göre sınıflandırıldığında; 125-250 m arasındaki alanların oranı % 13, 250-500 m arasındaki alanların % 18,5, 1500-1750 m arasındaki alanların % 5,8 ile 2000 m üstü alanların ise % 0,5 olduğu görülmektedir (Tablo 1, Şekil 8). Buna göre araştırma alanında 750-1000 m yükselti basamaklarına sahip alanların geniş yer kapladığı görülmektedir (% 20,5).

Tablo 1

Çürüksu Çayı Havzası'nın yükselti basamakları.

Yükselti Basamakları (m)	Kapladığı Alan (km²)	Toplam Alana Oranı (%)
125-250	360,79	13,05
250-500	512,07	18,52
500-750	434,94	15,73
750-1000	567,59	20,54
1000-1250	436,16	15,78
1250-1500	242,88	8,79
1500-1750	160,73	5,81
1750-2000	33,97	1,23
2000+	15,33	0,55



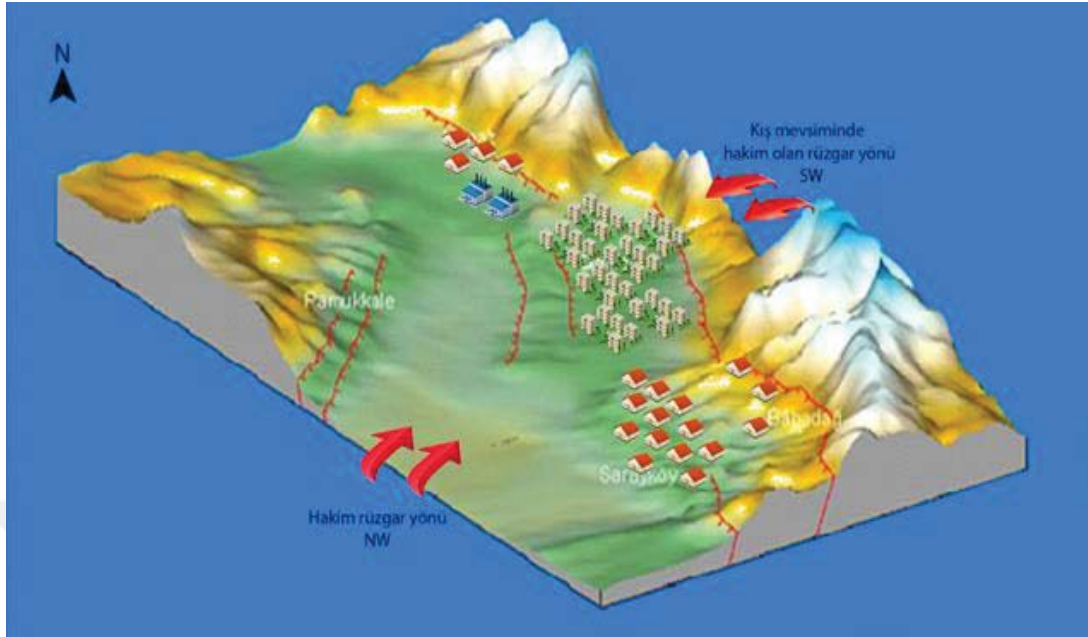
Şekil 8. Çürüksu Çayı Havzası'nın yükselti kuşakları.

Çürüksu Çayı Havzası'nda yükseklik 150 m ile 2571 m arasında değişmektedir (Şekil 7). Havzanın en alçak yeri Sarayköy Ovası (150 m), en yüksek yeri ise Honaz Dağı (2571 m) olup yükselti farkı oldukça fazladır (2421 m). Bu yüksek dağlar arasında dağların uzanış doğrultusuna paralel uzanan vadi ve depresyonlar yer almaktadır. Denizli şehri, yüksekliği 2254 m olan Akdağ'ın kuzey yamaçlarında deniz seviyesinden 354 m yükseltide kurulmuş olup, aralarındaki yükseklik farkı 1900 m'dir. Havzanın kuzeyinde bulunan Büyük Çökelez Dağı (1841 m) ile yükseklik farkı 1400 m ve havzanın doğusunda bulunan Honaz Dağı (2571 m) ile 2000 m'den fazla yükseklik farkı vardır. Bu yükseklik farkı öncelikle hava hareketleri üzerinde etkili olmaktadır.

Jeomorfolojinin önemli parametrelerinden olan yükseklik faktörü hava kirliliğini etkilemektedir. Bu etki sıcaklık, basınç ve diğer meteorolojik unsurlar üzerinde meydana getirdiği değişikliğe bağlı olarak ortaya çıkmaktadır (Şahin, 1989). Özellikle yükseklik farkının çok olduğu havzada kısa mesafelerde yağış ve sıcaklık değerleri çok değişmektedir. Örneğin havzada yıllık ortalama sıcaklık ova tabanında 17 °C iken 2000 m'nin üstünde 4 °C'dir. Ocak ortalama sıcaklıkları ova tabanında 8,1 °C iken, 2000 m'nin üstünde -6 °C'dir. Sıcaklık ile normal şartlarda yükseklik arasında ters orantı vardır (Erinç, 1984). Yükseldikçe hava sıcaklığı azaldığı için bu durum bölgedeki günlük ve yıllık sıcaklık salınımını ve yakma mevsiminin süresini etkilemektedir. Yükseklik arttıkça hava daha soğuk olduğu için yanma zamanı daha erken başlamakta ve daha geç bitmektedir. Bu durum kullanılan yakıt miktarının

ve buna bağlı olarak havaya karışan zehirli gazların ve dolayısıyla hava kirliliğinin artmasına eden olmaktadır (Şahin, 1989).

Havzanın topografik özellikleri basınç koşullarının mevsimlik hatta gün içerisinde değişmesine ve lokal basınç koşullarının meydana gelmesine neden olmaktadır. Bunun sonucunda havzada hâkim rüzgârların dışında jeomorfolojik özelliklere bağlı olarak oluşan rüzgârlar meydana gelmektedir. Bu rüzgârlar özellikle havza, çanak ve vadi gibi jeomorfolojik birimlerde ısınma-soğuma süreçlerinin değişmesi sonucunda, yerel basınç gradyan kuvvetinin katkısıyla yerel özellik gösteren rüzgârlardır. Basınç ve sıcaklığın topografik özelliklere bağlı olarak değişmesi, rüzgâr yönünün gün içerisinde değişmesine yol açmaktadır. Yani rüzgâr; vadi, yamaç, tepe, çanak gibi yerlerde gece yüksek yerlerden aşağıya doğru eserken, gündüz ovoidan yukarı doğru eser ve bu rüzgârlara dağ-vadi meltemi denmektedir. Özellikle dağ meltemi havzada hava kirliliğinin artmasına neden olan asıl rüzgâr sistemidir. Vadi meltemi gündüz hava kirliticilerini alır, yerleşim yerlerinden uzaklaştırarak kirliticilerin taşınmasına ve dolayısıyla hava kirliliğine neden olan kirliticilerin dağılmasına ve konsantrasyonlarının azalmasına yardımcı olmaktadır. Araştırma alanında, gece yüksek dağlık yerler ova ve vadiye göre hızla soğuduğundan, yüksek basınç merkezine, ova ve vadiler de alçak basınç merkezine dönüşürler. Bu nedenle gece yüksek basınç merkezinden dağlık alandan, alçak basınç merkezine yani vadi ve ovaya doğru bir hava hareketi oluşmaktadır. Bu hareket sırasında soğuk hava, sıcak hava kütesini kapak gibi sardığı için sıcaklık terselmesi meydana gelmektedir. Bunun sonucunda da kirli hava yükselemediği ve bölgeden uzaklaşmadığı için hava kirliliği artmaktadır (Sungur ve Gönençgil, 1997). (Şekil 9).



Şekil 9. Çürüksu Çayı Havzası'nda Denizli şehrinin hâkim rüzgâr yönü ile vadi meltemini gösteren blok diyagramı.

Jeomorfolojinin önemli parametrelerinden olan eğim ve bakı şartları da hava kirliliğini etkilemektedir.

Eğim, doğal ve beşeri ortamı etkileyen bir diğer faktördür. Araştırma alanında eğim durumu incelendiğinde; *çok eğimli alanların* % 63 ile en büyük paya sahip olduğu görülmektedir. Düz ve düze yakın alanlar havzanın % 22'sini kaplamakta olup, bu alanlar havzada ovalar ve dağların etek kısımlarında görülmektedir. Eğimli alanlar ise havzada % 15'lik payla en az yer kaplayan eğim grubudur. Eğimli alanlar havzada dağların ovalarla birleştiği yerlerdeki birikinti koni ve yelpazelerinde görülmektedir (Tablo 2, Şekil 10).

Tablo 2

Çürüksu Çayı Havzası'nın eğim durumu (%)

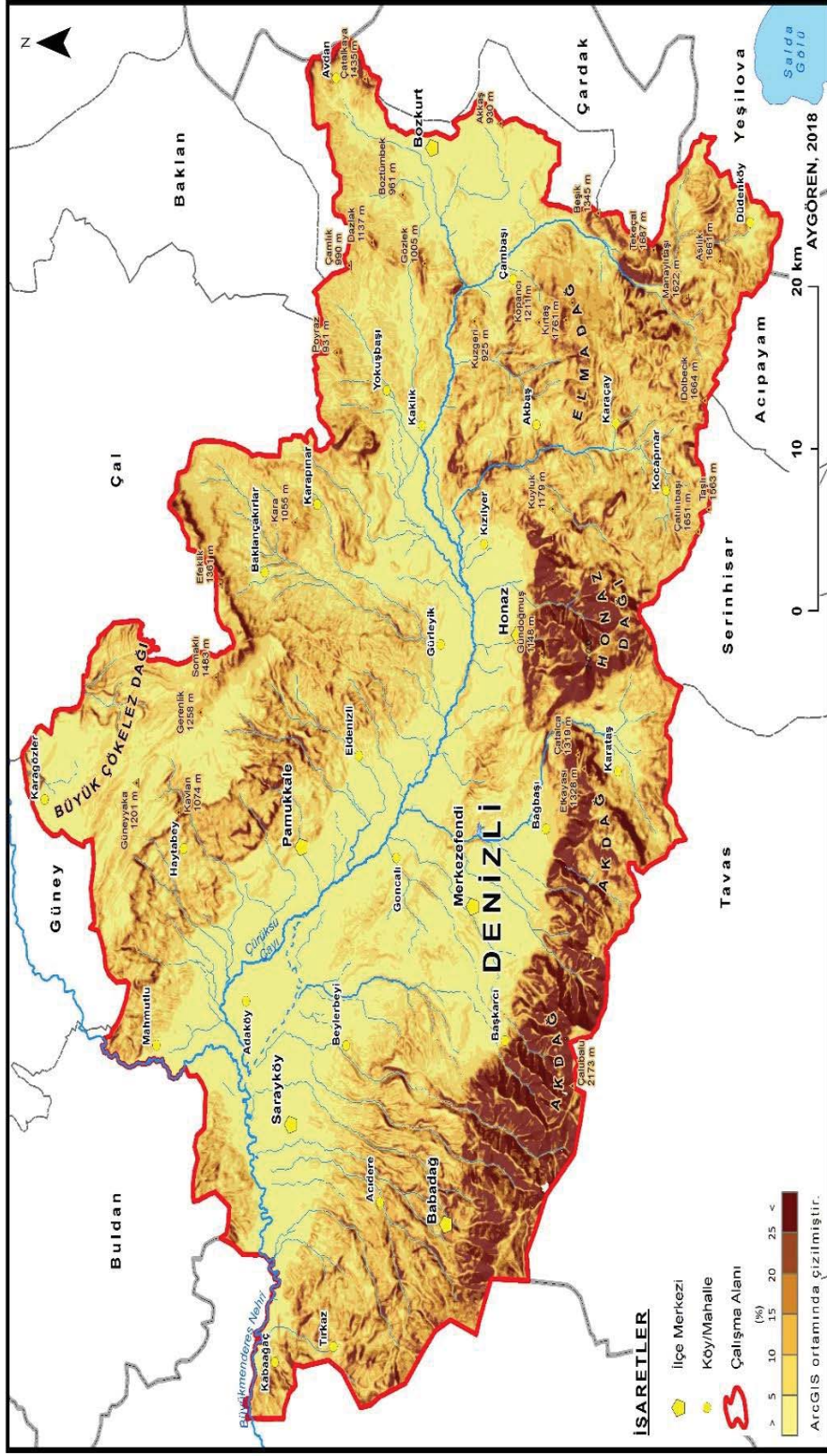
Eğim Sınıfı	Eğim Derecesi (%)	Kapladığı Alan (Km ²)	Oran (%)
Düz-hafif eğimli alanlar	0 - 5	594,07	21,49
Eğimli Alanlar	5-10	423,24	15,31
Çok Eğimli Alanlar	10+	1747,34	63,20
Toplam		2.764,65	100,00

Kaynak: Eğim sınıfları ve eğim derecesi Elibüyük ve Yılmaz, 2010'dan yararlanılarak hazırlanmıştır.

Araştırma alanı eğim haritası incelendiğinde, havzanın güneyinde sıradağ gibi uzanan Babadağ, Akdağ ve Honaz Dağı'nda eğimli sahaların geniş yer kapladığı görülmektedir. Bu

yüksek dağlık alanların kuzey yamaçlarından ova tabanına doğru eğim azalmakta ve düz-düze yakın alanlara geçilmektedir. Havzanın kuzeyinde Büyük Çökelez Dağı'nda ve havzanın doğusunda Elmadağ'da eğim değerleri tekrar yükselmeye başlamasına rağmen güneydeki seviyeye ulaşamamaktadır (Şekil 10).

Eğim özellikleri coğrafyanın yanında mekânla ilgili planlamalarda da etkili olmaktadır (Elibüyük ve Yılmaz, 2010). Eğimin % 10'nun altında olduğu yerler yapılaşma açısından en uygun alanlar olarak belirlenmiştir (Aliagaoglu ve Uğur, 2010). Bu nedenle nüfusun yoğun olarak toplandığı yerlerdir. Araştırma alanında eğimin % 10'nun altında olduğu alanlar, eğimli alanlara göre daha az yer kaplamaktadır (Tablo 2). Bu nedenle yerleşim yerleri daha dar olan hafif eğimli ve düze yakın yerlerde toplanmış ve nüfus buralarda yoğunlaşmış durumdadır. Buna karşılık havzada geniş yer kaplayan çok eğimli alanlar nüfusun seyrek olduğu yerlerdir. Denizli şehrinde yapılaşmanın ve nüfusun yoğun olduğu yer ile hava kirliliğinin en fazla hissedildiği bölge, eğimin az olduğu şehrin depresyon tabanındaki kısmıdır. Özellikle kış mevsiminde-yanma döneminde bu depresyon tabanında hava kirliliği ciddi boyutlara ulaşmaktadır. Ancak havzada hava kalitesi ölçüm yapan istasyon sayısının az olması nedeniyle eğim ile hava kirliliği arasındaki ilişki sağlıklı bir şekilde analiz edilememiştir.



Şekil 10. Çürüksu Çayı Havzası'nın eğim haritası

Bakı, bir yerin güneşe göre konumunu, aynı zamanda güneşlenme süresini belirlemektedir. Güneşlenme süresi de bir yerin ısınma durumunu belirlemesi açısından önemlidir (Erol, 1999). Bir yer güneş ışınlarını uzun süre alıyorsa gündüz sıcaklıkları daha yüksek olacak ve ısınmak için daha az yakıt kullanılacaktır. Bu durum hem ekonomik açıdan hem de hava kirliliği açısından bir avantaj sağlamaktadır. Tam tersi durumda ise güneşlenme oranı daha az olacağı için yakıt tüketimi artacak ve buna bağlı olarak hava kirliliği de artış gösterecektir. Bir yerin bakı durumu ile ısınma döneminin başlaması ve süresi arasında sıkı bir ilişki vardır. Bu nedenle yeni bir yerleşim yeri açılırken güneşe göre konumunun dikkate alınması, yaşanılacak hava kirliliği sorununun çözümünde etkili olabilecektir (Şahin, 1989; Yıldırım ve Korkmaz, 1998).

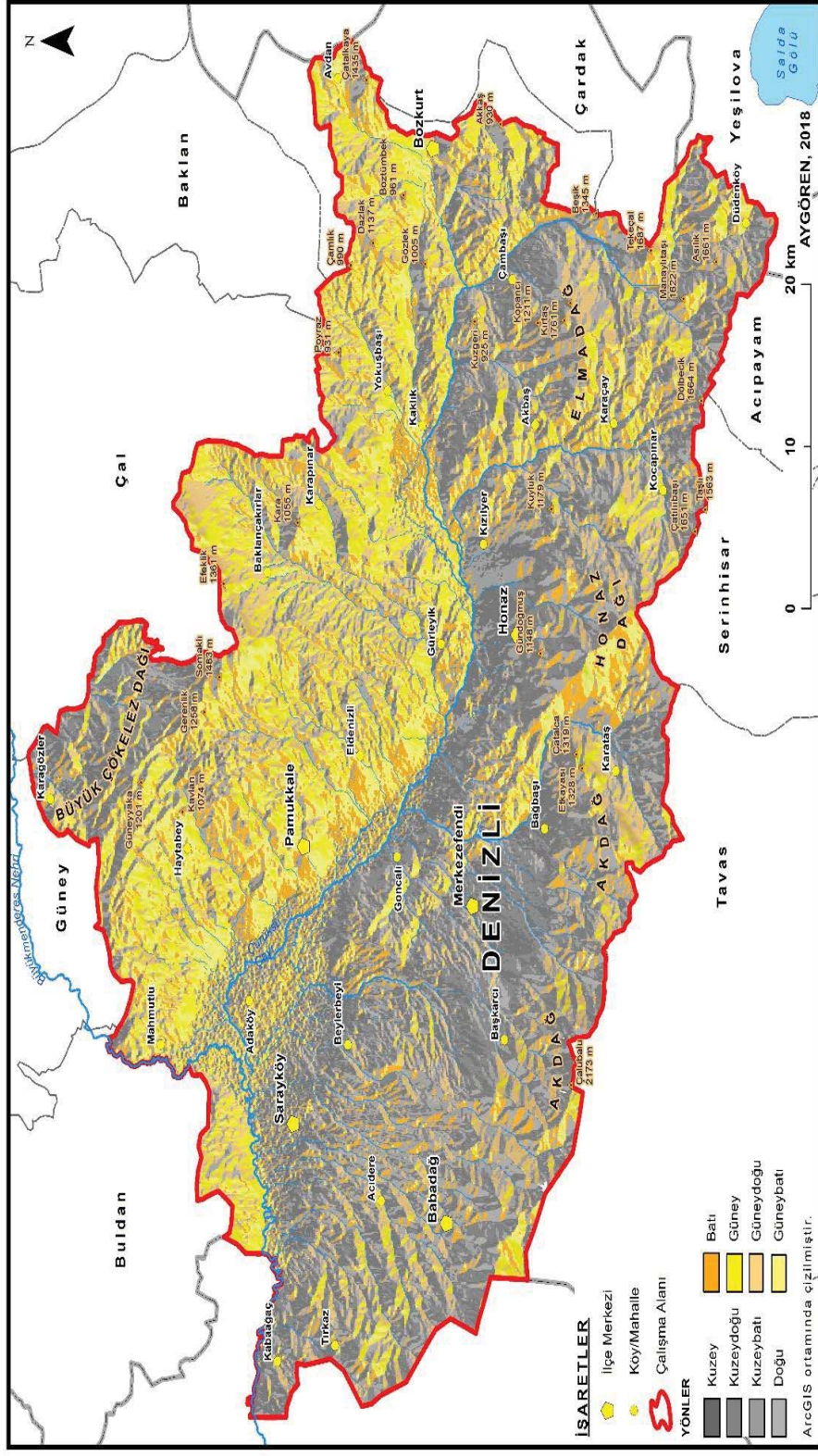
Buradan hareketle havzanın bakı durumu incelenmiş, şekil 11 ve tablo 3 hazırlanmıştır. Buna göre, havzada en fazla kuzey, kuzeydoğu ve kuzeybatı yönlü bakıya sahip alanlar (% 45) vardır. Araştırma alanında kuzey yönlü bakıya sahip alanların daha geniş yer kaplaması, ısınmanın daha az olduğunu ve dolayısıyla ısınmak için daha fazla yakıt kullanıldığını göstermektedir.

Tablo 3

Çürüksu Çayı Havzası'nın bakı durumu

Yönler	Alan (Km ²)	Alan (%)
Düz	3.31	0,12
Kuzey	478.08	17,29
Kuzeydoğu	375.16	13,57
Doğu	250.50	9,06
Güneydoğu	288.19	10,43
Güney	323.18	11,69
Güneybatı	340.34	12,31
Batı	313.50	11,34
Kuzeybatı	392.06	14,18

Ayrıca bakı faktörüne bağlı olarak, sıcaklık terselmesi özellikle iç kesimlerde kuzeye bakan yamaçlarda güney yamaçlara göre daha uzun sürmektedir (Garipağaoğlu, 2014). Yağış açısından değerlendirdiğimizde de kuzeye bakan yamaçlar, güneye bakan yamaçlara göre kuzeyden gelen hava akımlarının etkisiyle bol yağış almaktadır. Yağışların hava kirliliğini azaltıcı bir etkisinin olduğu düşünüldüğünde, Akdağ'ın kuzey yamaçlarında kurulan Denizli şehrinin bu özelliği hava kirliliğini azaltıcı bir etki yapmaktadır.



Şekil 11. Çürüksu Çayı Havzası'nın bakı haritası

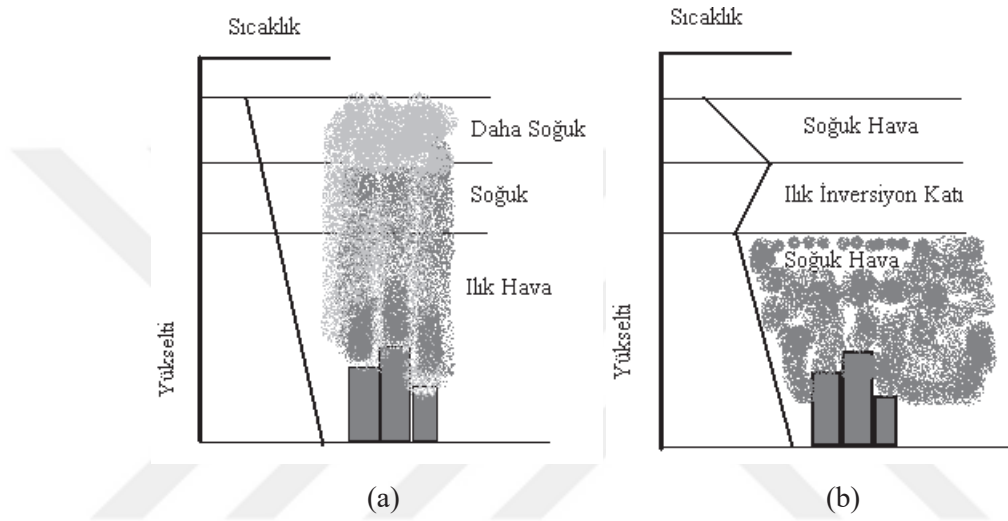
Hava kirliliğini etkileyen fiziki coğrafya faktörleri ile hava hareketleri ve hava kütesinin özellikleri arasında önemli bir ilişki vardır. Hava kütesinin kararlı ya da kararsız olması bu ilişkiyi etkileyen önemli bir durumdur (Sungur ve Gönençgil, 1997). Havanın kararlı ya da kararsız olması sıcaklığın dikey yönde göstermiş olduğu grafiğe göre değişmektedir. Hava kütesinde yeryüzünden yükseklerle çıkıldıkça sıcaklığın sürekli azalması gerekmektedir (100 m'de 0.56 °C). Buna dikey sıcaklık gradyanı (Lapse Rate) denmektedir. Havanın dışarıdan ısı alıp vermeden, yalnızca yükselmeye bağlı olarak ısınıp soğumasına adyabatik ısınma/soğuma denmektedir. Havanın adyabatik sıcaklık değişimi, havanın nemli veya kuru olmasına bağlı olarak farklı oranlarda gerçekleşmektedir (Erol, 1999).

Hava kütesinin alt kısımları üst kısımlarına göre daha soğuk ise bu soğuk hava daha yoğun olacağı için kararlı bir durum oluşmaktadır. Eğer hava kuru iken 100 m'de sıcaklık 0.98 °C ya da daha fazla azalıyorsa bu hava kütesi kararsız; 100 m'de 0.98 °C'den daha az ise bu hava kütesi kararlı hava kütesidir (Erol, 1999; Şahin, 1989). Dikey yönlü hava hareketleri meydana gelmediği için kararlı hava kütesinde aşağı doğru bir çökme görülmektedir. Bu nedenle yere yakın olan soğuk havanın alt kısımlarında bulunan hava kirleticiler atmosferin yukarı kısımlarına doğru çıkamazlar ve alt kısımda birikirler. Bu durum kirli havanın uzun süre bölgede asılı kalmasına ve kirliliğin artmasına neden olmaktadır. Ayrıca havza halkı bu kirli havayı solumak zorunda kaldığı için sağlığı zarar görmektedir. Buna karşılık kararsız hava kütesinde yukarı doğru bir hava hareketi meydana gelmektedir. Altta bulunan sıcak hava daha az yoğun olduğu için yukarı doğru yükselmektedir. Bu durum havadaki kirleticilerin dağılması ve taşınmasında önemlidir. Kirlilik dağılacığı için o bölgede yaşayan canlılar da kirli havadan etkilenmemektedir (Şahin, 1989; Sungur ve Gönençgil, 1997).

Jeomorfolojik özelliklerin hava kirliliğinin artmasına neden olan bir diğer etkisi de *sıcaklık terselmesidir*. Sıcaklık terselmesi (inversiyon), yükseklik attıkça sıcaklığın devamlı olarak troposferde azalması gerekirken, yükseldikçe sıcaklığın arttığı ve daha sonra tekrar normal sıcaklık azalmasının devam ettiği durumlarda meydana gelebilmektedir (Sungur, 1947-1977; Şahin, 1989; Erol, 1999; Karpuzcu, 2007).

Sıcaklık terselmesinin meydana geldiği bölgelerde dikey yönlü hava akımı oluşmamaktadır. Soğuk ve ağır hava altta, sıcak ve hafif hava üstte olduğu için düşey yönlü hava akımlarını meydana getirecek bir güç kaynağı yoktur. Bu olay sırasında hava sıcaklığı genellikle 0°C'nin altında olduğu için genellikle don olayı ve sis oluşmaktadır. Böyle havalarda yeryüzüne yakın kısımlarda hava içerisindeki kirleticiler uzaklaştırılamadığı ve çöktüğü için yerde kalmakta, bacalardan çıkan zehirli gazlar havada yükselememektedir. Kirleticiler inversiyon düzeyi altında bulunan tabakalarda birikmektedir (Şekil 12). Bu durum

hava kirliliği açısından oldukça tehlikeli olup, durum değişene kadar bölgedeki canlılar kirli havayı solumak zorunda kalmaktadır. Bu da ciddi solunum yolu hastalıklarının yaşanmasına neden olmaktadır. Sıcaklık terselmesi hava kirliliğini etkileyen en önemli morfoklimatik sorundur. Buna karşın terselme şartlarının ortadan kalkmasıyla birlikte yere çöken kirli hava dağılmakta ve hava kirliliği azalmaktadır (Şahin, 1989; Sungur, 1974-1977, 1980, 1980a; Sungur ve Gönençgil, 1997; Yıldırım ve Korkmaz, 1998; Erol, 1999; Özdemir ve Boyraz, 2002; Karpuzcu, 2007; İbret ve Aydınözü, 2009; Atalay, 2013).



Şekil 12. Sıcaklık terselmesinin oluşumu a)sıcaklığın yüksekliğe bağlı olarak normal seyri b)sıcaklık terselmesinin meydana geldiği zamanlardaki seyri (Kaynak: Kırımhan, 2006)

Aslında sıcaklık terselmesi, çeşitli kaynaklardan salınan kirleticilerin oranı artmasa atmosferik şartların sonucunda meydana gelen, genel olarak zararı olmayan normal bir meteorolojik olaydır. Ancak özellikle sanayi bölgeleri ile şehir merkezlerinde bu nedenle sıcaklık terselmesi hava kalitesini olumsuz etkilemektedir (Öztürk, 2017).

Sıcaklık terselmesi oluşumlarına göre üç ana gruba ayrılmaktadır. Bunlar; statik terselme (radyasyon), dinamik terselme (çökme) ve adveksiyon terselmesidir (Öztürk, 2017).

Statik terselme, termik kökenli bir terselmedir. Yüksek basınç şartlarının etkili olduğu, soğuk günlerde, sakin rüzgârlı havalarda yere yakın yerlerde genellikle geceleri radyasyon inversiyonu meydana gelmektedir. Yer, bulutsuz gecelerde hızla ısını kaybettiği için soğur ve buraya dokunan hava kütlesi de soğumaktadır. Bunun sonucunda alt katlardaki hava tabakası, üst katlara göre daha soğuktur. Buna karşılık daha yükseklerde soğuma daha az olduğu için, üst katlar alt katlara göre daha ılıktır. Bu da yükseldikçe hava sıcaklığının azalması gerekirken artmasına neden olmaktadır.

Radyasyon inversiyonu bir vadi ya da havzada oluşursa, vadinin kenarındaki soğuk hava yamaçtan aşağı doğru sıcak havanın altına doğru akar ve inversiyonun şiddetlenmesine neden olur. Bu sırada havada sis oluşumu da başladığı için gaz ve partikül maddeleri de tutmaya başlar. Bu durum, sabah güneş ışınlarının yeryüzüne ulaşmasına kadar devam eder, havanın ısınmasıyla sis ortadan kalkar (Öztürk, 2017). Bu durumda yerin soğuması nedeniyle buraya dokunan havanın da soğuması sonucunda durgun hava kütlesi içinde meydana gelen terselmeye termik sıcaklık terselmesi denmektedir (Şahin, 1989).

Dinamik terselme (Çökme inversiyonu), daha çok dağ eteği bölgelerinde ve vadilerde meydana gelmektedir. Yüksek basınç koşullarının etkili olduğu açık, bulutsuz ve sakin havalarda, tepe ya da dağ gibi yüksek yerlerden dağ eteği veya vadi üzerine gelen soğuk hava kütlesi yüksekte aşağıya doğru inerken sıkışmaktadır. Bunun sonucunda hava ısınmakta ve yerden belli bir yükseklikte sıcak hava tabakası meydana gelmektedir. Bu yerdeki hava kütlesi ancak bu tabaka sınırına kadar yükselebilmektedir. İnversiyon tabakası tıpkı bir kapak gibi hava kütleleri ve kirleticilerin üzerinde onların fazla yükselmesine ve dağılmasına izin vermemektedir. Çökme inversiyonunun, radyasyon inversiyonuna göre etkisi ve yerde kalma süresi daha uzundur. Bu nedenle daha etkili sonuçları vardır. Bu inversiyonlar genellikle sonbahar ve ilkbaharda sıklıkla meydana gelmektedir. Burada inversiyon tabakasının yerden yüksekliği önemli olup, bu tabaka yere yakın olduğunda, havaya karışan kirletici konsantrasyonları fazla ve hava kirliliği şiddetlidir. Ayrıca dağlara ve tepelere yapılan yüksek binalar çökme inversiyonunun artmasına neden olmaktadır. Buralardan havaya karışan kirleticiler inversiyonlu günlerde ölümlere neden olabilecek kadar tehlikelidir (Öztürk, 2017).

Dinamik terselme, soğuk ve sıcak havanın karşılaşması sonucunda sıcak hava kütlelerinin soğuk hava kütlesi üzerinde yükselmesi veya tam tersi olarak soğuk havanın sıcak havanın altına girmesi sonrasında meydana gelmektedir. Hava kütlelerinin hareketleri nedeniyle terselme meydana geldiği için dinamik terselme olarak adlandırılmaktadır (Şahin, 1989).

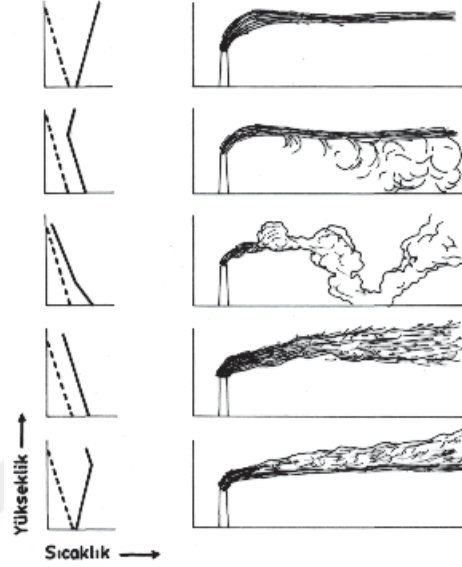
Bir yerde tek tip sıcaklık terselmesi yanında dinamik ve statik terselmenin bir arada olduğu karma tip terselme de meydana gelebilmektedir. Bu durum yüksek basınç alanlarında alçalan soğuk hava kütlelerinin adyabatik olarak ısınması yanında, bu havanın alt bölümlerinin soğuk yere dokunması sonucunda soğumasıyla ortaya çıkmaktadır. Yani üstteki hava soğuk, ortada ılık ve en altta soğuk hava kütlesi bulunmaktadır (Şahin, 1989).

Bir diğer sıcaklık terselmesi de adveksiyon inversiyonudur. Bu tip inversiyon yüksek basınç koşullarının hâkim olduğu, açık, sakin havalarda, sıcak deniz, göl ya da okyanus

esintileri, karaya varmadan önce soğuk hava akımları üzerinden geçtiği yerlerde meydana gelmektedir (Öztürk, 2011)

Araştırma alanında vadi ve çanak alanlarında oluşan soğuk cephe terselmesi ve çökme sonucunda oluşan dinamik kökenli terselme daha fazla etkili olmaktadır. Denizli şehrinde sıcaklık, onu güneyden çevreleyen yüksek Karcı ve Honaz dağlarına göre daha yüksektir. Yine bu yüksek dağlık alanlarda karlı gün sayısı ve karın yerde kalış süresi Denizli Ovası'na göre daha fazladır. Bu nedenle bu dağlarda gece boyunca soğuyan hava Denizli şehrine doğru akmaktadır. Bu sırada soğuk hava kütlesi sıcak havanın altına girdiği için sıcak hava yukarı doğru yükselmektedir. Bunun sonucunda soğuk hava şehrin üzerini bir tabaka gibi kaplamaktadır. Bu hava kütlesi sis olayının meydana gelmesine neden olmaktadır. Sis tabakasının kalış süresi orada etkili olan hava hareketlerine bağlı olarak değişmektedir. Bu sis tabakası yer yüzeyinde bulunan kirleticileri hapsederek onların bölgeden uzaklaşmasına engel olmaktadır. Bu durum kirleticiler ortamdaki uzaklaştırılmadığı için hava kirliliğinin artmasına neden olmaktadır. Sıcaklık terselmesi sırasında havada eğer nisbi nem oranı da yüksek ise hava kirliliğinin zararlı etkisi daha da fazlalaşmaktadır (Sungur, 1974-1977, 1980a; Şahin, 1989). Bu şekilde yükselti farkı nedeniyle oluşan dinamik kökenli inversiyon Denizli şehrinde hava kirliliğinin artmasına neden olmaktadır. Sıcaklık terselmesinin yaşandığı bazı günlerde yüksekteki yamaçlardan şehir görülememektedir. Kuzeye bakan cephelerde güneye bakan cephelere göre sıcaklık terselmesi daha uzun sürmektedir (Şahin, 1989; Öztürk, 2017). Sonbahar, kış ve ilkbahar mevsimlerinde görülen sıcaklık terselmesi aylara göre değiştiği gibi gün içerisinde de değişiklik göstermektedir. Sıcaklık terselmesinin gece artan etkisi, güneşin doğuşuyla birlikte azalarak, öğle vaktinde kaybolmaktadır (Taş, 2006). Şehirde özellikle sabah-akşam saatlerinde değişen sıcaklık koşullarına bağlı olarak artan baca gazı salınımları sonucunda sıcaklık terselmesi etkisini artırmaktadır. Özellikle sabah hareketin yaşanmaya başladığı 7-9 saatleri arasında hava kirliliğinin arttığı görülmektedir. Havanın kapalı ve rüzgârın esmediği durgun günlerde sıcaklık terselmesi hava kirliliğinin etkisini daha da arttırarak canlılar için tehlikenin büyümesine neden olmaktadır (Yıldırım ve Korkmaz, 1998). Özellikle çocuk ve yaşlılar ile kronik hastalığı olan kişiler bu durumdan daha fazla etkilenmektedir. Sıcaklık terselmesi ile solunum yolu hastalıkları arasında anlamlı bir ilişkinin olduğunu gösteren pek çok çalışma vardır (Çukur, Gündüzoğlu ve Aşkın, 2006; Hapçıoğlu ve diğerleri, 2006). Terselme şartlarının ortadan kalkması sonucunda kent üzerinde yığılan kirli hava başka yerlere taşınmakta ve böylece kent merkezindeki kirli hava dağılmakta ve hava normal durumuna dönmektedir.

Sıcaklık terselmesi, bacalardan çıkan dumanın şeklinde de değişikliğe neden olmaktadır (Şekil 13). İnversiyon durumunda bacadan çıkan dumanlar dikine hareketlerin olmayışı sebebiyle düzgün ve yere paralel bir hat boyunca yayılmaktadır (Foto 2, 3, 4)



Şekil 13. Herhangi bir yerde sıcaklık değişimine bağlı olarak baca dumanının şekli (Kaynak: Kırımhan, 2006).



Foto 2. Çürüksu Havzası'nın güneyinde sıcaklık terselmesinin etkili olduğu zamanlarda baca dumanı yere paralel bir şekilde yayılmaktadır.



Foto 3. Denizli şehrinde karlı bir günde sıcaklık terselmesinin etkisiyle yere paralel yayılan baca dumanı.



Foto 4. Çürüksu Havzası'nın sıcaklık terselmesinin etkili olmadığı zamanlarda baca dumanı dik olarak yayılmaktadır.

Araştırma alanındaki sıcaklık terselmesinin boyutlarını ortaya koyabilmek için MGM'den ilgili veriler istenmiştir. Ancak Türkiye'de sıcaklık terselmesi ölçümleri birkaç ille sınırlı olup, bunların içinde Denizli yoktur. Bu nedenle sıcaklık terselmesinin seyri ve bu konuda yapılması istenen analizler eksik kalmıştır. Ancak MGM'nin oluşturduğu inversiyon tahmin verileri ilgili web adresinden elde edilerek, analizlerde kullanılmıştır. Bu analizler ve sonuçları konu bütünlüğünün bozulmaması için sonraki bölümde verilmiştir.

Jeomorfolojik özelliklerin hava kirliliği üzerindeki bir diğer etkisi de yerleşim ve sanayi tesislerinin kuruluş yeri seçiminde, şehir içinde konutların, cadde ve sokakların yapısında görülmektedir. Havzada ilk olarak kuzeyde kurulan yerleşmeler, yaşanan deprem, siyasi, sosyal ve ekonomik olaylar sonucunda yıkılmış ve yeni yerleşim yeri olarak güneydeki, düz ve verimli tarım alanları seçilmiştir. Su kaynaklarının bol olması, verimli tarım alanlarının varlığı, ulaşımın kolay ve yeni konut alanlarının yapımına uygun olması, iklimin insan yaşamı için ideal özellikler taşıması gibi nedenlerle havza tabanına yerleşilmiştir. Ancak zamanla nüfusun artmasıyla yeni yerleşim yerleri açılmaya başlanmıştır. Havzanın güneyinde uzanan yüksek Babadağ kütlesi, yeni yerleşim yerlerinin güneye doğru genişlemesine izin vermemiştir. Güneyden bu yüksek dağların oluşturduğu doğal sınırlar ile havzanın kuzeyinde bulunan Pamukkale travertenleri doğal koruma alanları ile sit alanlarının varlığı yeni yerleşmelerin kuzeye doğru genişlemesine de izin vermemektedir. Bu nedenle yeni yerleşim yerleri batı doğu doğrultusunda alçak verimli tarım alanları üzerinde, Çürüksu Çayı boyunca gelişmiştir. Ancak zamanla şehir, ovaya göre daha eğilimli ve N-S doğrultulu küçük dereler tarafından fazlaca yarılmış olan birikinti yelpazesi üzerinde gelişmeye başlamıştır. Şehrin büyümesi sonucunda ticaret ve sanayi alanları içinde kalan gelir seviyesi yüksek olan kesim de havzanın güneyine Babadağ ve Karıcı Dağlarının eteklerine doğru yerleşmeye başlamıştır. Eski yerleşim alanları (Kaleiçi) ile yeni açılan yerleşim yerleri (Servergazi vb.) arasında 400-450 m yükseklik farkı bulunmaktadır. Denizli şehrinin % 90'ı 300-500 m'ler arasında bulunmakta olup, geri kalan % 10, 500-800 m'ler arasında bulunmaktadır. Yani Denizli şehrinin neredeyse tamamı yamaç eteklerinde ve ova tabanında bulunmaktadır. Topografik olarak bir havza kenarında veya ortasında bulunan Ankara, Erzurum, Kayseri, Malatya gibi pek çok büyük kentte olduğu gibi (Etikan ve Alpar, 1995; İbret ve Aydınözü, 2009), Denizli şehrinde de hava kirliliği sorunu yaşanmaktadır.

Havzanın topografik özelliklerinin Denizli şehrinin kuzey ve güney yönlerde genişlemesine izin vermemesi nedeniyle şehir dikey yönde büyümek zorunda kalmış ve yüksek katlı binalar inşa edilmiştir. Bu binalar düz alanların darlığı nedeniyle bitişik nizam ve yüksek katlı, sokaklar ise dar ve uzun bir şekilde yapılmıştır. Havzanın topografik özelliklerine

uygun olarak şehirdeki cadde ve sokakların da hâkim rüzgâr yönüne dik uzanması hava sirkülasyonuna engel olarak kirli havanın şehrin üzerinde kalmasına neden olmaktadır. Bu durum aynı zamanda rüzgâr hızının da azalmasına yol açmaktadır. Türkiye'nin çeşitli yerlerinde olduğu gibi (İstanbul, Ankara, Çorum, Erzurum, Keşan vb.) Denizli şehrinde de bu durum hava kirliliğinin artmasına neden olmaktadır (Şahin, 1998; İbret ve Aydınözü, 2009; Kopar ve Zengin, 2009; Garipağaoğlu ve Cansu, 2017).

Çürüksu Çayı Havzası'nın topografik özellikleri sanayi tesislerinin kuruluş yeri seçiminde de etkili olmuştur. Havzada sanayi alanları da yine alçak ova tabanı üzerinde ve Çürüksu Çayı boyunca gelişmiştir. Daha sonra şehrin büyümesiyle konut alanları içinde dağınık halde bulunan sanayi tesisleri hava kirliliğinin artmasına neden olduğu için şehir merkezi dışında Honaz Belediyesi sınırları içerisinde kurulan Denizli Organize Sanayi Bölgesi'ne (DOSB) taşınmıştır. Ancak Denizli'nin en büyük organize sanayi bölgesi olan DOSB'nin yine ova tabanında, hâkim rüzgâr yönüne dik olarak kurulduğu görülmektedir. Yerleşim yerleri kenarında veya uzağında olan sanayi kuruluşlarından çıkan kirletici gazlar, ters yönde esen bir rüzgârla şehirlere taşınabilmektedir (Şahin, 1989; Kadioğlu ve Toros, 1993; Çiftçi ve diğerleri, 2013). Bu nedenle kuzeyden esen rüzgârlar kirli havayı Honaz'a taşımakta ve burada hava kirliliğinin meydana gelmesine neden olmaktadır. Bu nedenle kuruluş yeri seçimi açısından Denizli şehri ile sanayinin merkezi olması nedeniyle Honaz Belediyesi için topografik olumsuzluklara sahip yerlerdir denilebilir.

4.1.4. Çürüksu Çayı Havzası'nın İklim Özellikleri ve Hava Kirliliğine Etkisi

Hava kirliliği üzerinde etkili olan faktörlerden biri de meteorolojik unsurlardır. Meteorolojik unsurlar, kirliliğin kaynağı olmayıp, kirliliğin dağılımında, taşınmasında ve değişiminde etkili olmaktadır. Kirleticiler atmosfer içerisinde yatay ve dikey yönde hareket etmektedir. Kirleticilerin durumu hava kütesine göre değişmekte, hava kütesinin hacmi büyüdükçe, kirlilik seyrelmektedir. Bunun sonucunda da kirletici konsantrasyonu ve kötü etki derecesi azalmaktadır. Buna karşılık bölgenin meteorolojik unsurlarına bağlı olarak kirli hava taşınmadan uzun süre o bölgede kaldığında, bu durum bölge insanının o kirli havayı uzun süre solumasına ve solunum yolu hastalıkları başta olmak üzere çeşitli sağlık sorunları yaşamasına neden olmaktadır (Koçman, 1991; Şahin, 1996; Keser, 2002; Garipağaoğlu, 2003; Kırımhan, 2006; Karpuzcu, 2007; Menteşe ve Tağl, 2012; Garipağaoğlu, 2014). Bu nedenle araştırmanın bu bölümünde havzanın iklim özellikleri ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Bunun için öncelikle havzanın 1980-2016 yılları arasını kapsayan döneme ait meteoroloji verileri MGM'den istenmiş ve gönderilen veriler ilgili analiz ve yorumlarda

kullanılmıştır. Ancak gelen veriler içinde devamlı ve düzenli olanlar sadece Denizli şehrine ait olduğu için hesaplamalarda bu istasyona ait veriler değerlendirilmiştir. Araştırma alanında meteorolojik unsurlar ayrı ayrı değerlendirilmeden önce, bu unsurların yıl içerisindeki değişimleri ile iklim olaylarının karşılıklı ilişkilerini belirleyen genetik-dinamik faktörler incelenmiştir. Bu faktörler, iklim olaylarının karşılıklı ilişkilerini düzenleyen “planeter faktörler” ve bunlarda yerel değişikliklere neden olan “coğrafi faktörler” olarak iki ana grupta ele alınmıştır.

4.1.4.1. Genetik-Dinamik Faktörler

Planeter faktörler içerisinde yer alan radyasyon özellikleri yani yeryüzüne gelen güneş enerjisi (radyasyon) ve bunun yeryüzünde uğradığı değişiklikler havzanın iklim özellikleri üzerinde son derece etkilidir.

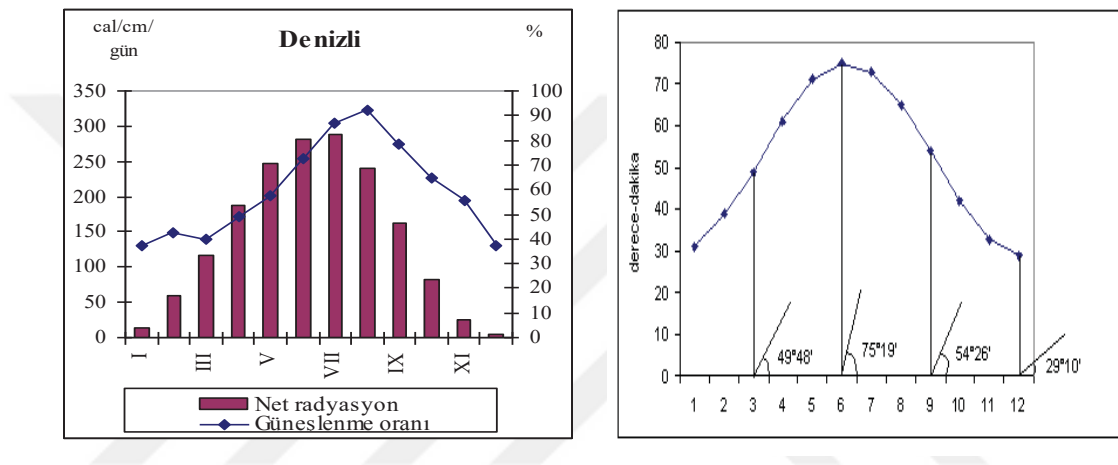
Denizli’de yıllık astronomik ortalama güneşlenme 12.00 saat; günlük ortalama güneşlenme süresi 7 saat 30 dakika olup, astronomik güneşlenme oranı ise % 60,8’dir. En az güneşlenme süresi ortalama 3.46 ve 3.53 saat/dakika Aralık ve Ocak aylarında; en fazla güneşlenme süresi ise 12,37 saat/dakika ile Temmuz’dadır. Yani, atmosferik aktivitenin artması ile bulutluluk oranının yüksek olduğu kış mevsiminde termik bilanço (-) negatif iken Mart’tan itibaren termik bilançonun (+) pozitif olduğu görülmektedir. Yaz mevsiminde kuzey sektörden düzenli şekilde esen rüzgârlar nedeniyle bütün bölgede gökyüzü açıktır. Bu nedenle, ortalama güneşlenme süresi artmaktadır. Buna göre, ortalama güneşlenme süresinin astronomik güneşlenme süresine oranı (frekansı) Mart’tan itibaren artış göstererek Temmuz’da % 87,1, Ağustos’ta % 92,1 gibi yüksek değerlere ulaşmaktadır.

Denizli’de, frontojenez olaylarının yoğun olması sonucunda bulutluluk artmaktadır. Termik bilanço, negatif durumundan Mart’ta kurtulmakta ve en yüksek değerini Temmuz’da almaktadır (27,5 °C). Soğuma Ağustos’tan itibaren başlamasına karşılık, pozitif değerini Kasım’a kadar korumaktadır. Ancak yer radyasyonunun gelen güneş enerjisine oranla artması ve buna bağlı atmosferik aktivitenin başlaması sonucu soğuma hızlanmakta ve bu durum Kasım’da en yüksek değerine kavuşmaktadır.

37°47’N enleminde bulunan Denizli’de güneş ışınlarının geliş açısının minimum değeri 21 Aralık tarihinde 28°46’ iken 21 Haziran’da maksimum değeri 75°40’dır. Araştırma alanına güneş ışınları yıl boyunca 46°’lik bir farkla gelmektedir. Bu da eksen eğikliğinden kaynaklanan doğal bir durum olup, alınan radyasyon miktarı yaz ve kış mevsimlerinde farklılık göstermektedir. Yazın güneş ışınlarının 75°’den büyük açıyla gelmesine bağlı olarak ısınma fazla olurken, kış mevsiminde güneş ışınlarının 28° ile gelmesi güneşlenme süresinin kısa ve ısınmanın da az olmasına neden olmaktadır. Ancak net radyasyon miktarı bakımından

bilanço pozitifdir. Denizli’de yıllık ortalama teorik güneşlenme süresi 12 saat olup, bu süre kış aylarında 9, yaz aylarında 14 saati geçmektedir (Şekil 14).

Araştırma alanında net radyasyon bilançosu yıl içerisinde değişmekle birlikte her zaman pozitif olup Denizli’de yıllık ortalama $142,5 \text{ cal/cm}^2/\text{gündür}$ (Şekil 14). Denizli’de güneş ışınlarının en düşük açıyla geldiği ve güneşlenme süresinin en kısa olduğu Aralık’ta $5,4 \text{ cal/cm}^2/\text{gündür}$. Ocak ile birlikte artmaya başlayan radyasyon miktarı Temmuz’da maksimum seviyeye ulaşmaktadır. Bu ayda net radyasyon $287,4 \text{ cal/cm}^2/\text{gündür}$ (Koçman, 1993).



Şekil 14. Denizli’de net radyasyon, güneşlenme oranı ve yıl boyunca güneş ışınlarının geliş açısı (1985-2016).

Araştırma alanı $37-38^\circ$ kuzey paralelleri arasında bulunmakta olup, coğrafi konumu nedeniyle orta kuşağın $30-40^\circ$ N paralelleri arasında hâkim olan “Batı Rüzgârları Sistemi” içerisinde yer almaktadır. Araştırma alanı, herhangi bir hava kütesinin kaynak sahası üzerinde bulunmayıp, mevsimlere göre başka bölgelerden gelen farklı hava kütlelerinin etkisi altına girmektedir. Havza, yazın güneyden gelen tropikal hava kütesinin, kışın ise tropikal ve polar hava kütlelerinin etkisinde kalmaktadır. Ancak bu hava kütleleri, kaynak sahasından bölgeye geldiklerinde ana özelliklerinde bazı değişiklikler meydana gelmektedir (Erinç, 1984; Koçman, 1989; Atalay, 2010).

Kış mevsiminde, Akdeniz, alçak basınç sahasına dönüşmekte, kuzey ve batıdan gelen nemli-soğuk hava kütlesi (maritim Polar hava kütlesi (mP)) güneye doğru ilerlemektedir. Aynı anda, güneyden gelen sıcak karakterli hava kütleleri bölgeye sokulmaktadır. Bu iki hava kütlesi, Akdeniz üzerinde karşılaşmakta ve bunun sonucunda polar cephenin güney kanadında yeni özellikler kazanan “Akdeniz Hava Kütlesi” oluşmaktadır. Havzada bu dönemde kuzeyden sokulan polar hava kütlesi ve güneyden sokulan tropikal hava kütlelerinin

karşılaşması sonucunda sık sık frontal faaliyetler meydana gelmektedir. Kış mevsiminde sık sık yer değiştiren bu hava kütleleri yağış ve sıcaklık koşullarının gün içinde bile kısa sürelerde ani değişiklikler göstermesine neden olmaktadır. Araştırma alanında etkili olan hava kütleleri ve bunların oluşturduğu cepheler nedeniyle kış mevsimi oldukça yağışlı geçmektedir (Erinç, 1962; Koçman, 1993; Atalay, 2010).

Kış mevsiminde etkili olan bir diğer hava kütlesi de kuzeydoğudan sokulan kontinental Polar hava kütlesidir (cP). Bu hava kütesinin etkili olduğu dönemde sıcaklıklar çok düşmekte, donlu günler meydana gelmektedir. Ayrıca kış mevsiminde Sibiry'a'dan gelerek Karadeniz ve Hazar Denizi üzerinden Türkiye'yi etkileyen cP hava kütlesi de havzada etkili olmaktadır. cP hava kütlesi, Doğu ve İç Anadolu'yu etkisi altına aldıktan sonra Batı Anadolu ve grabenler boyunca Ege Denizi'ne doğru ilerlemekte ve bölge bu yüzden zaman zaman kışın soğuk polar hava kütesinin etkisinde kalmaktadır. Bu hava kütlelerinin etkisinin arttığı dönemlerde havzada kış mevsimi uzun ve şiddetli geçmektedir. Kış mevsiminde düşük sıcaklık değerlerinin görülmesi ısınma ihtiyacının dolayısıyla kullanılan yakıt miktarının artması anlamına gelmektedir. Ayrıca kış mevsiminde gündüzleri güneşli, geceleri açık ve soğuk, sabahları da sis meydana gelmektedir (Koçman, 1993; Atalay ve Mortan 1997).

Yaz mevsiminde araştırma alanında, genel atmosfer koşullarının etkisiyle tropikal hava kütlesi (T) etkili olmaktadır. Havza, Sahra üzerinden gelen karasal tropikal (cT) ve Atlas Okyanusu üzerinden gelen maritim tropikal (mT) hava kütlelerinin etki alanında kalmaktadır. Yaz mevsiminde polar hava kütlesi, Atlas Okyanusu ve Avrupa üzerinden kuzeye doğru ilerlemektedir. Bu nedenle frontal faaliyetler büyük oranda azalmaktadır. Havzada, yaz mevsiminde cephelerin oluşmaması yaz mevsiminin yağışsız ve kurak geçmesine yol açmaktadır. Nisan-Ekim arasında yağışsız sıcak bir dönem yaşanır. Bu dönemde güney ve güneydoğudan gelen hava kütleleri yüksek sıcaklıkların etkili olmasına neden olurken; aynı zamanda Doğu Avrupa ve Balkanlar üzerinden gelen kuzey ve kuzeybatılı hava akımları da nemli-serin şartların etkili olmasına neden olmaktadır (Atalay, 2010).

Coğrafi Faktörler, iklim üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Coğrafi konum, denize uzaklık-yakınlık yani karasallık, topografik özellikler (yükselti, dağların uzanış doğrultusu, eğim, bakı) coğrafi faktörleri oluşturmaktadır. Bunlar planeter faktörler üzerinde etkili olarak, daha küçük yerel değişikliklerin ve yerel termik-dinamik koşulların meydana gelmesine neden olmaktadır (Erinç, 1984).

Araştırma alanının Ege, İç Batı Anadolu bölümleri ve Akdeniz Bölgesi arasında bir geçiş kuşağı üzerinde yer alması iklim özellikleri bakımından da bir geçiş sahası özelliği göstermesine neden olmuştur. Havzanın bu özelliğinin yanında, kısa mesafelerde değişen

jeolojik-jeomorfolojik özellikleri (yükselti, bakı), havzanın değişik yerlerinde coğrafi şartların planetar faktörler üzerindeki etkisine bağlı olarak iklim özelliklerinin kısa mesafelerde değişiklik göstermesine neden olmuştur.

Havzanın oldukça dağlık ve engebeli bir yapıya sahip olması, kısa mesafelerde değişen yükseklik durumu iklim üzerinde etkili olmaktadır. Ege Bölgesi'nde dağların denize dik uzanması havzada, cephesel sistemler ve denizel etkilerin batıdan iç kesimlere doğru kolaylıkla sokulabilmesini sağlamaktadır. Bunun sonucunda, havzanın denizel etkilere açık batı kısmında yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı geçen Akdeniz iklimi hâkim durumdadır. Ancak havzada iç kesimlerde ve yüksekliğin arttığı yerlerde, denizel etkinin azalması nedeniyle karasal iklim şartlarının etkili olduğu görülmektedir. Bu nedenle havza Akdeniz ve karasal iklimler arasında bir geçiş özelliği göstermektedir. Havzanın kuzey, güney ve doğusunda uzanan dağlık kütleler havzayı bir set gibi kuşatarak hava kütleleri üzerinde etkili olmaktadır. Bu nedenle havzanın kuzeyi ile güneyi, doğusu ile batısı arasında yağış ve termik şartlar bakımından önemli farklar görülmektedir.

Yukarıda verilen bilgilerin daha net görülebilmesi için havzadaki istasyonların kontinentalite (karasallık) dereceleri hesaplanmıştır. Böylece iklim tipinin belirlenmesinde ilk şablon ortaya çıkmıştır. Denizli ve çevresinde ilçe merkezlerinin karasallık derecesi % 23 ile % 26 arasında değişmektedir. Denizli ve çevresinin karasallık derecesi açısından birbirine yakın değerler göstermesi dikkat çekicidir. Denizli ve çevresinde % 23-26 olan karasallığa karşılık; % 74 ile % 77 arasında değişen deniz etkisi görülmektedir (Tablo 4). Tablo 4 incelendiğinde, havzada karasallığın batıdan doğuya doğru arttığı görülmektedir. Havzanın batısında bulunan Sarayköy'de ve Denizli'de % 23 olan karasallık, havzanın doğusunda % 25'lere yükselmiştir (Çardak, Çal).

Tablo 4

Çürüksu Çayı Havzası'nda Sezer'e göre karasallık durumu

İstasyon Adı	Boylam (E)	Enlem (N)	Yükselti (m)	Denize (km)	Uzaklık Kontinentalite (%)
DENİZLİ	29.05	37.47	426	66	24,66
Sarayköy	28.55	37.55	169	72	23,22
Buldan	28.50	38.03	609	84	24,65
Çal	29.24	38.05	850	114	25,53
Çardak	29.40	37.50	920	90	25,44
Güney	29.04	38.09	805	100	23,97
Tavas	29.04	37.34	950	45	24,66

4.1.4.2. İklimin Temel Unsurları

4.1.4.2.1. Basınç

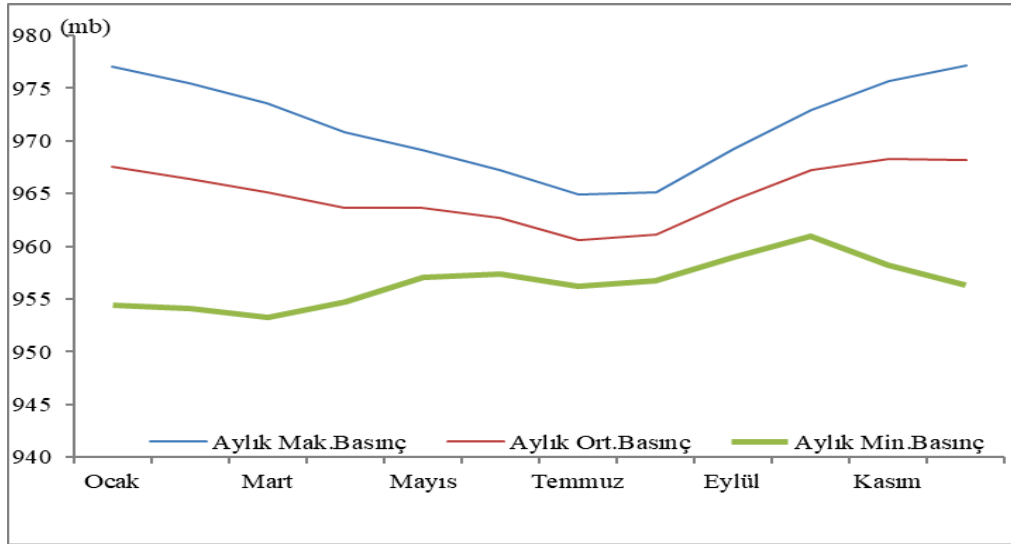
İklimin temel unsurlarından biri olan basınç ve rüzgârlar bir bölgede etkili olan hava kütlelerinin yapısı üzerinde belirleyici rol oynamaktadır. Basınç faktörü, yeryüzündeki havanın hareketli ya da hareketsiz olmasını belirleyerek, hava kirliliğini doğrudan etkilemektedir (Şahin, 1989). Bu nedenle havzanın basınç ve rüzgâr koşulları ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Araştırma alanı, daha önce belirtildiği gibi genel olarak kış mevsiminde Orta ve Doğu Avrupa üzerine yerleşen termik basınç sahasının ve cP hava kütesinin etkisi altına girdiği için havzada sıcaklık değerleri Ekim'den itibaren düşerken, basınç değerleri yükselmektedir. Ekim'den itibaren artan basınç, Kasım'da en yüksek seviyeye ulaşmakta (968 hPa), bu durum Aralık'ta da devam etmektedir. Ocak, Şubat aylarında nispeten yüksek olan basınç değerleri, daha sonra düşüşe geçmektedir. Subtropikal yüksek basınç sahasından Akdeniz'e yönelen hava akımları (cT), Ege kıyılarına kadar ulaşmakta ve bölge Akdeniz üzerinde oluşan cephe sistemlerinin etkisinde kalmaktadır. Bunun sonucunda kış mevsiminde basınç değerlerinde sık sık yükselme ve düşüşler gözlenmektedir. Bölgede oluşan cepheler, depresyonların geçişi sırasında düşük basınç değerlerinin görülmesine neden olmaktadır. Ancak, yüksek basıncın daha baskın olması nedeniyle Ekim-Mart arasında aylık ortalama basınç değerleri, yıllık ortalama değerlerden çok daha yüksek olmaktadır (Erinç, 1962; Koçman, 1993). Kış mevsiminde görülen basınç değerlerindeki dalgalanma veya kararsızlık durumu ilkbahardan sonra azalmaktadır. İlkbaharda Nisan ve Mayıs'tan itibaren polar cephenin kuzeye çekilmesi, tropikal hava kütesinin havzayı etkisi altına almaya başlaması sonucunda sıcaklık artmaya başlamaktadır. Bunun sonucunda havzada termik alçak basınç koşulları etkili olmaktadır (Erinç, 1962; Koçman, 1993). Yaz mevsiminde havza, polar hava kütesinin kuzeye doğru çekilmesi sonucunda tropikal hava kütesinin etkisi altına girmektedir. Bunun sonucunda atmosfer hareketleri çok az olup, havzada sıcaklık artmakta ve termik alçak basınç koşulları etkili olmaktadır. Buna bağlı olarak da yaz mevsiminde genel basınç durumu, kış mevsimine göre düşüş göstermektedir. Özellikle Nisan-Eylül arasında aylık değerler yıllık değerlerden düşüktür. Ayrıca yaz mevsimindeki basınç değerleri kış mevsimindeki gibi çok fazla değişmemektedir. Basra Alçak Basınç sisteminin etkisiyle havzada alçak basınç koşulları hâkim olmaktadır (Erinç, 1962; Koçman, 1993).

Normal basınç değeri olarak; 45. enlemde, deniz yüzeyinde 0 °C sıcaklıkta 760 mm veya 1013,25 milibar kabul edilmektedir. Bir yerde hava basıncı normal değerden az ise alçak basınç, yüksek ise yüksek basınç olarak ayrılmaktadır (Erol, 1999). Alçak basınç (siklon)

merkezlerinde hava hareketleri çevreden merkeze doğru, kuzey yarımkürede saat hareketinin tersi yönde olmaktadır. Bu durum havanın düşey yönde yükselmesini sağlamaktadır. Bu da hava kirleticilerinin uzaklaştırılması anlamına gelmektedir. Yükselen hava soğuduğu ve yoğunlaşma arttığı için hızlı bir hava hareketi oluşmakta, yağışlar meydana gelmektedir. Alçak basınç alanlarında alttaki kirli hava yukarılara doğru hareket edebildiği için dağılmakta yani ortam üzerinde olumlu etki yapmaktadır. Yüksek basınç (antisiklon) alanlarında ise hava hareketi merkezden çevreye doğru saat hareketi yönünde olmaktadır. Hava, yüksek basınç alanlarından alçak basınç alanlarına doğru hareket etmektedir. Bir yerde iki nokta arasında basınç farkı ne kadar büyük olursa hava hareketi de o kadar büyük olmaktadır (Erinç, 1996; Şahin, 1998; Yıldırım ve Korkmaz, 1998; Erol, 1999; Çukur ve diğerleri, 2006; Atayeter, 2007; Karpuzcu, 2007).

Araştırma alanında yıllık ortalama basınç Denizli şehrinde 965 mb'dır. Araştırma alanında kış döneminde basınç koşullarının değişmesine bağlı olarak basınç genliği, yaz mevsimine göre yüksektir. En yüksek basınç genliği Denizli'de (48,7 mb) Ocak'ta tespit edilmiştir. Denizli'de Temmuz-Ağustos döneminde aylık ortalama basınç 961 mb iken Kasım-Aralık döneminde 968 mb'ye yükselmektedir. Maksimum basınç değeri ise 977 mb'dır (Şekil 15).



Şekil 15. Araştırma alanında basınç durumunun aylara göre dağılımı (mb).

Havzada basıncın hava kirliliğine etkisi; havzada genel olarak alçak basınç koşulları etkili olmasına rağmen aylık basınç değerleri incelendiğinde kış mevsiminde basınç değerlerinin yükseldiği görülmektedir. Bu dönem aynı zamanda ısınma kaynaklı emisyon miktarının da arttığı bir dönemdir. Yüksek basınç sahalarında meydana gelen alçalıcı hava

hareketleri nedeniyle kirleticiler zeminin üstünde asılı kalmaktadır. Bu durum yerleşim yerlerinin üzerinde koyu gri bir duman olarak görülmektedir. Denizli’de basınç değerlerinin en yüksek olduğu Kasım, Aralık ve Ocak aylarının aynı zamanda hava kirleticileri (PM_{10} ve SO_2) seviyelerinin de en yüksek olduğu aylar olması dikkat çekicidir. Bu durum kirli havanın uzun süre şehrin üzerinde kalması ve dolayısıyla kirli havanın uzun süre solunması anlamına da gelmektedir. İlkbaharla değişen basınç ve sıcaklık koşullarına bağlı olarak dikey hava akımları meydana gelmeye başladığı için havzada kirli hava dağılmakta ve hava kirliliği azalmaktadır.

4.1.4.2.2. Rüzgârlar

Rüzgârın, hava kirliliği üzerinde hem olumlu hem de olumsuz etkisi vardır. Rüzgârlar, hava kirleticilerinin dağılmasını ve taşınmasını sağlayıp, hava kirliliğini azaltıcı bir etki yaparken, kirli havanın o bölgede uzun süre havada asılı kalmasına neden olarak, hava kirliliğini arttırıcı bir etki de yapmaktadır. Bazen rüzgârlar çevredeki kirli havayı kentlere taşıyarak da hava kirliliğinin artmasına neden olabilmektedir. Burada rüzgârın yönü, hızı ve esme süresi çok etkilidir (Sungur ve Gönençgil, 1997; Yıldırım ve Korkmaz, 1998; Keser, 2002). Bu nedenle bölgede hâkim rüzgârların özelliklerinin bilinmesi önemlidir. Buradan hareketle araştırma alanının rüzgâr durumu incelenmiştir.

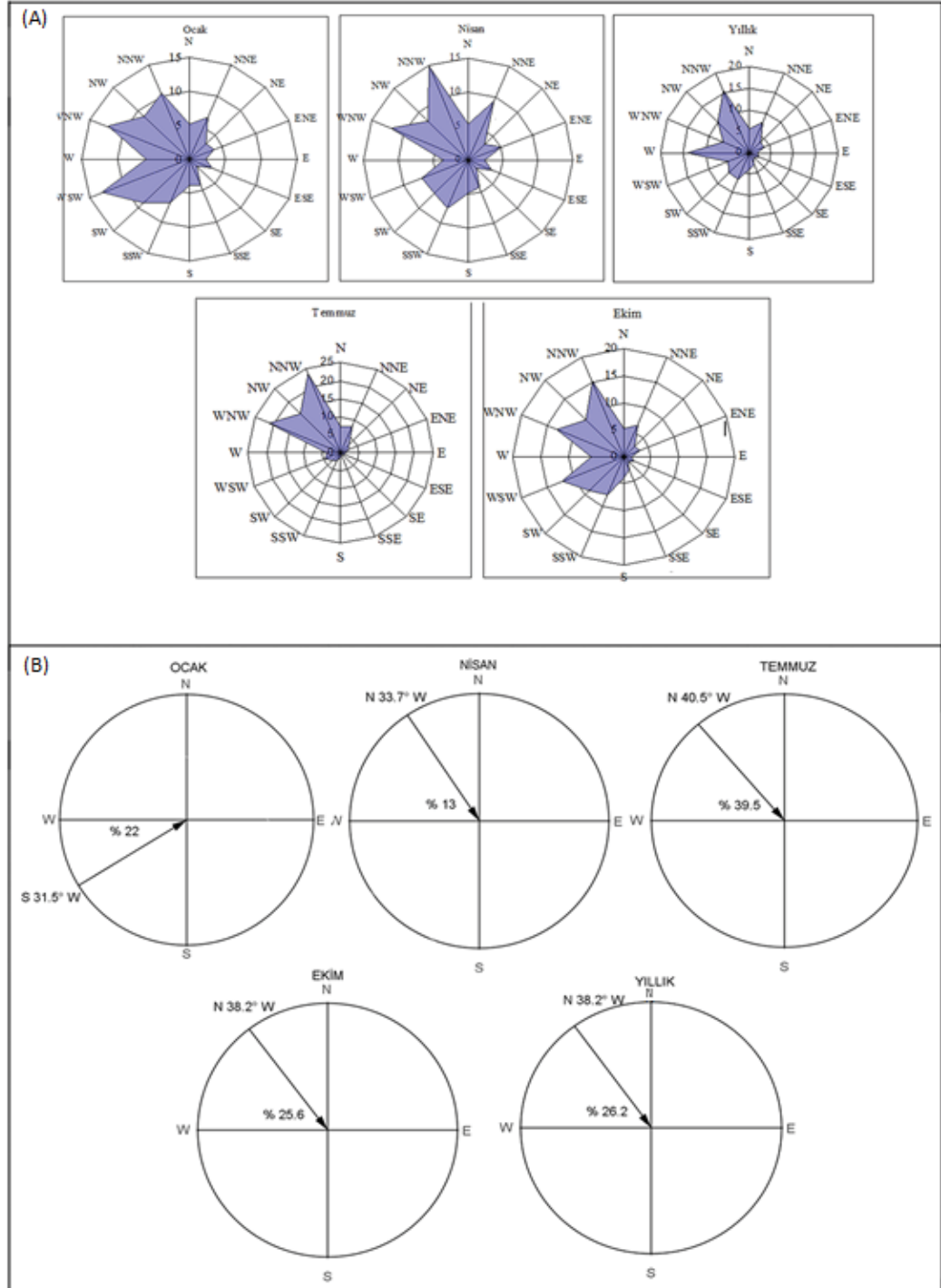
Araştırma alanı kış döneminde cephesel depresyonların sık geçişi nedeniyle alçak basınç koşulları ile yaz döneminde Asor yüksek basıncından güneydoğudaki Basra alçak basıncına doğru oluşan hava akımlarının etkisinde kalmaktadır. Bu nedenle havzada yeryüzüne yakın yerlerde düzenli bir şekilde esen kuzey sektörlü rüzgârlar hâkim olmaktadır (Koçman, 1993).

Hava kirliliği üzerinde hâkim rüzgâr yönünün etkisi çok fazladır. Bu konuda hazırlanan rüzgârgülleri, bölgenin hava hareketlerinin ortaya konmasında ve rüzgâr ile hava kirliliği arasındaki ilişkinin gösterilmesi açısından önemlidir (Kırımhan, 2006). Bu nedenle araştırma alanında egemen rüzgâr yönü ve sektörel etkinliğini daha ayrıntılı bir şekilde ortaya koyabilmek için Rubinstein formülünden yararlanılarak veriler değerlendirilmiştir. Bunun için 1985-2016 yılları arasındaki 31 yıllık rasat verileri kullanılmıştır. Bu yöntemle yıllık ve mevsimleri temsil etmek üzere kış mevsimi için Ocak, ilkbahar mevsimi için Nisan, yaz mevsimini temsilen Temmuz ve sonbahar mevsimi içinde Ekim aylarına ait egemen rüzgâr yönleri tespit edilerek, yüzde (%) olarak frekansları hesaplanmıştır.

Buna göre, sonbaharı temsil eden Ekim ayında hâkim rüzgâr yönü Denizli şehrinde % 26 frekans ile N 38 °W’den esmektedir (Şekil 16, Tablo 5). Bu durum yaklaşık olarak Ekim’den itibaren soğumaya başlayan Orta ve Doğu Avrupa ile Sibiryâ üzerinde yüksek

basınç koşullarının hâkim olmasıyla ilgilidir. Hızlı bir şekilde güçlenen bu yüksek basınç alanlarından kaynaklanan hava akımları Türkiye'ye kuzey, kuzeybatı ve doğudan sokulmaya başlamaktadır (Koçman, 1993).

Kış mevsimini temsil eden Ocak ayında Denizli şehrinde hâkim rüzgâr yönü % 22 frekansla S 32 °W' den esmektedir (Şekil 16, Tablo 5). Kış mevsiminde Anadolu'nun iç kesimleri ve Trakya genellikle yüksek basınç alanıdır. Ayrıca Balkanlar ve Kuzeybatı Avrupa'ya yerleşen termik antisisiklonun güçlenmesiyle aksiyon merkezi olması bu durumun nedenini oluşturmaktadır. Buna karşılık kıyı bölgelerinde ve denizler üzerinde cephesel depresyonların sık geçişi nedeniyle basınç alçalmaya başladığı için Anadolu'nun iç kesimlerinden kıyı bölgelerine doğru rüzgârlar esmeye başlamaktadır. Ege ovalarında kış mevsiminde doğu sektörlü rüzgârların hâkim olması bununla ilgilidir (Koçman, 1993; Gülersoy, 2008). Ancak havzada cephesel depresyonların etkili olması nedeniyle güneybatıdan esen rüzgârlar kış mevsiminde etkili olmaktadır. Bu dönemde etkili olan gezici alçak basınçlar sıcak sektörlü rüzgârların görülmesine ve kış sıcaklıklarının yakın çevreye göre daha yüksek değerlere ulaşmasına neden olmaktadır.



Şekil 16. (A) Denizli’de aylık ve yıllık rüzgâr frekans gülleri (%) ile (B) Rubinstein Yöntemine göre yıllık ve mevsimlik egemen rüzgâr yönleri ve frekansları (%).

İlkbahar mevsimini temsil eden Nisan ayında Denizli şehrinde hâkim rüzgâr yönü % 13 frekansla N 34° W’den esmektedir (Şekil 16, Tablo 5). İlkbaharda da kuzeybatı sektörlü rüzgârların hâkim olması kış mevsimindeki frontal faaliyetlerin hala etkili olduğunu

göstermektedir. Ancak ilkbahar mevsiminde kış mevsiminde basınç koşullarında görülen kararsızlık azalmaya ve Mayıs'la birlikte yaz koşulları etkili olmaya başlamıştır (Koçman, 1993).

Yaz mevsimini temsil eden Temmuz'da Denizli şehrinde hâkim rüzgâr yönü % 40 frekansla N 41° W'den esmektedir (Şekil 16, Tablo 5). Denizli'de yaz mevsiminde kuzey sektörlü rüzgârların hâkim olması, sıcak dönemde Asor Yüksek Basıncı ile Basra Alçak Basıncı arasında oluşan devamlı rüzgârlarla ilgilidir (Koçman, 1993). Ayrıca yaz mevsiminde Türkiye'de etkili olan söz konusu eteziyen rüzgârları havzada da etkili olmakta ve yerel basınç koşullarının daha da güçlenmesine neden olmaktadır.

Araştırma alanında Rubinstein yöntemine göre yıllık hâkim rüzgâr yönü Denizli'de % 26 frekansla N 38° W'dir. Denizli'de kuzey sektörlü rüzgârların payı % 35, batı sektörlü rüzgârların % 37, güney sektörlü rüzgârların % 17 ve doğu sektörlü rüzgârların payı % 11'dir. Tablo 5

Araştırma alanında Rubinstein yöntemine göre hâkim rüzgâr durumu

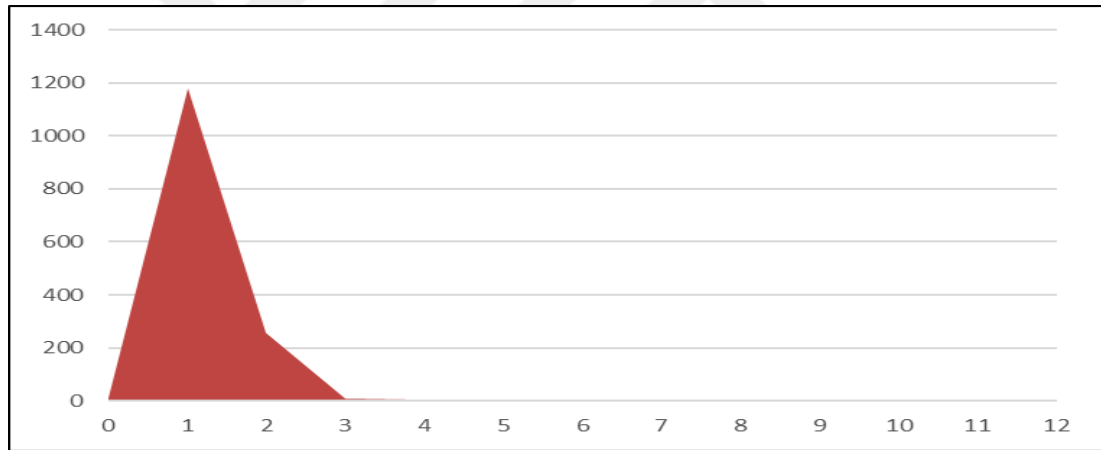
		Ocak		Nisan		Temmuz		Ekim		Yıllık	
		Egemen Rüzgâr Yönü	Frekan s (%)	Egemen Rüzgâr Yönü	Frekan s (%)	Egemen Rüzgâr Yönü	Frekan s (%)	Egemen Rüzgâr Yönü	Frekan s (%)	Egemen Rüzgâr Yönü	Frekan s (%)
Meteoroloji İstasyonu	I. yön	S 32.8°W	22	N33.7° W	23	N40.5° W	39	N38.2° W	25	N38.2° W	26
Güney	I. yön	N9°W	36	S33.8° W	18	N36°W	32	N36°W	32	N36°W	27

Rüzgârın yönü, kirleticinin taşınma yönünü göstermesi açısından önemlidir. Rüzgârın yönü ve hızı yerel topografyanın özelliğine göre şekillenmektedir (Etikan, 1996). Bu konu jeomorfolojik özellikler başlığı altında ayrıntılı olarak incelendiği için burda yer verilmemiştir. Hâkim rüzgâr yönü yanında rüzgârın hızı da hava kirliliğini etkilemektedir. Denizli şehrinde, 32 yıllık rasat dönemine göre ortalama rüzgâr hızı 1.1 m/s olup, rüzgâr hızı yüksek değildir. Bu durum Denizli şehrinin graben sahasında yer alması ve etrafını kuşatan yüksek dağlarla ilgilidir. Havzada rüzgâr hızı çok şiddetli olmadığı gibi aylar arasında da çok büyük farklılık yoktur. Araştırma alanında rüzgâr hızının hava kirliliği üzerindeki etkisini ortaya koyabilmek amacıyla Beaufort hava devinimi ölçeğine göre; rüzgâr hızları sınıflandırılmış ve tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6

Beaufort hava devinimi ölçeği

Bofor	Rüzgârın tanımı	Rüzgâr hızı (10 m'deki) (m/s)	Araştırma alanındaki gün sayısı
0	Sakin	0.0 - 0.5	11
1	Esinti	0.6 - 1.7	1179
2	Hafif rüzgâr	1.8 - 3.3	258
3	Tatlı rüzgâr	3.4 - 5.2	10
4	Orta rüzgâr	5.3 - 7.4	3
5	Sert rüzgâr	7.5 - 9.8	0
6	Kuvvetli rüzgâr	9.9 - 12.4	0
7	Orta dereceli fırtına	12.5 - 15.2	0
8	Sert fırtına	15.3 - 18.2	0
9	Kuvvetli fırtına	18.3 - 21.5	0
10	Tam fırtına	21.6 - 25.1	0
11	Çok şiddetli fırtına (Bora)	25.2 - 29.0	0
12	Harikeyn (Orkan) (Kasırga)	29.0'dan büyük	0



Şekil 17. Denizli şehrinde Beaufort skalasına göre rüzgârların dağılımı

Beaufort skalasına göre; 3.3 m/sn'nin altındaki rüzgârlar (ancak yaprakları kımıldatabilir) hafif rüzgârlar, 5.5 m/sn üzerindeki rüzgârlar orta ve şiddetli rüzgârlar olarak ayrılmaktadır. Hava kirliliğinin dağıtılmasında en az 5 m/sn ve üstü rüzgârların olması gerekmektedir (Sungur ve Gönençgil, 1997). Araştırma alanında hafif rüzgârların etkili olduğu, hava kirliliğinin dağılımında etkili olan 5 ve üstü rüzgârların ise hiç etkili olmadığı görülmüştür. Buna bağlı olarak araştırma alanında rüzgâr hızının kirletici azaltıcı bir etkisi yoktur (Tablo 6, Şekil 17). Şehir merkezinde rüzgâr hızı, yapılaşmanın fazla olmasına ve yüksek yapıların artmasına bağlı olarak rüzgârların kent içine girememesi nedeniyle kırsal alana göre daha azdır. Özellikle şehir içindeki cadde-bina ve yolların durumu rüzgârın yönü ve hızı üzerinde etkili olarak hava kirliliğinin artmasına neden olabilmektedir. Hava

kirliliğinin insan sağlığı üzerindeki zararlı etkisi ile rüzgârın hızı arasında bir ilişki vardır. Çünkü hava kirliliğinin sağlık üzerindeki olumsuz etkileri kirleticilerin atmosferdeki yoğunlukları ve kirleticilerin kaynaktan alıcıya ulaşım süresine bağlı olarak değişmektedir (Menteşe ve Tağıl, 2012).

4.1.4.2.3. Sıcaklık

Hava sıcaklığı, ısınma döneminin başlama ve bitiş tarihini ve yakma süresinin uzunluğu üzerinde etkili olmaktadır. Yıllık ve günlük sıcaklık değerleri ile yanma süresi arasında sıkı bir ilişki vardır. Yıllık ve günlük sıcaklık salınımları ile yanma dönemi içerisindeki maksimum ve minimum sıcaklıklar, sıcaklığın 0 °C'nin altına indiği günler sayısı çok önemlidir (Şahin, 1989). Bu nedenle araştırmanın bu bölümünde havzanın sıcaklık durumu ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Araştırma alanında sıcaklığın yıl içerisindeki seyrinde sahayı etkisi altına alan hava kütlelerinin rolü büyüktür. Yaz mevsiminde tropikal hava kütesinin etkisine giren araştırma alanında, sıcaklık değerleri yükselmekte ve oldukça sıcak günler yaşanmaktadır. Kış mevsiminde ise tropikal ve polar hava kütlelerinin sürekli yer değiştirmesi nedeniyle sıcaklık koşulları gün içerisinde bile ani değişiklikler gösterebilmektedir. Öyle ki sahada tropikal hava kütesinin kış mevsiminde etkisini arttırması sonucunda yazdan kalma günlerin yaşandığı görülmektedir. Ancak havzanın coğrafi özellikleri bu hava kütlelerini etkilemektedir.

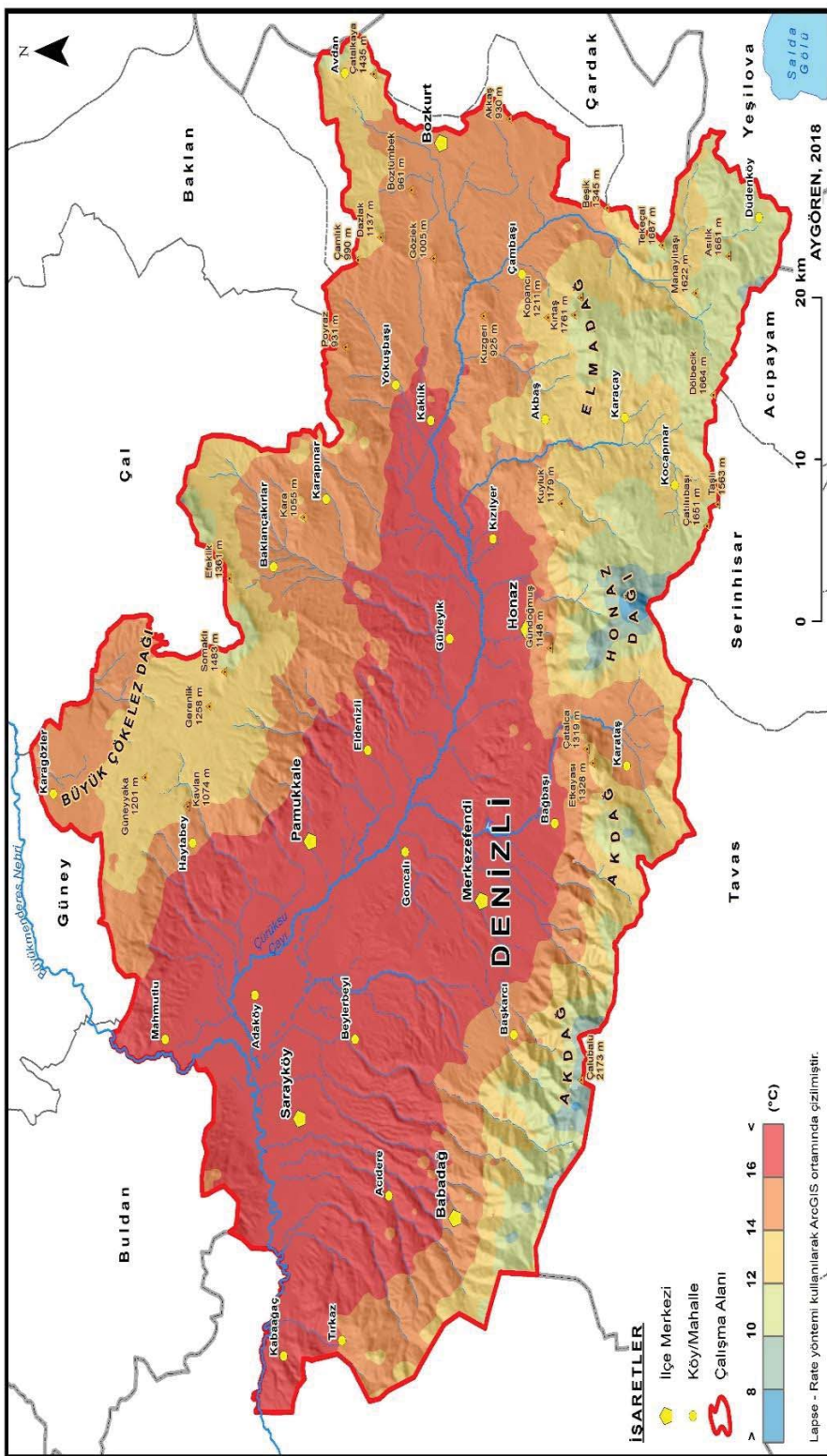
Araştırma alanında yıllık ortalama sıcaklık 16,6 °C'dir. En sıcak ay (Temmuz) ortalaması 39,5 °C'dir. En soğuk ay (Ocak) ortalaması ise 5,8 °C'dir. Mutlak minimum sıcaklık değerleri de yine Ocak'ta görülmektedir (-4,1 °C). Buna göre, yıllık ortalama sıcaklık Sarayköy'de 17 °C ve Denizli'de 16 °C'dir. Havzanın batısında yer alan bu istasyonlar, araştırma alanında ortalama sıcaklığın en yüksek olduğu yerlerdir. Buna karşılık havzanın doğusunda ve kuzeyinde en düşük yıllık ortalama sıcaklıklar görülmektedir. Havzada ortalama sıcaklık değerleri, batıdan gelen denizel etkiye açık alçak yerlerde yüksek iken, denizel etkinin giremediği iç kısımlar ile yüksekliğin arttığı yerlerde düşüktür. Havzanın ortalama sıcaklık değerleri batıdan doğuya ve alçak ova tabanından dağların yüksek kesimlerine doğru düşüş göstermektedir (Şekil 18). Bu durum havzanın coğrafi konumu ve topoğrafik özelliklerinin bir sonucudur. Çürüksu Çayı'nın oluşturduğu vadi boyunca yüksek sıcaklık değerleri görülmektedir.

Araştırma alanı yıllık ortalama sıcaklık bakımından 10-20° izotermi arasında bulunan ılıman kuşak sınırları içerisinde yer almaktadır. Ancak yıllık sıcaklık farkının fazla olması araştırma alanının ılıman kuşak-kara tipine yakın olduğunu göstermektedir (Erol, 1999).

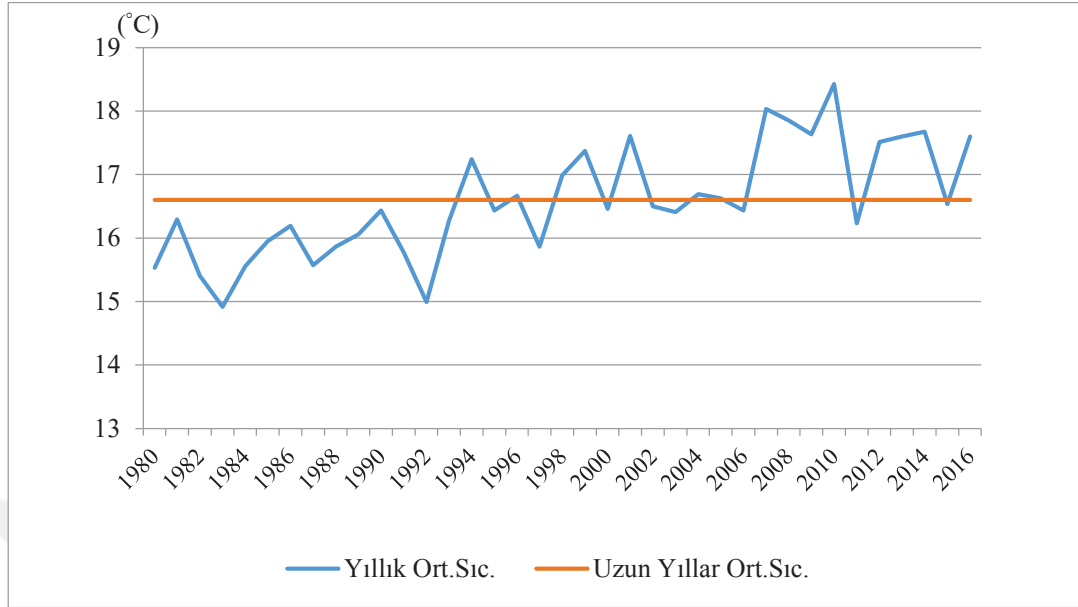
Termik anomali, karasallık ve genlik (amplitüd) değerleri yıllık ortalama sıcaklığın durumu hakkında yorum yapılmasına yardımcı olmaktadır. Buna göre araştırma alanının deniz seviyesine indirgenmiş yıllık ortalama sıcaklıkları ile 37° - 38° N paralellerinin ortalama sıcaklıkları karşılaştırıldığında Denizli şehrinin termik anomali değeri $2,1^{\circ}\text{C}$ olarak hesaplanmıştır. Buna göre Denizli komşu iller İzmir ($2,3^{\circ}\text{C}$) ve Aydın ($2,4^{\circ}\text{C}$)’dan daha karasaldır.

Sıcaklığın yıllara göre dağılımı ise araştırma alanında sirkülasyon koşullarının değişmesine bağlı olarak yıldan yıla farklılık göstermektedir. Bu hava kütlelerinin etki süresi, sıcak ve soğuk devrelerin uzunluğunu belirlemektedir. Denizli şehrinin 37 yıllık (1980-2016) rasat verileri elde edilerek çizilen diyagramda; sıcaklığın seyrinde uzun yılların ortalama değerlerine göre, bazı inişler ve çıkışlar gözlenmiştir. Bu iniş ve çıkışlar kısa süreli dalgalanmaları göstermektedir. Sıcaklık değerleri, yıldan yıla farklılık göstermektedir. Denizli istasyonunda sıcaklık değerlerinde yıllar arasında küçük oranlarda bile olsa, görülen iniş ve çıkışlar, bize sıcaklığın arttığı ve azaldığı belirli dönemlerin olduğunu göstermektedir.

Bu rasat süresi içerisinde HOH (hareketli ortalamanın hareketi) Denizli şehrinde 1993’e kadar azalış, sonrasındaki yıllarda ise artış olduğunu göstermektedir. 2002-2006 yılları arasında yıllık ortalama sıcaklık değerinin, uzun yıllar ortalamasına paralel devam ettiği görülmektedir. 2006-2016 yılları arasında ise yıllık ortalama sıcaklık (2011 yılı hariç), uzun yıllar ortalamasının üzerinde olmuştur. Eğrilerde bu şekilde dalgalanmaların olması, sıcaklıkta azalma ve artmanın olduğunu göstermektedir. Bu artış-azalmalar kısa süreli olup, birbirine eşit değildir. Yani eğrilerin tepe ve çukur noktaları arasındaki süreler düzenli olarak değişmemiştir. Şekil 19’a göre Denizli şehrinde 2006 yılından 2016 yılına kadar ortalama sıcaklık değerlerinin arttığı görülmektedir. Sıcaklığın yıllık salınımı hava kirliliği açısından daha etkilidir. Bunun nedeni de mevsime bağlı olarak hava sıcaklığının 18°C ’nin altına indikten sonra uzun süre düşmesidir.

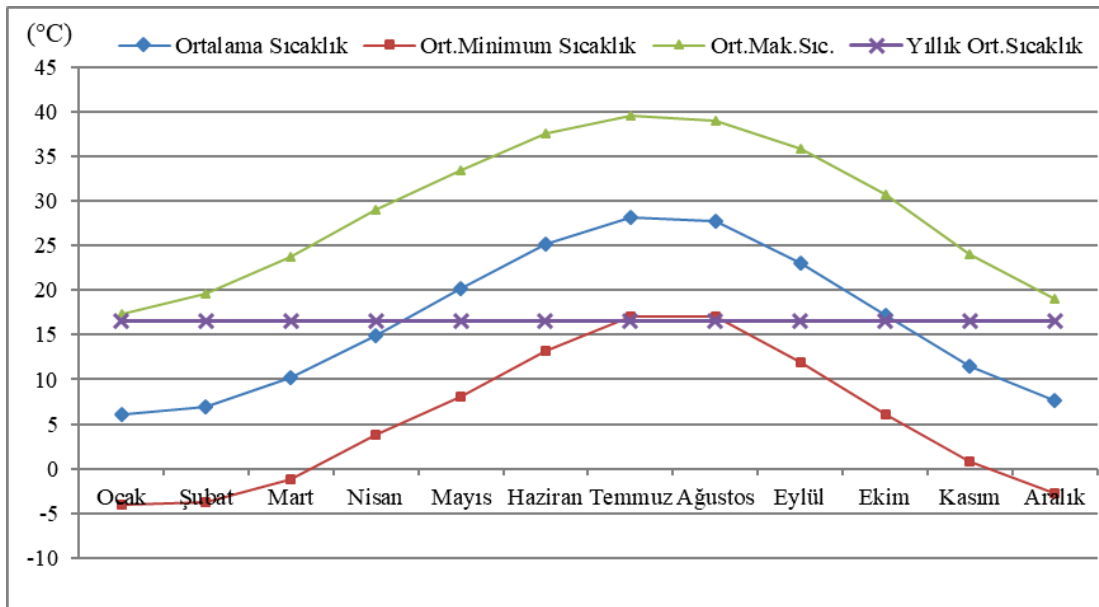


Şekil 18. Çürüksu Çayı Havzası'nın yıllık ortalama sıcaklık dağılımı haritası



Şekil 19. Denizli şehrinde yıllık ortalama sıcaklık dağılışı (1980-2016).

Sıcaklığın aylara göre dağılımı bir diğer önemli konudur. Araştırma alanında sıcaklık Nisan'dan itibaren artmaya başlar ve Nisan-Temmuz arasında hızlı bir şekilde yükselir. Havzada Kasım-Aralık-Ocak-Şubat-Mart ve Nisan ayları yani yılın altı ayı yıllık sıcaklık ortalamasından düşük, Mayıs-Haziran-Temmuz-Ağustos ve Eylül ayları ise yüksektir. Şekil 20'ye göre, havzada en düşük aylık ortalama sıcaklık değerleri Ocak'ta görülmektedir. Havzada en yüksek aylık ortalama sıcaklık ise Temmuz'da ölçülmüş olup 39,5 °C'dir.



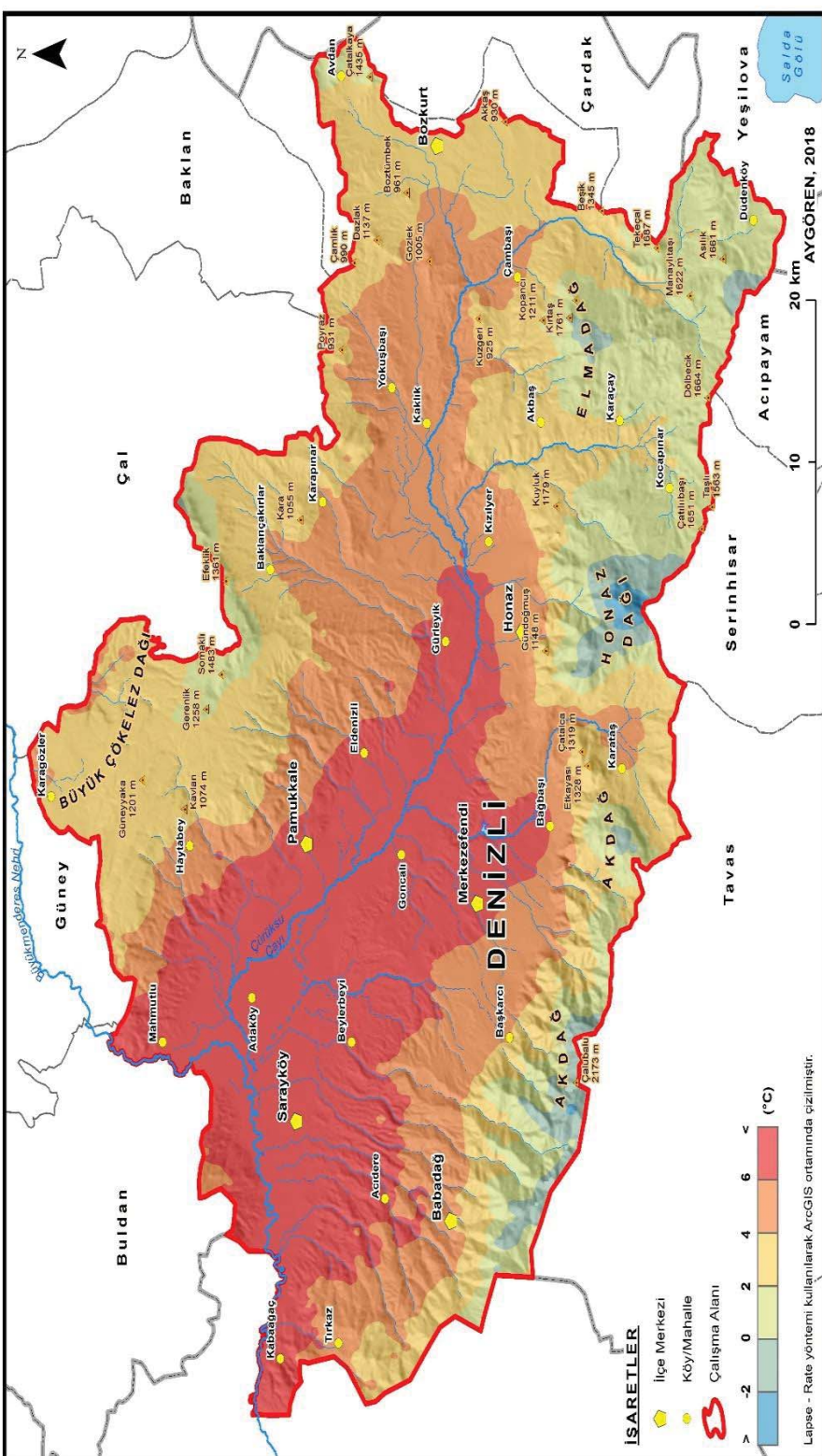
Şekil 20. Denizli şehrinde ortalama ve ekstrem sıcaklık durumu.

Araştırma alanı, yazın çok ısınan, kışın ise çok soğumayan ve bu iki devre arasında geçiş özelliği gösteren termik bir rejimin etkisindedir. Türkiye’de sıcaklık koşulları göz önünde bulundurularak termik rejim tipleri belirlenmiştir. Buna göre 4-5 ayın ortalama sıcaklığı 20 °C’nin üstünde olduğu için “Denizsel Akdeniz termik rejim tipine” girmektedir (Koçman, 1993).

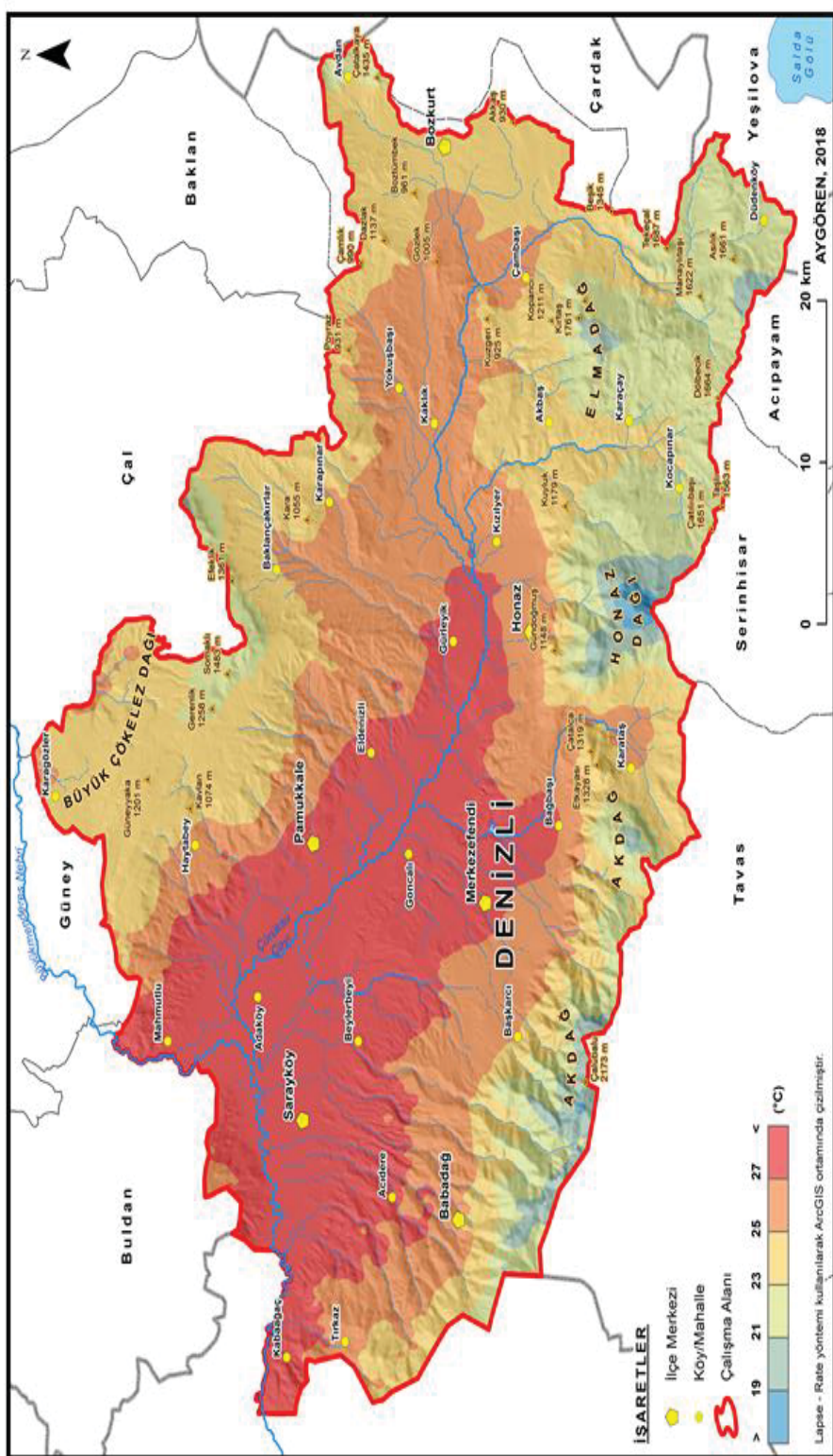
Araştırma alanında ortalama sıcaklığın en yüksek olduğu ay ile en düşük olduğu ay arasındaki fark “yıllık genliği” vermektedir. Buna göre Denizli 21,7 °C amplitüd değerini göstermektedir. A. Supan’ın değerlendirmesine göre 21 °C izoamplitüd eğrisi deniz iklimini yani kıyı iklimini kara ikliminden ayıran sınır eğrisi olarak kabul edilir (Akyol, 1951). Denizli ve çevresinin yıllık amplitüd değeri 21,1 °C’den yüksektir. Sezer formülüne göre Denizli’de karasallık % 22,87’dir. Karasallık formülüne göre ülkemizde biri geçiş olmak üzere üç iklim tipi ortaya çıkmıştır. Denizli’de % 22,87’lik karasallık ile “denizel karasal geçiş iklim tipine” girmektedir (Sezer, 1990).

Kış mevsimini temsil eden Ocak ayı sıcaklık dağılımını gösteren şekil 21 incelendiğinde de minimum sıcaklıkların, havzanın doğusunda ve yükseltinin fazla olduğu yerlerde en düşük değerlere ulaştığı gözlenmektedir. Yaz mevsimi için ise Temmuz ayı sıcaklık dağılımını gösteren şekil 20 incelendiğinde havzanın batı kesiminde ve alçak ova tabanında yine en yüksek değerler gözlenmektedir. Denizli ve Sarayköy istasyonları, güneşlenme süresinin uzunluğu, yükselti şartları, konumu ve denize yakınlık gibi özellikleri nedeniyle çevresine göre daha fazla ısınmaktadır.

Sıcaklıkla ilgili bir diğer konu da *günlük ortalama sıcaklıklardır*. Günlük ortalama, maksimum ve minimum sıcaklık değerleri kullanılarak Denizli şehrinin *termik rejim diyagramı* çizilmiştir (Şekil 23). Böylece bu diyagram üzerinde günlük sıcaklıkların seyri rahatlıkla görülebilmektedir. Ayrıca, bu diyagramla aylara bağlı kalınmadan belirli sıcaklık dönemleri ile sürelerini ve bu dönemlerin ortalama başlangıç ve bitiş tarihlerini belirlemek daha kolay olmaktadır. Denizli’de bu termik rejim diyagramı incelendiğinde günlük ortalama sıcaklıkların 6 ile 29 °C arasında değiştiği görülmektedir.



Şekil 21. Çürüksu Çayı Havzası'nın kış dönemi (Ocak ayı) ortalama sıcaklık dağılım haritası



Şekil 22. Çürüksu Çayı Havzası'nın yaz dönemi (Temmuz ayı) ortalama sıcaklık dağılım haritası

Sıcaklık değerlerinin maksimum ya da minimum değeri insan yaşamı üzerinde çok etkilidir. Bu etki insan yaşamını kısıtlayıcı olabileceği gibi kolaylaştırıcı da olabilmektedir. Havzadaki durumu ortaya koyabilmek amacıyla sıcaklığın maksimum ve minimum değerleri verilmiş ve bunların dağılışı haritaları yapılmıştır. Türkiye’de insanın kendisini rahat hissedeceği eşik değerler, en düşük 17,0 °C, en yüksek 24,9 °C olup, ideal değer ise 20,4 °C olarak verilmiştir. Türkiye genelinde olduğu gibi araştırma alanında da yılın 12 ayında ideal değerler devamlılık göstermemektedir. İdeal değerler ancak yılın 2 veya 3 ayında görülmektedir. Denizli şehrinde Ekim-Kasım-Aralık-Ocak-Şubat-Mart-Nisan ayları yani yılın yedi ayı minimum eşik değerden düşük, Temmuz ve Ağustos ayları ise maksimum eşik değerden yüksektir. Haziran ise ideal değer ile maksimum değer arasında olup, Mayıs ve Eylül ayları ideal değer göstermektedir (Sungur, 1980).

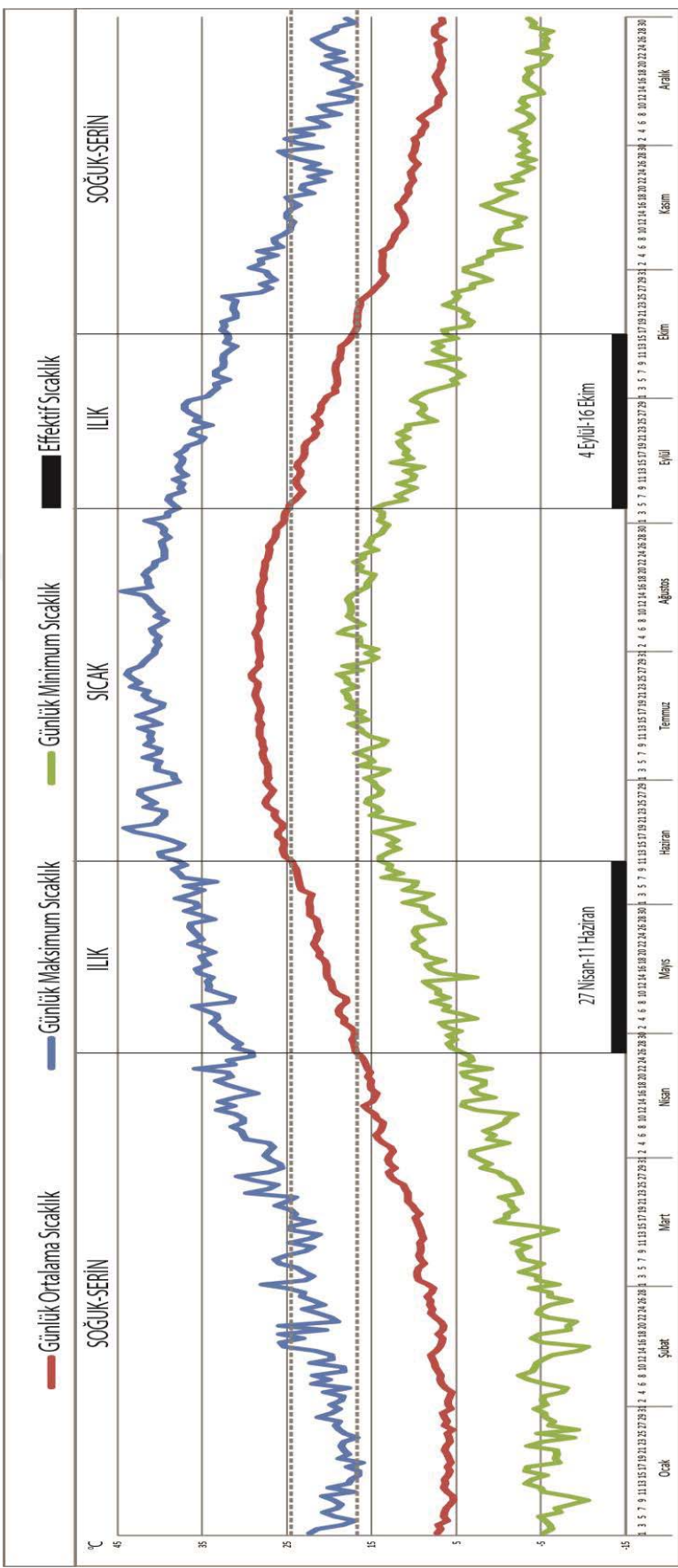
Şekil 23 incelendiğinde araştırma alanında soğuk-serin, iki ılık (17 – 24,9 °C arası) ve sıcak (25 °C üstü) olmak üzere dört dönemli bir termik rejim görülmektedir. Genel olarak soğuk dönem kış mevsimine, sıcak dönem yaz mevsimine, ılık dönemler ise bahar mevsimlerine denk gelmektedir. Ancak soğuk dönemin sonbahar ve ilkbahar aylarına sarktığı görülmektedir. İnsanların yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmeleri için sıcaklığın belirli dereceler arasında olması gereklidir. Hava sıcaklığının 18 °C’nin altına düşmesiyle birlikte insanlar yavaş yavaş ısınma gereksinimi duymakta ve kalorifer ya da sobalar yakılmaya başlanmaktadır. Bu nedenle bu döneme yanma/yakma mevsimi/dönemi denmektedir. Bu dönem Türkiye’de kuzey-güney faktörüne göre Ekim ve Kasım aylarına rastlamaktadır. Türkiye’de yakma dönemi, bölgelere göre başlama ve bitiş açısından farklılık göstermektedir. Doğu ve Orta Anadolu’da yakma dönemi erken başlayıp geç bitmekte buna karşılık Batı ve Güney Anadolu’da ise geç başlayıp erken bitmektedir. İç kesimlere doğru gidildikçe ve yükseltinin arttığı yerlerde kış mevsiminde minimum sıcaklıkların görülme ihtimali artmaktadır. Bu da ısınma amaçlı fosil yakıt kullanım miktarı ve süresinin artması anlamına gelmektedir. Yakma döneminin süresi kullanılan yakıt miktarını etkilediği için hava kirliliği üzerinde belirleyici rol oynamaktadır (Sungur, 1980; Şahin, 1989; Koç, 1998; Eser ve diğerleri, 1999; Garipağaoğlu ve Cansu, 2017).

Denizli şehrinde soğuk dönem aynı zamanda yakma dönemi yani günlük ortalama sıcaklık değerlerinin 17 °C’nin altında olduğu dönem 17 Ekim’de başlamakta 26 Nisan’a kadar devam etmekte ve toplam 191 gün sürmektedir. Bu dönemde ısınmak amacıyla çeşitli yakıtlar kullanılmakta ve buna bağlı olarak aynı dönemde havaya karışan kirletici konsantrasyonları da artmaktadır. İlk başta sabah ilk saatlerde yanan yakıcılar öğle saatlerinde güneşle birlikte ısınmanın etkisiyle kapanmakta ve akşam tekrar açılmaktadır. Sabah ısıtıcıların yakılma saati

genellikle 05-06 olarak kabul edilmektedir. Akşamda 23:00'da söndürüldüğü düşünüldüğünde saat 23 ile 05 arasında yakma işlemi olmadığı için kirlilik daha az olacaktır. Bu zaman aralığında meydana gelen düşük sıcaklığın etkisi ile binalarda meydana gelen soğumanın giderilebilmesi için gündüz saatlerinde biraz daha fazla yakıt kullanılmaktadır. Yani gece uyuma saatlerine denk gelen zaman dilimindeki sıcaklık değişiminin kirlilik üzerindeki etkisi, ısıtıcıların daha erken yakılması ve söndürülmesinden daha çok, bu zaman diliminden yansıyan düşük sıcaklığın giderilmesi için biraz daha fazla yakıt tüketilmesi yoluyla olmaktadır. Gündüz görülen sıcaklık değerleri ısıtıcıların kısıtlanmasını veya tam olarak yakılmasını etkilemektedir. Hava kirliliğinin en önemli nedeni ısınma amaçlı kullanılan yakıt tür ve miktarıdır. Yakma mevsiminin uzun ya da kısa olması kullanılan yakıt miktarını ve dolayısıyla kirliliği doğrudan etkilemektedir (Şahin, 1989).

Araştırma alanında soğuk dönemde sıcaklık periyodunun ortalama değerinin üstüne çıktığı ve zaman zaman ılık dönemin değerlerine ulaştığı da görülmektedir. Bu durum daha öncede belirtildiği gibi havzada kış mevsiminde yani soğuk dönemde hem kontinental polar (cP) hem de kontinental tropikal (cT) kökenli hava kütlelerinin etkili olmasıyla ilgilidir. Bu hava akımlarından hangisi araştırma alanında baskın durumdaysa sıcaklık değerleri de ona göre yükselmekte veya düşmektedir.

Ilık dönem ise soğuk-serin dönemler ile sıcak dönemler arasında geçiş devreleri (bahar ayları) olarak iki ayrı periyot halinde termik rejimdeki yerini almaktadır. Ilık dönemde günlük ortalama sıcaklık değerleri 17 – 24,9 °C arasında değişmektedir. Denizli şehrinde bu dönem 28 Nisan-11 Haziran ile 4 Eylül-16 Ekim tarihleri arasında görülmektedir. Yıl içindeki iki geçiş döneminin toplam süresi, soğuk-serin dönemden daha kısadır. Bu iki dönem kendi arasında değerlendirildiğinde, ilkbahardaki dönem (14 gün), sonbahardaki ılık dönemden (42 gün) daha kısadır. Ilık periyotlarda günlük ortalama sıcaklık değerlerinde artış görülürken, gece sıcaklık değerleri hala düşüktür ve geceleri serin geçmektedir. Bu dönemde mutlak maksimum sıcaklıklar oldukça yüksektir. Yaz koşullarının giderek sahaya yerleşmeye başladığı bu dönemde mutlak maksimum ve mutlak minimum sıcaklıklar arasındaki fark oldukça fazladır. Bu durum ılık dönemin belirgin bir özelliğidir (Koçman, 1993).



Şekil 23. Denizli şehrinde günlük ortalama, mutlak maksimum, mutlak minimum sıcaklıkların yıllık gidişi, termik dönemler ve efektif (insan yaşamına uygun) sıcaklıklar

Sıcak dönem ise Denizli’de 12 Haziran ile 3 Eylül arasında görülmektedir. Bu dönemde sıcaklıklar 25 °C’nin üzerindedir. 77 gün devam eden sıcak dönemde günlük ortalamalar ile ekstrem değerlerin tümünde yüksek sıcaklıklar kaydedilmiştir. Mutlak maksimum ve mutlak minimum sıcaklık değerleri arasındaki fark diğer dönemlere göre oldukça azdır.

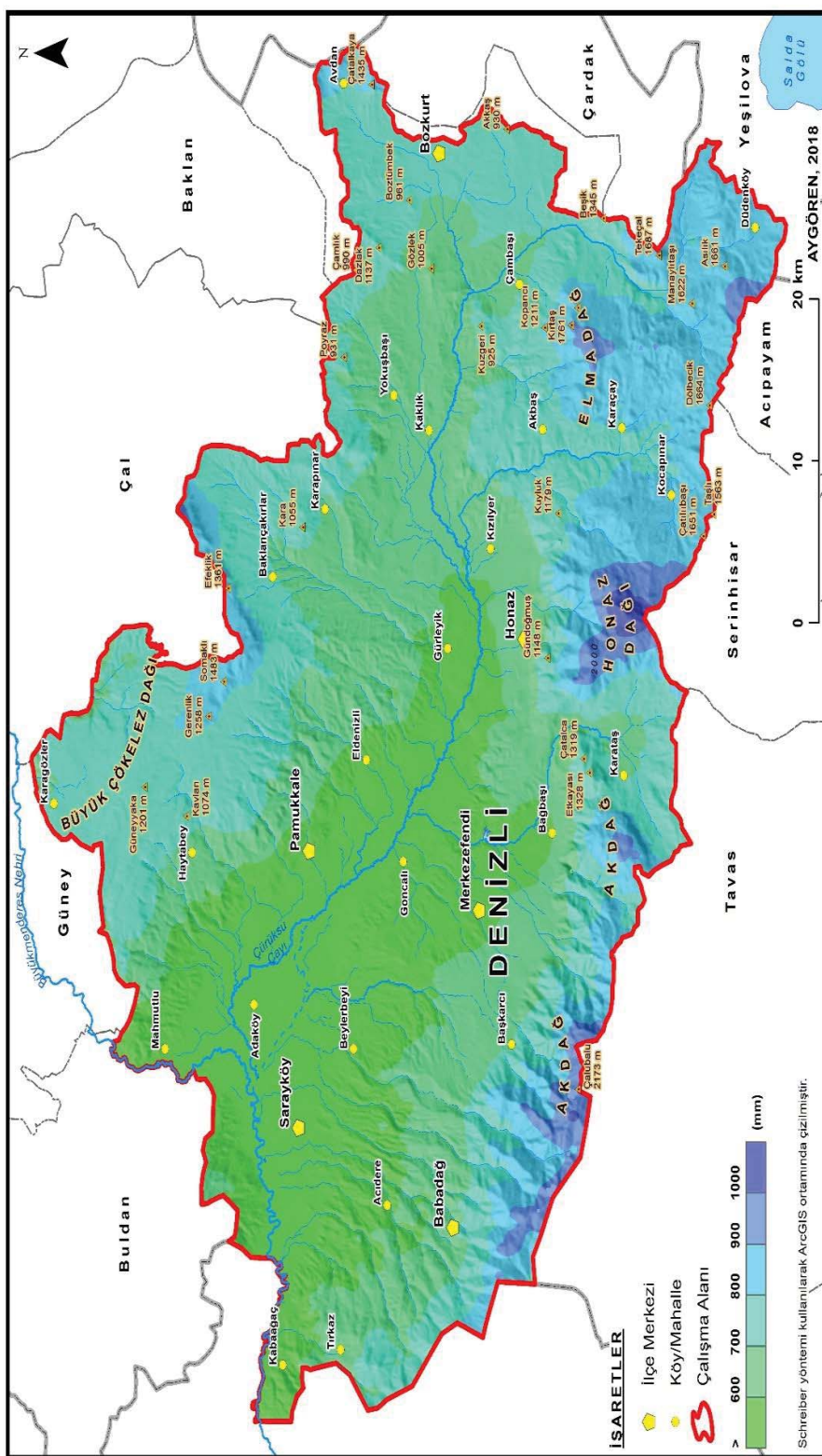
Günlük ortalama sıcaklık değerlerine göre, günlük yüksek ve düşük sıcaklıklar doğal ortam ve insan üzerinde daha büyük etkilere sahiptir. Denizli şehrinde en düşük sıcaklık -10.5 °C’dir. Ancak havzanın morfolojik özellikleri nedeniyle kuzeyden gelen soğuk hava kütlelerini Büyük Çökelez Dağı’nın tutması, şehrin batıdan gelen sıcak batı rüzgârlarına açık olması ve şehrin çukur alanda kalması gibi nedenler Denizli şehrinde çok düşük sıcaklık değerlerinin görülmesini ve sık sık tekrarlanmasını engellemektedir. Günlük maksimum sıcaklık değerleri incelendiğinde, Denizli şehrinde günlük maksimum sıcaklık değerleri 45 °C’dir.

Bu verilere göre havzada “Akdeniz ile Orta Kuşak Kara Tesirli (Kontinental)” termik rejimlerinin etkili olduğu görülmektedir. Termik rejim diyagramları sayesinde sıcaklık değişmelerini günü gününe takip etmek ve sıcaklık değerlerinin hangi sınırlar içerisinde kalabileceğini görmek mümkündür.

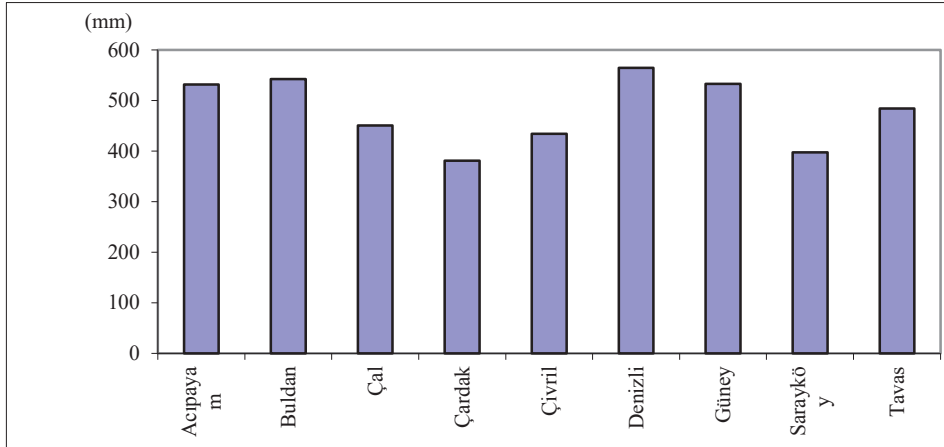
4.1.4.2.4. Yağış Durumu

Yağış ile hava kirliliği arasında sıkı bir ilişki olup, özellikle yağmur kirlilik üzerinde en etkili olan yağış biçimidir. Yağmur tanelerinin, atmosferdeki kirleticileri alıp, yeryüzüne indirdiği için hava kirliliğini azaltıcı bir etkisi olduğu söylenebilir (Şahin, 1989). Ancak burada yağışın miktarı, meydana geliş zamanı ve yağışın türü önemlidir (Garipağaoğlu, 2014). Bu nedenle havzanın yağış rejimi incelenmiştir.

Havzada yıllık yağış miktarı batıdan doğuya ve alçak alanlardan yüksek alanlara doğru artış göstermektedir (Şekil 24). Bunda havzanın konumu ve topografik özellikleri etkili olmaktadır. Araştırma alanında Sarayköy 384 mm ve Denizli 558 mm yağış almaktadır (Şekil 25). Sarayköy’de yağışın diğer istasyonlara göre daha az olması, Sarayköy’ün graben tabanında bulunması ve çevresini saran yüksek alanların olmamasının bir sonucudur. Denizli şehrinde yağış miktarının fazla olması ise şehrin güneyinde uzanan Babadağı’na kuzeyden gelen hava kütlelerinin çarpması ve yükselmesi sonucunda yağışların meydana gelmesiyle ilgilidir.



Şekil 24. Çürüksu Çayı Havzası'nın yıllık ortalama yağış durumu



Şekil 25. Çürüksu Çayı Havzası ve çevresindeki istasyonların yıllık ortalama yağış miktarları (mm) (1985-2016)

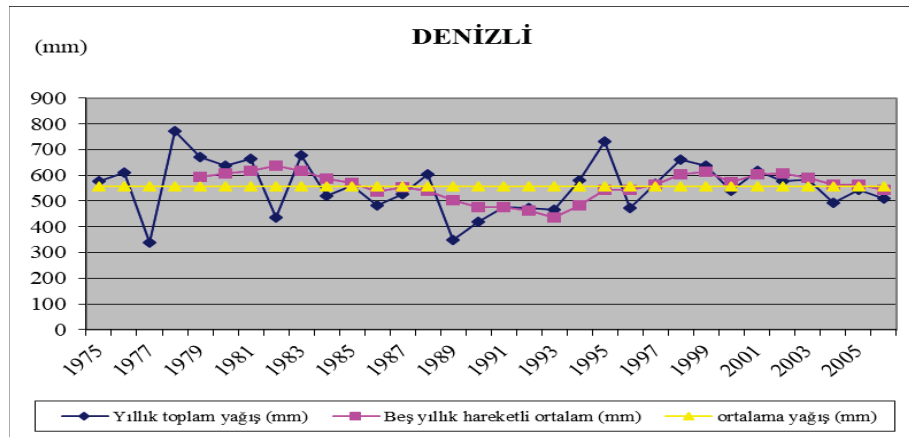
Araştırma alanında nemli hava kütlelerinin geçişini engelleyen Babadağ ve Honaz gibi havzadaki yüksek kütleler üzerinde yağış miktarının daha fazla olması beklenmektedir. Yağışlar alçak sahalardan yüksek zirvelere doğru artmaktadır. 500 m’den daha alçak kesimler 400-500 mm yağış alırken, 500-1000 m’ler arası 600-900 mm, 1000-1500 m’ler arası 900-1200 mm yağış almaktadır. Yani havzanın güney ve kuzey kısımlarında uzanan dağlar ile bunların arasında bulunan Denizli grabeni arasında düşen yıllık ortalama yağış miktarı bakımından büyük farklılıklar vardır (Şekil 24).

Yağış miktarındaki bu farklılık üzerinde topografik özellikler ile karasallık durumu yanında bölgede etkili olan cephe hareketlerinin de çok büyük etkisi vardır. Türkiye’nin kıyı bölgelerinde kış mevsimi yağışlı geçmektedir. Bu mevsimde Türkiye’nin çevresindeki denizlerin üzerinde frontal faaliyetlerin çok fazla olması bunun temel nedenidir. Bu hava kütlelerinin batıdan doğuya doğru hareketi sırasında yer değiştiren cephesel depresyonlar batı ve kuzeybatıya bakan yamaçlara fazla yağış bırakmaktadır. Bu cephesel depresyonlarda nem yükü fazla olan hava kütlelerinin yamaçlarda yükselmeye zorlanması sonucunda güçlü orografik yağışlar meydana gelmektedir. Ege Bölgesi’nde dağların kıyıya dik uzanması nedeniyle batıdan gelen nemli hava kütleleri iç kesimlere kadar kolaylıkla gidebilmektedir. Ancak burada bir yükseltiyle karşılaşmaması nedeniyle bu nemli hava kütlesi fazla yükselmediği için az yağış meydana gelmektedir. Ancak bölge içerisindeki yöresel bakı ve yükseklik şartları yağış miktarında değişikliklere neden olmaktadır. Türkiye’de yağışın dağılışı üzerinde coğrafi faktörlerin çok büyük etkisi vardır (Koçman, 1994).

Özellikle dağların uzanış doğrultusu ve cephesel depresyonlara karşı konumu yani bakı özellikleri bunda etkilidir. Ayrıca mevsimlere göre değişen basınç rejimi de etkili olmaktadır. Bu durum Türkiye’de yağış miktarı bakımından farklı özellik gösteren bölgelerin oluşmasına neden olmuştur (Koçman, 1994). Araştırma alanı konumu ve topografik özelliklerine bağlı olarak ortalama 400-600 mm yağış almaktadır. Türkiye’de göreceli olmakla birlikte 400-600 mm arasında yağış alan yerler orta derecede yağışlı alanlar olarak kabul edilmektedir (Koçman, 1993). Yani araştırma alanı orta derecede yağış alan sahalar içerisinde girmektedir.

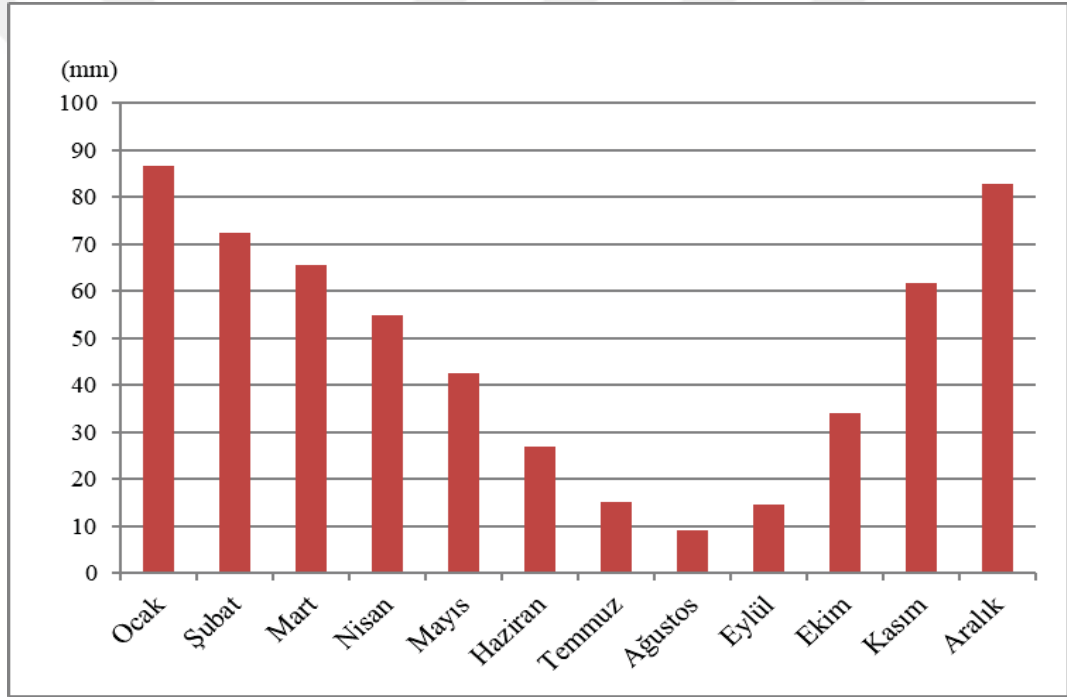
Araştırma alanında yağışın yıllara göre dağılımı incelendiğinde, frontal faaliyetlere bağlı olarak meydana gelen yağış miktarında 1980-2016 yılları arasında büyük değişikliklerin olduğu görülmektedir. En yüksek yıllık ortalama yağış miktarı 2009 yılında (801 mm), en az ise 2008’de (323 mm) görülmüştür (Şekil 26). Araştırma alanında yıllık yağış miktarındaki değişkenlik nedeniyle hareketli ortalamalar rasat süresinin tamamını ya da bir bölümünü ifade eden doğrusal eğim göstermemektedir.

Araştırma alanında yıllara göre ortalama yağış miktarlarının “Beş Yıllık Hareketli Ortalama” yöntemiyle trend analizleri yapılmıştır. Hareketli ortalamaları gösteren grafik incelendiğinde eğrinin sürekli yükselip alçaldığı görülmektedir. Bu eğri ile araştırma alanında yağışlı ve yağışsız dönemler belirlendiği gibi süreleri de belirlenmektedir. Buradan havzada yağışın azaldığı ve arttığı dönemleri yani kurak ve nemli dönemleri ayırmak mümkündür. Havzada yağış miktarının yıllara göre dağılımını gösteren şekil 26 incelendiğinde bu dönemlerin süresinin birbirinden farklı olduğu görülmektedir. BHO 1984 yılından-1997’ye kadar uzun yıllar ortalamasının altında, 1997-2003 arasında ortalamanın üstünde, 2004-2010 döneminde yine altında ve 2010-2016 döneminde ise üstünde seyretmiştir. Uzun bir kurak dönemin ardından 2010 yılından sonra yağışlı bir dönem başlamıştır.



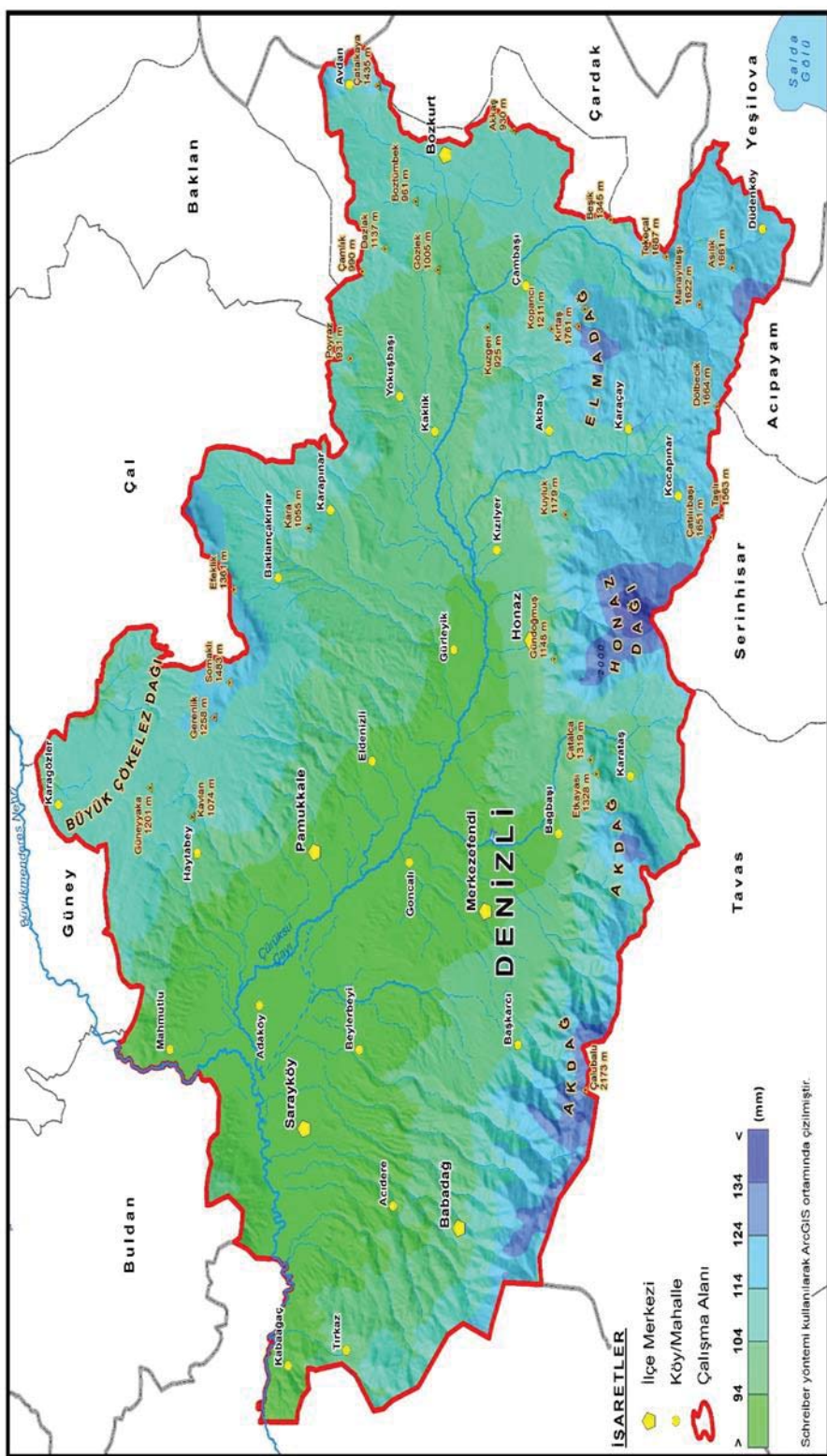
Şekil 26. Denizli şehrinin yıllara göre yağış durumu (mm) ve beş yıllık hareketli ortalaması (1980-2016).

Araştırma alanında *ortalama aylık yağış miktarının dağılışını* incelediğimizde sirkülasyon sistemine bağlı olarak, yaz mevsiminin kurak, kış mevsiminin ise yağışlı geçtiği kolaylıkla anlaşılmaktadır. Havzada kurak ve yağışlı geçen aylar her istasyonda hemen hemen aynı olup bu, bölgede aynı yağış rejim tipinin hâkim olduğunu göstermektedir. Havzada en çok yağış Aralık'ta, en az yağış Ağustos'ta gerçekleşmektedir. Kış mevsiminde görülen maksimum yağışların ilkbahardan itibaren azalmaya başlaması ve yaz mevsiminde ortadan kalkması dikkati çeken bir durumdur. Yağışlar Temmuz ile birden düşmeye başlamakta, bu düşüş Ağustos-Eylül aylarına kadar sürmektedir. Ekimde tekrar başlayan yağışlar Aralık, Ocak ve Şubat aylarında en üst seviyeye çıkmaktadır. İlkbahar mevsiminde yağış miktarı biraz azalmakla birlikte Mayıs'a kadar devam etmektedir (Şekil 27).

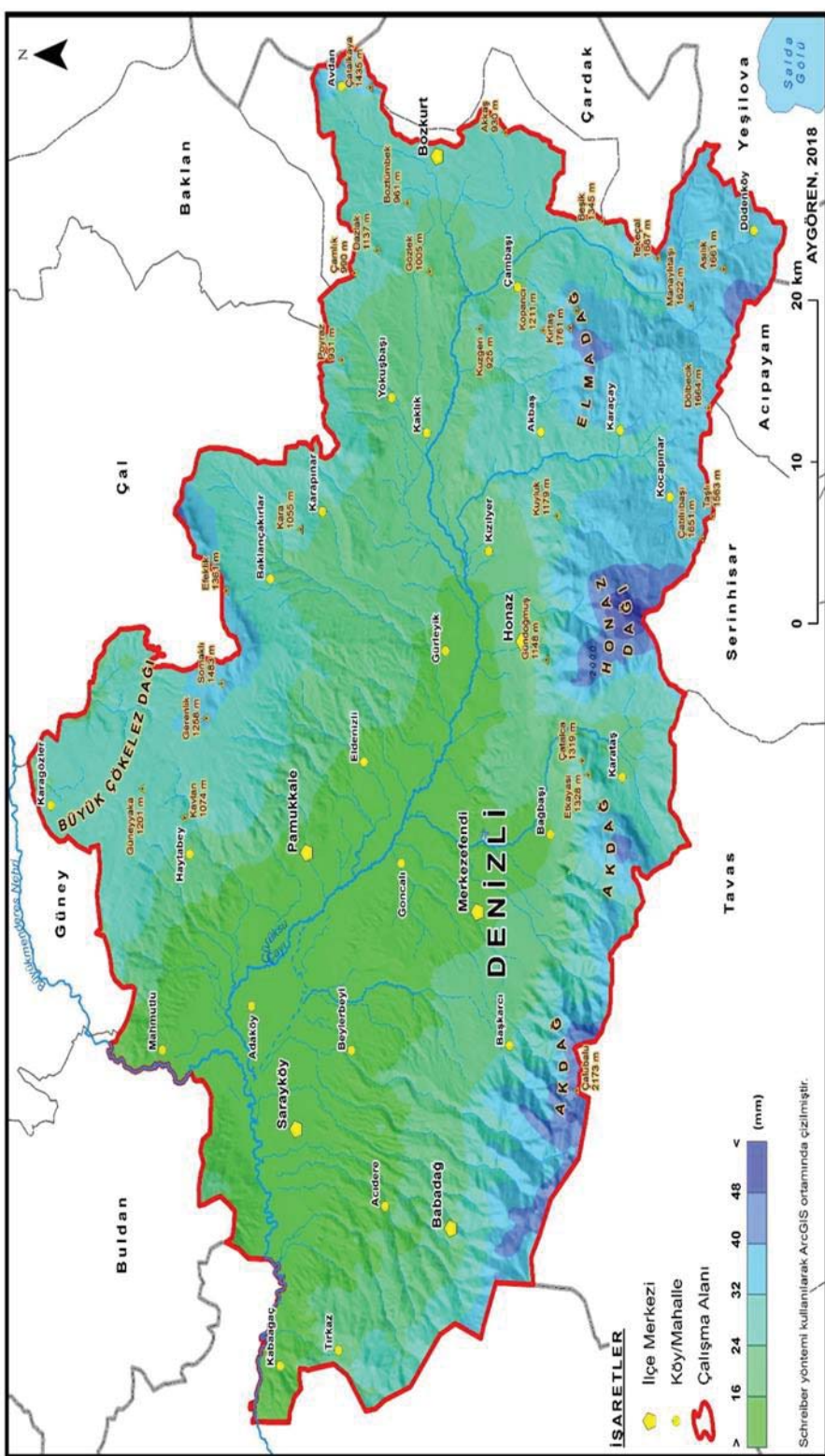


Şekil 27. Denizli şehrinde aylık toplam yağış miktarının aylara göre dağılımı (mm) (1980-2016).

Araştırma alanında Ocak ve Temmuz aylarına ait yağış haritaları incelendiğinde; Ocak ve Temmuz aylarında yağış miktarının değiştiği, kış mevsiminde yağış miktarının yaz mevsimine göre fazla olduğu görülmektedir. Bu durum kış mevsiminde artan frontal faaliyetlerin bir sonucudur. Havzada batıdan doğuya doğru gidildikçe ve yükseklik arttıkça yağış miktarı da artmaktadır. Bu durum Ocak ve Temmuz yani kış ve yaz mevsimi için de aynıdır (Şekil 27, 28, 29).



Şekil 28. Çürüksu Çayı Havzası'nın kış dönemi (Ocak) ortalama yağış durumu.



Araştırma alanında *yağışın mevsimlere göre dağılımı* incelendiğinde yağışın en fazla kış (% 38), en az yaz mevsiminde (% 10) düştüğü görülmektedir. Kış mevsimini ilkbahar (% 30) ve sonbahar mevsimi (% 23) izlemektedir (Tablo 7). Havzada yıllık yağış miktarının çok büyük kısmının kış mevsiminde görülmesi, buna karşılık yaz yağışlarının oldukça az olması Akdeniz yağış rejiminin bir sonucudur. Mevsimler arasında yağış miktarının değişmesinin nedeni bölgede etkili olan gezici siklonlardır. Kış mevsiminde Akdeniz Polar Cephesi'nin Ege ve Akdeniz üzerinde etkili olması ile Ege Bölgesi'nde dağların uzanış doğrultusu sonucunda, gezici siklonlar İç Batı Anadolu Bölümü ile Göller Yöresi'ne kolaylıkla sokulmakta ve bunun sonucunda da kış mevsiminde yağış miktarı büyük oranda artmaktadır. Kış mevsimini sırasıyla ilkbahar ve sonbahar mevsimleri izlemektedir. Nisan ile birlikte cephenin kuzeye çekilmeye başlaması, burada yağışların Mayıs'a kadar devam etmesini sağlamaktadır. Yaz mevsiminde ise bölgenin güneyden gelen sıcak hava kütesinin etkisinde kalması, frontal faaliyetlerin durması nedeniyle yağış miktarı oldukça azalmaktadır (Temuçin, 1990). Ege Bölgesi'nde kıyı ve kıyıya yakın kesimlerde ikinci en yağışlı mevsim sonbahar iken iç kesimlerde bu ilkbahara kaymıştır. Burada yağış rejimi üzerinde İç Batı Anadolu'nun karasal etkilerinin hissedilmeye başlandığı görülmektedir.

Aylara göre yağış dağılımı ise şöyledir; kış mevsiminde özellikle Aralık, Ocak ve Şubat aylarında maksimum yağışlar görülmekte, Aralık yağışları Denizli'de yıllık ortalamanın % 15'ini oluşturmaktadır. Ekim ile birlikte yağışlarda hızlı bir artış görülmektedir. Bu durum Mayıs'a kadar devam etmektedir. Mayıs yağışları Denizli'de yıllık ortalamanın % 7'sini oluşturmaktadır. Araştırma alanında kış mevsiminde düşen yağış miktarı, yaz mevsimine göre daha fazladır ama Asıl Akdeniz yağış rejimi sahalarına göre bu fark daha azdır (Temuçin, 1990). Temmuz, Ağustos ve Eylül ayları ise en kurak aylardır. Denizli'de Ağustos yağışları yıllık ortalamanın % 2'sini oluşturmaktadır. Bu dönemde araştırma alanında cephe (frontal) faaliyetlerinin azaldığı ve konveksiyonel faaliyetlerin etkili olduğu görülmektedir.

Tablo 7

Araştırma alanında toplam yağış miktarının mevsimlere göre durumu (%).

		Kış		İlkbahar		Yaz		Sonbahar	
		Toplam Yağış (mm)	%	Toplam Yağış (mm)	%	Toplam Yağış (mm)	%	Toplam Yağış (mm)	%
Meteoroloji İstasyonu	Rasat Süresi								
Denizli	(1975-2006)	233.3	41,2	165.0	29,2	53.6	9,6	112.9	20,0
Sarayköy	(1975-2006)	159.2	39,9	112.4	28,1	38.5	9,8	87.6	22,1

Araştırma alanı, tropikal yağış rejimi ile orta kuşak yağış rejimi arasında bir geçiş konumundadır (Ardel, Kunter ve Dönmez, 1965; Dönmez 1984; Akyol 1944). Ayrıca araştırma alanı Doğu Akdeniz Yağış Rejiminde (1.Tipi) (KİSY) bulunmaktadır. Daha ayrıntılı ele alındığında Akdeniz iklim katlarının dağılımına göre de Yarı-Kurak Akdeniz Biyoiklim Katı [(serin; Denizli, Çardak, Sarayköy), soğuk (Acıpayam)] sınırları içerisinde (Akman, 1990). Yine bir başka çalışmaya göre araştırma alanı Akdeniz-İç Anadolu Geçiş Tipi sınırları içerisinde gösterilir (Temuçin, 1990). Atalay’a göre de (2002) saha Akdeniz ve Akdeniz Ardi (geçiş) Bölgesi sınırları içerisinde yer almaktadır.

Denizli’de De Martonne kuraklık indisi (1923) 2’dir. Bu indise göre 1’in altında ise bölge yağışlı, 1’in üstünde ise kuraktır. De Martonne kuraklık indisi (1942) Denizli’de 11.9 olup, yarı kurak sahalarla yağışlı bölgeler arasında, yağışlı bölgelere daha yakındır.

De Martonne’nin (1942) kuraklık indisi Sarayköy’de 9, Denizli’de 12,5 olup, De Martonne’ne göre 5-10 indisi yarı kurak sahaları, 10-20 indisi yarı kurak sahalarla nemli bölgeler arasındaki yerleri ifade etmektedir. Bu sonuçlara göre araştırma alanının geçiş bölgesinde olduğu bir kez daha görülmüştür.

Araştırma alanında yağış durumu ve hava kirliliğine etkisi; havzada fazla yağışın havadaki kirlilik konsantrasyonları oranının en yüksek olduğu kış mevsiminde düşmesi normal şartlarda hava kirliliği üzerinde olumlu bir etki yaratmaktadır (Foto 5). Çünkü emisyon oranının arttığı dönemde yağışların da artması, kirliliğin şehirden uzaklaştırılmasına ve hava kirliliğinin azalmasına neden olmaktadır. Burada yağış miktarı ve zamanı yanında yağışın şiddeti de hava kirliliğini etkilemektedir. Bunun için Denizli şehrinde günlük yağış şiddetinin incelenmesinde Erlat (1996) tarafından hazırlanan yağış şiddeti basamakları kullanılmıştır. Bu sınıflandırma şöyledir:

- 0.1-10 mm arasındaki günlük yağışlar, “hafif/normal”,
- 10.1-25 mm arasındaki günlük yağışlar, “orta şiddette”,
- 25.1-50 mm arasındaki günlük yağışlar, “hafif sağanak”,
- 50.1-100 mm arasındaki günlük yağışlar, “şiddetli sağanak yağışlar”,
- 100.1 mm’den fazla günlük yağışlar, “çok şiddetli sağanaklar”dır.

Havzada en çok 10 mm’nin altındaki hafif/normal yağışlar etkili olup, bu yağışların yaz mevsimindeki oranı % 83, kış mevsimindeki oranı ise % 70-80’dir. Denizli şehrinde 10 mm’den az yağışların oranı % 80 ve Sarayköy’de % 79’dur (Tablo 8). Ülke genelinde de günlük yağışların düşme olasılığının en fazla olduğu sınıf 0,1-10 mm arasındaki hafif/normal yağışlardır. Karasal yöreler ile denizel yörelerin ayrımında yağışlı gün sayılarının oranları faydalı olmaktadır. 0,1-9,9 mm arasındaki yağışlı gün sayıları oranının her mevsimde % 80’in

üzerindeki yerler karasal, % 70'in altındaki yerler ise denizeldir. Ayrıca % 70-80 arasında olduğu yerler genellikle geçiş iklimi gösteren sahalar (Çiçek, 2001). Araştırma alanında her mevsimde 0.1-9.9 mm şiddetindeki yağışlı gün sayısı % 70-80 arasındadır.

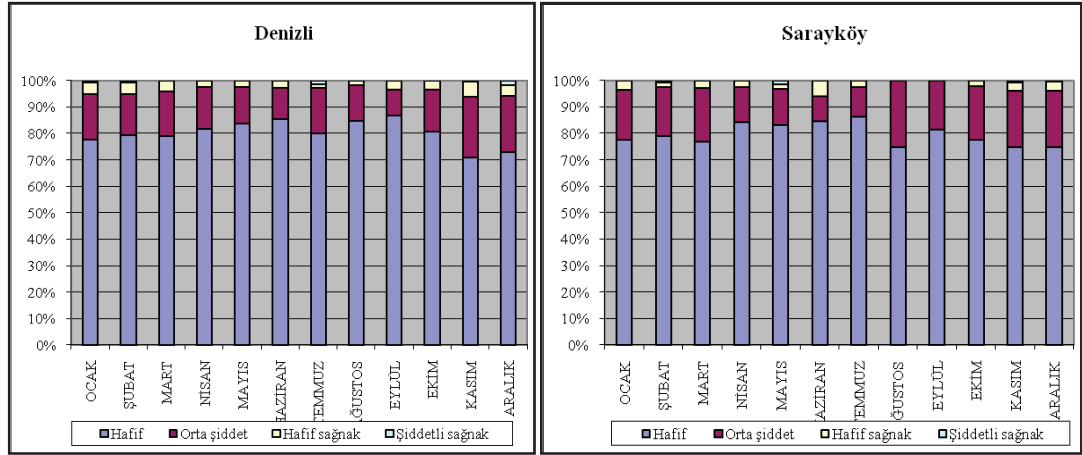
Araştırma alanı ve çevresinde orta şiddetli yağışların (10.1-25.0 mm) yıllık oranı Denizli şehrinde % 16 ve Sarayköy'de % 17,6'dır. Kış mevsiminde bu yağış tipinin oranı artar (en fazla Aralıkta görülür), yaz mevsiminde ise bu oran düşmektedir. Hafif sağanak yağışlar (25.0-50.0 mm) Denizli şehrinde % 3,3 ve Sarayköy'de % 2,4 oranındadır. Bu yağışlar en fazla kış en az ise yaz mevsiminde görülmektedir. Sahada şiddetli sağanak yağışlar (50.1-100.0 mm) etkili değildir.

Tablo 8

Denizli, Sarayköy, Acıpayam'da mevsimlere göre yağış şiddet sınıflandırması (1980-2016).

		0.1-10.0 mm (%)	10.1-25.0 mm (%)	25.1-50.0 mm (%)	50.1-100 mm (%)
Denizli	Kış	76,77	18,00	4,30	0,93
	İlkbahar	81,60	15,52	2,89	0,00
	Yaz	83,39	14,17	1,97	0,48
	Sonbahar	79,42	16,30	4,15	0,13
	Ortalama	80,3	16,0	3,3	0,4
Sarayköy	Kış	77,17	19,55	2,92	0,36
	İlkbahar	81,50	15,65	2,34	0,51
	Yaz	81,99	15,33	2,68	0,00
	Sonbahar	78,00	20,07	1,72	0,22
	Ortalama	79,7	17,6	2,4	0,3

Şekil 30'da araştırma alanı ve çevresinde hafif yağışların aylık oranı verilmiştir. Denizli ve Sarayköy'de hafif yağışların oranı bütün aylarda % 70'in üzerinde olup, orta şiddetli yağışlar Denizli şehrinde Kasım ve Sarayköy'de Ağustos aylarında görülmektedir. Hafif sağanak yağışlar Denizli şehrinde ve Sarayköy'de her ay görülmekle birlikte en fazla Denizli şehrinde Kasım, Sarayköy'de Haziran'da görülmektedir.



Şekil 30. Çürüksu Çayı Havzası'nda (Denizli ve Sarayköy) yağış kademelerine göre aylık yağış oranları

Sonuç olarak araştırma alanında, yıl boyunca normal yağışlar etkin durumdadır (% 85-90). Sağanak yağışların oranı düşük olmasına karşın hemen her ayda meydana gelme olasılığı fazladır. Günlük yağış miktarının yanı sıra meydana geldiği zaman da oldukça önemlidir.

Yağış konusunda önemli bir konu da yağışlı gün sayısıdır. Yağışlı gün sayısı, havzada yıl içerisinde ve yıllar arasında değişiklik göstermektedir. Bunda özellikle cephe geçişleri etkilidir. Denizli şehrinde ortalama yağışlı gün sayısı 92,3 gündür. Denizli'de yağışın ≥ 0 mm olduğu günler sayısı 88,4 gün, ≥ 10 mm olduğu günler sayısı 18,8 ve ≥ 50 mm olduğu günler sayısı 0,5 gündür. Yağışlı günler sayısının yıl içerisinde en fazla olduğu mevsim kış mevsimidir. Ekim ile birlikte yağışlı gün sayısında görülen artış maksimum seviyeye Aralık ve Ocak aylarında ulaşmaktadır (10-11 gün). Mayıs'tan itibaren azalan yağışlı gün sayısı en az Ağustos'ta görülmektedir (2-3 gün). Yani yaz aylarında yağış düşme ihtimali çok düşüktür. Bu yağış azlığı Ekim'e kadar devam etmektedir (Ekim 5, Kasım 8 gün). Araştırma alanında yağışsız gün sayısı 273 gün olup oldukça fazladır. Aralık-Ocak ve Şubat aylarında yağışsız gün sayısı 20'den az iken, Temmuz-Ağustos aylarında bu sayı 29-30 gündür.

Yağış türleri içerisinde kar yağışları hava kirliliği üzerinde yağmur kadar etkili olmamakla birlikte, karlı günlerin sayısı, karın yerde kalma süresi ile yakma döneminin uzunluğu ve dolayısıyla hava kirliliği arasında bir ilişki vardır. Denizli şehrinde kar yağışlı gün sayısı 7,9, Sarayköy'de 7,1 gün olup, kar yağışları ve kar yağışlı günlerin sayısı o yıl etkili olan soğuk hava kütlelerinin özelliklerine göre değişmektedir. Kar yağışları Sarayköy dışında havza genelinde özellikle iç ve yüksek kesimlere gidildikçe daha etkili olmaktadır. Denizli'de

karla örtülü gün sayısı 5,9 gündür (Tablo 9). Kar yağışlı gün sayısının yanı sıra karın yerde kalış süresi de önemlidir.



Foto 5. Havzanın güneyinde kış mevsiminde Bağbaşı Mahallesi'nde yağışın hava kirliliğine etkisi görülmektedir.



Foto 6. Havzada kış mevsiminde kar yağışıyla birlikte hava kirliliğinin en yoğun yaşandığı mahallelerde bile havanın temizlendiği görülmektedir.

Denizli’de yağmur ya da kar yağışından sonra kirli havanın temizlendiği, özellikle kar yağışından sonra hava kirliliğinin azaldığı görülmektedir (Foto 6). Ancak kar yağdıktan sonra karla örtülü günlerde sıcaklık terselmesinin meydana gelmesi hava kirliliğinin artmasına neden olmaktadır.

Tablo 9

Araştırma alanı ve çevresinde ortalama karlı, kar örtülü gün sayısı ile en yüksek kar kalınlığı (cm)

İstasyon	Meteorolojik Unsur	AYLAR											Yıllık	
		O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	
	Ort. karlı gün sayısı	2.2	2.5	1.6	0.2							0.3	1.1	7,9
	Ort. kar örtülü gün sayısı	2.1	1.9	0.7	0.1								1.1	5,9
	Denizli	En yüksek kar kalınlığı (cm)	38	26	12	4							21	38

4.1.4.2.5. Bulutluluk Derecesi, Açık ve Kapalı Günler Sayısı

Bulutluluk, atmosferde su buharı ve nemliliğin bir göstergesidir. Aynı zamanda hava koşulları ve güneş enerjisi bakımından önemlidir. Bulutluluğun az olması güneş ışınlarının yeryüzüne daha etkili gelerek yeryüzünün daha fazla ısınmasına, bulutluluğun fazla olması ise yerden ışıma yoluyla ısı kaybını önleyerek yeryüzünün fazla soğumasına engel olmaktadır (Koçman, 1989). Bu durum hava kirliliğinin artmasına ya da azalmasına neden olması açısından önemlidir.

Araştırma alanında değişen sirkülasyon sistemlerine ve hava koşullarına bağlı olarak ortalama bulutluluğun yıllık oranları çok yüksek değildir. Yıllık ortalama bulutluluk oranı Denizli’de 3,4’tür. Aylık ortalama bulutluluğun maksimum değeri Aralık ve Şubat, minimum değeri ise Ağustos’ta görülmektedir. Havzada genel olarak Kasım-Nisan arası bulutluluk oranının yüksek olduğu dönemdir. Bu dönemde bulutluluk oranları 4,5-5,0 ve üstüdür. Bu dönemde bölgede frontal faaliyetlerin etkili, yağış olasılığının yüksek ve atmosferde bağıl nem oranının fazla olması bulutluluk oranının artmasına neden olmuştur. Buna karşılık Nisan’dan Kasım’a kadar bulutluluk oranı 5,0’ten küçüktür (Temmuz-Eylülde bulutluluk <2,0). Yani bu dönemde gökyüzü tamamen açıktır. Bu durum daha öncede bahsedildiği gibi, bölgede Mayıs-Ekim ayları arasındaki dönemde kararlı yaz hava koşullarının etkili olması ile açıklanabilir. Yaz koşullarında cephe oluşum ihtimalinin çok düşük ve yüksek sıcaklığa bağlı olarak havadaki nemin yoğunlaşma derecesinden uzak olması nedeniyle havadaki doyma açığı fazla, dolayısıyla bulut oluşumu ve yağış ihtimali oldukça düşüktür.

Tablo 10

Araştırma alanı ve çevresinde diğer iklim elemanlarının (yağışlı-karlı-kapalı-açık-donlu gün sayısı) durumu

İstasyon Adları	Yağışlı gün sayısı	Karlı gün sayısı	Kapalı gün sayısı	Açık gün sayısı	Donlu gün sayısı
Denizli	90,5	7,9	52,6	154,8	54,6
Sarayköy	62,1	7,1	55,0	145,7	34,8

Açık günler sayısı (bulutluluk 0,0-1,9) en fazla yaz, en az ise kış mevsiminde görülür. Ocak-Nisan döneminde oldukça az olan açık günler sayısı Mayıs'tan itibaren artmaya başlar, Ağustos'ta en yüksek seviyeye ulaşır ve sonra tekrar hızlı bir düşüşe geçmektedir. Yazın açık gün sayısı 60 günden fazla, kışın ise 25 günden azdır. Şubat, Nisan ve Aralık dışında sahada açık gün sayısı 7 günden fazladır. Denizli'de açık gün sayısı 155 ve Sarayköy'de 146'dır (Tablo 10, Şekil 31).

Bulutlu günler sayısı (2,0-8,0); Denizli'de bulutlu gün sayısı 164 olup, bulutlu günler yıl içinde 17,8 gün ile en fazla Nisan, 6,7 gün sayısı ile en az Ağustos'ta gerçekleşmiştir (Tablo 10, Şekil 31).

Kapalı günler (8.1-10.0); Denizli'de uzun yıllar ortalamasına göre kapalı gün sayısı 41,9 gündür. Isınma döneminde ise Ocak'tan (6,9) başlayarak Mart (6,2) hatta Nisan'ı (4,8) da içine alan bu dönem kapalı gün sayısının maksimum düzeye çıktığı dönemdir. Kapalı gün sayısının en az olduğu dönem Mayıs-Ekim arası olup, Temmuz ve Ağustos'ta bulutlu gün sayısı sıfırdır (Tablo 10, Şekil 31).

Denizli'de bulutlu günlerin en fazla olduğu dönem ile kapalı günlerin en fazla olduğu dönem aynıdır. Hava kirliliğinin bu dönemde arttığı düşünüldüğünde kapalı günlerin Denizli şehrinde söz konusu kirliliğin artmasına neden olduğu görülmektedir. Açık günlerde ise tam tersi bir durum söz konusudur.

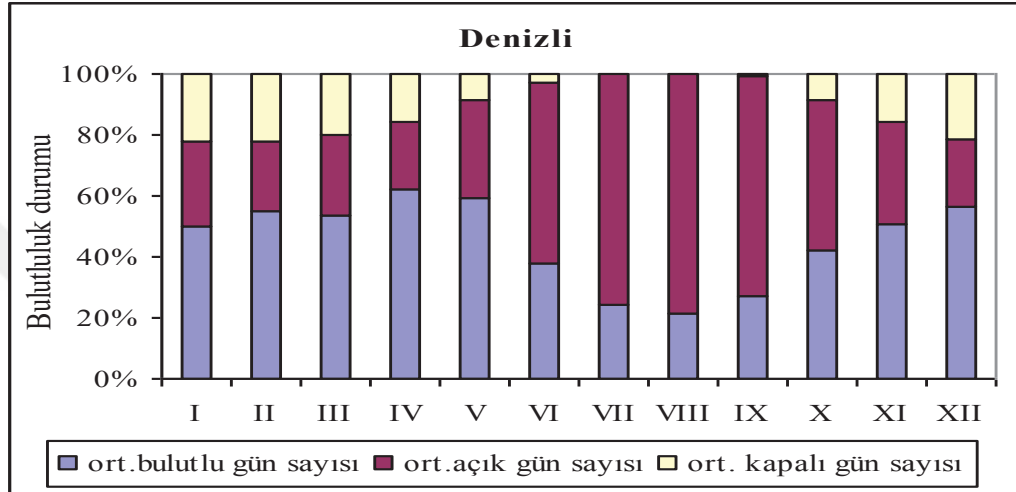


Foto 7. Havzada kış mevsiminde sabahın erken saatlerinde sis olayının etkili olduğu görülmektedir.



Foto 8. Havzada sis olayı sıcaklık terselmesine ve hava kirliliğinin artmasına neden olmaktadır.

Sisli gün sayısı; Denizli şehrinde 3,2 gün olup, sisli ve bulutlu günlerde kirli havanın dağılamadan kaldığı ve hava kirliliğinin arttığı görülmektedir (Foto 7, 8).



Şekil 31. Denizli şehrinde bulutlu-açık-kapalı-sisli gün durumu.

4.1.4.2.6. Bağlı (Nisbi) Nemlilik ve Su buharı Basıncı

Araştırma alanında kış aylarında basınç değerlerindeki artış, düşük sıcaklıklar ve frontal faaliyetlere bağlı olarak nemli hava kütlelerinin etkisini arttırması nedeniyle bağlı nem yüksektir. Yaz aylarında ise sıcaklığın yüksek, zeminin kuru ve bulutluluk oranının son derece az olması nedeniyle bağlı nem oldukça düşüktür (Şekil 32). Araştırma alanında yıllık ortalama nisbi nemlilik oranı % 50-60 arasında değişmektedir. Sonbaharla birlikte bağlı nem oranları hava sıcaklığındaki düşüşe bağlı olarak yükselmeye başlamakta ve en yüksek değere Aralık (Denizli % 74) ayında ulaşmaktadır. Yağışın en fazla olduğu Aralık'ta bağlı nemin de en yüksek değere ulaştığı görülmektedir. Bağlı nemin en soğuk ay olan Ocak değil de Aralık'ta maksimum değere ulaşması denizellik ile açıklanabilir.

Havada bulunan su buharı miktarı ile doyma miktarı arasında yılın büyük kısmında önemli açıklar vardır. Sıcaklığın artmasına bağlı olarak Mart'tan itibaren düşen bağlı nem oranı, sıcaklığın ve potansiyel buharlaşmanın oldukça yüksek olduğu Temmuz'da en düşük değeri göstermektedir. Eylül'den sonra sıcaklığın düşmesine bağlı olarak yavaş yavaş bağlı nem oranlarında yükselmeler görülmeye başlanmakta, Ekim ile artarak devam etmektedir. Aralıkta bağlı nem oranı yılın en yüksek değerine ulaşmaktadır. Ayrıca araştırma alanında aylık ortalama buharlaşmanın (düzeltilmiş PE) fazla olduğu Mayıs özellikle Haziran-Eylül

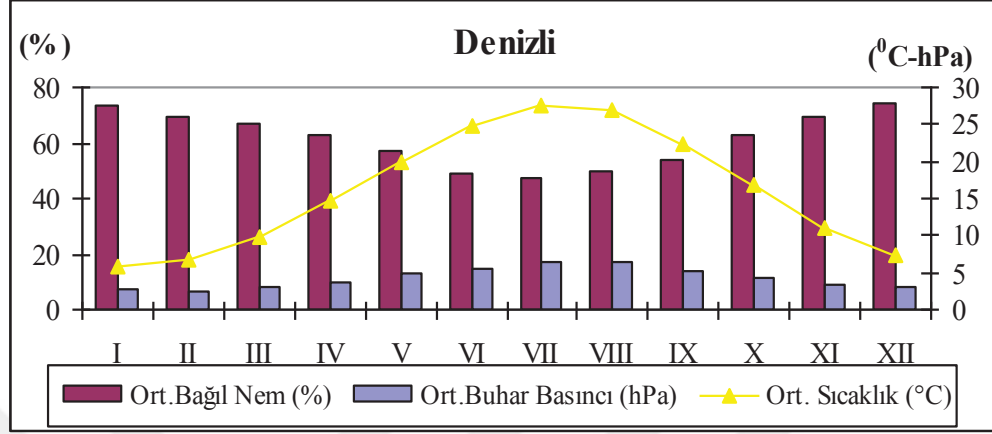
döneminde bağıl (nisbi) nem oranının oldukça düşük olduğu görülmektedir. Bu dönemde sıcaklık değerlerinin yüksek, yağış miktarının en düşük ve buna bağlı olarak bağıl nem oranının da düşük olması havzada etkili bir kurak dönemin yaşanmasına neden olmaktadır. Ancak havzada yaz ve kış ayları arasında bağıl (nisbi) nem oranları arasında dikkat çekici farklar yoktur. Bu durum iç kesimlere doğru etkisi azalmakla birlikte havza genelinde denizelliğin etkili olması ile açıklanabilir.

Nem faktörü havadaki kirliliği olumlu ve olumsuz olarak iki şekilde etkilemektedir. Öncelikle nem, atmosferin alt katlarında su buharının fazla olması nedeniyle alt katlarda üst katlara göre ısınmanın daha fazla olmasını sağlamaktadır. Fazla nem güneş ışınlarını daha fazla absorbe ettiği için havanın daha fazla ısınmasına neden olmaktadır. Bu da yanma döneminin daha kısa ve dolayısıyla kullanılan yakıt miktarının daha az olması anlamına gelmektedir. Bu nemin hava kirliliği üzerindeki olumlu etkisidir. Ancak nemin fazla olduğu durumlarda SO_2 'nin reaksiyona girmesi sonucu oluşan H_2SO_4 'ün yağışla birlikte tekrar yeryüzüne düşmesi hava kirliliğinin farklı bir boyuta geçmesine neden olmaktadır. Asit yağmuru günümüzde dünyanın pek çok bölgesini etkilemektedir. Asit yağmuru/yağışı sağlık açısından çok tehlikelidir (Erinç, 1996; Sungur ve Gönençgil, 1997; Erol, 1999; Keser, 2002). Asit yağışları insanlara verdiği zarar yanında bitkilere, hayvanlara, binaların dış cephelerine de zarar vermektedir. Ancak Denizli'de bu zararları henüz tespit edilmemiştir. Bu konuda hava kirliliğinin gerek şehir içinde gerekse şehir dışındaki orman alanlarında yaptığı zararların tespiti havzada hava kirliliğinin olumsuz etkilerinin ortaya konmasında yararlı olacaktır.

Nem ayrıca sıcaklık terselmesi olayının meydana gelmesinde de etkilidir. Havadaki nem, sıcaklığın yükseklikle değişme hızına dolayısıyla atmosferdeki olayların kararlılığına etki etmektedir.

İklim şartları üzerinde etkili olan bir diğer faktörde *su buharı basıncıdır*. Su buharı basıncı sıcaklığa uygun olarak artıp azalmaktadır. Yıllık ortalama su buharı basıncı, Denizli'de 11,4 hPa'dır. En düşük su buharı basıncı Şubat ve en yüksek su buharı basıncı ise Temmuz-Ağustos'ta görülmektedir (Şekil 32). Araştırma alanında su buharı basıncının yıl içerisinde düzenli bir şekilde yükselerek yaz aylarında maksimum seviyeye yükseldiği ve kış aylarında ise alçalarak minimum seviyelere ulaştığı görülmektedir. Kış aylarında düşük sıcaklığa bağlı olarak buharlaşma az olmakta ve havanın nem tutma kapasitesi düşmektedir. Buna bağlı olarak havada su buharı az olacağı için basınç değerleri de düşük olacaktır. Su buharı basıncının yıl içerisinde değişiklik göstermesi termik rejime ve buharlaşma koşullarına bağlıdır. Araştırma alanında kış aylarında özellikle Aralık-Mart arasında su buharı basıncı 7 mb'dan azdır. Buna

karşılık Nisan'dan itibaren sıcaklığın artması ile buharlaşma ve havanın nem tutma kapasitesi artmakta ve havadaki su buharı basıncı yükselerek 10 mb'nin üzerine çıkmaktadır.



Şekil 32. Denizli şehrinde bağıl nem-su buharı basıncı ve sıcaklık durumu.

4.1.4.3. İklim Özelliklerine Toplu Bakış

Araştırma alanında, iklim tipini belirleyebilmek için yağış, sıcaklık ve buharlaşma gibi iklim unsurları ve bunların karşılıklı ilişkilerine dayalı Thornthwaite ve Erinch yöntemleri ile ortalama yağış ile maksimum buharlaşma miktarını dikkate alan Sezer yağış indisi uygulanmıştır.

Thornthwaite'in iklim sınıflandırmasına göre araştırma alanında genel olarak kurak-az nemli iklim tipi hakim olup, sahanın batısında yükseltinin az olduğu denizel etkinin hissedildiği yerlerde yarı nemli iklim koşulları hakim durumdadır. Tablo 11 incelendiğinde Denizli şehrinde kurak az nemli, 3. derece mezotermal, kış mevsiminde çok kuvvetli su fazlası olan ve denizel şartlara yakın, kısmen kontinental özellikli iklim tipi (C1 B'3 s2 b'3); Sarayköy'de (B1 B'3 s2 b'2) nemli üçüncü dereceden mezotermal su noksanı yaz mevsiminde ve çok kuvvetli olan denizel şartlara yakın iklim tipinin hâkim olduğu görülmektedir.

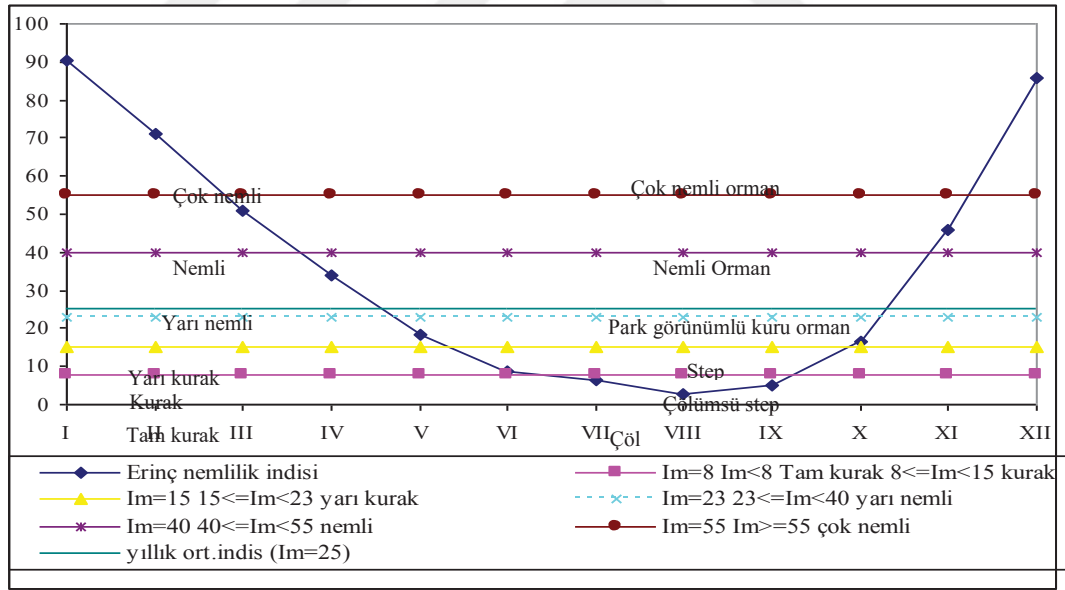
Tablo 11

Araştırma alanının Thorntwaite yöntemine göre iklim sınıflandırması.

Denizli	C1 B'3 s2 b'3	Kurak az nemli üçüncü dereceden mezotermal, kış mevsiminde çok kuvvetli su fazlası olan ve denizel şartlara yakın kısmen kontinental özellikli iklim tipi
Sarayköy	B1 B'3 s2 b'2	Nemli üçüncü dereceden mezotermal su noksanı yaz mevsiminde ve çok kuvvetli olan denizel şartlara yakın iklim tipi

Türkiye şartlarını daha iyi ortaya koyan Erinç yağış etkinliği indisi de, kurak ve nemli sahaların tespit edilmesi ve kurak yılların belirlenmesinde kullanılmaktadır (Şekil 33). Denizli, Erinç indisine göre 25 yağış indisi ile ($23 < I < 40$) yarı nemli iklim tipi ve doğal bitki örtüsü olarak da park görünümülü kuru orman sınırları içerisinde yer almaktadır. Denizli’de Kasım ve Mart nemli, Aralık, Ocak, Şubat çok nemli, Nisan yarı nemli, Mayıs ve Ekim yarı kurak, Haziran-Temmuz-Ağustos tam kuraktır. Sezer’in yağış etkinlik indisine (1998) göre, Denizli ($6 \leq I_h < 20$) yarı kurak iklim sınıflandırmasına dahil olup, bitki örtüsü step-step ormandır.

Araştırma alanı, De Martonne’a göre kurak devrenin 5-6 ay, Thornthwaite’a göre 4-5 ay olduğu saha içerisinde yer almaktadır (Tümertekin, 1956). Ayrıca Denizli, Çiçek’in Türkiye’de yağış etkinliğine göre (-20) - 0 kurak yarı nemli saha içerisinde bulunmaktadır (Çiçek, 1995). De Martonne yıllık kuraklık indisine göre (1923) Denizli 21,3 ile yarı nemli yani kurak iklimler ile nemli iklimler arasında yer almaktadır. De Martonne ve Gottman tarafından 1945 yılında geliştirilen bir diğer yıllık kuraklık indisine göre Denizli 11,8 ile yarı kurak alanlar ile nemli bölgeler arasındadır.



Şekil 33. Denizli şehrinin Erinç indisine göre aylık ve yıllık ortalama yağış etkinliği indisleri (Im).

Tablo 12’de yer alan Emberger biyoiklim sınıflandırmasına göre Denizli şehri, yarı kurak kışı çok soğuk Akdeniz iklim sahası içerisinde yer almaktadır.

Tablo 12

Araştırma alanı ve çevresinde iklim tiplerinin durumu ve dağılımı.

		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Yıllık	
DENİZLİ		60.0	50.3	40.3	28.2	16.2	7.7	5.7	2.5	4.8	14.5	36.6	58.5	21.3	
	DeMartonne	N	N	N	YN	YK	ÇK	ÇK	ÇK	ÇK	K	N	N	YN	
	Erinç	90	71	51	34	18	9	6	3	5	17	46	86	25	
		ÇN	ÇN	N	YN	YK	K	TK	TK	TK	YK	N	ÇN	YN	
	Emberger	Yarı Kurak-Kışı Çok Soğuk Akdeniz İklimi													36
	Emberger	Yarı Kurak-Kışı Son Derece Soğuk Akdeniz İklimi													40

Özetle havzada sıcaklığın düştüğü soğuk dönemde fosil yakıt kullanımının artmasıyla havaya karışan kirleticilerin durumunu havzanın iklimik özellikleri etkilemektedir. Soğuk dönemde yüksek basınç koşullarının etkili olması, hava kütlelerinin kararlı-kararsız yapısı, düşük sıcaklıkların görülmesi, artan nem oranları, N yönlü rüzgârların hâkim olması, rüzgâr hızının düşük olması ve sıcaklık terselmesinin oluşması havzada hava kirliliğinin artmasına neden olmaktadır. Özellikle yüksek basınç koşulları, hava kütlelerinin kararlılığı ve sık sık meydana gelen sıcaklık terselmesi havzadaki hava kirliliğinin en önemli nedenidir. Hava kirliliği ile meteorolojik unsurlar arasında bir ilişki olduğu bilinen bir gerçektir. Bu nedenle kış mevsiminde (soğuk dönemde) özellikle yakma döneminde meteorolojik özelliklerin bilinmesi oldukça önemlidir. Bu bölümde bu ilişki coğrafi bakış açısıyla neden-sonuç ilişkisine bağlı olarak açıklanmıştır. Ancak meteorolojik unsurlardan hangi/hangilerinin havzada etkili olduğunu bulmak, kirleticiler arasındaki ilişkiyi göstermek amacıyla SPSS programı kullanılarak analizler yapılmıştır. Bu analiz sonuçları konu bütünlüğünü sağlamak amacıyla sonraki bölümde verilmiştir.

4.1.5. Çürüksu Çayı Havzası'nın Vejetasyon Özellikleri

Bitki örtüsü özellikle orman alanları hava kirliliğini azaltan bir faktör olup, bitki örtüsü azaldıkça hava kirliliği artmaktadır. Bunda bitkilerin beslenmesinde önemli yeri olan kükürdün, toprakta yetersiz olması durumunda havadaki SO₂'den karşılaması etkilidir. Hava kirliliği, orman örtüsünün kapalılık durumunun fazla olduğu yerlerde, seyrek olduğu yerlere göre daha az etkili olmaktadır (Şahin, 1989; Çiftci ve diğerleri, 2013; Garipağaoğlu, 2014).

Ancak hava kirliliği arttıkça hava kirliliğinin bitkilere verdiği zararın arttığını gösteren pek çok çalışma vardır. Özellikle şehir ve endüstri alanlarına yakın yerlerdeki bitki örtüsü hava kirliliğinden daha fazla etkilenmektedir (Elkoca, 2003). Hava kirliliği bitki örtüsünün hem dış görünüşünde hem de biyokimyasında değişikliğe neden olarak ormanlara zarar vermektedir. Hava kirliliği sadece ormanlara değil süs bitkileri, yem bitkileri, pamuk yanında elma ağaçlarına da zarar vermektedir. Hava kirliliğinin bitki üzerindeki etkisini belirlemek için

bitkinin morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerinin incelenmesi gereklidir (Güner, 2009). Ancak hava kirliliğinin bitki örtüsü üzerindeki etkisi bu çalışmanın amacı dışında kaldığı için burada incelenmemiş, sadece doğal ortam özelliklerini bütünüyle görebilmek için havzanın vejetasyon özellikleri tür ve dağılımı açısından irdelenmiştir.

Havza, genel olarak “Akdeniz Fitocoğrafya Bölgesi” sınırları içerisinde yer almaktadır. Bu nedenle ışık istekleri fazla (heliophyll) ve sert yapraklı (sclerophyll) vejetasyon hâkim durumdadır. Ancak iç kesimlere doğru gidildikçe denizel etkinin azalması ve yükseltinin artmasına bağlı olarak İran-Turan Fitocoğrafya Bölgesi’ne geçilmektedir. Bu bölgede yaprağını döken çalı-ağaç türleri ile yazın kuruyan ot toplulukları görülmektedir (Atalay, 1994). Havzada özellikle yerleşim ve tarım alanı açmak amacıyla doğal bitki örtüsü insanlar tarafından tahribata uğramıştır.

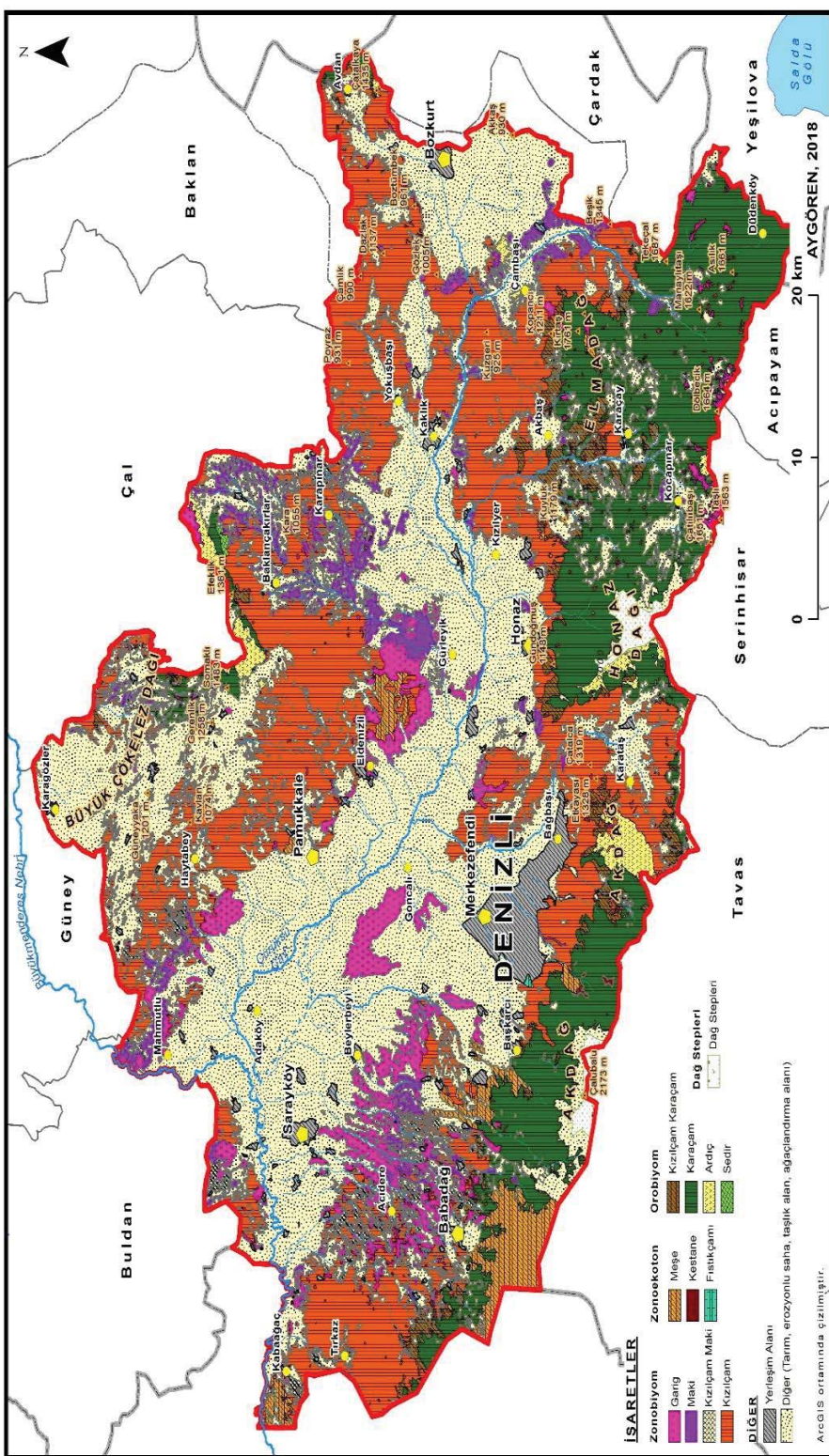
Havzada, Akdeniz ikliminin klimaks ağaç türü olan kızılçam (*Pinus brutia*) ormanları hâkim durumdadır. Kızılçam ormanlarının tahrip edildiği yerlerde ise maki vejetasyonu görülmektedir. Havzada, maki elemanları içerisinde en yaygın olanı kermez meşesidir (*Quercus coccifera*). Araştırma alanında maki vejetasyonu Babadağ, Honaz ve Çökelez dağlarının yamaçlarında 500-700 m’ler arasında yaygın olarak görülmektedir. Maki türleri, kermes meşesi (*Quercus coccifera*), erguvan (*Cercis siliquastrum*), menengiç (*Pistacia terebinthus*), akçakesme (*Phillyrea latifolia*) ve kocayemiş (*Arbutus unedo*) görülmektedir (Şekil 34).

Maki formasyonu üzerinde Akdeniz fitocoğrafya bölgesinin kuraklığa dayanıklı, ışık isteği fazla, hızlı büyüyen asli ağacı olan kızılçam (*Pinus brutia*) ormanları 500-600 m ile 800-1000 m’ye kadar devam etmektedir (Şekil 34). Kızılçam ormanlarının üzerinde karaçam (*Pinus nigra*) ormanları hâkim duruma geçmektedir. Sıcaklık, nem ve yağış isteği orta, kuraklığa, sıcaklığa ve kış soğuklarına karşı çok dayanıklı ve dağların yüksek kesimlerine yerleşmiş olan karaçamlar (Günel, 1997) 900-1700 m’ler arasında ortama hâkim durumdadır. Yükseltinin artması ve karaçam (*Pinus nigra*) ormanlarının tahrip edilmesiyle birlikte ortama ardıç türleri hâkim olmaktadır. Havzada ardıç türleri içerisinde en yaygın olanları boylu ardıç (*Juniperus excelsa*) ve kokar ardıç (*Juniperus foetidissima*)’tır. Yüksek kesimlerde ise sürüngen ardıç (*Juniperus communis subsp.nana*) da görülmektedir. Ardıçlar, düşük sıcaklıklara dayanıklı, ışık isteği çok, nem isteği az ve dona karşı dayanıklı bir tür olup (Günel, 1997), orman üst sınırına kadar hâkim bitki örtüsünü oluştururlar (1700-1950 m’ler arasında).

Araştırma alanında ağaç yetişme sınırının üzerinde başlayıp dağların zirvesine kadar devam eden kısımda ayrı bir formasyona geçilmektedir. Bitkiler için uygun olmayan şartlar nedeniyle oldukça kısa boylu, bodur çalı ve ot türlerinden oluşan ağaç yetişme sınırının

üzerinde kalan bu yerler subalpin ot ve antropojen step vejetasyonu olarak adlandırılmaktadır (Atalay, 2002). Araştırma alanında bu ot formasyonu 1800 m'den başlayarak dağların zirve kısmına kadar devam etmektedir. Burada geven (*Astragalus sp.*), çoban yastığı (*Acanthalimon*), çiğdem (*Crocus sp.*), dağ lalesi (*Tulipa sp.*) ve yoğurt otu (*Ornithogalum sp.*) görülmektedir. Ancak bu katta aşırı otlatma nedeniyle klimaks ot türlerinin önemli ölçüde yok olduğu ve yerini İran-Turan step elemanlarından oluşan otsu türlerin aldığı görülmektedir.

Araştırma alanında bu formasyonlar dışında nemli yamaçlarda ve dere içlerinde kestane, fındık ve üvez gibi nemcil karakterli bitki türleri de görülmektedir. Babadağ'ın genel olarak kuzeye bakan yamaçlarında, İsrail Deresi ve Yeşilköy Vadisi gibi korunaklı yerlerde 950-1200 m'ler arasında toplu ve dağınık olarak kestane toplulukları (*Castanea sativa*) görülmektedir. Havzada görülen Karadeniz kökenli bitki türleri relik (kalıntı) bitkilerdir. Ayrıca dere kenarlarında ve nemli yamaçlarda ıhlamur (*Tilia platyphyllos*) ve titrek kavak (*Populus tremula*), söğüt (*Salix alba*) ve çınar (*Platanus orientalis*) görülmektedir. Babadağ'ın kuzey yamaçlarında sahanın en yoğun eğrelti otu (*Pteridium aquilinum*) toplulukları görülmektedir. Araştırma alanı iklim tiplerine bağlı olarak kurakçıl ormanların gelişimine uygundur. Thorntwaite metoduna göre Denizli'de, C1 yani kurak-az nemli koşullar hâkimdir. Erinç formülü uygulandığında çıkan indis değerine göre saha yarı nemli park görünümlü kurakçıl orman karakteri taşımaktadır.



Şekil 34. Çürüksu Çayı Havzası'nın vejetasyon haritası

4.1.6. Çürüksu Çayı Havzası'nın Toprak Özellikleri

Araştırma alanında toprak özellikleri ile hava kirliliği arasında bir ilişki tespit edilememiş olmasına rağmen havzanın doğal ortam özelliklerinin ortaya konması amacıyla toprak grupları ve özellikleri kısaca incelenmiştir.

Araştırma alanındaki bütün toprak türlerinin pedojenez sürecinde havzada hâkim olan Akdeniz iklimi etkilidir. Havzada sıcaklığın yıl boyunca yüksek olması (16 °C), ana materyalin ayrışmasında, topraktaki organik madde oranı ve biyolojik aktivite üzerinde etkilidir. Havzada uygun sıcaklık şartlarına bağlı olarak, mikroorganizma faaliyetleri arttığı için toprağın üst kısımlarındaki organik madde kolaylıkla ayrışmaktadır. Bu nedenle havzada özellikle alçak kesimlerde organik madde bakımından fakir topraklar oluşmaktadır. Buna karşılık orman örtüsüyle kaplı, sıcaklığın daha düşük olduğu yüksek kesimlerde ise organik madde birikimi görülmektedir. Araştırma alanı genelinde yağışların 600 mm'den az olması kirecin yıkanarak topraktan uzaklaştırılması için yeterli değildir. Bu nedenle sahada daha çok alkali reaksiyon gösteren topraklar yaygındır. Asit reaksiyon gösteren topraklar ise dağların yüksek kesimlerinde daha fazla yağış alan yerlerde görülmektedir.

Araştırma alanında iklimin kontrolünde meydana gelen zonal topraklar, kahverengi orman, kireçsiz kahverengi orman, kırmızı kahverengi Akdeniz, kestane renkli ve kırmızımsı kestane renkli topraklardır. *Kahverengi orman toprağı*, sıcaklığın düşük olduğu ve daha çok orman örtüsüyle (kızılçam, meşe, karaçam) kaplı yerlerde görülmekte ve çok kalın organik madde birikiminin olması nedeniyle bu rengi almaktadır (Atalay, 2002). Araştırma alanının kuzeyinde Pamukkale ile Kaklık arasında batı doğu yönünde geniş bir şerit halinde, havzanın doğusunda Elmadağ ve çevresinde geniş alanlarda görülmektedir. Yağışın fazla olması nedeniyle topraktan kirecin yıkanması ve uzaklaştırılması sonucunda gelişen boz-gri renkli *kireçsiz kahverengi orman toprakları*, araştırma alanının güneyinde ve batısında geniş yer kaplamaktadır. *Kırmızımsı kahverengi Akdeniz toprağı* özellikle kireçtaşları üzerinde görülmekte, sıcaklığın düşük olması nedeniyle toprağın üst kısmında organik madde birikmektedir. Kahverengi, kestane rengi, kırmızımsı kestane renkli topraklar yarı kurak iklim şartları ve zayıf bitki örtüsü altında gelişmişlerdir (Atalay, 2006). Bu nedenle havzanın doğusunda daha kurak iklim koşullarının etkili olması nedeniyle geniş alanlarda görülmektedir (Şekil 35).

Araştırma alanında intrazonal topraklardan rendzinalar, düz ve hafif engebeli yerlerdeki Neojen yumuşak killi kireçtaşı, kumlu kireçtaşı ve marnlardan oluşan araziler üzerinde yaygın olarak gelişmiştir. Genellikle eğimli arazilerde olduğu için toprak oluşumu

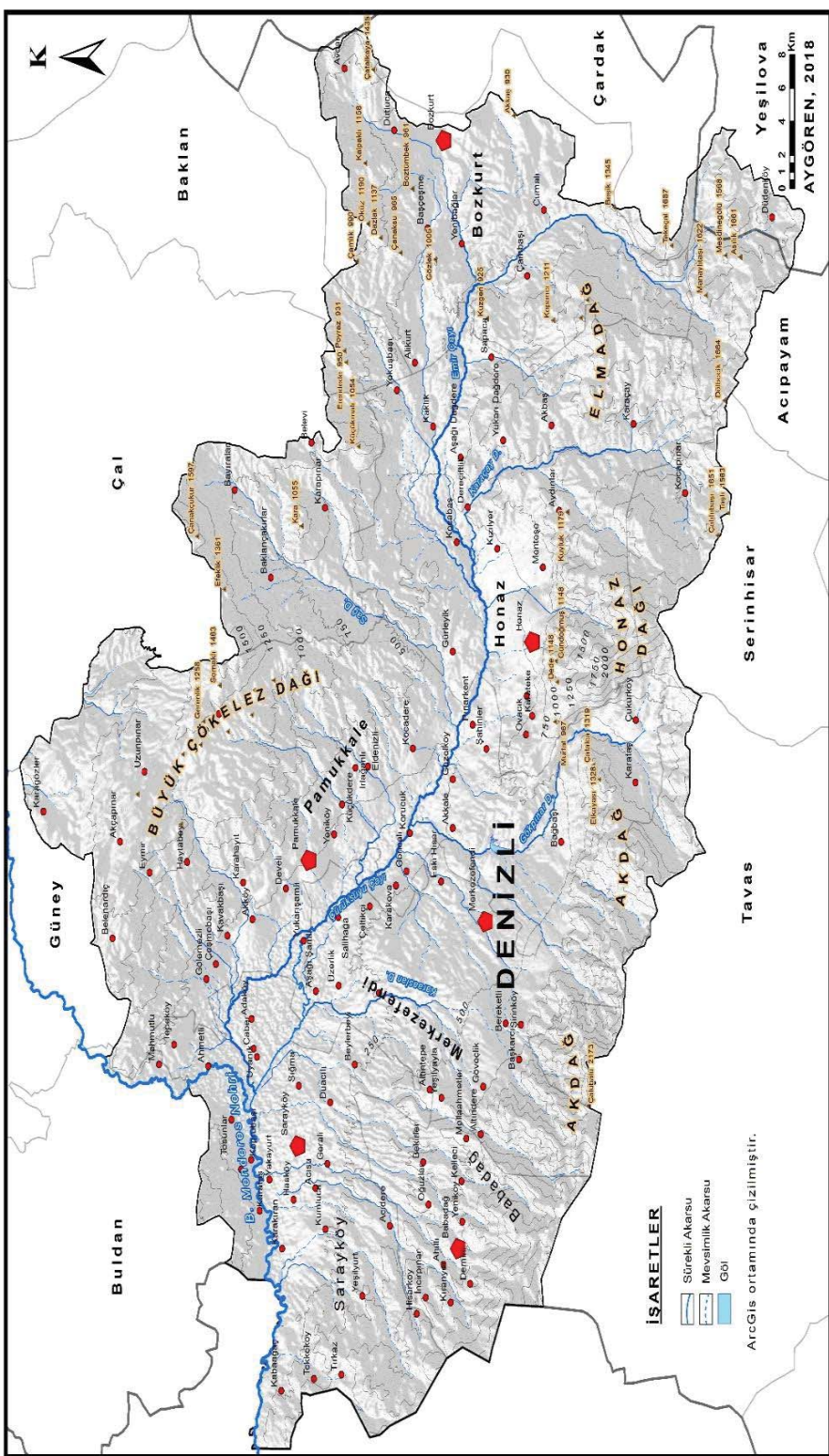
yeteri kadar ilerlememiş, tam bir horizonlaşma oluşmamıştır (Atalay, 2006). Havzanın güneyinde Babadağ'ın eteklerinde ve Sarayköy'den Merkezefendi İlçesine kadar geniş alanda, havzanın kuzeyinde Çamrak, Buldan, Güney, Cindere, Belenardıç ve çevresinde görülmektedir (Şekil 35).

Araştırma alanında azonal topraklardan; alüvyal, kolüvyal ve regosol topraklar yaygın olarak görülmektedir. *Alüvyal topraklar*, toprak oluşumunun başlangıç safhasında olduğu, iyi drenaja sahip, genelde tuzluluk ya da alkalilik gibi problemlerin olmadığı II. ve III. sınıf tarım arazileridir. Araştırma alanında alüvyal topraklar; Çürüksu Çayı'nın Büyük Menderes Nehri'ne bağlandığı Sarayköy Ovası'ndan başlar, Honaz Dağı'na kadar Çürüksu Çayı'nın da içinde aktığı tektonik kökenli düzlük boyunca uzanır. *Kolüvyal topraklar*, alüvyal toprakların etrafında, dağların eteklerinden ve yamaçlardan taşınan çakıllı, kumlu malzemelerin yamaçların eteklerinde eğimin azalmasına bağlı olarak birikmesi sonucunda oluşmuştur (Atalay, 2006). Sarayköy Ovası kenarlarında Babadağ'dan inen derelerin taşıdıkları materyali biriktirmeleri sonucunda birikinti koni ve yelpazeleri üzerinde taşlı, çakıllı, kumlu bünyede, su ve hava dolaşımının son derece iyi olduğu kolüvyal topraklara rastlanmaktadır. *Regosoller* ise alüvyal ve kolüvyal depoların dışında gevşek malzeme üzerinde oluşmuştur (Atalay, 2006). Babadağ'ın kuzey yamaçları ile ova tabanı arasında, eğimin azaldığı 500-600 m'ler arasında kumlu çakıllı depolar üzerinde bulunmaktadır (Şekil 35).

4.1.7. Çürüksu Çayı Havzası'nın Genel Hidrografik Özellikleri

Bir havzada meydana gelen hava kirliliği sadece havayla sınırlı kalmayıp su ve toprağın da kirlenmesine neden olmaktadır. Su yüzeyleri hava kirliliğinden hem etkilenmekte hem de hava kirliliğini etkilemektedir (Şahin, 1989). Öncelikle su yüzeyleri hava kirliliğine neden olan kirleticileri absorbe ederek havanın temizlenmesini sağlarken aynı zamanda bu durum yüzey sularının kirlenmesine ve dolayısıyla bu sularda yaşayan canlıların ölmesine, karasal ve sucul ekosistemlerin bozulmasına neden olmaktadır (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2017). Ancak, araştırma alanında su yüzeyleri ile hava kirliliği ilişkisi, ilgili verilerin olmayışı nedeniyle incelenememiş, yüzey suları sadece havzanın doğal ortam özelliklerinin ortaya konması amacıyla genel hatlarıyla verilmiştir.

Araştırma alanının en büyük yerüstü suyunu Büyük Menderes Nehri'nin önemli bir kolu olan Çürüksu Çayı oluşturmaktadır. Havzanın batısında sahaya giren ve kısa mesafede havza dışına çıkan Büyük Menderes Nehri dışında, havzada büyük akarsu yoktur. Havzada Çürüksu Çayı'nın kolları olan ve tektonik hatlar boyunca uzanan çok sayıda küçük dere vardır. Bunlar; Karaçay, Emir Çayı, Gökpınar Deresi, Karaaslan Deresi ve Sağdere'dir (Şekil 36). Bu dereler reliefe uygun olarak akarak, genellikle Çürüksu Çayı'na ve Büyük Menderes Nehri'ne kadar ulaşmaktadırlar. Bu derelerin debileri, yaz mevsiminin kurak geçmesi ve buharlaşmanın fazla olması nedeniyle azalmakta ya da dereler tamamen kurumaktadır. Sonbahar mevsiminde yağışların başlaması, buharlaşmanın azalmasıyla debilerde yükselmeler başlar ve debiler kış mevsiminde en yüksek seviyeye ulaşmaktadır. Ancak bazen kış mevsiminin sert geçmesi, yağışların daha çok kar şeklinde düşmesi nedeniyle debilerde bir azalma olabilmektedir. Ancak ilkbaharda eriyen karlarla birlikte yine havzadaki derelerin debileri yükselmektedir. Araştırma alanında göl sayısı oldukça az olup, sadece Honaz Belediyesi sınırları içerisinde Saklıgöl ve Vali Recep Yazıcıoğlu-Gökpınar baraj gölleri vardır. Denizli şehrinin içme ve kullanma suyu Gökpınar Baraj Gölü'nden karşılanmaktadır.



Şekil 36. Çürüksu Çayı Havzası'nın hidrografi haritası

4.1.8. Çürüksu Çayı Havzası'nda Arazi Kullanımı

Günümüzde insanın yanlış uygulamaları sonucunda doğal kaynakların hızla tükenmeye başlaması ve ortaya çıkan çevre sorunları arazinin doğru kullanılmasının önemini göstermektedir. Çürüksu Çayı Havzası'nda da temelinde yanlış arazi kullanımlarına bağlı olarak meydana gelen çevre sorunlarından biri de hava kirliliğidir. Çevre sorunlarının temelinde arazilerin yanlış kullanımı olması nedeniyle, doğal ortam potansiyelinin belirlenmesi ve arazilerin potansiyeline uygun olarak kullanılması sürdürülebilir kalkınma ve sağlıklı bir yaşam için önemlidir (Gülersoy, 2008). Bu nedenle havzanın arazi kullanım özellikleri ayrıntılı olarak incelenmiştir.

4.1.8.1. Çürüksu Çayı Havzası'nda Arazi Yetenek Sınıflandırması

Dünyada araziler çeşitli özelliklerine göre sınıflandırılmışlardır. Türkiye'de arazilerin yetenek sınıflandırması Amerika Birleşik Devletleri Toprak Koruma Teşkilatı tarafından geliştirilen sınıflandırmaya uygun olarak yapılmaktadır. Bu sınıflandırma, toprak özelliklerine yani toprakların kullanım amacına göre yapılmaktadır. Bu arazi sınıflandırması ile doğal ortam potansiyeline uygun en doğru kullanım şeklinin belirlenmesi ve farklı özellikteki faaliyetlerden maksimum faydalanılması amaçlanmaktadır. Ancak günümüzdeki mevcut arazi kullanım faaliyetleri buna uygun yapılmamaktadır (Gözenç, 1978; Özçağlar 1994; Semenderoğlu, 1999; Gülersoy, 2001, 2008, 2013).

ABD Toprak Koruma Teşkilatının uyguladığı arazi yetenek sınıflandırma yönteminde araziler belirli kriterlere göre 8 sınıfa ayrılmıştır. Bunlar romen rakamları ile ifade edilmektedir. Arazi sınıflandırmasında topraklar üç ana başlık altında incelenmektedir.

- Sürüme uygun, işlenerek tarım yapılabilen araziler (I, II, III, IV. sınıf araziler).
- Sürüme ve bitkisel üretime uygun olmayan araziler (V, VI, VII. sınıf araziler).
- Tarımın yapılamaması yanında, ormancılık ve hayvancılık açısından da önemi olmayan araziler (VIII. sınıf araziler).

Arazi kullanım durumu ve arazi kabiliyet sınıflandırmasında morfolojik yapı, yükselti, eğim ve erozyon belirleyici unsurlardır. Arazi kabiliyet sınıfları ve özellikleri tablo 13'de verilmiştir.

Tablo 13

Arazi kabiliyet sınıfları ve özellikleri

Sınıf	Tarıma Uygun Araziler
I	Bulunduğu bölgeye uygun her türlü ürünün yetiştiği düz, iyi drene olmuş, kolay işlenebilir, derin ve verimli arazilerdir.
II	Toprakla ilgili küçük sorun ve sınırlılıkların olduğu arazilerdir (Toprağın sıkı oluşu, tuzluluk, taşlılık vb.).
III	Bu arazilerde erozyona hassasiyet, taşlılık vb. tarımsal üretimi kısıtlayan önemli sorunların olduğu arazilerdir.
IV	Toprak derinliği, taşlılık, drenaj ve eğim açısından önemli sınırlayıcıların olduğu arazilerdir.
Sınıf	Tarıma Uygun Olmayan Araziler
V	Taşlı araziler, ağaç dikimi, mer'a, orman olarak kullanılması gerekli arazilerdir.
VI	Otlak (mera) olarak kullanıma uygun arazilerdir.
VII	Orman olarak kullanılması gereken arazilerdir. Bu arazilerde toprak sığlığı, taşlılık, eğim, erozyon gibi şiddetli sınırlayıcılar vardır.
VIII	Kayalık, bataklık, çok tuzlu alanlardır. Bu araziler tarım, orman ve otlak olarak kullanıma uygun değildir.

(Kaynak: Semenderoğlu, 1999).

I. sınıf araziler: Bu araziler bulundukları bölgenin özelliklerine uygun olarak her türlü ürünün yetiştirilebildiği sorunsuz tarım arazileridir. Bu araziler düz ve düze yakın az eğimli araziler olduğu için drenaj sorunu yaşanmamaktadır. Taşsız, derin, kolay işlenebilen, su tutma kapasitesi yüksek ve besin maddeleri bakımından zengin topraklardır (Semenderoğlu, 1999). Havzada I. sınıf araziler yok denecek kadar az olup, Sarayköy Ovası'nda Beylerbeyi çevresinde ve Honaz Ovası'nda Çürüksu Çayı boyunca dar bir alanda görülmektedir (Şekil 37). Araştırma alanında I. sınıf araziler 3660 ha alan kaplamakta olup havzanın % 1,29'unu oluşturmaktadır (Tablo 14). Havzada I. sınıf araziler, yoğun olarak sulu tarımın yapıldığı yerler olup Çürüksu ve kolları havzada sulama amaçlı kullanılmaktadır. Bu arazilerde çeşitli sebzeler ve pamuk yetiştirilmektedir.

Tablo 14

Çürüksu Çayı Havzası topraklarının arazi yetenek sınıflarına göre dağılımı

Arazi Sınıfı Yüzde	Alan (m ²)	Alan (hektar)	Alan (%)
I	36601493	3660	1
II	328352222	32835	11
III	339208077	33921	12
IV	171321156	17132	6
VI	418568980	41857	15
VII	1492184696	149218	52
VIII	60502174	6050	2
BARAJ	5956161	596	0
YERLEŞİM	30853063	3085	1
TOPLAM	2846738799	284674	100

II. sınıf araziler: Bu araziler I. sınıf arazilere göre toprak özellikleri nedeniyle bazı küçük sorunların olduğu arazilerdir. Bu topraklarda yeterli su ve hava dolaşımının olmaması, hafif eğimli sahalarda erozyonun etkili olması ve tuzluluk sınırlandırıcı faktörlerdir. Bu sorunların olduğu yerlerde alınacak basit önlemler bu arazilerin de I. sınıf araziler gibi kullanılmasını sağlayacaktır. Bu arazilerde kuru ve sulu tarım yapılmaktadır. Kuru tarım (% 46) alanlarında tahıl, tütün, mercimek, nohut ve fiğ yetiştirilmektedir. Sulu tarım (% 45) alanlarında sebzeler başta olmak üzere, pamuk vb. yetiştirilmektedir. Havzada II. sınıf araziler genellikle I. sınıf arazilerin etrafında bulunmaktadır. II. sınıf araziler havzada 32865 ha alan kaplamakta olup, havzanın % 12'sini oluşturmaktadır (Tablo 14). Havzada II. sınıf araziler Kuvaterner'e ait kolüvyal depolar üzerinde gelişmiştir. Bu araziler kolüvyal topraklar üzerinde olup tarımsal üretimin yanında yerleşim yeri olarak da kullanılmaktadır. Bu araziler araştırma alanında Sarayköy'ün güneyinde, Merkezefendi, Honaz, Kaklık ve Bozkurt'a kadar uzanmaktadır. Araştırma alanının kuzeyinde ise Büyük Çökelez Dağı'nın güney eteklerinde, Pamukkale'den Honaz'a kadar, kolüvyal topraklar üzerinde görülmektedir. Denizli şehri tarımsal etkinliklerin yapılması gereken II. sınıf araziler üzerinde kurulmuştur (Şekil 37).

III. sınıf araziler: Eğimin artmasına bağlı olarak erozyon hassasiyetinin arttığı, taşlılık, tuzluluk gibi sınırlandırıcı faktörlerin daha etkili olduğu arazilerdir. Bu nedenle tarımsal üretim açısından I ve II. sınıf arazilere göre dezavantajlı durumdadır. Bu topraklarda tarımsal üretimin artması ve toprağın korunması için önlemlerin alınması gereklidir. Bu toprakların işlenmesinde hassas davranılması gereklidir. Aksi halde bu topraklar üzerinde yapılacak küçük bir yanlış uygulama erozyonun başlamasına ve toprağın verim kaybetmesine neden olacaktır. III. sınıf araziler havzada 33921 ha alan kaplamaktadır. Havza topraklarının % 12'sini oluşturmaktadır (Tablo 14). Havzada III. sınıf arazileri Neojen depolar üzerinde, dağların eteklerinde eğimin uygun olduğu yerlerde parça parça ve alüvyal depolar üzerinde geniş alanlar şeklinde görülmektedir. Bu araziler tarımın yoğun olarak yapıldığı yerler olup, söz konusu arazilerde içinde % 46 ile en fazla kuru tarım ve % 34 ile sulu tarım yapılmaktadır. Ayrıca bağ-bahçe (% 8) ve mer'a (% 8) olarak da kullanıldığı gibi yerleşim ve orman olarak da kullanılmaktadır (Tablo 15). En çok bağ, zeytin ve tahıl yetiştirilmektedir. Araştırma alanında III. sınıf araziler havzanın batısında Sarayköy, Ahmetli, Kabağağaç, Sığma, Beylerbeyi, Goncalı'da alüvyal depolar üzerinde gelişmiştir. Üzerlik'ten başlayarak Güzelköy arasında Çürüksu Çayı boyunca, Merkezefendi ve Honaz ilçelerinde II. sınıf arazilerin çevresinde III. sınıf araziler vardır (Şekil 37).

IV. sınıf araziler: Bu araziler taşlı, kumlu, orta derece eğimli, orta derece tuzluluk koşullarına sahip alanlar olup, eğim ve erozyon III. sınıf arazilere göre daha etkilidir. Bu

nedenle toprak kaybı yaşanmaması için toprağın korunması amacıyla bulundukları yere özel sürekli tedbirler alınmalıdır. Bu araziler kuru tarımın yapıldığı yerler olup tarımsal üretim açısından elverişli olmadığı gibi ürün çeşidi de çok sınırlıdır. Ancak gerekli önlemler alındıktan sonra bu arazilerde yapılan derin kök sistemine sahip bağ, bahçe ve incir tarımı araziden maksimum faydalanılmasını sağlayacaktır. Bu araziler çok hassas araziler oldukları için yanlış bir tarımsal uygulama üst toprağın erozyonla taşınmasına neden olacaktır. Havzada bu araziler Neojen arazilerinde ve Kuvaterner'e ait alüvyal depolar üzerinde gelişmiştir. Sarayköy - Pamukkale arasında, havzanın kuzeyinde Büyük Çökelez Dağı eteklerinde IV. sınıf araziler görülmektedir. Özellikle Sarayköy ve Pamukkale arasında alüvyal depolar üzerindeki bu arazilerde sulu tarım yapılmaktadır (Şekil 37). Havzada bu araziler 17132 ha alan kaplamakta olup havzanın % 6'sını oluşturmaktadır (Tablo 14). Havzada bu araziler kuru tarımın yanında, sulu tarım ve bağ-bahçe olarak da kullanılmakta olup yer yer garig-maki bitki örtüsüyle kaplıdır (Tablo 15).

V. sınıf araziler: Tarımsal üretim için uygun olmayan bu arazilerin kullanımı ıslah edilmelerine göre değişmektedir. V. sınıf araziler alınacak önlemler ve yapılan iyileştirme çalışmaları sonucunda tarımsal üretimin yapılabildiği arazilere dönüşebilmektedir. Bu arazilerin ağaçlı tarım (bağ, bahçe, zeytinli incir vb.) için uygun alanlara dönüşmelerine karşılık, eğer iyileştirme yapılmasına uygun değilse orman ve mer'a olarak kullanılması daha faydalı olacaktır.

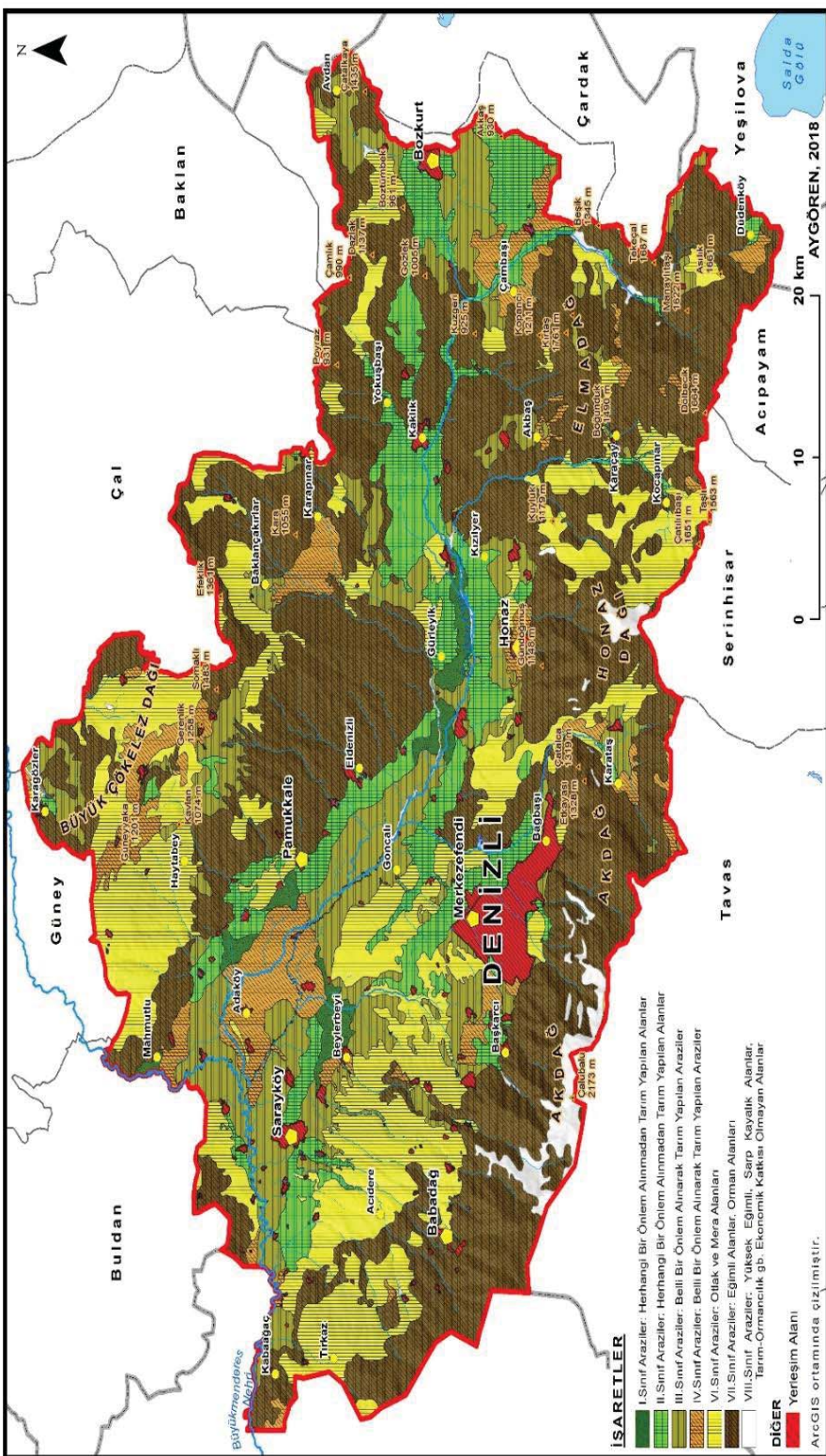
VI. sınıf araziler: Araştırma alanında VI. sınıf araziler VII. sınıf arazilerden sonra en fazla yer kaplayan arazidir. Bu araziler özellikleri nedeniyle kültür bitkileri tarımı için uygun alanlar değildir. Çünkü bu araziler genellikle eğimin yüksek, toprağın sık ve yer yer anakayanın ortaya çıktığı taşlı arazilerdir. Bu araziler tarım faaliyetleri için uygun olmadığı gibi ormancılık için de uygun değildir. Buna karşılık hala tarımsal faaliyetlerin yapılmaya çalışılması bu arazilerde toprağın erozyonla taşınmasına ve dolayısıyla bu arazilerin değer kaybederek VIII. sınıf arazilere dönüşmesine neden olmaktadır. Bu araziler mer'a olarak kullanılmaya, hayvancılığa uygun arazilerdir. Ancak burada da hayvanların aşırı otlatılması sonucunda doğal vejetasyonun tür kompozisyonunda bozulmalar meydana gelmekte, bitki örtüsü tahrip edildiği için de şiddetli erozyon meydana gelmektedir. VI. sınıf araziler havzanın % 15'ini (41857 ha) oluşturmaktadır (Tablo 14). Bu araziler genellikle orman (% 32), mera (% 24), garig-maki (% 24) ve kuru tarım (% 17) alanı olarak kullanılmaktadır (Tablo 15). Söz konusu araziler VII. sınıf arazilerin hemen yanında bulunmaktadır. Araştırma alanının kuzeyinde Büyük Çökelez Dağı'nda, havzanın güneyinde Babadağ'ında Neojen arazileri üzerinde VI. sınıf araziler yaygın olarak görülmektedir. Büyük Çökelez Dağı'nda bu araziler

mer'a olarak kullanılmaktadır. Buralarda eğim yüksek ve erozyon şiddetlidir. Honaz Dağı ile Elma Dağ arasında da 1000 m'nin üstünde VI. sınıf araziler vardır (Şekil 36). Araştırma alanının güneyinde Neojen arazileri üzerinde gelişen rendzinalar, erozyona karşı dirençsiz olduğu için IV. sınıf araziler olarak ayrılmaktadır. Buralarda rendzina topraklarında yoğun tarım faaliyetleri yanında bağcılık da yapılmaktadır.

VII. sınıf araziler: Bu araziler genellikle yüksek eğimli sahalara olup orman olarak kullanılmaya uygun arazilerdir. Ancak bitki örtüsünün tahrip edilmesi, tarla ve yerleşim yeri açılması gibi yanlış uygulamalar sonucunda doğal denge bozulmakta ve şiddetli erozyon yaşanmaktadır. Araştırma alanında VII. sınıf araziler havzanın % 52'sini oluşturmaktadır (179218 ha), havzada en geniş yer tutan arazilerdir. Bu arazilerin % 52'si ormanlar, % 24'ü garig-maki ve % 20'si mer'a şeklinde kullanılmaktadır (Tablo 15). Bu arazilerden maksimum faydalanabilmek için orman olarak kullanılması gereklidir. Havzada bu araziler üzerinde daha çok kızılçam ve karaçam ormanları vardır. Bu araziler mer'a kullanımına uygun değildir. Ayrıca bu araziler yer yer kuru tarım olarak da kullanılmaktadır. Araştırma alanının kuzeyinde Büyük Çökelez Dağı ile havzanın güneyinde bulunan Babadağ, Akdağ, Honaz Dağı ve Elma Dağı'nın yüksek kesimlerinde VII. sınıf arazileri geniş yer kaplamaktadır (Şekil 37).

VIII. sınıf araziler: Bu araziler toprağın olmadığı çıplak kayalık, sazlık, bataklık, tuzlu alanlar gibi tarım, mer'a ve ormancılık bakımından hiçbir önemi olmayan topraklardır. Ancak bu araziler tuğla-kiremit gibi çeşitli sanayi dallarına malzeme temininde kullanılmaktadır. Ayrıca bataklık sahalara korunması gerekli sulak alanlardır. Yine çıplak ve kayalık alanlar doğal-yabani hayat için önemli alanlardır. Araştırma alanının % 2,13'ünü (6050 ha) VIII. sınıf araziler oluşturmaktadır (Tablo 14). Bunların da % 91'i çıplak kayalık, % 9'u sazlık bataklıktır (Tablo 15). Bu araziler araştırma alanının en yüksek dağları olan Honaz ve Babadağ'ın zirve kesimlerinde orobiyomun üst sınırında ve ot formasyonu içerisinde görülmektedir (Şekil 37).

Araştırma alanında eğimin çok az olduğu, hiçbir önlem almaya gerek olmadan, oldukça verimli tarım arazilerini kapsayan II. sınıf araziler ile bazı tedbirler alınarak tarım yapılabilecek arazileri kapsayan III. sınıf araziler ve orman alanlarını kapsayan VII. sınıf araziler çok yaygındır. Özellikle dağlık sahalarda eğimin arttığı yerler erozyon riskinin arttığı yerlerdir. Araştırma alanında II. sınıf araziler yoğun tarımsal faaliyetlerin yapıldığı yerler olmasına karşılık, ova tabanı ile bu ovaların etrafında uzanan dağların eteklerindeki birikinti koni ve yelpazeleri üzerinde de tarımsal faaliyetler yoğun olarak sürdürülmektedir. Taban suyu seviyesinin yüksek olduğu yerler de özellikle drenaj ve taşlılık vb. sorunların çözülmesi sonucunda tarım yapılabilecek III. ve IV. sınıf tarım alanlarına dönüşecektir.



Şekil 37. Çürüksu Çayı Havzası'nın arazi yetenek sınıflandırılması haritası

II. sınıf arazilerin yanında ve III. sınıf araziler üzerinde yoğun tarımsal faaliyetler yapılırken, drenaj sorunun yaşandığı yerlerde drenaj kanalları açılarak tarım alanı kazanılmıştır. Yine eğimli sahalardaki kolüvyal topraklar ile sahada geniş yer kaplayan yumuşak, hafif dalgalı bir topoğrafya meydana getiren Neojen gölsel tortullar üzerinde de yoğun tarım faaliyetleri (tütün, tahıl vb.) yapılmaktadır

Tablo 15

Çürüksu Çayı Havzası 'nda arazi yetenek sınıflarının arazi kullanım bakımından dağılımı.

Arazi Sınıfı Yüzde Detay	Arazi Kullanım	Alan (m ²)	Alan (hektar)	Tüm Alan (%)	Sınıf Alan (%)
I	Sulu tarım	33690906	3369	1,18	92,05
I	Mer'a	2910587	291	0,10	7,95
II	Bağ bahçe	20258332	2026	0,71	6,17
II	Garig, maki	6788228	679	0,24	2,07
II	Kuru tarım	147358503	14736	5,17	44,88
II	Orman	257396	26	0,01	0,08
II	Sulu tarım	150294384	15029	5,27	45,77
II	Zeytin	3395379	340	0,12	1,03
III	Bağ bahçe	28561121	2856	1,00	8,42
III	Garig, maki	883686	88	0,03	0,26
III	Kuru tarım	155599170	15560	5,45	45,87
III	Mer'a	27828113	2783	0,98	8,20
III	Orman	10534556	1053	0,37	3,11
III	Sulu tarım	115801432	11580	4,06	34,14
IV	Bağ bahçe	7182583	718	0,25	4,19
IV	Garig, maki	37777065	3778	1,32	22,05
IV	Kuru tarım	57757189	5776	2,02	33,71
IV	Mer'a	1319310	132	0,05	0,77
IV	Orman	16237676	1624	0,57	9,48
IV	Sulu tarım	51047333	5105	1,79	29,80
VI	Bağ bahçe	10515734	1052	0,37	2,51
VI	Garig, maki	100858782	10086	3,54	24,10
VI	Kuru tarım	71890055	7189	2,52	17,18
VI	Mer'a	101617100	10162	3,56	24,28
VI	Orman	133435078	13344	4,68	31,88
VI	Zeytin	252232	25	0,01	0,06
VII	Bağ bahçe	1769722	177	0,06	0,12
VII	Baraj ve göller	962262	96	0,03	0,06
VII	Garig, maki	363631522	36363	12,75	24,37
VII	Kuru tarım	59816103	5982	2,10	4,01
VII	Mer'a	292627450	29263	10,26	19,61
VII	Orman	772591967	77259	27,08	51,78
VII	Sulu tarım	785670	79	0,03	0,05
VIII	Çıplak kayalık	55193103	5519	1,93	91,22
VIII	Sazlık bataklık, taşkın yatakları	5309071	531	0,19	8,78
BARAJ		5956161	596	0,21	16,18
YERLEŞİM		30853063	3085	1,08	83,82
TOPLAM		2852694960	285269	100%	

Araştırma alanındaki yüksek dağlık kütleler üzerindeki aşınım yüzeyleri ve düzlükleri V. ve VI. sınıf arazileri otlak ve mera alanlarını oluşturmaktadır. Eğimin çok fazla olduğu, bitki örtüsünün tahrip edildiği ve ana materyalin ortaya çıktığı taşlık kayalık sahalar ise VIII. sınıf arazilerdir. Bu arazilere Bozdağ, Honaz Dağı'nın yüksek kesimlerinde rastlamak mümkündür.

Araştırma alanının oldukça dağlık ve engebeli olması ile eğimli yamaçların varlığı erozyonu arttırmaktadır. Denizli'de orta dereceli erozyonun % 85'i I-II-III-IV. sınıf tarım alanlarında, şiddetli erozyonun % 74'ü tarım dışı arazilerde ve çok şiddetli erozyonun % 26'sı tarım dışı arazilerde etkilidir. Sahada eğim, topoğrafik yapı ve toprak özellikleri bakımından en elverişli sahayı 0-250 m arasındaki ova tabanı oluşturmaktadır. Burası yerleşmenin, nüfusun ve tarımsal faaliyetlerin en yoğun olduğu, buna karşılık yükseltinin arttığı dağlık kesimler yerleşme, nüfus ve tarımsal faaliyetlerin azaldığı yerlerdir.

4.1.8.2. Çürüksu Çayı Havzası'nda Arazi Kullanımı

Arazi kullanımı, insanın doğal ortam üzerindeki etkisinin doğrudan gösterilmesidir. Genel anlamda arazi kullanımı, arazinin mevcut kullanım şeklinin belirlenmesi, değer açısından sınıflandırılması ve kullanılmasının planlanmasıdır (Gözenç, 1980; Taş, 2010; Koç, 2008; Özdemir ve Bahadır, 2008). Arazi kullanımını, doğal ortamın mevcut potansiyelinin ve insanın bu potansiyelden yararlanma şeklinin belirlenmesi olarak da açıklamak mümkündür (Özçağlar, 1994). Özellikle nüfusun yoğun olarak bulunduğu kentlerde arazi kullanım çalışmaları bozulan denge ve düzeni düzeltmek, arazinin potansiyeline uygun kullanımını sağlamak amacıyla yapılmaktadır (Tunçdilek, 1985).

Arazinin potansiyelinin belirlenmesi ve buna uygun kullanılması ise sınırlı olan doğal kaynakların korunması açısından çok önemlidir. Çünkü dünyada nüfus sürekli artarken mevcut doğal kaynaklar artmadığı gibi insan baskısı nedeniyle sürekli azalmaktadır. Plansız ve yanlış arazi kullanımı sonucunda, insan ile doğal ortam arasındaki denge bozulmakta ve pek çok çevre sorunu ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle günümüzde arazi kullanım planlanmasının önemi anlaşılmış ve bu konuda yapılan çalışmaların sayısı artmıştır (Reis ve Yomralıoğlu, 2003; Gülersoy, 2008; Özdemir ve Bahadır, 2010).

Türkiye'de 1980'li yıllara kadar arazi kullanımında doğal faktörlerin etkisi görülürken, 1980 sonrasında bu durum değişmiştir. Artık arazi kullanımında insan faktörünün etkisi daha da fazla hissedilir olmuştur. Özellikle teknoloji ve ulaşımındaki gelişmeler insanın bu gücünün artmasına neden olmuştur. Arazi kullanımı o bölgede yaşayan insanların araziye bakış açıları ve ihtiyaçlarıyla doğrudan ilgilidir. Bazı insanlar araziye tarım ve hayvancılık yapılacak yer olarak görürken bazıları konut ve sanayi tesisi kurulacak yer olarak görmüştür.

Bütün arazilerin kendine has bir kullanım şekli bulunmaktadır. Herhangi bir araziden çok sayıda ve farklı şekillerde yararlanmak doğru olmasa da mümkündür. Bu durum yine insanların tercihiyle ilgili olup, tarım yapılacak arazilerin konut alanı ya da orman alanlarının tahrip edilerek tarım ve mer'a için kullanılması buna örnek olarak verilebilir. Arazi kullanımını, doğal ortam şartları belirlemesine rağmen kullanım şeklinin kararını en son insan vermektedir. Bu nedenle doğa ile insan arasındaki ilişkinin bozulmaması için doğal ortamın doğru analiz edilmesi çok önemlidir (Gülersoy, 2001, 2008, 2014).

Çürüksu Çayı Havzası, sahip olduğu verimli tarım alanları, coğrafi-özel konumu ve ulaşım kolaylığı bakımından her dönem ilgi çeken bir bölge olmuştur. Özellikle 1950'li yılların başında sanayileşme sürecinin hızlı ve yoğun bir şekilde yaşanması ile havza hızlı bir değişim sürecine girmiştir. Zaman içerisinde başta ekonomik faaliyetlerdeki bu değişiklik mekânda da önemli değişikliklere neden olmuştur. Sanayileşmeye bağlı olarak havza özellikle Denizli şehri çok büyük oranda nüfusu kendine çekmiş, söz konusu durum doğal ortam üzerindeki insan baskısının artmasına ve doğal ortamın tahrip edilmesine neden olmuştur.

Havzadaki bugünkü arazi kullanımları; tarım (ekili ve dikili alanlar), doğal bitki örtüsü (orman, maki-garig), çayır-mer'a ve yerleşim alanları şeklindedir (Şekil 38). Bunların dışında kalan yerler ise diğer alanlar olarak sınıflandırılmaya eklenmiştir. Havzada bu arazi kullanım alanları ve kapladıkları sahalar fiziki coğrafya özelliklerine göre değişiklik göstermektedir.

4.1.8.2.1. Orman, Maki-Garig Alanları

Havzada arazi kullanımı bakımından en geniş alanı % 49,08 (144,30 ha) ile orman alanları kaplamaktadır. Burada ormanlar % 31,7, maki-garig ise % 17,3 paya sahiptir (Tablo 16). Havza kuzey ve güney yönlerden yüksek dağlarla çevrilmiştir. Havzada konumu nedeniyle hâkim Akdeniz iklimi ve topoğrafyaya bağlı olarak dağlar yoğun orman alanlarıyla kaplıdır. Söz konusu ormanlar eğimli (% 10-15) ve çok eğimli (% 15 ve üzerinde) alanlarda görülmektedir. Bu nedenle havzada orman alanlarının tahrip edildiği eğimli yerlerde erozyon etkili olmakta ve sözü edilen sahalarda ağaçlandırma çalışmalarına büyük önem verilmektedir.

Araştırma alanında Neojen depoları yerleşme ve tarımsal faaliyetlerin yoğun olarak yapıldığı yerlerdir. Oysa bu alanlar VII. sınıf araziler olup ormanla kaplı olması gereken yerlerdir. Bu araziler üzerinde bulunan orman alanlarının korunması araziden maksimum faydalanma için en doğru kullanım şeklidir.

4.1.8.2.2. Tarım Alanları

Havzada arazi kullanımı açısından ikinci sırada % 33,08 (97,26 ha) ile tarım alanları bulunmaktadır (Tablo 16). Çürüksu Çayı Havzası, uygun iklim şartları ve verimli tarım

arazileri ile tarımsal potansiyeli yüksek bir yerdir. Havzada bulunan en önemli ovalar Denizli ve Sarayköy ovaları olup bunlar çöküntü ovalarıdır. Ova tabanında alüvyonlar geniş yer kaplamaktadır. Bu nedenle söz konusu alanlar tarım faaliyetlerinin yoğun olarak yapıldığı yerlerdir. Havza uygun iklim koşulları nedeniyle ekonomik değer taşıyan bazı bitkiler için elverişli şartlara sahiptir. Havzada tarım alanları içerisinde kuru tarım % 18 ile birinci sırada yer alırken, sulu tarım % 13 ile ikinci, bağ-bahçe % 2,3 ile üçüncü sırada yer almaktadır. Zeytin ise % 0,1 ile en az paya sahiptir. Havzada geçmiş yıllarda sulu tarım ilk sırada yer alırken günümüzde yanlış sulama politikaları nedeniyle artık su sorunu yaşanmaktadır. Bu sorun D.S.İ tarafından açılan sulama kanallarıyla ve alınan tedbirlerle çözülmeye çalışılmaktadır. Havzada sulu tarım, eğimin % 0-5 arasında değiştiği yerlerde yapılmaktadır. Ova tabanında II. ve III. sınıf araziler üzerinde sulu-kuru tarım ve bağ-bahçe, IV. ve VI sınıf araziler üzerinde de kuru tarım yapılmaktadır. VI. ve VII. sınıf araziler de yer yer bağ ve bahçe olarak kullanılmaktadır. Orman alanı olarak kullanılması gereken VII. sınıf arazilerde tarım yapılması doğru bir kullanım değildir.

Havza tabanında verimli tarım toprakları, sulama ve uygun iklim koşulları nedeniyle ürün deseni oldukça geniştir. Buralarda ekonomik getirisi yüksek ürünler yetiştirilmektedir. Havza tabanından yüksek alanlara doğru çıkıldıkça iklim şartlarının değişmesi, eğimin artması ve sulama imkânının azalması ürün deseninin azalmasına neden olmaktadır. Ayrıca havzanın sahip olduğu jeotermal enerjinin örtü altı tarımında kullanılmaya başlanmasıyla, seracılık gelişmeye başlamıştır. Bu sera alanları daha çok havza tabanında bulunmaktadır.

4.1.8.2.3. Mer'a Alanları

Havzada arazi kullanımı açısından çayır-mer'a alanları % 14,50 ile (42,63 ha) üçüncü en geniş alandır (Tablo 16).

4.1.8.2.4. Yerleşim Alanları

Çürüksu Çayı Havzası uygun iklim koşulları ve verimli tarım alanları nedeniyle uzun yıllardır yerleşime açık bir yerdir. Havzada yerleşim alanları % 1,05'lik (3085 ha) bir paya sahiptir (Tablo 16). Havzada 2 merkez ilçe, 11 belediye ve 219 mahalle bulunmaktadır. Burada nüfusu en fazla olan yerleşim yeri Merkezefendi Belediyesi sınırları içerisinde bulunan Karaman Mahallesi'dir (21.400 kişi) (TÜİK, 2019).dır. Havzada nüfusu 250 kişinin altında olan mahalle sayısı 32 (% 15), nüfusu 250-1000 kişi olan mahalle sayısı 80 (% 37), nüfusu 1000-10.000 olan mahalle sayısı 77 (% 35) ve 10.000-20.000 kişi olan mahalle sayısı 29 (% 13) olup, sadece 1 mahallede nüfus 20.000'den fazladır. Havzada nüfusun büyük bir kısmı havza tabanında ve ova ile plato alanları arasındaki yamaçlarda toplanmıştır (örneğin Denizli

şehri). Bu durum havzadaki bazı yerleşmelerde, yanlış kuruluş yeri seçiminden dolayı pek çok çevre sorununun yaşanmasına neden olmuştur. Örneğin havza tabanında kurulan Denizli şehri zamanla havzanın güneyinde, Akdağ'ın eteklerinde oluşan birikinti koni ve yelpazeleri üzerinde genişlemiştir. Bu da havzada önemli çevre sorunlarının yaşanmasına neden olmuştur.

Havzada nüfus yükselti arttıkça azalmaktadır. Havzada ilçe merkezlerine yakın, ulaşım imkânlarının iyi olduğu, su kaynakları açısından nispeten uygun şartlara sahip olan ve geniş tarım alanlarının yakınında bulunan mahalleler, yüksek kesimlerde yer alan ulaşım olanaklarının yetersiz, tarım alanlarının sınırlı ve su probleminin olduğu mahallelere göre daha fazla nüfuslanmış ve gelişmiştir.

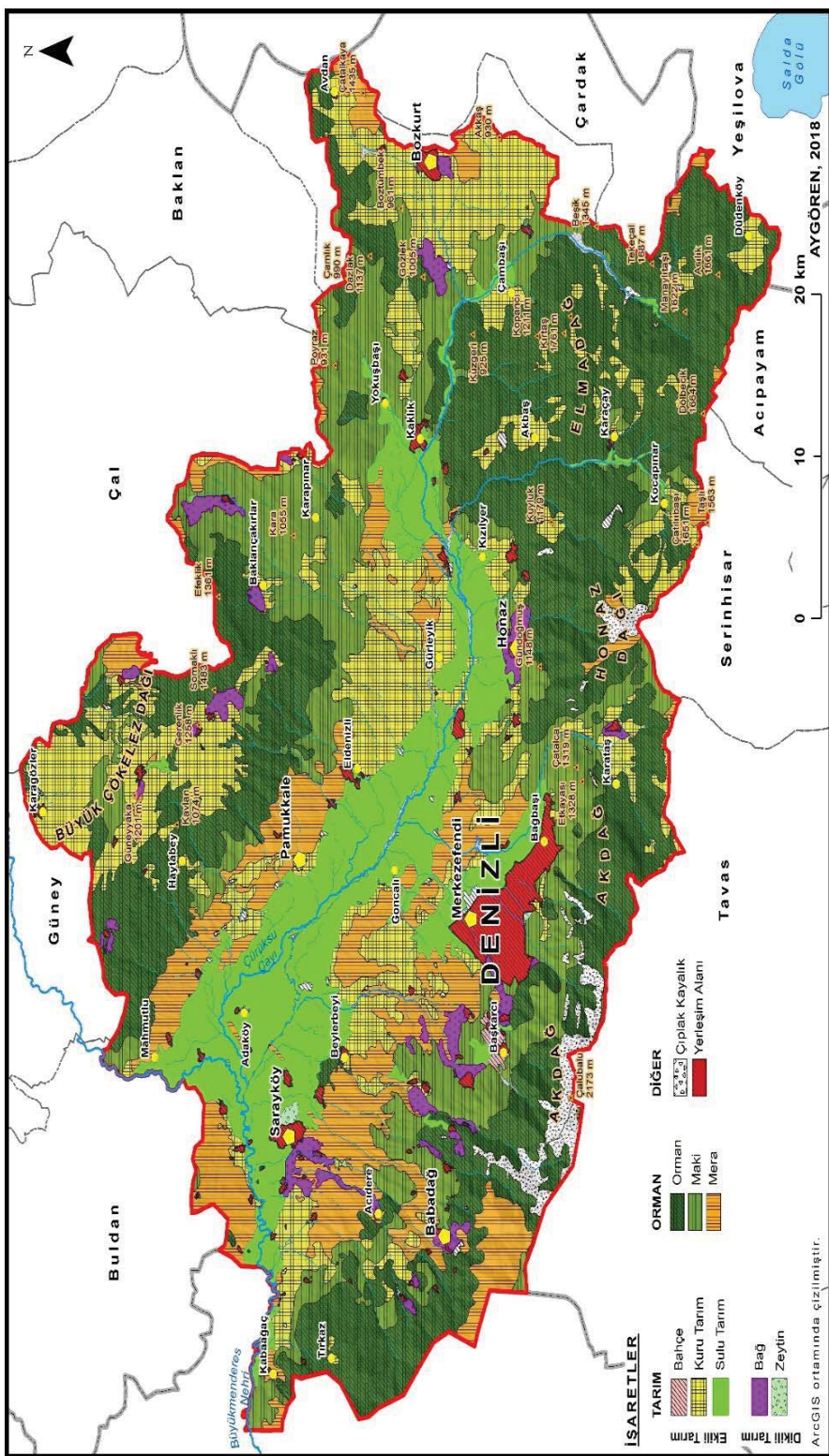
Tablo 16

Çürüksu Çayı Havzası'nın halihazır arazi kullanım durumu

Arazi Kullanım Dağılımı	Alan (m ²)	Alan (hektar)	Tüm Alan (%)	Sınıf Alan (%)
TARIM	972604273	97260	33,08	100,00
Bağ bahçe	69328787	6933	2,36	7,13
Kuru tarım	517288877	51729	17,59	53,19
Sulu tarım	382338999	38234	13,00	39,31
Zeytin	3647610	365	0,12	0,38
ORMAN	1442995955	144300	49,08	100,00
Orman	933056673	93306	31,73	64,66
Garig, maki	509939282	50994	17,34	35,34
ÇAYIR-MERA	426302561	42630	14,50	100,00
Mer'a	426302561	42630	14,50	100,00
YERLEŞİM	30853063	3085	1,05	100,00
Yerleşim	30853063	3085	1,05	100,00
DİĞER	67420597	6742	2,29	100,00
Baraj ve göller	6918423	692	0,24	10,26
Çıplak kayalık	55193103	5519	1,88	81,86
Sazlık bataklık, taşkın yatakları	5309071	531	0,18	7,87
TOPLAM	2940176449	294018	100,00%	
DENİZLİ TOPLAM ALAN	11682000000	1168200		
ÇÜRÜKSÜ ALAN YÜZDESİ	25,17%	25,17%		

4.1.8.2.5. Diğer Alanlar

Havzada diğer alanlar ise % 2,29'luk (6742 ha) bir alan kaplamaktadır (Tablo 16). Çalışmada bu başlık altında baraj ve göller, çıplak kayalık alanlar ve sazlık bataklık, taşkın yatakları yer almaktadır. Bunlar arasında çıplak kayalık alanlar ile sazlık bataklık, taşkın yatakları havzanın % 2,12'sini, baraj ve göller ise % 0,24'ünü kaplamaktadır. Havzada çıplak kayalık alanlar Akdağ ve Honaz Dağı'nın yüksek kesimlerinde ağaç yetiştirme sınırının üzerinde, sazlıklar ise Denizli-Sarayköy ovalarında taban suyu seviyesinin yüksek veya drenaj şartlarının kötü olduğu yerlerde görülmektedir (Şekil 38).



Şekil 38. Çürüksu Çayı Havzası'nın halihazır arazi kullanım durumu haritası

Bu araziler VIII. sınıf arazi niteliğinde olup, yaban hayatı ve rekreasyon alanları bakımından korunması ve değerlendirilmesi gereken önemli ekolojik alanlardır.

Havzada genel olarak jeomorfolojik birimlere uygun olarak arazi kullanımının gerçekleştiği söylenebilir. Havzada dağlık alanlar orman, plato ve yamaçlar çalılık ve ova alanları da tarım alanı şeklinde kullanılmaktadır. Dağların yüksek kesimlerinde ormanların varlığı buralardaki uygun iklim şartları ile bu alanların antropojenik etkilere uzak kalmasıyla ilgilidir. Plato ve yamaçlarda ise antropojenik etkinin artması ve iklim özelliklerinin değişmeye başlamasının sonucu olarak orman alanlarının yerini çalılık maki toplulukları almıştır. Yine buralarda kuru-sulu tarım ve hayvancılık yapılmaktadır. Havza tabanı ise verimli alanlar olması nedeniyle tarım alanı (sulu-kuru tarım, bağ) olarak kullanılmakta olup yoğun antropojenik etki altındadır. Havzada bu nedenle önemli çevre sorunlarının yaşandığı yerler, ova alanlarıdır.

Havzada son yıllarda yerleşim ve sanayi alanları II. sınıf tarım arazileri üzerinde geliştiği için son derece verimli tarım alanları parçalanmış, tarımsal üretim azalmıştır. Bunda Denizli şehrinde gelişen sanayiye bağlı ortaya çıkan gecekondulaşmanın etkisi büyüktür. Denizli şehrinde meydana gelen ve kentleşmenin neden olduğu tarım alanları kaybı 1987-2001 yılları arasında 3302 ha, 2001-2013 yılları arasında ise 1780 ha'dır. Tarım alanlarında en fazla azalma Merkezefendi Belediyesi sınırları içerisinde yaşanmış olup bu azalma gecekondulaşmanın arttığı mahallelerde görülmektedir (Aktepe Mah) (Nas, 2016).

Ayrıca havzada karayolu güzergâhı (üç ana ulaşım aksı olan Ankara, İzmir ve Antalya yolu) oviden ve tarıma uygun alanlardan geçmektedir. Bunun sonucunda söz konusu yolların çevresinde yeni yerleşim ve sanayi-ticaret alanları kurulmuştur. Tarım arazileri amaç dışı kullanımlar sonucunda azalmaya başlamıştır. Yine havzada açılan PAÜ ve turizm alanları nüfusun toplandığı yeni yerleşim merkezleri olmuştur. Tarım ve yerleşim alanlarında meydana gelen değişimleri dönemsel olarak incelediğimizde ise 1987-2001 yılları arasında kentsel alanlar % 133,7 artarken, tarım alanları ise % 29,7 azalmıştır. 2001-2013 yılları arasında ise kentsel alan % 26,7 ve tarım alanları da % 22,1 oranında artmıştır. Genel olarak baktığımızda ise tarım alanlarında 1987-2013 yılları arasında % 6 oranda azalma meydana geldiği görülmüştür (Nas, 2016).

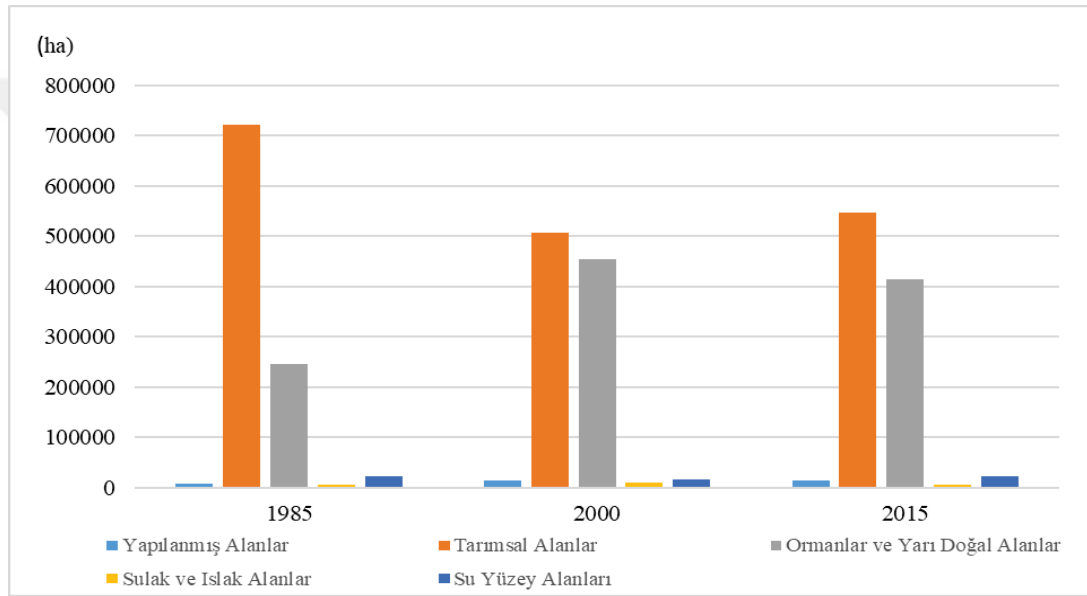
Denizli şehrinde 1985-2015 yılları arasında arazi kullanım durumundaki değişiklikleri göstermek amacıyla tablo 17 ve şekil 39 oluşturulmuştur.

Tablo 17

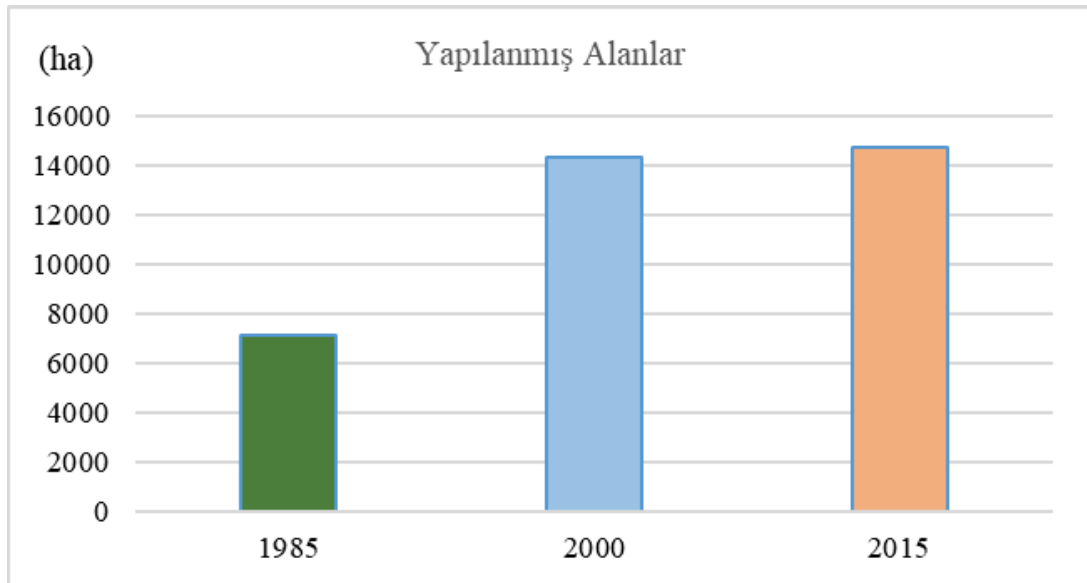
Denizli şehrinde 1985-2015 döneminde arazi kullanımındaki değişiklikler.

Birim	1985		2000		2015	
	Alan (ha)	(%)	Alan (ha)	(%)	Alan (ha)	(%)
Yapılanmış Alanlar	7141,53	0,71	14312,29	1,43	14736,81	1,47
Tarımsal Alanlar	722815,7	72,06	507370,6	50,58	547246,3	54,56
Ormanlar ve Yarı Doğal Alanlar	245425,4	24,47	455082,9	45,37	413610,2	41,24
Sulak ve Islak Alanlar	5318,64	0,53	10943,77	1,09	4825,11	0,48
Su Yüzey Alanları	22325,58	2,23	15317,77	1,53	22608,47	2,25

(Kaynak: Nas, 2016)

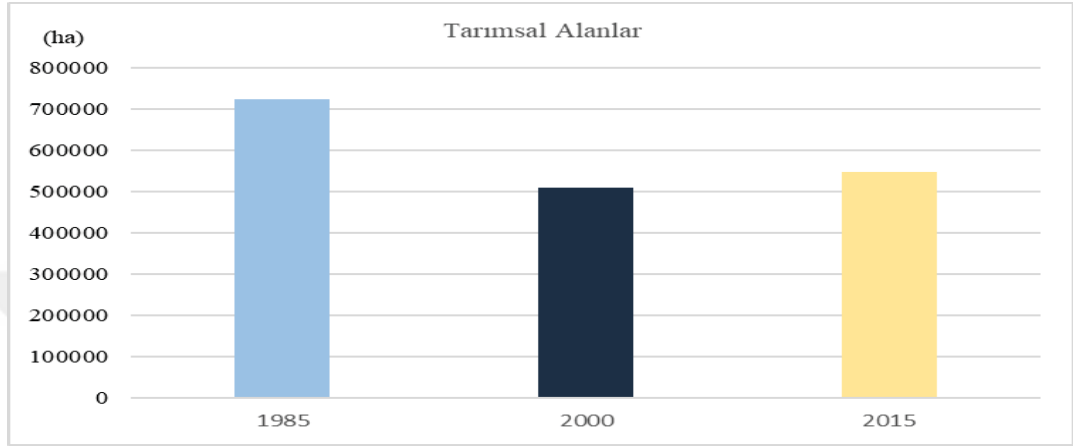


Şekil 39. Denizli şehrinde 1985-2015 döneminde arazi kullanımındaki değişiklikler.

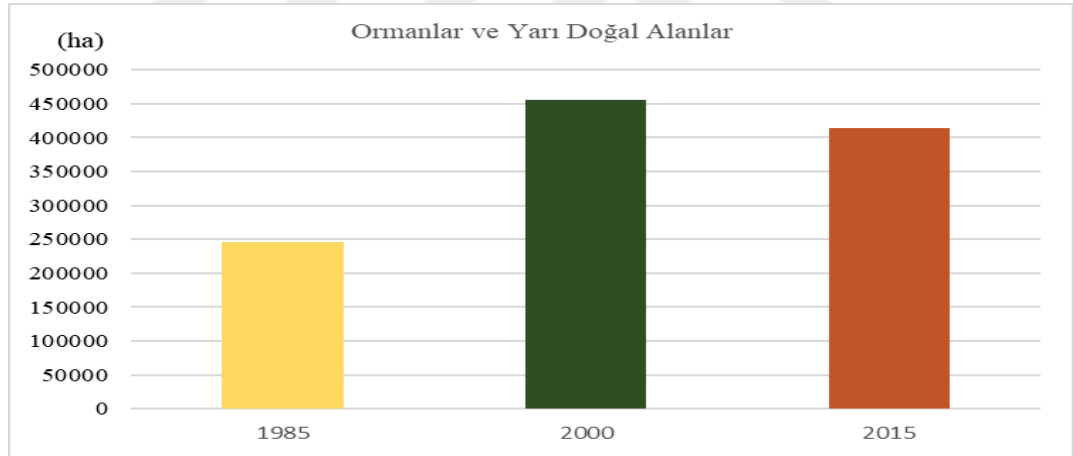


Şekil 40. Denizli şehrinde 1985-2015 döneminde yapılaşma alanlarının değişim durumu.

Denizli şehrinde yapılaşma alanlarının oranı 1985’den 2015’e kadar % 0,71’den % 1,47’ye artmıştır (Tablo 17, Şekil 40). Bu durum Denizli şehrinde 1980 sonrasında etkisi artan sanayileşme sürecine uygun olarak Denizli şehrine olan göçlerin artmasıyla ilgilidir (Nas, 2016).



Şekil 41. Denizli şehrinde 1985-2015 döneminde tarımsal alanların değişim durumu.



Şekil 42. Denizli şehrinde 1985-2015 döneminde ormanlar ve yarı yapılaşma alanlarının değişim durumu.

Sonuç olarak, yapılaşma alanlarında % 0,04, tarımsal alanlarda % 3,98, su yüzeylerinde % 0,72 oranında artış; buna karşılık ormanlar ve yarı doğal alanlarda % 4,13, sulak ve ıslak alanlarda % 0,61 oranında azalma görülmektedir.

Bu durum havzada verimli tarım alanlarının kaybı yanında yanlış kuruluş yeri seçimi nedeniyle çeşitli çevre sorunlarının meydana gelmesine yol açmaktadır. Bu çevre sorunları içerisinde hava kirliliği ilk sırada yer almaktadır. Araştırma alanının beşeri coğrafya

özelliklerinin incelendiği bölümde, arazi kullanımında meydana gelen değişikliklerin hava kirliliğine etkisi incelenmiştir.

4.2. ÇÜRÜKSU ÇAYI HAVZASI'NIN GENEL BEŞERİ- EKONOMİK COĞRAFYA ÖZELLİKLERİ VE HAVA KİRLİLİĞİ

Nüfus miktarı ve hareketleri ile plansız kentleşme hava kirliliğinin temel nedenini oluşturmaktadır. Bu temel nedenlerin yanında hava kirliliğine etki eden başka beşeri faktörler de vardır. Bunlar, ısınma, enerji ve ulaşım faaliyetleri ya da konut, sanayi ve taşıt-trafiktir. Buradan hareketle Çürüksu Çayı Havzası'nda hava kirliliğinin temel nedenini ve hava kirliliğine etki eden beşeri faktörleri tespit etmek amacıyla havzanın beşeri-ekonomik coğrafi özellikleri incelenmiştir.

4.2.1. Çürüksu Çayı Havzası'nda Hava Kirliliğinin Nedenleri

4.2.1.1. Nüfus Özellikleri

Nüfusun özellikleri (miktarı, nüfus hareketleri), hava kirliliğini etkileyen önemli bir faktördür. Nüfus özelliklerini ise büyük ölçüde o bölgedeki sanayi faaliyetleri etkilemektedir. Sanayinin artması ilk olarak iş imkânlarının artması anlamına geldiği için kırsal kesimde geçim sıkıntısı yaşayanlar, Türkiye genelinde olduğu gibi Denizli'de de şehir merkezine göç etmeye başlamıştır. Ekonomik nedenlerin yanında, şehir hayatının modern yanı, daha güvenli bir ortamda olma isteği, sağlık ve eğitim olanaklarının daha iyi olması bu süreci hızlandırmıştır. Nüfusun artması sonucunda konut, artan nüfusun istihdamı için yeni sanayi tesisi ve ulaşım ihtiyacı ortaya çıkmış ve bunlar daha fazla yakıt kullanılmasına neden olmuştur. Bunun sonucunda da hava kalitesi bozulmuş ve hava kirliliği meydana gelmiştir (Garipağaoğlu, 2014). Buradan hareketle Çürüksu Çayı Havzası'nın beşeri özelliklerinin hava kirliliği üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bu etkinin doğru bir şekilde ortaya konabilmesi için öncelikle havzanın 1927-2018 yılları arasındaki nüfus özellikleri incelenmiştir. Ancak Türkiye'de ilk nüfus sayımının yapıldığı 1927 yılında sadece Denizli şehrine ait veriler olduğu için havza nüfusu hesaplanamamıştır. Havzadaki en büyük yerleşim biriminin Denizli şehri olduğu düşünüldüğünde, bu verilerin havzayı temsil ettiği söylenebilir. Bu nedenle 1927-1975 yılları arasında Denizli merkez ilçenin nüfusu tablo 18'de verilmiştir.

Tablo 18

Denizli şehrinin 1927-1950 arasında nüfus miktarı (TÜİK, 1980).

Yıllar	Nüfus miktarı	Yıllar	Nüfus miktarı
1927	41816	1955	84965
1935	56234	1960	96826
1940	58274	1965	118744
1945	65424	1970	143362
1950	72935	1975	171521

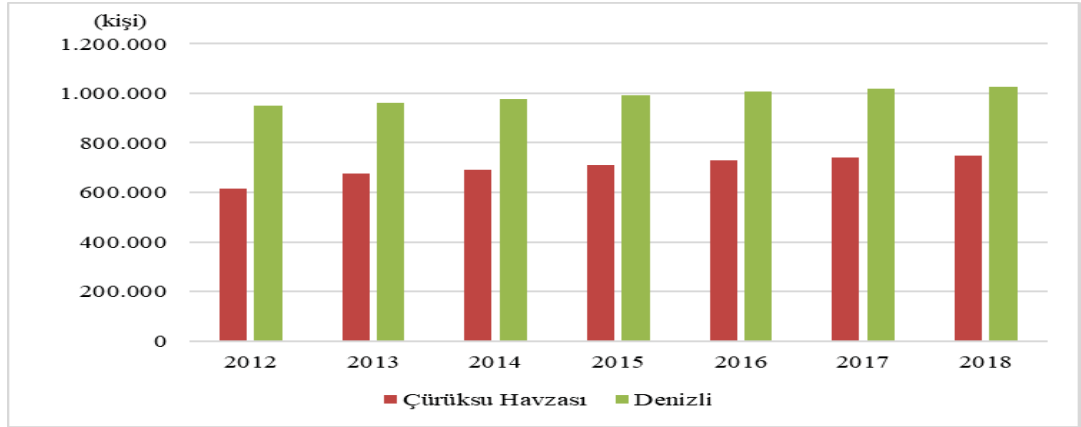
Türkiye’de ilk nüfus sayımının yapıldığı 1927’de Denizli merkez ilçenin toplam nüfusu 41,816 olup 15,787’si şehir merkezinde, geriye kalan 25,829’u merkez ilçeye bağlı köylerde yaşamaktadır. 1927’de şehir nüfusunun toplam nüfus içerisindeki oranı % 38, köy nüfusunun oranı % 62’dir.

Tablo 19

Çürüksu Çayı Havzası, Denizli ve Türkiye’nin nüfus miktarı

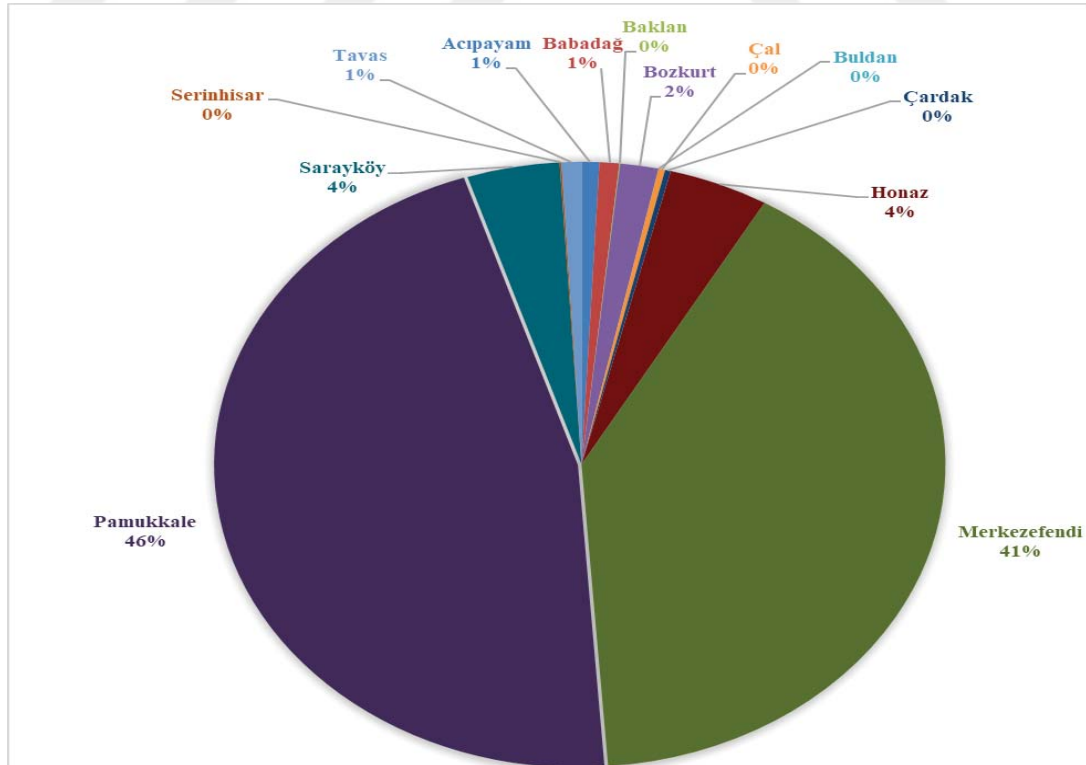
	Çürüksu Çayı Havzası	Denizli	Türkiye	Çürüksu/Denizli (%)
1980	231689	603338	44.736.957	38
1990	339819	750882	56.473.035	45
2000	460128	850029	67.803.927	54
2013	674.848	963.464	76.667.864	70
2014	692.023	978.700	77.695.904	71
2015	712.133	993.442	78.741.530	72
2016	730.379	1.005.687	79.814.871	73
2017	740.084	1.018.735	80.810.525	73
2018	750.000	1.027.782	82.003.882	73

Tablo 19 ve Şekil 43’de görüldüğü gibi Çürüksu Çayı Havzası’nda son 50 yıl içerisinde nüfus sürekli artış halindedir. 1980’de 231,689 kişi olan nüfus, 2018’de 750,000 kişiye yükselmiştir. Havza nüfusu son 40 yıl içerisinde yaklaşık olarak % 224 oranında artmıştır. Son 3 senede yani 2015-2018 yılları arasında ise nüfus sadece % 5,3 oranında artış göstermiştir (162,305 kişi). Havza, 1980’de Denizli nüfusunun % 38’ini barındırırken, 2018 yılında % 73’ünü barındırır hale gelmiştir. Bu ciddi artış, doğal nedenlerden daha çok şehir içi ve şehir dışından alınan göçlerle ilgilidir. 1980-1985’de Denizli şehrinde tekstil alanında yaşanan hızlı gelişmeler şehir nüfusunun artmasına neden olmuştur.



Şekil 43. Çürüksu Çayı Havzası ve Denizli ilinin yıllık nüfus miktarı değişimi (2012-2018).

Araştırma alanı sınırları içerisinde Merkezefendi, Pamukkale merkez ilçeleri ile Sarayköy, Babadağ, Honaz belediyeleri ve bu belediyelere bağlı mahallelerin tamamı; Buldan, Güney, Çal, Tavas, Serinhisar ve Acıpayam belediyelerine ait az sayıda mahalle bulunmaktadır. Havzada toplam 11 belediye ve 219 mahalle vardır. Denizli merkez ilçe belediyeleri olan Merkezefendi ve Pamukkale belediyeleri toplam nüfusun % 87'sini barındırmaktadır (TÜİK, 2018) (Şekil 44).



Şekil 44. Çürüksu Çayı Havzası'nda ilçelerin nüfus durumu (2013-2018) (TÜİK)

Çürüksu Çayı Havzası'nın nüfus artış hızı; 2013'e kadar çok yüksek olup daha sonraki dönemlerde düşmeye başlamıştır. Ancak bu düşüşe rağmen havzanın nüfus artış hızı 2013-2018 yılları arasında Türkiye ve Denizli ilinin çok üstündedir. 2018'e gelindiğinde havzadaki nüfus artış hızının (% 1,34), Denizli il genelinden yüksek olmasına rağmen Türkiye nüfus artış oranından düşük olduğu görülmektedir (Tablo 20).

Tablo 20

Çürüksu Çayı Havzası, Denizli ve Türkiye'nin yıllık nüfus artış oranı (%).

Nüfus Artış Hızları (%)	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Çürüksu Çayı Havzası	9,63	2,55	2,91	2,56	1,33	1,34
Denizli	1,36	1,58	1,51	1,23	1,30	0,89
Türkiye	1,38	1,34	1,35	1,36	1,25	1,48

Çürüksu Çayı Havzası'nda özellikle Denizli şehrinde yaşanan nüfus artışı yoğun bir insan baskısı anlamına gelmektedir. Nüfustaki bu hızlı büyüme konut açığına neden olarak, hızlı ve plansız kentleşmeye, kaçak yapılaşmanın artmasına ve dolayısıyla hava kirliliği gibi çevre sorunlarının ortaya çıkmasına yol açmaktadır. Artan nüfus aynı zamanda taşıt sayısının da artması anlamına gelmektedir. Bu da kullanılan yakıt miktarının artmasına ve havaya çok miktarda zehirli gazın salınmasına neden olmaktadır.

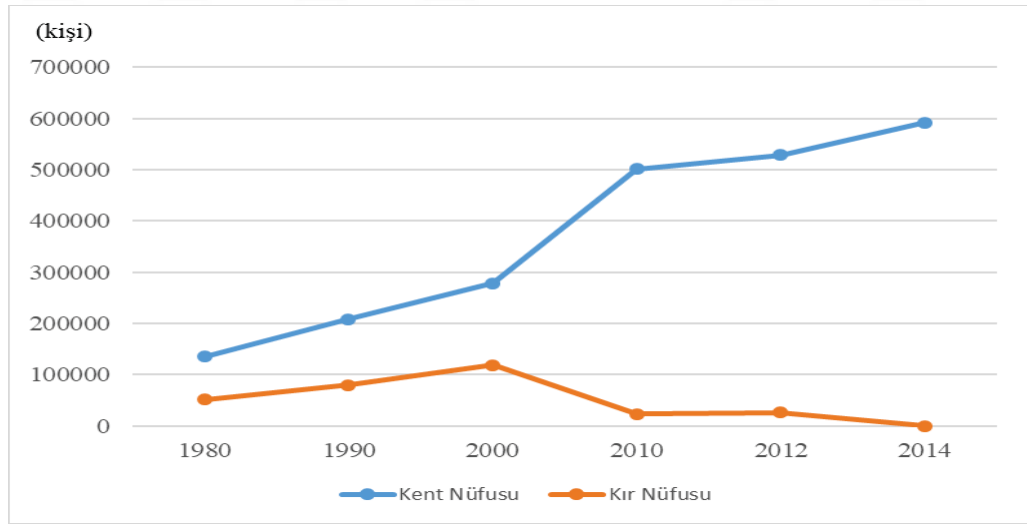
Nüfusla ilgili diğer önemli konu da nüfusun yoğunluğudur. Nüfus yoğunluğu, bir bölge nüfusunun yüzölçümüne oranıdır. Yani m^2 ya da km^2 'ye düşen nüfus demektir (Doğanay, 1997). Çürüksu Çayı Havzası 2769 km^2 alan kaplamaktadır. Havzanın aritmetik nüfus yoğunluğu 1980 yılında 84 iken, 2018'de 271 kişiye yükselmiştir (Tablo 21). Bu oran sadece Denizli'nin değil Türkiye ortalamasının da çok üzerindedir. Söz konusu durum havzada nüfusun doğal ortam üzerindeki baskısını göstermesi açısından önemlidir. Nüfusun yoğunluğu aynı zamanda konut ve iş yerleri ile taşıt sayısının da yoğunluğu anlamına gelmektedir. Bunun sonucunda havzada özellikle nüfusun yoğun olduğu bölgelerde kullanılan yakıt miktarı arttığı için sözü edilen yakıtlardan havaya karışan zehirli gaz miktarı ve yoğunluğu da artmaktadır. Havzada hava kalitesi ölçümü yapan iki istasyondan konut ve ticarethanelerin yoğun olduğu Bayramyeri Mahallesi'nde bulunan Denizli 1 istasyonunda hava kirletici değerleri, şehir merkezinden uzakta olan ikinci istasyona göre daha yüksektir. Bunda nüfus yoğunluğunun payı oldukça fazladır.

Tablo 21

Çürüksu Çayı Havzası, Denizli ve Türkiye'nin aritmetik nüfus yoğunluğu (1980-2018).

Yıllar	1980	2010	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Yüzölçüm (km ²)
Çürüksu Çayı Havzası	84	212	244	250	257	264	267	271	2769
Denizli	51	79	81	82	84	85	86	87	11868
Türkiye			98	99	100	102	103	107	783562

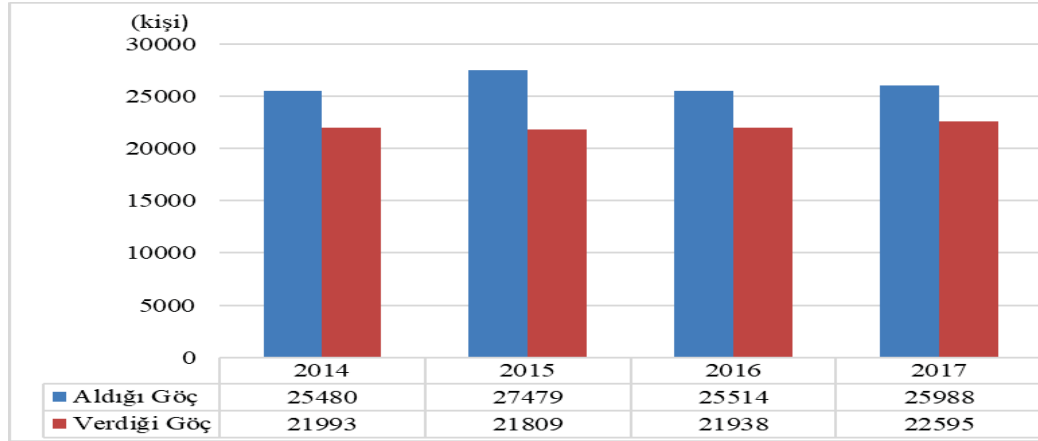
Nüfusla ilgili bir diğer önemli unsur da kentleşme, kent-kır nüfusedir. Denizli 1950'li yıllarda köy görüntüsünde küçük bir kasaba iken 1980'lerden sonra sanayileşmeyle birlikte kent görünümüne sahip olmuştur. Denizli'de 1980 yılından itibaren kırsal nüfusun hızla azaldığı, özellikle 2000'li yıllarda kır-kent nüfusu arasındaki farkın daha da açıldığı yeni bir dönem başlamıştır (Şekil 45). Bunda il içinden ve dışından yapılan göçlerin etkisi büyüktür. Ancak 2012'de değişen büyükşehir yasası sonucunda aslında kırsal olan çoğu yerleşim birimi Denizli'nin mahallesi haline dönüşmüştür. Söz konusu tarihten Denizli'nin büyükşehir olması nedeniyle kır kent nüfus ayrımı yapılamamakta, nüfusun tamamı kentli olarak kabul edilmektedir (TÜİK, 2018).



Şekil 45. Çürüksu Çayı Havzası'nda kırsal-kentsel nüfusun 1980-2018 yılları arasındaki durumu (TÜİK, 2018).

Çürüksu Çayı Havzası'nda nüfus artışında etkili olan bir diğer faktör de göçlerdir. Denizli şehri sanayileşme özellikle tekstil sektöründeki gelişmelere bağlı olarak il içinden ve dışından çok miktarda göç almıştır (Erarı, 1999). Denizli 1980'e kadar çok az göç alan ama çok fazla göç veren buna bağlı olarak net göç oranı hep negatif olan bir yerdi. 1950'de % 8,44,

1970’de % 17,55 göç verme oranına sahip olan şehirde, 1970’den sonra verdiği göç fazla olmasına rağmen göç verme artış hızı yavaşlamıştır. Ayrıca Denizli yurt içine verdiği göçlerin yanında 1960’da Almanya’ya çalışmak amacıyla çok sayıda işçi göndermiştir. Denizli’nin aldığı göç oranı ise 1950’de % 2,55, 1985’de % 12,2 olmuştur. 1975-1980 döneminde -3093 olan net göç miktarı, 1980-1985 döneminde 2108’e yükselerek, net göç alma oranı % 0 3,49 olmuştur. 1980 döneminde Türkiye genelinde olduğu gibi Denizli’de de şehir nüfusu artmış ve Denizli’de ilk kez net göç oranı pozitif dönüşmüştür. Denizli göç veren bir il konumundan göç alan bir il konumuna geçmiştir (Akgün, 2000). Araştırma kapsamında Çürüksu Çayı Havzası’nın 2014-2018 dönemindeki göç durumu ise şöyledir. Çürüksu Çayı Havzası’nın 2014’de aldığı göç 25.480 kişi, verdiği göç ise 21.993 kişi olup bu oran 2017’de de fazla değişmemiştir. Havzanın aldığı göç her zaman verdiği göçten daha fazla olmuştur (Şekil 46). Havza 2017’de en fazla göçü İzmir (2524 kişi), İstanbul (2211 kişi), Aydın (2122 kişi) ve Afyonkarahisar’dan (1771 kişi) almıştır. Havzaya göç edenler en fazla Merkezefendi (1353 kişi) ve Pamukkale belediyelerine (681 kişi) yerleşmişlerdir. Bunda iş imkanlarının fazla olması etkili olmuştur. Buralarda nüfusun yoğunlaşması ise hava kirliliğinin meydana gelmesine neden olmaktadır. Havzanın verdiği göç durumu ise şöyledir; 2017’de en fazla göç verdiği il İzmir’dir (2519 kişi). Bunu İstanbul (2317 kişi), Aydın (1810 kişi) ve Antalya (1312 kişi) illeri takip etmektedir. Havzanın aldığı ve verdiği göçler İstanbul hariç yakın komşu illerle olmuştur. İzmir, havzanın hem en fazla göç aldığı hem de en fazla göç verdiği bir ildir. Çürüksu Çayı Havzası, Türkiye’nin hemen her yerinden göç almıştır. Denizli’de doğan Denizlililerin oranı ise her geçen yıl azalmaktadır (TÜİK, 2018). Bu durum dışarıdan alınan göçlerin bir sonucu olup şehir karmaşık bir nüfus özelliği göstermektedir. Günümüzde Denizli’nin yerli halkı artık yok denecek kadar azdır. Denizli’ye göç eden nüfusun % 50’den fazlasını erkekler oluşturmakta olup bu durum göçlerin çalışma amacıyla yapıldığını göstermesi açısından önemlidir.



Şekil 46. Çürüksu Çayı Havzası'nın aldığı ve verdiği göç miktarı (2014-2017), (TÜİK, 2018).

Havzanın nüfus özellikleri yanında hava kirliliğini etkileyen bir diğer faktör de şehirleşmedir. Bu nedenle bir bölgenin hava kirliliği sorunu incelenirken, bölgenin nüfus ve şehirleşme durumu da araştırılmalıdır.

4.2.1.2. Şehirleşme

Türkiye’de hava kirliliğinin nedenleri arasında plansız şehirleşme ilk sıralarda yer almaktadır. Özellikle hızlı sanayileşen bölgelerde, şehir planlarının olmayışı ya da yetersiz kalması sonucunda yeni konut ve sanayi tesislerinin gelişi güzel istenilen yerlere yapılması hava kirliliği başta olmak üzere bir takım çevre sorunlarına yol açmıştır. Hızlı nüfus artışına, plansız şehirleşme de eklendiğinde hava kirliliğinin etkisi daha da artmaktadır (Garipağaoğlu, 2000). Araştırma alanında şehirleşmenin hava kirliliği üzerindeki etkisine geçmeden önce Çürüksu Çayı Havzası’nın yerleşme ve şehirleşme tarihinden bahsedilmiştir. Büyük Menderes ve Çürüksu nehirleri ile Lykos (Çürüksu) Vadisi, bölgenin yerleşme tarihine 2000 yılı aşkın bir süredir yaşam kaynağı olmuştur. Havzanın tarihsel kökeni, Anadolu’nun Roma egemenliğinde olduğu Lycos (Çürüksu) Vadisi’nde Suriye Kralı II. Antiochus’un (M.Ö.261-253) karısı Laodicia adına kurduğu ve yine aynı isimle anılan Laodicia (Laodikya) kentine dayanmaktadır. Laodikya, bugünkü Denizli şehrinin yaklaşık olarak 6 km kuzeyinde bulunmaktadır. Anadolu’nun Helenistik dönemi devletlerinden Bergama Krallığı’nca M.Ö. 190 yılında kurulan Hierapolis kenti de buradadır. Elde edilen bulgular her iki kentin de döneminin önemli ticaret merkezleri olduğu, özellikle tekstil üretiminde söz sahibi olduklarını göstermektedir. Denizli şehrinin tekstil geçmişi 2300 yıl öncesine dayanmaktadır. Bu kentler ticaret merkezi olmaları yanında Roma ve Bizans döneminin Batı Anadolu’daki en önemli dinsel merkezleridir. Ancak yaşanan büyük depremler ve 11. yüzyılda başlayan Türk fetihleri sonucunda bu özelliklerini kaybettikleri görülmektedir. 13. yüzyılın başlarında Türkler

fethettiklerinde Bizans kenti Laodikya kentsel fonksiyonlarını yitirmiş, terk edilmiş ve harabeye dönüşmüştür. Bu nedenle Türkler şehri yaklaşık olarak 6 km kuzeyde, savunmanın daha kolay olacağı aynı zamanda zengin su kaynaklarına sahip olan bugünkü Kaleiçi bölgesinde kurmuşlardır. Bugünkü Denizli çevresinde domuzların çok olması nedeniyle önce Tonguzlu, Tonuzlu, Donguzlug gibi isimler kullanılmıştır (Baykara, 1989). Daha sonra Selçuklu kayıtlarında Laodikya adının Türkçeleştirilmesi sonucunda Ladik veya Lazikîyye olarak ismi değiştirilmesine rağmen Tonguzlug da kullanılmaya devam edilmiştir. 15 ve 16. yüzyılda Tonuzlu, 1700'lü yıllara gelindiğinde ise sadece "Denizli" ismi kullanılmaya başlanmıştır (Baykara, 1969; Gökçe, 2000; Coşkun, 2007). Denizli şehri Selçuklu Türkleri tarafından kurulmuş bir Türk kenti olup askeri bir üs olmasının yanında aynı zamanda Ahilik merkezidir. Seyyahların kayıtlarına göre o dönemde Denizli ve çevresi bağcılık, dokumacılık, nar ve nar şarabıyla önde olması yanında bilim ve sanat merkezidir. Denizli 13. yüzyıl sonu ile 15. yüzyıl başı arasında Sahip Ataoğulları, Germiyanogulları, İnançoğulları beyliklerinin hem yönetim merkezi hem de üretim ve zanaat faaliyetlerinde önemli bir dokumacılık merkezi olmuştur. Denizli kumaş üretimi ve dokumacılıkta önde olduğu için o dönemin bayrak ve devlet erkânının kıyafetleri de burda üretilmiştir (Coşkun, 2007; Özkan, 2010). Bu dönemde Denizli şehri kale-kent yapısında olup Ulucami ve Ahi tekkelerinin kale surları dışında inşa edilmesiyle şehir kısmen sur dışında gelişmeye başlamıştır (Özkan, 2010) (Şekil 47).

Şehrin 13.ve 15. yüzyıl arasında sahip olduğu kimliği 20. yüzyıla kadar etkisini devam ettirmiştir (Kodal, 2007) Osmanlı döneminde şehire ait kayıtlar ise Evliya Çelebi'nin 17. yüzyıl sonunda kenti ziyaret etmesi sonucundaki gözlemlerine dayanmaktadır. Denizli şehri Osmanlı Döneminde de Kaleiçinde cami-bedesten-imaret şeklinde örgütlenmiştir (Coşkun, 2007). 19. yüzyılda ise Osmanlı Devleti'nin yerel yönetimlerde gerçekleştirdiği reformlar sonucunda Denizli'de 1876'da belediye kurulmuş, Denizli 1883'de Aydın'a bağlı sancak ve 1910 yılında mutasarrıflık olmuştur (Akgün, 2000). 1920 yılında ise Denizli, Türkiye Büyük Millet Meclisi (TBMM) kararıyla Aydın'dan ayrılarak bağımsız bir sancak olmuştur. Denizli, 1921'de TBMM'nin sancak ve liva idarelerini kaldırması sonrasında 1923'de il olmuştur. Denizli 20. yüzyılda Osmanlı İmparatorluğu'nun işgal edilmesiyle birlikte Milli Mücadele'ye katılmış ve bu yolda büyük katkı sağlamıştır (Kodal, 2007, 2009).



Şekil 47. Denizli şehrinin Bizans, Selçuklu ve Osmanlı dönemlerindeki kentsel gelişimi (Özkan, 2010)

Denizli'nin yerleşim tarihi açısından Kaleiçi, ilk çekim merkezidir. Konut ve iş yerleri burada toplanmış durumdadır. 19. yüzyılın sonlarında İngilizlerin yaptığı İzmir-Aydın demiryolunun Denizli'ye ulaşması ve istasyon binasının yapılmasından sonra Kaleiçi dışında istasyon bölgesi de ayrı bir çekim merkezi olmuştur (İnceoğlu, 1989). Bu demiryolu Denizli şehrinin hem mekansal hem de işlevsellik bakımından gelişimine katkı sağlamıştır (Özkan, 2010). Denizli şehrinin yerleşimi cumhuriyetin ilk yıllarında da tarihi Kaleiçi ve çevresinde yoğunlaşmıştır. Savaş, deprem ve yangın gibi büyük olaylar yaşayan Denizli şehrinde Cumhuriyet döneminde ekonomik koşulların yetersiz olması nedeniyle fiziki yapıda olumlu değişiklikler olamamıştır. 1931'de Denizli'ye gelen Atatürk şehri "kent büyükçe bir köy gibiydi" sözleriyle anlatmıştır (Kodal, 2003). O dönemde Denizli'de halkın geçim kaynağı tarım ve dokumacılık olup, Denizli çoğunluğu kerpiçten yapılmış kiremit damlı, tek katlı, bahçeli evlerden oluşan, yolları dar ve eğri büğrü olan bir yerdir (Alptekin, 1989). Delikliçınar ve Bayramyeri en önemli yerleşim yerleridir. Su kaynakları ve yeşillik açısından çok zengin olan şehirde 1927'den sonra yeni binalar yapılmaya başlanmıştır. Cumhuriyetin ilk yıllarında kurulmaya başlanan fabrikalar şehrin fiziki görüntüsünün değişmesine neden olmuştur. Şehrin gelişimini olumsuz yönde etkileyen bataklıkların önemli bir kısmı bu dönemde kurutulmuştur. Bu gelişmelere rağmen, dönemin ağır ekonomik koşulları, şehrin yaşadığı olumsuz olaylar ile şehrin imar planlarının olmayışı şehrin gelişimini olumsuz etkilemiştir. Ancak Denizli şehrinin Ege, Akdeniz ve İç Anadolu bölgeleri arasındaki stratejik konumu ve demiryolunun varlığı şehrin gelişme sürecine girmesini sağlamıştır (Coşkun, 2007).

Türkiye'de endüstrileşme ve şehirleşme 1950'den sonra hızla artmıştır (Karabulut, 1986; Erman, 2001). Denizli'de de aynı durum söz konusudur. Denizli şehrinde 1950'li

yıllarda yaşanmaya başlanan ekonomik gelişmeler ve nüfusun hızla artması kentin büyümesini sağlamıştır. Bu dönemde başlayan ekonomik canlanma sonucunda tarım toplumundan sanayi toplumuna doğru bir geçiş söz konusudur. Sümerbank İplik Fabrikası'nın kurulması ve bu fabrika için gerekli enerjinin hidrolik enerjiden sağlanması şehirde sanayinin gelişmesinde büyük katkı sağlamıştır. 1950'de cadde ve binalar düzenlenmiş, İstiklal, Saltak, Hastane Caddesi'nde büyük binalar inşa edilmeye başlanmıştır (Sarıkaya, 1963). Bu dönemin en önemli olayı 1955 yılında Denizli-İzmir Karayolu'nun açılması olup, böylece İzmir'le kurulan ilişkiler toplumsal yaşama yeni bir boyut kazandırmıştır. Şehirlerin gelişiminde karayollarının çok büyük katkısı vardır. Denizli'de de zamanla İzmir Karayolu'nun çekimi ile yerleşim kuzeybatıya doğru gelişmeye başlamıştır. 1958'de şehirde elektrikliğin yaygın olarak kullanılması sonucunda küçük sanayi faaliyetleri canlanmıştır. Bu olaylar sonunda kırdan başlayan göçler hızlanmıştır (KOSGEB, 2005; Akgün, 2000). Bu dönemde hızlı nüfus artışı sonucunda Denizli şehrinde apartmanlaşma süresi başlamış, eski evler yıkılmış, ağaçlar kesilmiş ve yollar genişletilmiştir. Denizli 1934-1960 arasında tamamen plansız bir şekilde büyümüştür. Bunlar Denizli'nin mekansal gelişimiyle ilgili sorunların temelini oluşturmuştur.

1960'lı yıllarda Denizli'den Almanya'ya çalışmak için çok sayıda işçi gitmiştir. Bu işçiler Denizli'de sosyal ve ekonomik hayatın değişmesini sağlamıştır. Bölgede sanayi artmış, özellikle dokumacılık halk arasında yoğun bir şekilde yapılmaya başlanmıştır (Akgün, 2000).

Denizli'nin 1950'lerde başlayan sanayileşme sürecinde, 1973-1981 yılları arasında "Kalkınmada Öncelikli Yörelere" (KÖY) kapsamına alınması çok etkili olmuştur. Buna bağlı olarak özel sektörün devletten aldığı teşviklerle sanayileşme desteklenmiştir. Sanayileşmenin başladığı 1960'lı yıllar Denizli şehri için önemli bir dönem olup 1964'te Nazım imar planı onaylanmıştır (Mutluer, 2003; KOSGEB, 2005). Sanayileşmenin ve ihracatın artmasıyla, karayolları üzerinde çok sayıda fabrika açılmış, iş imkanlarının artmasıyla kente olan göçler daha da artmıştır. Bu dönemde nüfus artışına paralel olarak mevcut konut alanlarının yetersiz kalması nedeniyle kentte konut ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Bu nedenle hızlı bir betonlaşma süreci başlamış, katlı binalar yapılmış ve rant kaygıları nedeniyle çarpık bir kentleşme ortaya çıkmıştır. Konut sayısının artmasıyla sanayi tesislerinin şehir içinde kalması ayrı bir soruna dönüşmüştür. Ayrıca hızlı şehirleşme sonucunda Denizli şehrinde kentin tarihsel ve kültürel miras değerleri korunamamış, yıktırılmış ve Denizli şehrinin kentsel geçmişi geri dönüşü olmayacak şekilde kaybedilmiştir (Özkan, 2010). Bu yıkılan binaların yerine yapılan binalar ise çok katlı ve bitişik nizam yapılmıştır. Denizli şehri plansız şehirleşmenin yanında topoğrafik özelliklerin de etkisiyle dikey yönde büyümeye başlamıştır. Bayramyeri, İstiklal, Saltak, Hastane Caddesi, Üçgen nüfusun fazla ve konutların yoğun

olduğu yerlerdir. Ticaret ve alış veriş yerleri buralarda toplanmış durumdadır. Ayrıca şehrin merkezi olan bu mahalleler havza tabanında oldukça alçak sahalardır. Tüm bu beşeri ve fiziki özellikler sözü edilen mahallelerde hava kirliliğinin yoğun olarak yaşanmasında etkili olmuştur. Ayrıca Denizli dikey büyümenin yanında yeni açılan mahalleleriyle yatay yönde de büyümeye devam etmiştir.

Denizli'nin şehirleşmesinde insan ve faaliyetlerinin yanında doğal olayların da etkisi çok büyüktür. Denizli şehirleşmesini etkileyen en önemli doğal olay depremlerdir. Çünkü Denizli 1. derece deprem kuşağı üzerinde bulunmaktadır. Bölgede tarih boyunca çok ciddi depremler yaşanmıştır. Bunlar arasında 1976'da meydana gelen deprem özellikle kentin kuzeydoğusundaki yerleşimlere zarar vermiştir. Bu deprem sonrasında kentin batı kısmında Afet Evleri bölgesi yerleşime açılmıştır. Bu açıdan 1976 depremi Denizli için kent planlaması açısından ikinci kırılma noktasıdır (Coşkun, 2007).

Denizli şehrinin ilk planlama çalışmaları (1960) ile birlikte kentte konut gelişimi fabrikaların da yoğunlaştığı İzmir, Ankara, Tavas karayollarına uygun olarak gerçekleşmiştir. Denizli şehri batısında Denizli-İzmir, doğusunda Denizli-Ankara yönünde yatay olarak genişlemeye yani ana ulaşım hatları boyunca yoğunlaşmaya başlamıştır. Batı ve güney yönünde yerleşmeler artarken, sanayi tesisleri doğu ve batı yönünde gelişmektedir. Ancak şehrin geliştiği bu araziler birinci sınıf tarım toprakları olup, buralarda pamuk başta olmak üzere ekonomik getirisi yüksek ürünler yetiştirilmektedir. Daha sonraki süreçte kent Tavas-Acıpayam yönünde yine vadinin en verimli tarım alanları üzerinde gelişmeye devam etmiştir. Denizli şehrinin mevcut imar planlarının yetersiz olması nedeniyle tarımsal araziler plansız ve kontrolsüz bir şekilde kentleşme alanına dönüşmüştür (Pilevne, 1999). Bu durum verimli tarım arazilerinin kaybı yanında arazilerin yanlış kullanılması sonucunda hava kirliliğinin artmasına da neden olmuştur.

Denizli'nin sanayileşme sürecinde Türkiye genelinde olduğu gibi Denizli şehrinde de şehirleşme açısından büyük bir sorun olan gecekondulaşma sorunu ortaya çıkmıştır. Kent çevresinde kalan arazilerin ucuz olması nedeniyle sanayi tesisleri buralarda yoğunlaşmıştır. Sanayi tesisleri çevresinde de geçim sıkıntısı çeken halk konut ihtiyacını karşılamak için, kira bedellerinin yüksek olması nedeniyle devlete ya da özel mülkiyete ait arsalar üzerinde yasal olmayan bir şekilde kendi konutlarını üretmeye başlamıştır. Denizli sanayi alanları çevresindeki yapılaşmada 1987-2001 döneminde % 166, 2001-2013 döneminde ise % 21 oranında artış meydana gelmiştir (Nas, 2016). Kısa sürede yapılan bu konutlar basit barakalar şeklinde ve yaşam koşulları bakımından oldukça yetersizdir. Bu yapılar ilk olarak şehrin giriş kısmında yoğunlaşmış ve şehrin görüntüsünün bozulmasına neden olmuştur. Bu dönemde

imar planlarının olmayışı nedeniyle gecekondu hızla artmaya başlamıştır. Durum böyleyken Denizli'nin 1/5000-1/1000 ölçekli imar planları ancak 1978–1988 yılları arasında yapılmıştır (Coşkun, 2007; Kara, 2010). Şehre yeni göç eden aileler genellikle şehrin girişinde ve hemşehrilerinin bulundukları yerlere yerleştikleri için şehrin kenar mahallelerinde kent kültüründen kopuk, kente tamamen yabancı kalmışlardır. Türkiye'nin çabuk modernleşme kaygısı sonucunda arada kalmış insanlar ortaya çıkmıştır. Denizli, kültür olarak tam şehirleşemeyen 'şehirler'dendir (İnan, 2017). Denizli'nin kuzeydoğusunda Ankara Karayolu üzerinde bulunan Sevindik, Dokuzkavaklar, Karşıyaka, Fatih, Esentepe, Bakırlı ve Eskihişar alt gelir gruplarının oturduğu gecekondu mahalleleridir (Kara, 2010). Gecekondularda ısınma amacıyla kömür yanında farklı ucuz yakıtların fazla kullanılması ve binaların korunaklı olmaması nedeniyle o bölgelerde hava kalitesi bozulmuştur.

Günümüzde Türkiye genelinde olduğu gibi gecekondulaşmanın önlenmesi için Denizli'de de "kentsel dönüşüm projeleri" yapılmaktadır (Kara, 2010; Özkan 2010). Bu projeler ile şehrin görüntüsünün değişmesi ve planlı bir şehirleşme hedeflenmektedir.

Denizli'de şehirleşmeyi etkileyen bir diğer faktör de; sanayileşme sürecinde üst gelir gruplarına ait yerleşim alanlarının kent merkezinde sanayi ve konut sahalarının arasında kalması sonucunda bu grubun buraları terk edip çevredeki kırsal yerleşim yerlerine taşınmasıdır. Onların boşalttıkları bu alanlara daha alt gelir grubu yerleşmiş ve böylece konut alanlarının kentin farklı bölgelerine yayılması nedeniyle mekânın kullanımında farklılıklar ortaya çıkmıştır (Pilevne, 1999; Yavuzçehre Savaş, 2011). Merkezde ve çevresinde yoğunluğun fazla olduğu kentte, merkezden uzaklaştıkça konut yoğunluğu azalmaktadır. Kent merkezinden kaçan üst gelir grubu kentin güney kısmında gelir düzeyi düşük kesimin yanına yerleşmiştir. Örneğin 1980'li yıllarda nüfusları daha az olan Bağbaşı, Tekkeköy, Şirinköy, Servergazi'nin 2000 yılı ile nüfusları çok artmıştır. Bu yeni yerleşim yerleri merkez mahallelere göre daha yüksekte olan yerlerdir. Bu durum hava kalitesini de etkilemektedir. Buralarda, yüksekliğin az, nüfus ve konut-sanayi-ticaret merkezlerinin yoğun olduğu yerlere göre daha az hava kirliliği görülmektedir. Ayrıca Denizli'de konut alanlarının geliştiği güney-güneybatı yönler tarım için uygun olmayan araziler olduğu için bu durum arazi kullanımı açısından olumludur.

Denizli şehrinde ayrıca 1980 ve 1990'larda orta gelir grubu için kentin çevresinde (Atakent ve Yenişehir Mahalleleri gibi) uydu kentler inşa edilmiştir. Fakat bu semtler günümüzde şehirle bütünleşmiş durumdadır (Yavuzçehre Savaş, 2011).

Denizli şehrinde sanayi faaliyetlerinin yanında, kaplıca ve özellikle Pamukkale-doğa turizminin gelişmesi ile Pamukkale Üniversitesi'nin kurulması (1992 yılında) şehirleşme

sürecinde etkili olmuştur. Pamukkale Üniversitesi'nin kurulduğu Denizli-Antalya yolu bundan sonraki süreçte yerleşmenin yoğun olduğu bir bölgeye dönüşmüştür (Kınıklı, Kayhan, Zeytinköy, Bağbaşı).

Denizli şehrinde 2000 yılı sonrasında da ekonomik yapıdaki değişiklikler kentsel alanda yapılaşmanın hızlı bir şekilde artmasına neden olmuştur. Denizli şehrinde bu dönemde hem kurumsal, toplumsal hem de fiziksel açıdan önemli değişiklikler yaşanmıştır. Denizli, kurumsal yapısındaki değişikliklerle Büyükşehir Belediyesi haline gelmiştir. Bunun sonucunda önemli kentsel değişim ve gelişim yaşanmaktadır. Denizli kentsel gelişimi 1987-2000 yılları arasında 2,45 kat büyürken, 2000-2013 yılları arasında 2,63 kat ve 1987-2013 yılları arasında 6,48 kat büyümüştür (Zengin, 2017). Bu hızlı büyümeye karşılık kentsel planlamaların yetersiz kalması Türkiye genelinde olduğu gibi Denizli şehrinde de çarpık kentleşme ve beraberinde hava kirliliği başta olmak üzere pek çok çevre sorununun meydana gelmesine neden olmuştur.

Hava kirliliğinin nedeni olan nüfus artışı ve şehirleşme yanında hava kirliliğine etki eden başka faktörler de vardır. Bunlar; konut sayısı, ısınma durumu, yakıtın özellikleri, sanayi tesislerinin durumu ve taşıtlardır (Müezzinoğlu, 1987; Goncaloğlu, 2001). Havzada bu beşeri faktörler ve hava kirliliğiyle olan ilişkisi aşağıda irdelenmiştir.

4.2.2. Çürüksu Çayı Havzası'nda Hava Kirliliğine Etki Eden Beşeri Faktörler

4.2.2.1. Konut Sayısı, Isınma Ve Yakıt Durumu

Araştırma alanında nüfusun hızlı artışı sonucunda konut sayısı da hızla artmıştır. Çünkü insanların en önemli ihtiyacı barınma ihtiyacıdır. İnsanların barınma ihtiyacını giderdikten sonraki ihtiyacı ise ısınma ihtiyacıdır. İnsanlar ancak belirli sıcaklıklarda yaşayabildiği için, kış mevsiminde (soğuk dönemde) sıcaklık değerlerinin düşmesine bağlı olarak ısınma gereksinimi duymaktadır. Isınma ihtiyacını ise çeşitli yakıtları, farklı yakma teknik ve yöntemleri kullanarak gidermektedir. Konut sayısının hava kirliliğiyle ilişkisi ise konut sayısının yani ısıtılacak alanın artmasına bağlı olarak, daha fazla yakıt kullanımı sonucunda ortaya çıkmaktadır. Bu da havaya karışan zehirli gaz miktarının artması anlamına gelmektedir (Özdemir ve Boyraz, 2002; Evyapan, 2008; Çakır Sümer, 2014). Buradan hareketle Çürüksu Çayı Havzası'nda 2010-2017 yılları arasında konut sayıları incelenmiştir. Havzada bu süreçte konut sayısının sürekli arttığı görülmektedir. Denizli şehrinde 2010'da 226,680 adet olan konut sayısı 2017'de 270.000 adedi geçmiştir. Bu artış Honaz ve Sarayköy ilçelerinde de görülmektedir (Tablo 22). Söz konusu çerçevede havzada artan konut sayısının hava kirliliğini etkileyen bir faktör olduğu söylenebilir.

Tablo 22

Çürüksu Çayı Havzası 'nda konut sayısı (2010-2017)

İLÇE ADI	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Honaz	10805	10845	11267	11693	11924	12048	12244	12573
Sarayköy	12684	12816	13139	13330	13552	13826	14253	14574
Merkez	226680	227196	235115	238415				
Pamukkale					138387	141832	144902	149017
Merkezefendi					110695	113134	115966	120737

Konutların sayısı yanında konutların ısıtılmasında kullanılan yakıtın özellikleri de çok önemlidir. Araştırma alanında ısınma amacıyla fosil yakıtlar içerisinde en fazla kömür kullanılmaktadır. Ancak günümüzde kullanılan kömür miktarında özellikle 2010 öncesine göre büyük bir düşüş yaşanmaktadır. 2010'da 179,611 ton olan katı yakıt satışı 2016'da 112,424 tona düşmüştür (Tablo 23). Bunda araştırma alanında 2007'den itibaren doğalgazın kullanılmaya başlanması etkili olmuştur.

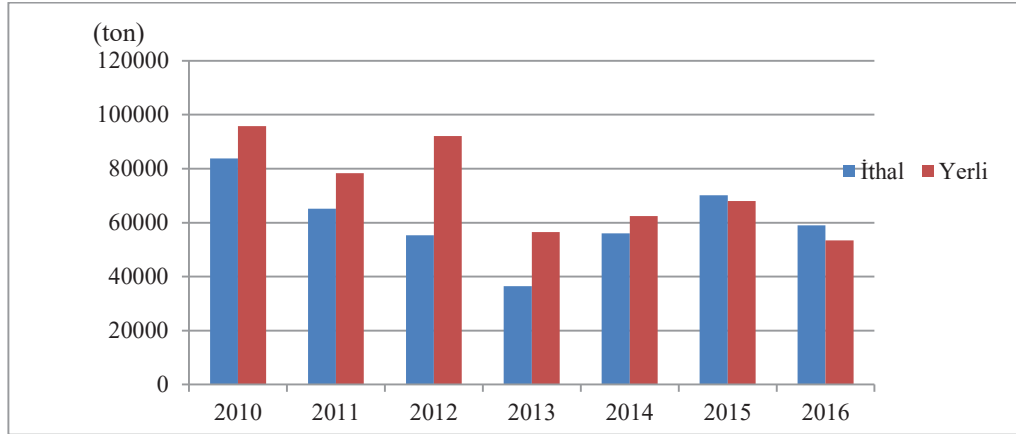
Tablo 23

Denizli şehrinde satılan katı yakıt miktarı (ton) (2010-2016)

Yıllar	İthal	Yerli	Toplam
2010	83809	95802	179611
2011	65228	78341	143569
2012	55276	92095	147371
2013	36512	56570	93082
2014	56020	62450	118470
2015	70195	67979	138174
2016	58971	53453	112424

(Kaynak: Çevre ve Şehircilik Müdürlüğü, 2016)

Yakıtın hava kirliliği üzerindeki etkisinde kömürün kalitesi de çok önemlidir. Tablo 23 ve şekil 48'de araştırma alanında satılan toplam kömür miktarı içerisinde yerli ve ithal kömürün payları verilmiştir. Buna göre; 2010-2014 yılları arasında yerli kömür satışları ithal kömürden daha fazla iken, 2014'den itibaren ithal kömür satışlarının arttığı görülmektedir.



Şekil 48. Denizli şehrinde yerli-ithal katı yakıt miktarı (ton) (2010-2016)

İthal ve yerli kömürün özellikleri birbirinden farklıdır. Araştırma alanında satılan ithal kömürün yerli kömüre göre ısı değeri daha yüksek; uçucu madde, kükürt, nem ve kül oranları daha düşüktür (Tablo 24). Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği'nin 23. Maddesinde yerli kömürde olması gereken özellikler verilmiştir. Buna göre yerli kömür içerisinde kükürt oranının % 2,3 olması gerektiği belirtilmiştir. Ancak tablo 24'te görüldüğü gibi araştırma alanında kullanılan yerli kömürdeki kükürt oranı % 40'dır. Yerli kömürün toplam kükürt oranı çok yüksek olduğu için yanma sonrasında atmosfere daha çok kükürt salınmakta ve özellikle kış mevsiminde hava kirliliği daha da artmaktadır.

Tablo 24

Denizli şehrinde evsel ısınmada kullanılan katı yakıt miktarı ve özellikleri (2016)

Yakıtın Cinsi ¹	Temin Edildiği Yer	Tüketim Miktarı (ton)	Yakıtın Özellikleri				
			Alt Isıl Değeri (kcal/kg)	Uçucu Madde (%)	Toplam Kükürt (%)	Toplam Nem (%)	Kül (%)
İthal Kömür	Sibiry	58.971	7.595	0,26	27,26	5,42	3,38
	G.Afrika		6.314	0,85	26,42	3,7	17,94
Yerli Kömür	Aydın	53.453	5527	1,1	40,02	16,02	16,8
	Manisa		6109	1,2	40,02	14,09	13,4

(Kaynak: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2017)

Hava kirliliğinin önlenmesi amacıyla Türkiye genelinde olduğu gibi Denizli şehrinde de kükürt oranı yüksek yerli kömür satışları kontrol altına alınmış ve yasaklanmıştır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından şehirlerde ısınma amaçlı kullanılacak yakıt ve özellikleri belirlenmiş olup Denizli Valiliği bu genelgeye uygun olarak yasal düzenlemeler yapmıştır. Bu

¹ Yerli, kömür, ithal kömür, briket, biyokütle, sosyal yardımlaşma vakfı kömürü, odun gibi

düzenlemelere göre, havzada kömür satışları valilikten gerekli izinlerin alınmasıyla yapılabilmektedir. Kömür satış belgesi olmayan ve belirlenen şartlara uygun yakıtları satmayan kişi/işletmelere cezai işlem uygulanmaktadır. Özellikle kış mevsiminde artan kontroller sonucunda kaçak kömür satışları geçmiş yıllara göre çok azalmıştır. Alınan önlemler araştırma alanında hava kirliliğinin çözümünde etkili olmuştur (Denizli Valiliği, 2016). Ancak düşük gelir grubuna mensup havza halkı hala kalitesiz yakıt kullanımına devam ettiği için özellikle gecekondu mahallelerinde hava kirliliği sorunu yoğun olarak yaşanmaktadır.

Araştırma alanında özellikle kış mevsiminde fosil yakıtların neden olduğu hava kirliliğini önlemek amacıyla çevreyi kirletmeyen doğalgazın yeni bir enerji kaynağı olarak kullanılmasına karar verilmiştir. Doğalgaz ilk olarak Denizli şehrinde 2005'te sanayi tesislerinde ve 2006'da konutlarda kullanılmaya başlanmıştır. 2008 yılı sonunda şehrin % 45'ine doğalgaz ulaştırılmıştır. Tablo 25'de 2010-2017 arası Denizli şehrinde doğalgaz abone sayıları (konut-işyeri ve sanayi) ve kullanım miktarı verilmiştir. 2010'da 227.000 konuttan yaklaşık 35.000'i doğalgaz abonesi iken bu sayı 2017'de 214.000'e yükselmiştir (Tablo 25). Doğalgaz kullanımının artması araştırma alanında hava kirliliğinin 2007 öncesine göre azalmasında etkili olmuştur. Türkiye genelinde olduğu gibi Denizli şehrinde de doğalgaz kullanımı sonrasında, hava kirleticilerinden NO_x, PM₁₀ ve SO₂ konsantrasyonlarında azalma görülmektedir (Yazıcı ve diğerleri, 2010; Özer, 2013).

Tablo 25

Denizli şehrinde doğalgaz abone sayıları ve kullanım miktarı (Denizli-Enerya)

Yıl	Konut Adet	Konut	Ticarethane Adet	Ticarethane (St)	Sanayi Adet	Sanayi	Elektrik Ür.Adet	Rwe
2010	34.913	50.274.810	601	35.452.181	412	58.618.642		-
2011	52.774	93.162.019	942	69.063.480	744	28.411.813		-
2012	76.784	105.583.997	1.348	75.486.682	1.083	36.089.479		-
2013	104.851	124.028.593	1.839	74.100.597	1.428	50.963.939	1	415.042.827
2014	129.046	125.483.135	2.168	80.074.432	1.671	64.084.083	1	679.113.983
2015	155.133	150.363.212	2.692	108.062.015	1.965	57.792.654	1	653.982.556
2016	183.584	163.172.198	3.292	99.675.886	2.281	63.192.522	1	628.981.632
2017	213.859	197.287.243	4.013	104.933.729	2.666	73.440.925	1	727.637.019

Denizli şehrinde farklı yakıt türlerine göre konutların ısıtılması, kullanılan yakıt miktarı, ısınma maliyeti ve CO₂ salınımı Yazıcı ve diğerleri, (2012) tarafından incelenmiştir. Bu çalışmada Merkezefendi Belediyesi, Karaman Mahallesi'nde konut ve iş yeri olarak inşa edilen bir binanın yıllık yakıt tüketimi ve maliyeti hesaplanmıştır. Buna göre binanın yıllık ısı ihtiyacı $Q_{y1} = 1\,982\,539\,800$ kJ olarak bulunmuştur. Yakıt türleri olarak doğalgaz, linyit (Kısırakdere), motorin ve fuel-oil (kalorifer yakıtı) alınmış ve ilk olarak binanın yıllık ısı

ihtiyacını karşılayacak yakıt miktarı hesaplanmıştır. Bu yakıt miktarlarına göre de yıllık yakıt maliyeti belirlenmiştir. Ayrıca bu çalışmada yakıt cinslerine göre karbon dioksit (CO₂) emisyon miktarı hesaplanmış ve sonuçlar tablo 26’da verilmiştir.

Tablo 26

Bazı yakıt türleri, yakıt tüketim-maliyetleri ve CO₂ salınımları

Yakıt türü	Yakıtın alt ısı değeri	Birim fiyatı	Yakıt tüketimi	Maliyet (TL)	CO ₂ (tonCO ₂ /yıl)
Doğalgaz	34526.2 kJ/m ³	0.6 m ³ /TL	60443.5 m ³	36870.5	135756
Linyit kömürü (Kısrakdere)	19451.8 kJ/kg	0.34 kg/TL	119906.6 kg	40768.3	280760.3
Motorin	42921.3 kJ/kg	3.93 kg/TL	51322.4 kg	201696.8	
Fuel oil	40594.5 kJ/kg	2.54 kg/TL	54264.1 kg	137830.7	

(Kaynak: Yazıcı ve diğerleri, 2013)

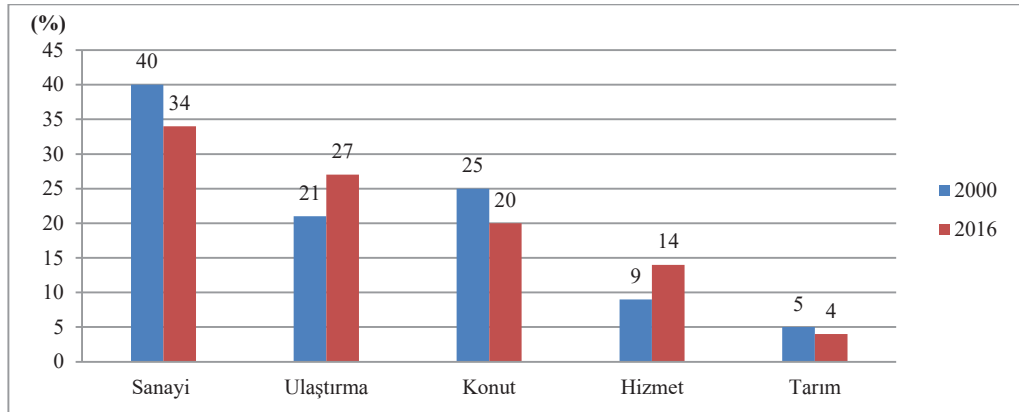
Tablo 26’ya göre aynı konutun ısıtılması için yakıt türleri arasında en fazla kömürün kullanılması gerektiği görülmektedir. Bunda kömürün alt ısı değerinin diğer yakıtlara göre çok düşük olması etkilidir. Yine buna bağlı olarak motorinin alt ısı değerinin diğer yakıtlara göre yüksek olması nedeniyle kg bazında yıllık yakıt tüketimi en az motorinde çıkmıştır. Isıtma konusunda en önemli başlıklardan biri maliyettir. Yıllık yakıt maliyetleri incelendiğinde en az yakıt maliyeti doğalgazda (36870.5 TL), en yüksek yıllık yakıt maliyeti ise motorinde görülmüştür (201696.8 TL). Motorinin kg fiyatının yüksek olması bunda etkilidir. Burada kullanılan yakıt türü, miktarı ve maliyeti yanında hava kirliliği açısından atmosfere bıraktıkları kirletici oranları da çok önemlidir. Bu dört yakıt için hesaplanan CO₂ emisyonları karşılaştırıldığında; en yüksek CO₂ salınımının kömür yakılması sonucunda (280760.3 kg eş değerinde CO₂), en az salınımın ise doğalgaz kullanılması durumunda (135756 kg eş değerinde CO₂) olduğu görülmektedir. Doğalgaz kullanımı sonucunda CO₂ emisyonunda motorine göre % 26,7, fuel oila göre % 36,4 ve kömüre göre % 51,6 oranında azalma görülmektedir (Yazıcı ve diğerleri, 2012). Bu oran hava kirliliği açısından çok önemlidir.

Araştırma alanı Türkiye’de jeotermal enerji potansiyeli çok yüksek sahalardan birisidir. Bu enerjinin konutların ısıtılmasında kullanılması da hava kirliliğinin çözümünde etkili olacaktır. Çünkü jeotermal enerji, kullanımı sonrasında havayı kirletecek hiç bir zararlı gaz içermemektedir. Günümüzde Sarayköy’de konutların ısıtılmasında az da olsa jeotermal enerjiden yararlanılmaktadır. Ancak asıl hava kirliliğinin yaşandığı merkez ilçe belediyelerinde kullanılması gerekmektedir. Afyonkarahisar’da jeotermal enerji ile ısıtılan

konut alanlarında, fosil yakıt kullanılan alanlara göre hava kirliliğinin daha az olması bunu ispatlamaktadır (Dündar, 2001).

Hava kirliliği konusunda yakıt türü yanında binaların gerekli yalıtım şartlarına uygun olarak yapılması da çok önemlidir. Doğru yalıtım sonucunda ısı kaybı daha az olacağı için yakıt tüketimi ve dolayısıyla atmosfere bırakılan kirletici miktarı da azalacaktır. Bu konuda ilgili birimler tarafından denetimlerin yapılması ve yalıtım koşullarına uymayan binalara ruhsat verilmemesi önemlidir. Enerji kaynağı olarak kömür kullanılsa bile gerekli yalıtım koşulları doğru olarak uygulandığında yıllık tasarruf miktarı % 42 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuca göre doğru yalıtım, daha az yakıt kullanımı ve daha az hava kirliliği anlamına gelmektedir. Ayrıca böylece hem havza hem de ülke ekonomisine büyük katkı sağlanacaktır (Yazıcı ve diğerleri, 2012).

Günümüzde bir ülkenin ekonomik ve sosyal gelişimi için enerji, vazgeçilmez bir unsurdur. Son zamanlarda sanayi ve teknoloji alanında yaşanan hızlı gelişmeler sonucunda Türkiye'nin de toplam enerji ihtiyacı her geçen gün artmaktadır. Ancak Türkiye enerji kaynakları bakımından zengin olmadığı için enerji açısından dışa bağımlı bir ülkedir. Türkiye 2010'da enerji ihtiyacının % 71,5'ini ithalatla karşılamıştır (Türkiye Makine Mühendisleri Odası Birliği, 2012). TÜİK 2019 yılı ithalat verilerine göre Türkiye'nin ithalat giderlerinin % 21,55'ini enerji ithalatı oluşturmaktadır. Enerjide dışa bağımlılık ekonomik ve siyasi anlamda gelecek açısından riskli bir durumdur. Bu nedenle enerji politikaları son derece önemlidir (Uzunöz ve Akçay, 2012). Türkiye'de üretilen enerji kaynaklarının sektörlere göre dağılımında konutların ısıtılması % 3,7 ile ikinci sırada yer almaktadır (Şekil 49). Bu oran Avrupa Birliği (AB) ülkelerine göre oldukça fazladır. Bu nedenle az enerji ile yüksek verim elde edilecek yöntem ve tekniklerin geliştirilmesi çok önemlidir (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2018).



Şekil 49. Türkiye’de sektörlere göre nihai enerji tüketim oranları (%) (Kaynak: ETKB 2018).

4.2.2.2. Sanayi Faaliyetleri

Hava kirliliğinin en önemli kaynaklarından biri de sanayi faaliyetleridir (Sever, 2008). Termik santraller, çimento, demir-çelik, petrokimya, gübre sanayi, endüstriden kaynaklı hava kirliliğine neden olmaktadır. Sanayi faaliyetlerinin her aşamasında enerjiye ihtiyaç vardır. Artan sanayileşme enerji ihtiyacının da artması anlamına gelmektedir. Türkiye’deki enerjinin sanayi sektöründeki payı 2000’de % 40’dan, 2016’da % 34’e düşmesine rağmen sektörler arasında ilk sırada yer almaktadır (Şekil 49). Sanayide kullanılan enerji; jeotermal, rüzgâr, petrol, kömür, doğalgaz, elektrik, benzin, mazot gibi çeşitli kaynaklardan elde edilmektedir (Koç ve Şenel, 2013). 2019’da Türkiye’deki enerji ihtiyacının % 88’i fosil yakıtlardan sağlanmaktadır (OECD, 2019). 2000 yılında sanayi sektöründe kullanılan yakıt türlerinde ilk sırada kömür yer alırken, 2016’da elektrik kaynağı ilk sıraya yükselmiştir. Doğalgaz tüketimi ise 16 yıl içinde % 447 oranında artarak, sanayi sektöründe tüketim miktarı en fazla artan enerji kaynağı olmuştur (Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı, 2018). Sanayi sektöründe doğalgaz kullanımının artması hava kirliliği açısından sevindirici bir gelişmedir. Ancak enerji kaynağı olarak kömür kullanımı hala üst seviyelerdedir. Fosil yakıtların kullanıldığı sanayi tesislerinden atmosfere bırakılan SO₂, PM₁₀, NO_x gibi zehirli gazlar havanın kirlenmesine neden olarak canlı yaşamını olumsuz etkilemektedir (Gül, 2005). Bu nedenle hava kirliliği açısından sanayi tesislerinde kullanılan yakıt türü çok önemlidir.

Araştırma alanında sanayileşmenin hava kirliliğine etkisine geçmeden önce Denizli’nin sanayileşme süreci incelenmiştir. Çürüksu Çayı Havzası’nda Denizli şehri, hızlı sanayileşmesi ile dikkat çeken bir merkez konumdadır. Denizli şehrinde pamuklu dokumaya dayalı tekstil sanayi başta olmak üzere, haddehaneler, metal, gıda, kablo ve inşaat malzemeleri, traverten ve mermer sanayi gelişmiş durumdadır. Denizli, devlet tarafından verilen teşvikler sonucunda özellikle 1985-1990 döneminde, hızlı bir ekonomik gelişme sürecine girmiştir (Mutluer, 2003). 1950’li yıllarda küçük bir kasaba görüntüsünde olan Denizli, sanayideki bu hızlı gelişme sonucunda kentleşme sürecini tamamlayamadan büyümüştür. Denizli şehrinde nüfusun, konut sayısının artması ve şehrin büyümesi sonucunda sanayi tesisleri şehrin içinde kalmıştır. Bu küçük sanayi tesislerinde fosil yakıtların kullanılması sonucunda şehirde hava kirliliği yaşanmaya başlamıştır. Bu çevre sorunlarının çözümü için, şehrin içinde kalan ve dağınık şekilde bulunan fabrika ve tesislerin bir araya toplanmasına karar verilmiş ve şehrin dışında “sanayi siteleri” ve “organize sanayi bölgeleri” kurulmuştur (Kelkit, 2003). Denizli’de de sanayileşmenin neden olduğu hava kirliliği sorununu çözmek için 1993’de Denizli Organize Sanayi Bölgesi kurulmuştur. Denizli, Türkiye’de tamamlanmış organize sanayi bölgesi (OSB) sayı ve alan dağılımına göre 11.

sırada bulunmaktadır (Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2016). Denizli’de Denizli OSB (tekstil ağırlıklı), Denizli Deri OSB (deri-kösele) ve Çardak Özdemir Sabancı OSB (plastik-kauçuk) olmak üzere 3 tane OSB, Denizli Serbest Bölge (DENSER) ve 6 tane sanayi sitesi (SS) vardır (Güney Ege Kalkınma Ajansı [GEKA], 2017). Araştırma alanında günümüzde dokumacılık (Babadağ), bağcılık ve şarap üretimi (Güney, Çal), dericilik ve bakırcılıkta (merkez ilçelerde) kümelenme meydana gelmiştir (DSO, 2010). Bu organize sanayi bölgeleri içerisinde Çürüksu Çayı Havzası’ndaki en büyük OSB olan Denizli OSB’si ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Denizli Organize Sanayi Bölgesi (DOSB), Denizli-Ankara Karayolu üzerinde Denizli şehrine 17 km uzaklıkta bulunmaktadır. DOSB’nin kurulmasıyla, şehrin merkezinde kalan sanayi kuruluşlarının şehir merkezinden uzaklaştırılarak bir başka bölgede toplanması amaçlanmıştır. Ancak bölgeye daha büyük ölçekli tesisler taşınmış, daha küçük tesisler yine kent merkezi içinde dağınık halde kalmıştır. DOSB’de bulunan firma sayısı her geçen gün artmaktadır. 2017’de DOSB’de kayıtlı firma sayısı ve üretim dallarına göre dağılımı tablo 27’de verilmiştir.

Tablo 27

Denizli Organize Sanayi Bölgesi’nde üretim dalları ve tesis sayısı (2017)

SIRA NO	SEKTÖR ADI	Firma Sayısı
1	Gıda Ürünleri İmalatı	1
2	Tekstil Ürünlerinin İmalatı	124
3	Giyim Eşyalarının İmalatı	1
4	Deri ve İlgili Ürünlerin İmalatı	1
5	Kağıt ve Kağıt Ürünlerinin İmalatı	5
6	Kimyasalların ve Kimyasal Ürünlerin İmalatı	4
7	Kauçuk ve Plastik Ürünlerin İmalatı	3
8	Diğer Metalik Olmayan Minarel Ürünlerin İmalatı	16
9	Ana Metal Sanaii	4
10	Fabrikasyon Metal Ürünleri İmalatı	10
11	Başka Yerde Sınıflandırılmamış Makine ve Ekipman İmalatı	7
12	Diğer Ulaşım Araçlarının İmalatı	1
13	Elektrik, Gaz, Buhar ve İklimlendirme Üretimi ve Dağıtımı	4
14	Özel İnşaat Faaliyetleri	2
15	Toptan Ticaret	3
Toplam		186

(Kaynak: DOSB Müdürlüğü, 2017).

Denizli’de hava kirliliğine neden olabilecek sanayi dalları; boya ve baskı, mermer, makine, demir çelik, çimento ve kimya sanayi olarak sıralanmaktadır (Çukurluoğlu ve Besim, 2015). Özellikle çimento endüstrisi çevresini önemli ölçüde kirleten kireçtaşı tozunun en önemli kaynağını oluşturmaktadır (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2015).

DOSB’de ve şehir içinde kalan küçük tesislerde yaygın olarak bütün yıl boyunca kömür kullanılmaktayken 2005’ten itibaren doğalgazın gelmesiyle birlikte sanayi tesislerinde doğalgaz kullanımı başlanmıştır. Ancak fosil yakıtların daha ucuz olması nedeniyle fosil yakıt kullanımı da hala devam etmektedir. DOSB’de bulunan sanayi tesisleri üretim için gerekli olan enerjinin büyük kısmını elektrik enerjisinden karşılamaktadır. Bu elektrik enerjisi Denizli’de bulunan Bereket Enerji Şirketinden DOSB Müdürlüğü tarafından alınmakta ve sanayiciye satılmaktadır. Ayrıca son yıllara kadar DOSB’de birkaç firmanın birleşerek kurduğu ve buhar enerjisi elde edilen Güçsan Gat Enerji tesisinden de enerji temin edilmektedir. Bunların yanında devlet teşvikleri sonucunda 2 sanayi tesisinde güneş enerji sistemleri kurulmuş ve böylece belirli bir miktar enerji elde edilmiştir (DOSB Müdürlüğü, 2017).

DOSB’de üretim işlemlerinde elektrik kullanımı çok yaygın olup, 2017’de 178 sanayi tesisinde elektrik kullanılmaktadır. Yine DOSB’nde 83 sanayi tesisinde doğalgaz (2013 yılında 58 sanayi tesisi), 18 sanayi tesisinde de kömür kullanılmaktadır (Tablo 28). DOSB’de Soma ve Kafkas tipi kömür kullanımı yaygındır. DOSB’de, özellikle boya-baskı sanayi ile dokuma-giyim sanayinde üretim işlemlerinde çok yüksek seviyede elektrik tüketilmektedir (DOSB Müdürlüğü, 2017).

Tablo 28

DOSB’de firma sayısı, kullanılan enerji kaynaklarının dağılımı ve miktarı (2013-2017)

Yıl	Kullanım Şekli	Kullanım miktarı	Firma sayısı
2013	Elektrik (kwh)	34.095.176	163
	Doğalgaz (Sm ³)	2.832.239	58
	Kömür (ton)	24.089	21
2014	Elektrik (kwh)	36.194.825	163
	Doğalgaz (Sm ³)	5.264.648	58
	Kömür (ton)	23.829	21
2015	Elektrik (kwh)	38.301.112	170
	Doğalgaz (Sm ³)	4.564.560	71
	Kömür (ton)	25.344	21
2016	Elektrik (kwh)	38.304.123	175
	Doğalgaz (Sm ³)	4.832.035	77
	Kömür (ton)	22.563	21
2017	Elektrik (kwh)	39.911.789	176
	Doğalgaz (Sm ³)	5.860.844	82
	Kömür (ton)	21.371	19

(Kaynak: DOSB Müdürlüğü, 2017).

Denizli şehrinde doğalgaz abonesi olan sanayi tesis sayısı 2010’da 412 iken, 2017’de 2.666’ya yükselmiştir. Bu tesislerde kullanılan doğalgaz miktarı da sayının artmasıyla birlikte artış göstermiş 2010’da 58.618.642,00 olan doğalgaz tüketimi, 2017’de 73.440.925,49’a

yükselmiştir (Denizli Enerya, 2017). Bu durum Denizli şehrinde hava kirliliği sorununun çözümünde önemli bir gelişmedir.

DOSB’de kömür kullanımını sonucunda oluşan emisyonların büyük çoğunluğu PM_{10} ve SO_x kaynaklıdır. Bu durum kullanılan kömürün yüksek miktarda kükürt ve kül içermesi ile yakma sistemlerinin eski olmasıyla ilgilidir. DOSB’de doğalgaz kullanımı sonucunda havaya bırakılan emisyon değerleri NO_x kaynaklıdır. DOSB’da bulunan bazı sanayi tesislerinde kazan kapasitesinin 10 MW’ın üzerinde olması nedeniyle Bakanlık tarafından gerekli görülen online baca gazı izleme sistemlerini kurmaları gerektiği bildirilmiştir. DOSB’ni konu alan 1998 ve 2012 yıllarında yapılan çalışmalar karşılaştırıldığında DOSB’de PM_{10} emisyonunda artış gözlenirken, NO_x ve SO_x emisyonlarında azalma olduğu görülmüştür. Bu farklılık kullanılan yakıt tür ve miktarı ile tesis sayısında meydana gelen değişiklikler sonucunda oluşmuştur. Doğalgazın pahalı olması nedeniyle hala kömürün kullanıldığı görülmektedir. Kömürdeki kül oranının 1998’de % 24 iken 2012’de % 27 olması PM_{10} artışında etkili olmuştur. Kükürt miktarında ise bir düşüş gözlenmiştir. 1998’de % 1,7 olan kükürt oranı, 2012’de % 1,5’e gerilemiştir. Kükürt miktarının azalması ve yakıt sistemlerinin yenilenmesi SO_x emisyonunun azalmasını sağlamıştır (Çukurluoğlu ve Besim, 2015). Sanayi kaynaklı hava kirliliğinde hava kirleticilerinin türü ve miktarı yanında bir diğer gösterge de sanayi tesislerinin yoğun olduğu yerlerde hava kirleticilerinden SO_2 ’nin sadece kış mevsiminde değil yaz mevsiminde de etkili olmasıdır. Bu durum sanayi kaynaklı hava kirliliğinin bir göstergesidir.

DOSB’de, 2012’de 193.500 ton/yıl kömür ve 28.264.690 sm^3 /yıl doğalgaz kullanılmıştır. Buna göre DOSB’de toplam 12.100.2 ton/yıl PM_{10} , 3.953.5 ton /yıl SO_x , 750.4 ton/yıl NO_x ve 0.99 ton/yıl N_2O emisyonu olduğu belirtilmiştir. Araştırma alanında sanayi kaynaklı hava kirliliği ölçülmediği için günümüze ait veriler bulunmamaktadır. Türkiye’de endüstriyel kaynaklı hava kirletici emisyonlarının en yoğun olduğu yerlerin Türkiye’nin batısında yer aldığı belirtilmiştir (Çukurluoğlu ve Besim, 2015). Ayrıca 2001’de yapılan bir çalışmada Ege Bölgesi’nde Denizli’de sanayiye bağlı kirletici emisyon miktarları verilmiştir (Elbir ve diğerleri, 2001).

DOSB 2012 emisyonlarının sektörel dağılımında, tekstil sanayinin toplam emisyon miktarı içindeki payı % 70’e yakındır. Özellikle kumaşın işlenmesi sırasında çok fazla kirletici çıkmaktadır (Çukurluoğlu ve Besim, 2015). Bu kirleticiler hem havanın hem de suyun kirlenmesine neden olmaktadır.

Buraya kadar DOSB’nin Denizli’deki hava kirliliğinin tek kaynağı gibi bahsedilmesine karşılık DOSB’nin hava kirliliği açısından olumlu etkisi de vardır. DOSB

yetkilisiyle yapılan görüşmede, DOSB'nin Çevre Müdürlüğü tarafından sürekli denetlendiği, baca gazı ölçümlerinin düzenli olarak yapıldığı ve enerji tüketimlerinin günlük raporlandığını belirtmiştir. Ayrıca DOSB'nin Denizli'de hava kirliliğinin tek kaynağı gibi gösterilmesinden duydukları rahatsızlığa değinerek, DOSB'de sürekli denetimler yapıldığı için bir sorun olduğunda en kısa sürede tespit ve çözümü gerçekleştiğinden hava kirliliği konusunda olumlu etkilerinin olduğunu dile getirmiştir.

Ancak DOSB'de çok sayıda ve farklı sanayi tesislerinin bulunduğu, kullanılan yakıt miktarının çokluğu ve ortaya çıkan atık maddenin yoğunluğu göz önünde tutulduğunda meydana gelecek bir kirliliğin boyutları da çok büyük olacaktır. Ancak burada DOSB'deki sanayi tesisi sayısı, türü ve kullanılan yakıt türünün yanında kuruluş yerinin özellikleri de bölgedeki hava kirliliği üzerinde oldukça etkilidir. Yani beşeri faktörlere bağlı olarak ortaya çıkan hava kirliliğinin etki ve süresi fiziki faktörlere bağlı olarak değişmektedir. DOSB, Çürüksu Çayı Havzası'nın doğusunda Honaz Ovası'nda kurulmuş olup, güneyinde Honaz Dağı, kuzeyinde Büyük Çökelez Dağı vardır. Bu nedenle hava sirkülasyonu zayıf olup, kirli hava dağılamamaktadır. Ayrıca yıl boyunca hakim olan kuzey sektörlü rüzgârlar buradaki kirliliği alarak yerleşim yerlerinin üzerine taşımaktadır. Sanayi tesislerinin bölgenin morfolojik ve iklimatik özellikleri dikkate alınmadan gelişi güzel kurulması ve zamanla şehir içerisinde kalması hava kirliliğinin etkisini artırmasına yol açmaktadır (Gül, 2005).

Ayrıca sanayi tesislerinde kullanılan teknoloji de çok önemlidir. Yeni ve gelişmiş teknolojilerin kullanıldığı sanayi tesislerinde hava kirliliğine neden olan kirleticiler azalmaktadır.

Araştırma alanında diğer yerlerden farklı olarak, yaygın olan dokuma sektörü nedeniyle çok fazla atık bez ve iplerin sarıldığı bobinler bulunmaktadır. Bu tekstil atıkları yakma sırasında kolay tutuşturucu ve çok ucuz olması nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunların yakılması sonrasında havaya çok miktarda zehirli gazın yanında kötü bir koku da karışmaktadır. Bu tip yakıtlar daha çok gelir seviyesi düşük mahallelerde kullanılmakta olup hava kirliliğinin artmasına neden olmaktadır.

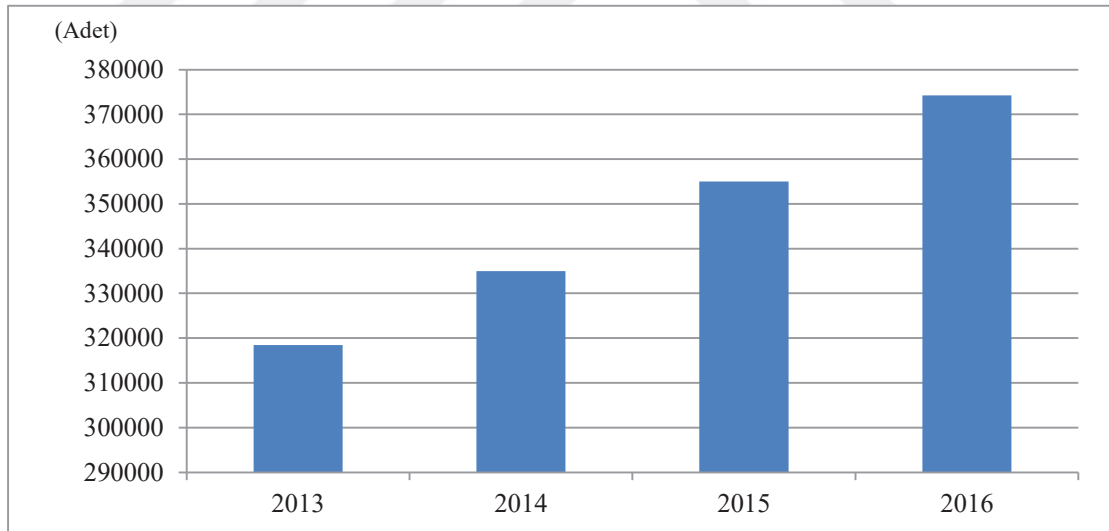
4.2.2.3. Taşıtlar ve Ulaşım

Günümüzde hava kirliliğini etkileyen faktörlerden biri de ulaşım ve ulaşım araçlarıdır. Dünya'da ve Türkiye'de enerji tüketiminin sektörel dağılımında ulaşım sektörü ilk sırada yer almaktadır. Türkiye'de ulaştırma sektörü toplam enerji tüketiminin 2000 yılında % 21'ini kullanılırken, 2016'da % 27'sini kullanmışlardır. 2000-2016 döneminde diğer sektörlerin payı azalırken ulaştırma sektörünün payı artmıştır (Şekil 49). Bu oran Türkiye için oldukça önemlidir. Türkiye'de yolcu ve yük taşımacılığında karayolu daha ağırlıklı olduğu için

sektördeki enerji tüketiminin büyük kısmı karayolunda kullanılmaktadır (ETKB, 2018). Karayolu yük ve yolcu taşımacılığının ülke ekonomisine maliyeti çok yüksektir (Ayvaz, 1996).

Ulaşım sektörü aynı zamanda sera gazları üretiminin en önemli kaynağını oluşturmaktadır. Ulaşım sektöründe toplam CO₂ salınımı en yüksek karayolu taşımacılığından (% 84) kaynaklanmaktadır. Ulaşım sektörü atmosfere salınan ve ısınmaya neden olan CO₂ emisyonları nedeniyle Kyoto protokolü taahhütleri arasında önem verilen ve tedbirlerin artırıldığı bir sektördür (Yürük, 2010).

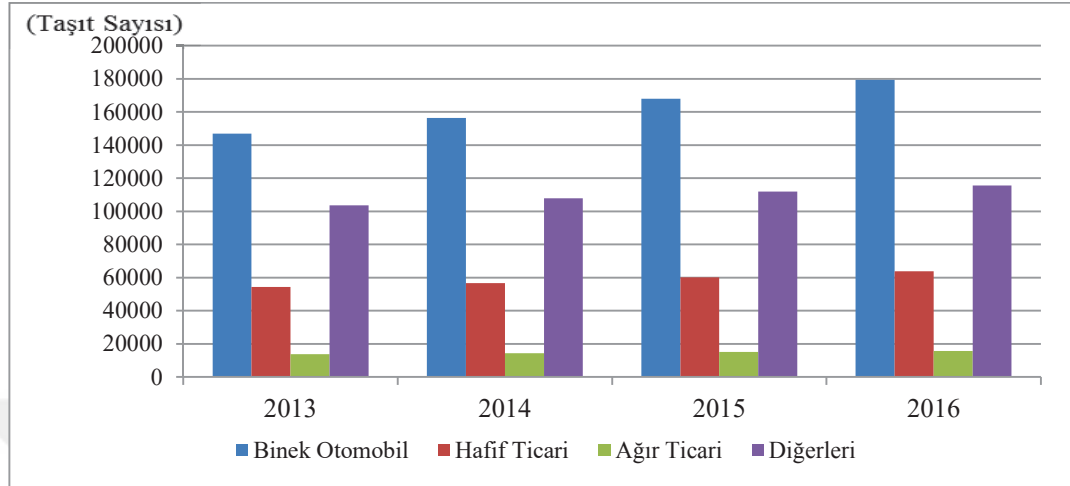
Günümüzde insan hayatında ulaşım ve ulaşım araçlarının önemli bir yeri vardır. Halkın refah seviyesinin ve yaşam kalitesinin yükselmesi beraberinde taşıt alımlarının da artmasına neden olmuştur. Dünyada ve Türkiye’de taşıt sayısı her geçen gün artmaktadır. Taşıt sayısı ve ulaşım araçlarının özellikleri ile hava kirliliği arasında sıkı bir ilişki vardır (Soruşbay, 2007). Buradan hareketle Denizli şehrinde, 2013-2016 arasında motorlu kara taşıt sayısı incelenmiştir. Nitekim Denizli şehrinde 2013’de 318.000 olan taşıt sayısının % 17,5’lik bir artışla 2016’da 374,000’e yükseldiği görülmektedir (Şekil 50).



Şekil 50. Denizli şehrinde trafiğe kayıtlı taşıt sayısı (2013-2016)

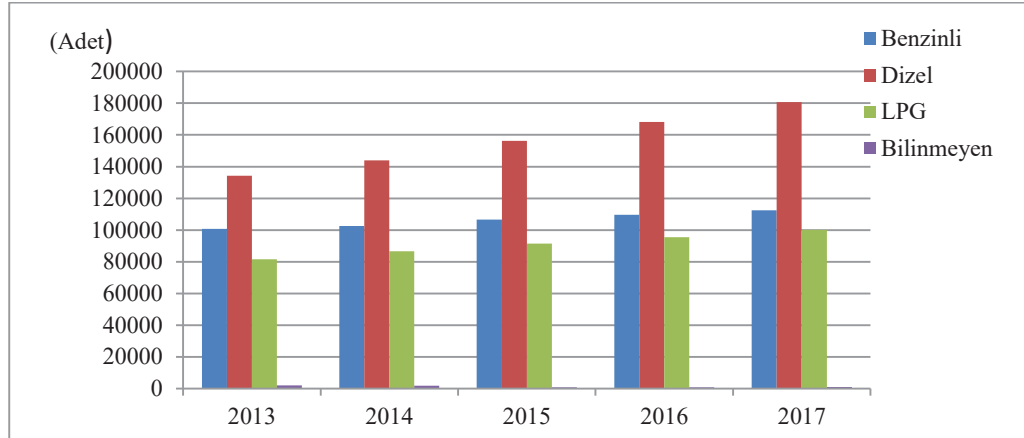
Ulaşımdan kaynaklanan hava kirliliğinde toplam taşıt sayısının yanında araç çeşitlerinin dağılımı da önemlidir (Yürük 2010). Şekil 51’de Denizli şehrinde toplam taşıt sayısı içinde araç çeşitlerinin dağılımı verilmiştir. Buna göre, binek otomobil ilk sırada yer almaktadır. Yani özel araç kullanımı çok yaygındır. Trafikte binek araç sayısının artması, daha az insanın daha çok taşıtla taşınması ve trafik sorunu anlamına gelmektedir. Bu da kullanılan

yakıt miktarının ve dolayısıyla atmosfere salınan kirletici oranlarının artmasına neden olmaktadır.



Şekil 51. Denizli şehirde taşıt çeşitleri ve sayıları (2013-2016)

Ulaşım kaynaklı hava kirliliğinde etkili olan en önemli faktör taşıtlarda kullanılan yakıt türüdür. Türkiye’de ulaşım sektöründe dört ana yakıt türü kullanılmakta olup bunlar dizel, benzin, LPG (Liquefied Petroleum Gas, sıvılaştırılmış petrol gazı) ve elektriktir (hibrit). Bu yakıt türlerinin her birinin atmosfere bıraktıkları kirletici madde oranları farklılık göstermektedir. Dizel yakıt kullanımı sonucunda atmosfere daha az kirletici bırakıldığı kanıtlanmıştır. Benzin ise içerisinde bulunan yüksek orandaki kurşun nedeniyle insan sağlığı açısından son derece zararlıdır. Bu nedenle birçok ülkede benzin kullanımı yasaklanmış, sonrasında dünyada kurşunsuz benzin üretimine başlanmıştır. Ancak kurşunsuz benzin pahalı olması nedeniyle çok fazla tercih edilmemektedir (Çakıroğlu, 1996). Türkiye’de 1993 yılı Temmuz ayından itibaren üretilen ve ithal edilen motorlu taşıtların hepsi kurşunsuz benzin kullanımına uygun özelliktedir. Denizli şehirde yakıt cinslerine göre motorlu kara taşıtları incelendiğinde 2013-2017 yılları arasında dizel yakıt kullanan taşıt sayısının fazla olduğu görülmektedir. Bunu benzinli ve LPG’li araçlar izlemektedir (Şekil 52). Denizli şehirde dizel araç sayısının fazla olması hava kirliliği açısından olumlu bir durumdur.



Şekil 52. Araştırma alanında yakıt cinslerine göre motorlu kara taşıt sayısı (2013-2017). (Kaynak: TÜİK, 2017).

Denizli’de bu güne kadar ulaşımın neden olduğu kirlilik ölçülmediği için trafiğin yarattığı kirliliğin boyutu bilinmemektedir. Ancak bu konuda diğer iller için yapılan çalışmalar mevcuttur. Örneğin Düzce’de trafikten kaynaklanan kirleticilerin emisyonları hesaplanmıştır. Tablo 29 incelendiğinde, dizel araçların benzinli araçlara göre atmosfere daha az CO ve HC emisyonu yaydıkları görülmektedir.

Tablo 29

Taşıt tipleri ve kirletici miktarları (Öztürk, 2006)

Taşıt Tipler	Kirletici, g/km (60 km/saat hız için)	
	Karbonmonoksit	Hidrokarbonlar
Otomobil (benzinli)	18	2,1
Otomobil (dizel)	1,1	0,65
Van (benzinli)	22	2,5
Van (dizel)	1,4	0,85
Kamyonet (benzinli)	29	3
Kamyonet (dizel)	2,9	0,5
Kamyon (benzinli)	40	3,7
Kamyon(dizel)	5	0,6
Tır (dizel)	11	1,3

Taşıtların cinsi ile hızı da hava kirliliğine etki etmektedir (Tablo 30). Benzinli ve dizel araçların her ikisinde de hız arttıkça yakıtların tam yanması gerçekleştiği için atmosfere bırakılan kirletici gazlardan CO ve HC’un azaldığı buna karşılık NOx daha farklı bir oluşum yapısında olduğu için NOx’in arttığı görülmektedir. Araç yavaşladığında yani hız düştüğünde özellikle trafiğin yoğun olduğu yerlerde emisyon miktarı fazla olmaktadır (Memişoğlu, 2001; Öztürk, 2006). Ayrıca araç hızı arttıkça egzoz gazındaki kurşun oranı da artmaktadır. Araç

hızının 100 km/saat'in üzerine çıkması durumunda egzozdaki kurşun oranında % 2000 artış olduğu gözlenmiştir. Buna göre kurşun kirliliğinin en önemli kaynağı trafik yoğunluğudur (Memişoğlu, 2001).

Tablo 30

Taşıt cinsi ve kirletici emisyon miktarı

Taşıt Cinsi	Taşıt Hızı (km/saat)	Kirletici Emisyonları (g/km)		
		CO	HC	NO _x
Otomobil (benzinli)	6	54	8,4	1,3
	35	21,0	2,6	1,8
	60	18	2,1	1,9
	100	16,0	1,8	3,8
Otomobil (dizel)	6	2,8	1,6	0,9
	35	1,2	0,7	0,9
	60	1,1	0,65	0,9
	100	1	0,6	1,8
Kamyon (dizel)	19	17	1,9	15
	60	11	1,3	15
	100	10	1,2	16

Ayrıca motorlu taşıtlardan kaynaklanan hava kirliliği; motor özelliklerine, yakıtın cinsine, aracın yaşı ve tipi ile atmosferik koşullara bağlı olarak değişmektedir. Motorlu taşıtlar çevreyi; egzoz emisyonu, yakıt buharı, kurşun bileşikler, asbest ve lastik tozları, aşınma, paslanma ve korozyon sonucu meydana gelen gaz, sıvı ve katı atıklar nedeniyle kirletmektedir (Çakıroğlu, 1996; Işıksoluğu, 1997; Memişoğlu, 2001; Taş, 2006; Yürük 2010).

Ulaşım kaynaklı hava kirliliğinde etkili olan faktörlerden bir diğeri de yolun durumudur (Memişoğlu, 2001). Taşıt sayısının artması, altyapı ve yol kapasitesinin yetersizliği gibi nedenlerle bir yılda yakıt tüketimi ve emisyon miktarı iki kat artmıştır. Bu durum hem ekonomik açıdan yakıtı verilen paranın boşa gitmesi hem de yanmış gaz miktarının ve dolayısıyla hava kirliliğinin artması anlamına gelmektedir. Ayrıca trafiğin sosyal ve psikolojik sonuçları da göz ardı edilmemelidir (Yürük, 2010).

Denizli şehrinde hızlı kentleşme sürecinde ulaşım altyapı hizmetleri yetersiz kalmıştır. Nüfusun ve taşıt sayısının hızla artması yollarda kapasitelerinin üzerinde bir yoğunluğun yaşanmasına neden olmaktadır. Denizli şehrinde binaların sıkışık, yolların dar ve yetersiz olması da ulaşım kaynaklı hava kirliliğinin artmasına neden olmaktadır. Bu durum, trafiğin yavaş ilerlemesine, özellikle trafiğin yoğun olduğu kavşaklarda bekleme sürelerinin fazla olmasına ve dolayısıyla taşıtlardan çıkan egzoz gazının artmasına neden olmaktadır. Çünkü aracın çalışma modu da kirlilik üzerinde etkili olan bir faktördür. Örneğin rölantide olan bir aracın egzoz gazlarında karbonmonoksit ve hidrokarbonlar çok yüksek iken, araç

hızlandığında bunların miktarı düşmektedir (Çakıroğlu, 1996). Bu nedenle trafikte araçların durmadan hareket etmesi hava kirliliğini etkilemektedir. Trafikten kaynaklı hava kirliliğinde etkili olan bir diğer faktör de sinyalizasyon sistemidir. Denizli’de günümüzde yenilemeler yapılmasına karşılık sinyalizasyon sistemindeki eksiklikler nedeniyle ışıklardaki bekleme zamanının fazla olması ve trafiğin yavaşlaması sonucunda kirlleticilerin oranı artmaktadır (Baykan ve diğerleri, 1998).

Denizli şehrinde trafikle ilgili bir diğer sorun da kavşaklardır. Kavşak sayısı çok yetersizdir. 1998’de Çınar Meydanı, Halk Caddesi Kavşağı, Vilayet Önu Kavşağı, Lise Meydanı Kavşağı trafiğin en yoğun olduğu yerler iken, günümüzde bu kavşaklara yenileri eklenmiştir (Baykan ve diğerleri, 1998). Bunlar içinde Adliye, Sadıkoğlu Kavşağı önemli kavşaklardır. Tablo 31’de 17 Ekim 2018’de Denizli şehrinde önemli kavşaklardan geçen günlük ortalama taşıt sayıları verilmiştir. Bu tabloda İzmir-Denizli yolu üzerinde bulunan Sadıkoğlu Kavşağı’nda taşıt sayısının fazla olduğu görülmektedir. Kavşağın bulunduğu yerin ayrıca sanayi bölgesinde yer alması taşıt sayısının fazla olmasını etkilemektedir.

Tablo 31

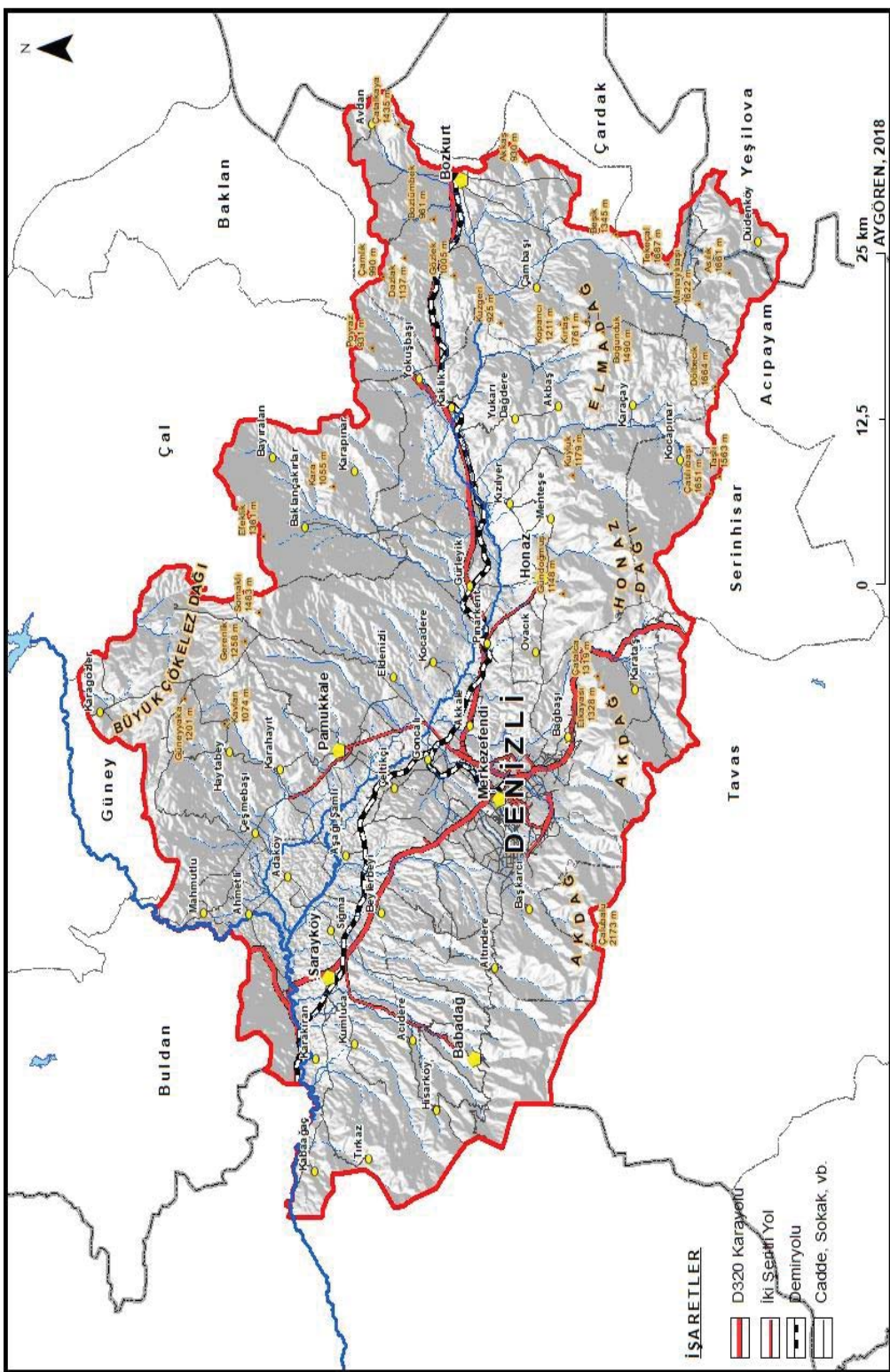
Denizli şehrinde önemli kavşaklar ve taşıt sayısı (17 Ekim 2018)

Kavşak Adı	Coğrafi koordinatı	Taşıt sayısı
DNZ-11-Çınar	37°77'35.62"N 29°08'73.66"E	12,435
DNZ-14-Halley	37°47'06.4"N 29°05'17.8"E	7,286
DNZ-51-Adliye	37°46'43.1"N 29°02'08.4"E	15,541
DNZ-74-Ulus Kavşağı	37°45'16.2"N 29°06'19.4"E	5,044
DNZ-63-Sadıkoğlu Kavşağı	37°80'80.38"N 29°06'93.79"E	12,477

(Kaynak: Denizli Büyükşehir Belediyesi, 2018).

Ayrıca trafiğin yoğun olduğu günler (Pazartesi ve Cuma) ile saatlerde (sabah saat 8-9 ile akşam 18-19 arası) havadaki motorlu taşıtlardan kaynaklanan emisyon miktarlarının da çok fazla olduğu tespit edilmiştir (Elbir ve diğerleri, 2009).

Denizli şehrinde şehir içi trafiğin yanında İzmir-Denizli, Denizli-Ankara şehirlerarası Karayolu’nun şehrin içinden geçmesi de ulaşım kaynaklı hava kirliliğinin artmasında önemli bir faktördür (Şekil 53) (Tosun, 2017). Kıyı Ege ile iç bölgeler arasındaki bağlantıyı sağlayan bu yollarda günün her saatinde trafik yoğunluğu gözlenmektedir. Özellikle otobüs ve kamyon gibi büyük araçların geçişi sırasında havaya çok miktarda zehirli gaz karışmakta ve hava kirliliği artmaktadır.



Şekil 53. Çürüksu Çayı Havzası'nın ulaşım haritası

Aslında ulaşım kaynaklı hava kirliliğinde yukarıda sayılan faktörler havaya karışan zehirli gazların tür ve miktarını etkilemesi açısından önemlidir. Hava kirliliğinin meydana gelmesinde pek çok faktör etkili olmasına karşılık temel faktör “yanma” olayıdır. Fosil yakıt yakan tesis ve düzeneklerde içten yanmalı motorlar bulunmaktadır. Bu motorlu taşıtlarda bol miktarda yanmamış petrol buharı, egzoz gazları ile birlikte atmosfere karışmaktadır. Günümüzde sayıları artan içten yanmalı motorlu taşıtlar özellikle şehirlerde hava kirliliğinin temel nedenini oluşturmaktadır (Çakıroğlu, 1996). Bu egzoz gazlarının bileşiminde; hidrokarbonlar (HC), kurşun, azot oksitler (NO_x), karbonmonoksit (CO), kükürt oksitler (SO_x), karbon dioksit (CO₂) ve katı parçacıklar (PM₁₀) gibi kirleticiler bulunmaktadır (Alkaya ve Yıldırım, 2000). Bu zehirli gazlar özellikle şehirlerde taşıt sayısının fazla olması nedeniyle havaya çok fazla karışmakta ve hava kirliliğine neden olmaktadır. Öyle ki şehirlerde motorlu taşıtlardan çıkan egzoz gazlarının neden olduğu hava kirliliği ile sanayi kaynaklı hava kirliliği yaklaşık olarak aynı seviyelerdedir. Şehirlerde ölçülen karbonmonoksitin % 70-90’ı, azotoksitin % 40-70’i ve kurşun emisyonunun % 100’ünün motorlu taşıtlardan kaynaklandığı belirtilmiştir (Gültürk, 2009).

Motorlu taşıtlardan havaya karışan zehirli gazlar insan sağlığını olumsuz etkilemektedir. Özellikle nüfusun yoğun olduğu yerlerde, trafiğin yoğun olduğu saatlerde, kent içi toplu ulaşım güzergahlarında bu tehlike daha da büyüktür. Buralarda yaşayan insanların bundan olumsuz etkilendiği gözlenmektedir. Özellikle kış aylarında diğer kaynaklardan gelen hava kirleticileri ile birleştiğinde bu durum daha da tehlikeli olmaktadır. Taşıtlardan kaynaklı kirleticiler diğer kirleticilerden farklı olarak ani ve doğrudan etkili toksit özellikler taşımaktadır. Emisyon kontrolü yapılmamış motorlu bir taşıtın insan üzerindeki olumsuz etkisi çok fazladır. Bir insanın günlük temiz hava ihtiyacı 15 m³ olup, emisyon kontrolü yapılmamış bir motorlu araç bunu 10 dakika gibi kısa bir sürede zararlı hale getirebilmektedir (Kelen, 2014). Bu kirleticiler solunum ve solunum hastalıkları, baş ağrısı, unutkanlık ve kanser türü hastalıklara yol açmaktadır (Ertürk, 1993).

4.3. ÇÜRÜKSU ÇAYI HAVZASI'NIN HAVA KALİTESİ

Çürüksu Çayı Havzası'nda hava kirliliğinin nedenleri ve hava kirliliğine etki eden faktörlerin tespitinden sonra havzada hava kirliliğinin 2013-2016 yılları arasındaki zamansal değişimi incelenmiştir. Ancak konuya hava kirliliği ve özellikleri hakkında bilgi verilerek başlanmıştır.

4.3.1. Hava Kirliliği ve Özellikleri

Hava, bütün canlılar için yaşam anlamına gelen çok önemli bir unsurdur. Havasız bir ortamda canlıların yaşamsal faaliyetlerini sürdürmeleri mümkün değildir (Kırımhan, 2006). Bu nedenle hava kirliliğine geçmeden önce bütün varlıklar için çok önemli olan atmosfer ve özellikleri hakkında bilgi verilmiştir.

Bilindiği gibi yeri, bir küre şeklinde saran çeşitli gazlardan oluşan bir örtü vardır. Bu örtü; yoğunluğu yerden uzaklaştıkça azalan ve kalınlığı yaklaşık olarak 10.000 km'yi bulan bir gaz küredir. Bu gaz küreye hayatın devamını sağladığı için nefes alınan küre anlamına gelen atmosfer denilmiştir. Atmosfer, içerisindeki oksijen sayesinde direkt olarak hayatın gelişmesini sağlamaktadır. Bütün meteorolojik olayların yaşandığı yer olan atmosfer aynı zamanda, güneşten gelen enerjinin hızla uzaya dönmesine de engel olmaktadır. Atmosfer, özellikleri birbirinden farklı olan troposfer, stratosfer, mezosfer ve iyonosfer katlarından oluşmaktadır. Troposfer, atmosferin yerden itibaren 6 ile 16 km'lik alt bölümü yani yeryüzüne en yakın katmanı olup kürenin çapının yaklaşık olarak beş yüzde birini oluşturmaktadır. Bu rakamlar bize yeryüzünde yaşam üzerinde son derece etkili olan atmosferin ne kadar ince olduğunu göstermesi açısından önemlidir. Bu kadar ince olmasına karşılık atmosferin bu katında çeşitli gazlardan oluşan havanın beşte dördü bulunmaktadır. Troposfer, bütün hava olaylarının meydana geldiği hareketli bir katmandır. Çünkü hava olaylarında çok önemli etkisi olan su buharı bu alt bölümde bulunmaktadır. Canlılar için bu kadar önemli olan atmosfere çeşitli nedenlerle kirleticilerin karışması sonucunda atmosferin yapısı bozulmaktadır (Sungur, 1980). Bu kirleticiler meteorolojik olaylar sonucunda yatay ve dikey olarak çok geniş alanlara yayılmaktadır. Ancak dikey yönde kısıtlı olan bu dağılma yatay yönde binlerce km'ye ulaşabilmektedir. Gerçek kirlenme troposfer katmanında meydana gelmesine rağmen günümüzde troposferle sınırlı kalmamakta, bu tabakadan sızan gazlar stratosfer tabakasına da geçmektedir (Erol, 1999).

Atmosferin yerden 25-30 ile 80 km arası iyonosfer ve ozonosfer katı olarak adlandırılmaktadır. Ozon katında gaz molekülleri ultraviyole ışınlar nedeniyle değişikliğe uğramıştır. Özellikle oksijen 18-45 km'ler arasında ozon haline dönüşmekte ve ultraviyole

ışınlar için bir süzgeç görevi görmektedir. Bu katmanlar zararlı ışınları tutup ancak canlılar için uygun olanlarının yeryüzüne ulaşmasına izin vermektedir. Burada ozonun etkisiyle sıcaklıklar artmaktadır. Ozon, atmosferin üst katlarında ultraviyole ışınlarını emerek yeryüzündeki yaşama büyük katkı sağlamaktadır. Ultraviyole ışınlar gereğinden fazla alınması durumunda yaşamı yok edecek bir özelliğe sahiptir. Bunun yanında vücut için gerekli D vitamini de bu ışıklardan elde edilmektedir. Bu nedenle belirli sınırlar içerisinde bu ışınların alınması önemlidir. Atmosferin üst katlarında bulunan ozon katı, ultraviyole ışınlarının yaşam için gerekli kadarının yeryüzüne geçirilmesini sağlamaktadır. Bu nedenle önemli bir role sahiptir. Ozonun bugünkü seviyesinden az ya da çok olması yaşamın olumsuz etkileneceği anlamına gelmektedir. Canlılar için bu kadar önemli olan atmosferdeki ozon yoğunluğu son yıllarda giderek azalmaktadır. Ozon yoğunluğunun azalması ya da ozon tabakasının seyrelmesi yaşamı tehdit eden bir olaydır (Erol, 1999). Bu durum insan faaliyetleri sonucunda oluşan hava kirliliğinin atmosferin dengesini bozmasının bir sonucudur. Günümüzde artan hava kirliliği sonucunda atmosferdeki CO₂ oranı da artmaktadır. CO₂ oranında meydana gelen değişme dünyanın ortalama sıcaklığının artmasına neden olmaktadır. Günümüzde atmosfer sıcaklığı 16 °C'ye kadar yükselmiş olup, bu durum değişmediği takdirde gelecek yıllarda yeryüzünün sıcaklığının yükselmesi beklenmektedir (Türkeş ve diğerleri, 2000).

Hava (atmosfer); azot (% 78), oksijen (% 21), karbondioksit, neon, helyum, kripton, hidrojen gibi çeşitli gazlardan oluşmaktadır. Bunlar atmosferde belirli bir oranda, denge içerisinde bulunmaktadır. Ancak çeşitli nedenlerle bu dengenin bozulması sonucunda atmosferin yapısı değişmektedir. Bu durum bütün canlı ve cansız varlıkları olumsuz etkilemektedir (Erol, 1999). Burada önemli olan nokta havanın içerisindeki gazların oranıdır. Sadece yukarıda bahsedilen gazlardan oluşan temiz bir havanın olması mümkün değildir. Havada bunların yanında kirletici özellikte gaz/partikül maddeler de vardır (azot oksitler, ozon, karbondioksit doğal kirleticilerdir). Fakat bunlar atmosferde belirli bir oran ve denge içerisinde bulunduğu için kirletici olarak sayılmamaktadır. Çeşitli nedenlerle bu dengenin bozulması sonucunda atmosferdeki kirletici madde konsantrasyonları artmakta ve canlıların yaşamı için uygun olan temiz hava, canlılar için zararlı hale dönüşerek kirli hava ve dolayısıyla hava kirliliği meydana gelmektedir (Karpuzcu, 2007; Garipağaoğlu, 2015).

Kirli hava; oksijenin solunum için artık yetmediği hava anlamına gelmektedir (İlkılıç ve Behçet, 2000). Hava kirliliği ise, havada canlılar için uygun oranda bulunan yani atmosferin doğal bileşiminde olan maddelerin oranının değişmesi ya da yabancı maddelerin atmosferin bileşimine katılması sonucu ortaya çıkan bir durumdur (Şahin, 1989; Tünay ve Alp, 1996). Yani havanın doğal yapısının bozulmasıdır. Bir başka tanıma göre hava kirliliği; soluduğumuz

dış havada kükürtdioksit (SO₂), partikül madde (PM), nitrojen oksitleri (NO_x) ve ozon (O₃) gibi kirleticilerin çevre ve sağlık üzerinde olumsuz etkiler yapacak oranda olmasıdır (Okutan, 1993; İncecik, 1994). Dünya Sağlık Örgütüne (DSÖ) göre hava kirliliği; canlıların sağlığını olumsuz şekilde etkileyen veya maddi zararlara neden olan havadaki yabancı maddelerin, normalin üzerinde yoğun olmasıdır. Daha geniş bir ifadeyle hava kirliliği, havada katı, sıvı ya da gaz halindeki yabancı maddelerin insan sağlığına, canlı hayatına, eşya-binalara ve ekolojik dengeye zarar verecek miktar, yoğunluk ve sürede atmosferde kalmasıdır (Şahin, 1989; WHO, 1992; Okutan, 1993; İncecik 1994; Kırımhan, 2006; Doğan ve Kitapçıoğlu, 2007; Karpuzcu, 2007; Aydoğdu, 2011).

Hava kirliliğinin doğal olaylar (volkanik faaliyetler, orman yangınları ve toz fırtınaları gibi) ve insan faaliyetleri olmak üzere iki temel nedeni vardır. Günümüzde hava kirliliğinin asıl nedenini insan faaliyetleri oluşturmaktadır. Sanayileşmeyle birlikte hızlı artan nüfus ve kentleşme sonucunda ortaya çıkan çarpık ve plansız kentleşmeler hava kirliliğine neden olmaktadır. Fabrikalar, konutlar, enerji üretim tesisleri ve motorlu taşıtlar bu kirliliğin en önemli kaynaklarıdır (Kırımhan, 2006).

Hava kirliliğinin insan başta olmak üzere, hayvan, bitkiler gibi canlı varlıklar ile eşya ve binalar gibi cansız varlıklar üzerinde olumsuz etkisi oldukça fazladır. Bunlar hava kirliliğinin yerel etkileri olup bunların dışında hava kirliliği küresel ısınma, iklim değişiklikleri, ozon tabakasının incilmesi, ormansızlaşma, kuraklık, asit yağmurları, ormansızlaşma, su ve toprak kirliliği gibi küresel sorunlara da neden olmaktadır. Hava kirliliğinin en önemli ve en geniş etkisi, atmosfer ve atmosferik olaylar üzerinde görülmektedir (Şahin, 1989; Özçağlar, 2000; Keleş ve diğerleri, 2009; Çiftçi ve diğerleri, 2013; Akyüz, 2015). Bu nedenle insanların çeşitli faaliyetleri sonucunda atmosfere karışan sera gazlarının kontrol edilmesi ve belirli düzeyin altında tutulması bir zorunluluktur (Türkeş ve diğerleri, 2000; Taş, 2006).

Günümüzde özellikle kent merkezlerinde yaşanan yoğun hava kirliliği, aslında insanın ateşi bulduğu dönemlerden başlayıp günümüze kadar farklı şekillerde yaşanmıştır. Geçmiş dönemlerde doğal olaylar az da olsa hava kirliliğine neden olmuştur. Eski dönemlerde bronz, demir ve diğer aletlerin yapımı sırasında meydana gelen kirleticilerin atmosfere karışması canlılara büyük zarar vermiştir. Örneğin 12. yüzyılda Mısır'da hava kirliliği nedeniyle çok sayıda hastalık ve çocuk ölümlerinin yaşandığı yazılı kaynaklarda belirtilmiştir (Sağlık Bakanlığı, 2010). İngiltere'de Kral I. Edward, döneminde (1272-1307) asillerin kömürün yanması sonucunda meydana gelen kokudan rahatsız olmaları nedeniyle çeşitli önlemler

almıştır. Daha sonraki 250 yıllık dönemde de hava kirliliğini önleme konusunda kararlar alındığı bilinmektedir (Kırımhan, 2006).

Dünya’da özellikle 18. ve 19. yüzyıllarda endüstri devrimiyle birlikte hava kirliliği önemli bir sorun olarak hissedilmeye başlanmıştır. Bunda o dönemde hızlı sanayileşmeye bağlı olarak artan enerji ihtiyacının büyük etkisi vardır. Yine aynı dönemde nüfusun artması ısıtma ihtiyacının da artmasına neden olmuştur. Sanayi tesislerinde ve konutlarda, enerji ve ısıtma ihtiyacının karşılanması amacıyla fosil yakıtlar (odun, kömür vb.) kullanılmaya başlanmıştır. Bunların yanında buhar makinelerinde, lokomotiflerde, deniz taşımacılığı yapılan gemilerde de kömür kullanımı yaygınlaşmıştır. Böylece dünyada özellikle sanayi bölgelerinde kömür kullanımı artmaya başlamıştır. Kömürün yanması sonucunda bünyesinde bulunan çok miktarda duman ve kül atmosfere bırakılmıştır. Yine metalürji ve kimya endüstrilerinin gelişmesiyle bu kaynaklardan atmosfere kükürt bileşikler (SO_2) ve ağır metal içeren partikül madde (PM_{10}) salınımları artmıştır. Bunların yanında sayıları her geçen gün artan motorlu kara taşıtlarından çıkan egzoz gazları da atmosfere salınmaktadır. Bu petrol ürünleri ve endüstriyel kirleticilerin artması havanın kirlenmesine neden olmuştur/olmaktadır (Sağlık Bakanlığı, 2010).

Endüstri devrimiyle birlikte ilk olarak dünyada özellikle sanayinin geliştiği bölgelerde ani ve toplu ölümler meydana gelmeye başlamıştır. Bu toplu ölümlerin nedenleri arasında doğal afetler ve hastalıkların yanı sıra hava kirliliği de yer almaktadır. Özellikle kömürün ısıtma ve enerji temininde kullanılması ile bu olaylar arasında sıkı bir ilişki vardır. Örneğin 1873’de Londra’da hava kirliliği ve yoğun sisin de etkili olması nedeniyle 650 kişi yaşamını yitirmiştir. Yine İngiltere’de 1911’de beklenmedik bir şekilde aynı günde 1150 kişinin hava kirliliği nedeniyle öldüğü kayıtlara geçmiştir. Belçika’da 1930’da hava kirliliği, üç gün devam eden sisin de etkisiyle çok sayıda insanın hastalanmasına ve 63 kişinin ölmesine neden olmuştur. 1931’de İngiltere’de sanayinin yoğun olduğu bir bölgede yoğun sis dokuz gün boyunca etkili olmuş ve bunun sonucunda 600 kişi ölmüştür. Yine 1952’de Londra’da Aralık ayında bronşit ve kalp krizi nedeniyle ölüm vakalarında beklenmeyen ani artışlar yaşanmış, hava kalitesindeki ciddi bozulma sonucunda 3000 kişinin öldüğü bildirilmiştir. Londra’da 1956, 1991, 1994, 1997 yıllarının kış aylarında da ciddi hava kirliliği ve buna bağlı sağlık sorunları yaşanmıştır. 1948’de ABD Pensilvanya eyaletinde Donara denilen küçük bir sanayi kasabasında dört gün devam eden yoğun sisin ardından 14.000 kişilik kasabada 5000-7000 kişi hastalanmış, 20 kişi ölmüştür (İrmak, 2005; Başer, 2008). Bunların yanında 1985 yılında Hindistan’da (Bhopal kentinde) kimya tesisinden havaya karışan gazlar 300 bin kişinin zehirlenmesine, 400 kişinin ölmesine neden olmuştur. Bu önemli hava kirliliği olaylarında kısa

süre içerisinde değişen meteorolojik faktörlerin etkili olduğu ve hava kirliliğinin süresi ile şiddetinin bunlara bağlı olarak değiştiği görülmektedir (Kırımhan, 2006; Sağlık Bakanlığı, 2010). Ayrıca 1986'da o zamanki SSCB sınırları içerisinde, Ukrayna'nın Pripyat yerleşim bölgesinde Çernobil Nükleer Santrali'nde meydana gelen patlama sonucunda çok kişi zarar görmüştür. Bölgedeki radyoaktif sızıntı, rüzgâr ve yağışlarla çok geniş alanlara yayılmış, Avrupa'da ve Türkiye'de de bu patlamanın etkileri uzun süre hissedilmiştir. Ayrıca Londra'da 1991 yılında antisiklonik hava koşulları ve yer seviyesinde oluşan soğuk ve durgun hava, motorlu taşıtlardan çıkan egzozun da yayılmasını önleyerek orada birikmesine neden olmuştur. Güneş ışınları ise kimyasal reaksiyonların hızlanmasına ve caddede azot dioksit miktarının artmasına yol açmıştır. Yine Londra'da 1994 yılında trafik yoğunluğu sonucunda oluşan hava kirliliği, meteorolojik faktörlerin etkisiyle sise dönüşmüş ve çok sayıda astım hastası bundan etkilenmiştir (1200 kişi hastaneye başvurmuştur). Gelişmekte olan ülkelerde nüfus, trafik yoğunluğu ve kalitesiz kömür kullanımına iklim faktörünün de eklenmesi büyük yerleşim yerlerinde hava kirliliğini yaşanmasına neden olmaktadır (Kırımhan, 2006).

Bu ciddi vakalar bu konudaki duyarlılık ve hassasiyetin her geçen gün artmasını sağlamıştır. İnsanlar doğal ortama ve dolayısıyla insan yaşamını olumsuz etkileyecek faaliyetlere tepki göstermeye başlamıştır. Bunlar hava kirliliğinin önlenmesi konusunda ciddi adımlar atılmasını hızlandırmış, bu konuda yasal önlemlerin alınması gerekliliği artık kesin olarak kabul edilmiştir. 1945 yılından itibaren de hava kirliliği bilimsel yöntemler kullanılarak incelenmeye başlanmıştır. Bu nedenle 1945 yılı bu tip çalışmaların başlangıcı olarak kabul edilmektedir. İlk olarak 1956'da Temiz Hava Yasası (Clean Air Acts) kabul edilmiş, hava kirliliğinin önlenmesi belli bir oranda sağlanmıştır (Bayram ve Dikensoy, 2006; Sağlık Bakanlığı, 2010).

Daha sonra özellikle Birleşmiş Milletler gibi uluslararası kuruluşlar, çeşitli sivil toplum örgütleri dünyayı tehdit eden çevre kirliliğine dikkat çekmek ve buna çözüm bulabilmek amacıyla çok sayıda toplantı ve konferans düzenlemiştir. Dünyada yaşanan hızlı gelişmeler sonucunda yaşanan çevre sorunları ilk defa küresel bir sorun olarak 1972 Stockholm'de Birleşmiş Milletler İnsan Çevresi Konferansı'nda tartışılmaya başlanmıştır. Bu konferansın amacı her ülkenin çevreye karşı sorumluluğunu kabul etmesi ve insanın yeryüzündeki varlığının devamı için bunun şart olduğu noktasında birleşilmesidir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2018).

Türkiye'de hava kirliliği sorunu batılı ülkelere göre daha geç başlamıştır. 19. yüzyılın ikinci yarısında sanayileşen batılı ülkelerde hava kirliliğinin yoğun yaşandığı hatta toplu insan ölümleri görülmesine karşılık daha Osmanlı hava kirliliğiyle tanışmamıştır. Ancak daha

sonraki süreçte sanayileşmeyle birlikte İstanbul ve Ankara’da görülmeye başlanan hava kirliliği nedenleri bakımından batılı ülkelere benzerlik göstermektedir (Çakır Sümer; 2014).

Türkiye’de hava kirliliği 1950’li yıllarda bütün dünyada olduğu gibi kentleşmenin hızlanması ve endüstrileşmeye bağlı olarak etkili olmaya başlamıştır. Türkiye’de artan enerji ihtiyacının ve ısınma ihtiyacının karşılanmasında petrol ve kömür gibi fosil yakıtların kullanılması hava kirliliğinin en önemli nedenidir. Türkiye’de hava kirliliği sorununun ortaya çıkmasında 1973 ve 1976 yıllarında yaşanan enerji (petrol) krizleri etkili olmuştur. O dönemde Türkiye enerji ihtiyacını ithal sıvı yakıtlardan karşılamıştır. Ancak krizler sonrasında bunun oldukça pahalıya mal olması nedeniyle Türkiye’de enerji ihtiyacının karşılanabilmesi için yerli linyit kaynakları kullanılmaya başlanmıştır. Kalorisi çok düşük ve kirlilik seviyesi çok yüksek olan bu kömürlerin kullanılması sonucunda şehirlerin havası kirlenmeye başlamıştır. O dönemde ülke şartları nedeniyle insan ihtiyaçlarının karşılanması ön planda olduğu için gelecekte ortaya çıkabilecek sorunlar bu nedenle göz ardı edilmiştir (Bayram, 2005; Kırımhan, 2006).

Türkiye’de, hızlı sanayileşme, beraberinde gerçekleşen şehirlere göç sonrasında, ortaya çıkan plansız kentleşmeler yanında endüstri kuruluşlarının ve yerleşmelerin yanlış yer seçimi, kurulan termik santraller, meydana gelen atık gazların hiçbir önlem alınmadan geliş güzel atmosfere bırakılması hava kirliliğinin artmasına yol açmıştır (Garipağaoğlu, 2002; Bayram ve Dikensoy, 2006). Yine sanayi tesislerinde kullanılan teknolojinin yetersiz olması, hiçbir önlem alınmadan atmosfere bırakılması hava kirliliğini artıran faktörlerdir. Ayrıca topografik özellikler ve meteorolojik unsurlar da hava kirliliği üzerinde etkili olmaktadır. Yeşil alanların tahrip edilmesi de bu süreci hızlandırmıştır (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2012).

Türkiye’de hava kirliliği ilk olarak büyük şehirlerin sorunu olarak ortaya çıkmıştır. Bu nedenle hava kirliliği sorunu ilk ortaya çıktığında daha çok gelişmiş kentlerin sorunu olarak görülmekteydi. Hava kirliliği ve insan sağlığı açısından önemi, ilk olarak Murgul Bakır İşletmeleri nedeniyle Artvin’de, Ankara’da ve Muğla-Yatağan’da yaşanan yoğun hava kirliliği sonucunda çok sayıda insanın ölmesi yanında kanser ve ciddi solunum yolu hastalıklarının yaşanmasıyla gündeme gelmiştir. Yine Zonguldak Çatalağzı Termik Santrali, Elazığ (Maden)’da kurulmuş olan bakır işletmelerinden atmosfere yayılan çok miktarda kirlletici, insan başta olmak üzere pek çok canlıya zarar vermiştir. Tarım alanında verim kaybı, toprakların kirlenmesi sonucunda önemli ekonomik kayıplar meydana gelmiştir. Ayrıca ülke genelinde kurulan çimento, şeker, tekstil fabrikaları, petrol işleme, petrokimya, demir-çelik sanayi tesisleri, kâğıt ve selüloz fabrikaları ve termik santraller önemli kirlletici kaynaklarıdır. Bu tesislerden çıkan zehirli gazlar havanın durgun olduğu zamanlarda, meteorolojik unsurların

özelliklerine bağlı olarak atmosferde dağılmadığı için birikmekte ve hava kirliliğinin etkisi daha da artmaktadır (Kırımhan, 2006). Bu nedenle bilimsel çalışmalar özellikle 1980 sonrasında artmış, yasal düzenlemeler yapılmaya başlanmıştır.

Türkiye’de büyük kentlerde yaşanan hava kirliliğinin özellikle kış mevsiminde ısıtma amacıyla kullanılan fosil yakıtlardan kaynaklandığının tespit edilmesinin ardından bir takım önlemler alınmıştır. Bunların başında ısıtma amacıyla kullanılan düşük kaliteli kömür yerine kaliteli kömür, yine uygun özellikteki sıvı kalorifer yakıtı ve sonrasında doğalgaz kullanımı gelmektedir. Özellikle 1990’dan itibaren Ankara, İstanbul gibi büyük şehirlerde doğalgazın kullanılmaya başlanması sonucunda hava kirliliği büyük oranda azalmaya başlamıştır. Ancak bu durum doğalgazın henüz kullanılmadığı daha küçük ama endüstrileşmiş şehirlerde hava kirliliği sorununun devam etmesine neden olmuştur (Kırımhan, 2006; Başer, 2008).

Türkiye’de ilk olarak hava kalitesini belirlemek amacıyla 1950-60’lı yıllardan itibaren ölçüm istasyonları kurulmaya başlanmıştır. Ancak günümüzde hala bu ölçüm istasyonlarının sayısı yetersiz olduğu gibi bazı istasyonların konumundaki yanlışlık, bölgedeki hava kirliliğinin doğru tespit edilmesine imkân vermemektedir. Bunun yanında hava kirliliğine neden olan pek çok kirleticisi Avrupa’daki istasyonlarda ölçülmesine rağmen Türkiye’de ölçülmemektedir. Türkiye’deki istasyonların büyük çoğunluğunda sadece PM₁₀ ve SO₂ ölçümleri yapılmaktadır. Diğer kirlitenlerin de çevre ve sağlık üzerinde olumsuz etkilerinin olduğu bilinmektedir. Bu nedenle diğer kirlitenlerin ölçülmemesi büyük bir eksiklik olarak görülmektedir. (Garipağaoğlu, 2002; Bayram, 2005; Başer, 2008). Havanın yapısını bozarak kirlenmesine neden olan kirleticiler ve özellikleri aşağıda verilmiştir.

4.3.1.1. Hava Kirleticileri, Özellikleri ve Etkileri

Havanın doğal bileşiminin değişmesine neden olan gaz, sıvı veya katı halde bulunan kimyasal maddeler hava kirleticileri olarak adlandırılmaktadır. Bunların konsantrasyonları ppm (milyonda bir birime verilen isim) veya μm^3 (mikrometre küp) olarak ölçülmektedir. Her hava kirleticisi farklı özelliklere sahip olduğu için bu özellikler dikkate alınarak çeşitli sınıflandırmalar yapılmıştır. Öncelikle kirleticiler fiziksel özelliklerine göre; gaz (SO_x, NO_x, HC, CO, CO₂) ve PM (duman, metalik duman, uçucu kül, mist, aerosoller) olarak sınıflandırılmıştır. Atmosfere salınan kirleticilerin % 90’ı gazlardan, kalan % 10’u ise katı ve sıvı haldeki partikül maddelerden oluşmaktadır. Bir diğer sınıflandırma kirleticilerin kimyasal yapısına bağlı olarak yapılmaktadır. Bu sınıflandırmaya göre kirleticiler, organik ya da inorganik olarak iki farklı gruba ayrılmıştır. Ayrıca kirleticiler kaynaklarına göre birincil (primer) ve ikincil (sekonder) kirleticiler olarak ayrılmaktadır. Birincil kirleticiler; doğrudan atmosfere bırakılarak kirlenmeye neden olmaktadır (SO₂, H₂S, NO, CO, HF, HCL, PM₁₀).

Atmosfere salınan birincil kirleticiler ile atmosferik özellikler arasındaki fiziksel ve kimyasal reaksiyonlar sonucunda ortaya çıkan kirleticiler ikincil kirleticileri oluşturmaktadır. Bunlara ozon (O_3), sülfirik asit (H_2SO_4) örnek olarak verilebilir. Birincil kirleticilerin, ikincil kirleticilere dönüşmesi canlılar için daha tehlikeli bir durumdur (Müezzinoğlu, 1987; Goncaloğlu, 2001; Özaslan 2008).

Yukarıda genel olarak bahsedilen sınıflandırmalardan da anlaşılacağı gibi çok çeşitli hava kirleticileri vardır. Bu nedenle hepsine yer vermek zor olacağı için öncelikle en sık görülen hava kirleticilerinin adları, kaynakları ve etkileri tablo 32’de verilmiştir. Ancak araştırma alanında hava kirliliği ölçümü yapan istasyonlarda kirleticilerden sadece partikül madde (PM_{10}) ve kükürtdioksit (SO_2) ölçümleri yapıldığı için burada bu iki kirletici hakkında ayrıntılı bilgi verilmiştir.

Partikül Madde (PM): Partikül maddenin hava kirleticiler arasında önemli bir yeri vardır. Havada bulunan katı partiküller ile sıvı damlacıkları kapsamaktadır. Partikül boyutları çok değişiklik göstermekte olup, ortalama gaz molekül büyüklüğü $0.0002 \mu m$ ’den büyük olan ve havada bir süre asılı kalabilen katı veya sıvı her türlü madde partikül sınıfına girmektedir. Partikül şeklindeki kirletici emisyonları iriliklerine, yoğunluklarına ve kimyasal yapılarına göre aerosol, sis veya pus (mist, fog), duman (smog), is (smoke) ve toz (dust) şeklinde adlandırılmaktadır (Tırıs ve diğerleri, 1993).

Partikül maddenin boyutu ile solunum yolu sistemi ve buna bağlı oluşan hastalıklar arasında bir ilişki vardır. Partikül maddenin boyutu, bu kirleticinin insan sağlığı üzerindeki etkisini ve atmosferde taşınma sürecini belirlemektedir (Taşdemir, 2002). Partikül madde boyutu aerodinamik çapla ifade edilmektedir. Birkaç nanometre (nm) ile onlarca mikrometre (μm) büyüklüğünde çapları olabilmektedir. Atmosferdeki partikül halindeki kirleticilerin kökenleri ve ebatları birbirinden çok farklılık göstermektedir. Kütle ve bileşim açısından aerodinamik çapı $2,5 (\mu m)$ ’den büyük partiküllere “kaba partikül” denmektedir. $2,5 (\mu m)$ ’den küçük olanlar “ince partikül” olarak ayrılmakta olup $PM_{2,5}$ olarak adlandırılmaktadır. $10 \mu m$ ’den büyük olanlar ise PM_{10} olarak adlandırılmaktadır. Araştırmada PM_{10} değerleri kullanılmıştır. Atmosferdeki PM konsantrasyonu üzerinde etkili olan bazı faktörler vardır. Bunlar; atmosferik durum, topografik özellikler ve kirletici kaynakların konumudur (Taşdemir, 2002; Ulutaş, 2010).

Tablo 32

Hava kirleticileri, kirlilik kaynakları ve etkileri

Kirletici	Ana Kaynağı	Etkisi
Kükürtdioksit (SO ₂)	Fosil yakıtlar, taşıt emisyonları	Solunum yolu hastalıkları, asit yağmurları
Azotoksitler (NO _x)	Taşıt emisyonları, yüksek sıcaklıkla yakma prosesleri	Göz ve solunum yolu hastalıkları, asit yağmurları
Partikül Madde (PM)	Sanayi, taşıt emisyonları fosil yakıt kullanımı, tarım ve ikincil kimyasal reaksiyonlar	Kanser, kalp ve solunum yolu hastalıkları, bebek ölümlerinde artış
Karbonmonoksit (CO)	Taşıt emisyonları, eksik yanma ürünü	Kanda oksijen taşınma kapasitesinde azalma, ölüm
Ozon (O ₃)	Trafik kaynaklı azot ve uçucu organik bileşiklerin (VOC) güneş ışıısıyla değişimi	Solunum yolu hastalıkları, göz hastalıkları, vücut direncinde azalma

(Kaynak: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2017).

Partikül maddenin (PM) kaynakları, hem doğal hem de antropojenik kaynaklardır. Kaynağı ne olursa olsun PM canlılar üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. PM seviyesi, bölgenin özelliklerine göre değişebilmektedir. Kırsal alanlarda düşük seviyede olan PM'nin kentsel ve endüstriyel alanlarda daha yüksek seviyelerde olduğu görülmektedir. PM emisyonu kış mevsiminde daha çok ısınmadan kaynaklı olarak artmaktadır. Bunda kullanılan yakıtın özelliği etkilidir. Kalorisi düşük, kükürt, kül ve uçucu madde miktarı yüksek kalitesiz yakıtların yanması PM konsantrasyonunun artmasına neden olmaktadır. Yine kükürt oranı yüksek sıvı yakıtlar da PM'nin artmasına yol açmaktadır. Trafik yoğun olduğu şehir merkezlerinde taşıt sayısının fazla olması nedeniyle egzozdan atmosfere çok miktarda PM bırakılmaktadır. Özellikle motorin kullanan taşıtlar benzinli taşıtlara göre daha fazla PM₁₀ salınımına neden olmaktadır. Çimento fabrikaları, kireç ve taş ocakları, metal endüstri ile taşıtlar partikül maddelerin başlıca kaynaklarını oluşturmaktadır (Ulutaş, 2010).

Partikül madde, insan sağlığı açısından son derece tehlikelidir. Partikül maddenin çapı ne kadar küçük olursa sağlık üzerindeki etkisi o kadar fazla olmaktadır. Yine partikül maddenin fiziksel ve kimyasal özellikleri, sağlık üzerindeki etkisini belirleyen faktörlerdir (Ulutaş, 2010). PM, insanların akciğerlerinde hava torbalarının bulunduğu bölgelerde birikerek insan sağlığına zarar vermektedir. Burada konu edilen partiküller daha çok evsel yakıtlardan kaynaklı duman ve diğer farklı boyutlardaki parçacıklardır (Garipağaoğlu, 2001). Bunun yanında görüş mesafesini kısaltması ve güneş ışınlarının absorbe edildiği bantları değiştirmesi gibi olaylara neden olarak daha büyük zararlara yol açmaktadır. Bu zararlar PM'ye maruz kalma süresine bağlı olarak değişmektedir (Tırıs ve diğerleri, 1993).

PM'lerin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin sağlık açısından önemi oldukça fazladır. Özellikle kanser yapıcı organik kimyasallar içeren Pah, dioksin, furan gibi partikül maddeler çok tehlikelidir. Çok farklı bileşenlerden oluşan partikül maddeler, akciğerlerdeki nemle birleşerek aside dönüşmektedir. PM₁₀, akciğerlere kadar ulaştığında, nefes darlığına neden olmaktadır. Oksijen yetersizliği sonucunda kalp daha fazla çalıştığı için kalp üzerinde ciddi baskı yaratmaktadır. PM₁₀'un sağlık üzerindeki etkisi akut ve kroniktir (Garipağaoğlu, 2001; Ulutaş, 2010; Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2015).

Havadaki partikül madde derişimleri, maruz kalınma süresi göz önünde bulundurularak etkileri ve nasıl değiştiği tablo 44'de verilmiştir (Tırıs ve diğerleri, 1993).

Tablo 33

Havadaki partikül madde miktarı ve etki durumu.

Derişim (mg/m ³)	Etki
60-180 (yıllık ort.)	Çelik ve metalik malzemelerde paslanma
150	Görüş mesafesinin 9 km'nin altına düşmesi
100-150	Doğrudan güneş ışınlarının 1/3 oranında azaltılması
100-130	Çocuklarda solunum yolu hastalıklarının başlaması
300 (günlük ort.)	Kronik bronşit hastalarda ciddi krizlerin yaşanması
750 (günlük ort.)	Hastalanma ve ölüm oranlarında artış

(Kaynak: Tırıs ve diğerleri, 1993).

Kükürtdioksit (SO₂): Kükürtdioksit hava kirleticileri arasında çok yaygın olarak görülen önemli bir kirleticidir. Her yıl doğal veya yapay kaynaklardan çok miktarda SO₂ atmosfere karışmaktadır (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2015). SO₂ renksiz, yanmayan, parlamayan, boğucu ve asitik bir gaz olup atmosferik SO₂'nin yarısına yakını doğal kaynaklıdır. Antropojenik kaynaklı SO₂ ise, kükürt içeren kömür ve petrol gibi fosil yakıtların özellikle enerji santrallerinde ve sanayi tesislerinde yakılmasına bağlı olarak açığa çıkmaktadır. Yani endüstriyel prosesler, evlerde ısınma amaçlı kullanılan yakıtlar, termik santraller ve az miktarda dizel yakıtlı taşıtlar havadaki SO₂'nin kaynağını oluşturmaktadır. Bu nedenle SO₂, şehirlerin havasının kirlenmesinde önemli bir etkidir. SO₂, yaz ve kış her mevsim etkilidir (Tırıs ve diğerleri, 1993; Goncaloğlu, 2001; Müezzinoğlu, 2003; Bayram ve Dikensoy, 2006).

Atmofere yaklaşık olarak her yıl 350 milyon ton kükürt oksit karışmaktadır. Bunun 150 milyon tonu antropojenik kaynaklardan, 200 milyon tonu da doğal kaynaklardan oluşmaktadır. Antropojenik kaynaklı kükürt oksitlerin % 70'e yakını kömürden, çok küçük bir kısmı ise taşıtlardan gelmektedir. Bunun nedeni de kömürdeki kükürt oranının petrol ve doğalgaza göre çok daha fazla olmasıyla ilgilidir. Fosil yakıtlardaki kükürt, fosil kaynakları

oluşturan bitki, hayvan ve deniz organizmaları sonucunda meydana gelmektedir. Ham petrolde bulunan kükürdün büyük kısmı, rafine işlemleri sırasında uçmakta ve petrolden ayrılmaktadır. Bu nedenle petrol ürünlerinde kükürt % 0,04-% 0,008 arasında bulunurken doğalgaz da bu oran daha da düşük seviyelerdedir. Günümüzde daha az kirliliğe neden olan yeni yakıtların kullanılmaya başlanmasıyla, SO₂ konsantrasyonlarında azalma eğilimi görülmektedir (Taş, 2006).

En önemli kükürtlü gazlar, kükürtdioksit (SO₂), kükürttrioksit (SO₃) ve hidrojen sülfür (H₂S)'dür. Bu gazlar atmosferde hareketi sırasında kimyasal reaksiyona girerek (oksidasyon) sülfürik aside (H₂SO₄) dönüşebilmektedir. Böylece oluşan ikincil kirleticiler canlıları zehirleyerek ölümlere neden olabilmektedir (Kırımhan, 2006).

Havada en fazla görülen kirletici olan SO₂'nin insan sağlığı üzerindeki etkileri oldukça fazladır. Öncelikle SO₂, üst solunum yollarında tahrişe yol açmaktadır. Böylece solunum yolları hastalıklarının ve hasta sayısının artması yanında görülme sıklığının artmasına ve etkisinin daha uzun süreli olmasına neden olmaktadır. SO₂ atmosferde hareketi sırasında oksidasyonla sülfürik aside dönüşebilmekte ve canlıları zehirleyerek ölüme neden olabilmektedir (Bayram ve Dikensoy, 2006). Su ve kanda çok çabuk çözünen bir gaz özelliği taşıyan SO₂ ve atmosferdeki ürünleri solunum sistemi için oldukça rahatsız edici bir maddedir. Solunan yüksek konsantrasyondaki SO₂'in % 95'i üst solunum yollarında absorbe olmaktadır. Bunun sonucunda, bronşit, amfizem, astım ve diğer akciğer hastalık semptomları meydana gelmektedir. Asit aerosollerini ile partiküler maddelerin de akciğerlerden alveollere kadar taşınması oluşacak solunum sistemi hasarını daha da arttırmaktadır. Bu durum özellikle yaşlılar ve çocukları daha fazla etkilemektedir. SO₂, insan sağlığı yanında asit yağmurları şeklinde bitki örtüsü ve ormanlara büyük zarar vermektedir. Yine bina ve metal yüzeylerde de aşınmalara neden olmaktadır (Garipağaoğlu, 2001; Karpuzcu, 2007; Çimen ve Öztürk, 2010; Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2015).

Hava kirleticilerinin bu kadar zararlı etkilerinin olması nedeniyle hava kalitesinin korunması ve izlenmesi önemli bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır.

4.3.1.2. Hava Kalitesi ve Yönetimi

Havanın kalitesi, insan sağlığını direkt etkilediği için yaşadığımız ve soluduğumuz havanın kalitesi yaşam kalitesi anlamına gelmektedir. Hava kalitesi, o bölgenin havasının ne kadar temiz ya da kirli olduğunu göstermektedir. Aynı zamanda sağlık etkilerini de göstererek bölge halkını uyarmaktadır. Hava kalitesi, günden güne hatta aynı gün içerisinde bile farklılık gösterebilmektedir

Dünyada hava kalitesinin anlaşılır olması için Hava Kalitesi İndeksi (HKİ) (Air Quality Index/AQI) kullanılmaktadır. İndekste aynı özellik gösteren yerler farklı renk ve tanım kullanılarak gösterilmekte ve bu ayırım her kirletici için ayrı ayrı düzenlenmektedir. Türkiye’de kullanılan Ulusal Hava Kalitesi İndeksi, EPA (Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı) Hava Kalitesi İndeksinin ulusal mevzuat ve sınır değerlerine göre düzenlenmesi sonucunda hazırlanmıştır. Bu indekste 5 kirletici; partikül madde (PM₁₀), karbonmonoksit (CO), kükürtdioksit (SO₂), azot dioksit (NO₂) ve ozon (O₃) belirtilmiştir. EPA Hava Kalitesi İndeksi 6 sınıftan meydana gelmiş olup, 1-iyi (yeşil), 2-orta (sarı), 3-hassas (turuncu), 4-sağlıksız (kırmızı), 5-kötü (mor) ve 6-tehlikeli şeklindedir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2017).

Hava kalitesinin korunması, hava kalitesinde meydana gelen değişikliklerin tespiti ve önceden gerekli önlemlerin alınması için, hava kirleticilerinin ölçümlerinin sağlıklı ve düzenli olarak yapılması gereklidir. Bu ölçümler, ileriye dönük hava kalitesi planlamalarında ve geliştirilecek politikalar üzerinde son derece etkili olacaktır. Bu nedenle Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından 2005-2007 yılları arasında 81 ilde hava kalitesi ölçüm istasyonu kurulmuştur. Bakanlığın dışında bazı belediye ve organize sanayi bölgeleri tarafından da hava kalitesi ölçüm istasyonları kurulmuş ve böylece Türkiye genelinde Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı oluşturulmuştur (www.havaizlemekalitesi.com). Bu istasyonlarda genellikle SO₂ ve PM₁₀ parametreleri ölçülmekte olup azotoksitler, karbonmonoksit ve ozon da tam otomatik olarak ölçülmektedir.

Zaman içerisinde hava kirleticilerin etkisini artırması, özellikle şehirlerde insanlar ve doğal çevre üzerindeki artan olumsuz etkileri, insanları bu konuda tedbir almaya zorlamıştır. Öncelikle bu sorunları ilk olarak yaşayan ve bunlardan etkilenen gelişmiş ülkeler bu konuda alınacak tedbirler üzerinde çalışmalar yapmışlardır. Bu konuda yapılan ilk iş gelişmiş ya da gelişmekte olan bütün ülkelerde hava kalitesi yönetimi konusunda yasal düzenlemelerin yapılmasıdır. Bu nedenle ABD başta olmak üzere, Avrupa, Asya ve Türkiye’de “Hava Kalitesi Yönetimi” kabul edilmiş ve ülkeler kendilerine göre yasal düzenlemelerde bulunmuşlardır (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2017). Hava kalitesi yönetimi; doğrudan atmosfere bırakılan emisyonların insan ve çevre sağlığına zarar vermeyecek seviyelerde kalması veya bu seviyelere indirilmesi için alınması gerekli önlemleri belirleme amacıyla yapılan çalışmalar demektir (Özkurt, 2011).

Bu konuda ilk adım sınır değerlerin belirlenmesidir. Uluslararası seviyede sınır değerlerinin belirlenmesi ve hava kalitesinin iyileştirilmesi gibi konularda aktif rol oynayan kurum ve kuruluşlar bulunmaktadır. Bunlar; Dünya Sağlık Örgütü (WHO), Avrupa Birliği

Hava Kalitesi Yasal Çerçevesi (European Commission Air Quality Standards), Ulusal Hava Kalitesi Standartları (NAAQS), Çevresel Koruma Örgütü (EPA), ve İngiltere Hava Kalitesi İndeksi (UK_AIR)'dir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2017).

Uluslararası toplantılarda bu sınır değerler, çevrede kısa ve uzun vadeli olumsuz etkilerin ortaya çıkmaması için atmosferdeki hava kirleticilerinin zararlı etkileri de dikkate alınarak belirlenmiştir. Bu sınır değerler hava kirliliğinden etkilenme durumuna göre uzun ve kısa vadeli sınır değerler olarak iki farklı şekilde belirlenmiştir. Bunlar:

Uzun vadeli sınır değerler (UVS): Hava kirleticilerin düşük miktarlarının uzun sürede solunmasıyla ortaya çıkan kronik etkiler için verilen üst sınır değerleri ifade etmektedir.

Kısa vadeli sınır değerler (KVS): Kısa sürede hava kirleticilerin yüksek miktarlarının solunmasıyla ortaya çıkan kısa süreli akut etkiler için verilen sınır değerleri göstermektedir. Ancak hava kalitesi standartları ülkelerin gelişmişlik düzeylerine bağlı olarak ülkeler arasında farklılık göstermektedir. ABD'de bu değerler Temiz Hava Yasası'na göre belirlenmişken Avrupa'da Dünya Sağlık Örgütü'nce belirlenen değerler kullanılmaktadır (Çiçek ve diğerleri, 2004). Türkiye'de belirlenen sınır değerler Avrupa Birliği ve Dünya Sağlık Örgütü'nün belirlediği sınır değerlerle uyumlu değildir (Tablo 34). Türkiye'deki sınır değerler AB'nin 2 katı olmasına rağmen bu sınır değerler belirli aralıklarla değiştirilerek AB standartlarına uyarlanmıştır. Bunun için 1 Ocak 2019'a kadar kademeli olarak kirletici değerlerinin düşürülmesi planlanmıştır.

Tablo 34

SO₂ ve PM₁₀ kirleticilerinin sınır değeri.

Kirletici	Ortalama Süre	Limit Değerler							Uyarı Eşiği
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
SO ₂	Saatlik (İnsan sağlığının korunması için)	500	500	470	440	410	380	350	500 MG/m ³
	24 Saatlik (İnsan sağlığının korunması için)	250	250	225	200	175	150	125	
	Yıllık-kış dönemi (Ekosistemin korunması için)	20	20	20	20	20	20	20	
	(1 Ekim-31 Mart)								
PM ₁₀	24 Saatlik (İnsan sağlığının korunması için)	100	100	90	80	70	60	50	
	Yıllık (İnsan sağlığının korunması için)	60	60	56	52	48	44	40	

(Kaynak: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2017)

4.3.1.3. Türkiye’de Hava Kalitesi İle İlgili Çalışmalar

Türkiye’de çevre sorunları ilk kez 1982 (Madde 56) Anayasası’nda yer bulmuştur. “Herkes, sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama hakkına sahiptir. Çevreyi geliştirmek, çevre sağlığını korumak ve çevre kirlenmesini önlemek devletin ve vatandaşların ödevidir”. Bu anayasaya bağlı olarak 9 Ağustos 1983’te 2872 sayılı Çevre Kanunu (Madde 3 ve 8) yürürlüğe girmiştir. Bu kanuna daha sonra su, hava kirlenmesi ile ilgili yönetmelikler eklenmiştir. 2 Kasım 1986’da Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği, Resmi Gazete’de yayınlanarak yürürlüğe girmiştir (Çakır Sümer, 2014; Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2017).

AB mevzuatının uyumlaştırılması çalışmaları kapsamında, 96/62/EC Hava Kalitesi Çerçeve Direktifi ve Kardeş Direktiflerinin (99/30/EC, 2000/69/EC, 2002/3/EC ve 2004/107/EC) paralelinde hazırlanan Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi (HKDY) Yönetmeliği 06.06.2008 tarihli ve 26898 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. HKDY Yönetmeliği’nin yürürlüğe girmesiyle Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği yürürlükten kaldırılmıştır. Bu yönetmelik hava kalitesinin sağlanması ve korunmasında “bölge ve alt bölgelerin oluşturulmasını ve hava kalitesinin korunması için gerekli önlemlerin alınmasını kapsamaktadır. Bu bölgeler nüfuslarına/yoğunluklarına göre ayrılmaktadır (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2017).

HKDY yönetmeliğinin amacı Avrupa Birliği’nin belirlediği düşük hava kalitesi limit değerine uyum için hava kalitesi alanındaki AB mevzuatının Türkiye’nin mevzuatı ile uyumlu hale getirilmesidir. Yönetmeliğin diğer amacı, kirliliğin kontrolü ve hava kalitesi alanlarında doğru, tam ve güvenilir bir izleme, yaptırım ve kurumsal güçlendirmenin gerçekleşmesidir. Bu yönetmelikle mevcut hava kalitesi sınır değerlerinin 01.01.2014 tarihine kadar kademeli olarak azaltılması ve o tarihten sonra AB limit değerlerine uyum sağlanması hedeflenmiştir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2017).

HKDY yönetmeliği, hava kirliliğinin çevre ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerini önlemek veya azaltmak için hava kalitesi hedeflerinin tanımlamak ve oluşturmak, tanımlanmış metotları ve kriterleri esas alarak hava kalitesini değerlendirmek, hava kalitesinin iyi olduğu yerleri korumak ve iyileştirmek, hava kalitesi ile ilgili yeterli bilgi toplamak ve halkın bilinçlendirmesini sağlamak amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla Ulusal Temiz Hava Eylem Planı hazırlanmış ve bakanlığın internet sitesinde yayınlanmıştır. Temiz hava planında illerin ısınma, trafik ve sanayi başlıklarında olmak üzere SO₂, NO_x ve PM₁₀ kirleticilerine ilişkin emisyon envanterinin oluşturulması istenmiştir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2017).

Bunların yanında hava kirliliğine neden olan faktörlere göre (ısınma, sanayi, trafik) gerekli önlemleri alabilmek için Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından “Isınmadan

Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrol Yönetmeliği, Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrol Yönetmeliği, Egzoz Gazı Emisyonu Kontrolü, Bazı Akaryakıt Türlerinde Kükürt Oranının Azaltılmasına İlişkin Yönetmelik ile Benzin ve Motorin Kalitesi Yönetmeliği” çıkarılmıştır (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2017).

Ayrıca 2010 yılında Çevre ve Orman Bakanlığı ve Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından il bazında hava kirliliği konusunda mevcut durumun ortaya çıkarılması amacıyla “Temiz Hava Eylem Planı” hazırlanmıştır. Ayrıca bu çalışma ile geleceğin doğru planlanması, eksikliklerin belirlenerek AB mevzuatının uygulanması amaçlanmıştır. Böylece hava kalitesi hedeflerine ulaşılabilecek ve hava kirliliğinin insan başta olmak üzere çevreye vereceği zararlar en aza indirilecektir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2017).

4.3.2. Çürüksu Çayı Havzası’nda Hava Kirliliği

Bu bölümde hava kalitesi ölçüm istasyonları ve buralardan elde edilen verilerle araştırma alanında hava kirliliğinin 2013-2016 dönemindeki zamansal ve mekansal değişimi incelenmiştir.

4.3.2.1. Hava Kalitesi Ölçüm İstasyonu Konumu ve Özellikleri

Araştırma alanı sınırları içerisinde hava kirliliği düzeylerini ölçmek için, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından kurulan ve işletilen iki tane istasyon vardır (Tablo 35). Bunlar, Merkezefendi ve Pamukkale Belediyesi sınırları içerisinde 2005 yılından beri aktif olarak ölçüm yapan sabit tip hava kalitesi izleme istasyonudur. Bu istasyonlarda sadece kükürtdioksit (SO_2) ve partikül madde (PM_{10}) parametreleri ölçülmektedir. Bu nedenle araştırmanın bu bölümünde sadece söz konusu iki istasyona ait veriler kullanılmıştır. Bu istasyonlar, ulusal izleme ağına bağlı olup SO_2 ve PM_{10} ölçüm cihazları ile tam otomatik olarak 24 saat boyunca kesintisiz ölçüm yapmakta ve ölçüm sonuçları Çevre ve Şehircilik Bakanlığının www.csb.gov.tr/iller/denizli internet adresinden paylaşılmaktadır. Bu çalışmada kullanılan kirlilik verileri de bu internet adresinden temin edilmiştir.

Çürüksu Çayı Havzası’nda hava kalitesi ölçümü yapan istasyonlar; Merkezefendi ve Bayramyeri Hava İzleme İstasyonlarına ek olarak 2016’da yine Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından 3 adet yeni istasyon havzanın değişik yerlerinde kurulmuştur. Şu an havzada toplam 5 tane hava kalitesi ölçümü yapan istasyon vardır. Bu istasyonlar Sümer İzleme İstasyonu, İstiklal Hava İzleme İstasyonu ve Honaz Hava İzleme İstasyonudur (Denizli Çevre ve Şehircilik Müdürlüğü, 2016) (Tablo 35). Ancak bu istasyonlarda hala deneme amaçlı ölçümler yapıldığı için bakanlık tarafından kirlilik verilerinin paylaşılmasına izin verilmemiştir. Bu nedenle çalışmada yine eski 2 istasyon ait kirlilik verileri kullanılmıştır.

Tablo 35

Araştırma alanında bulunan hava kalitesi izleme istasyonlarının özellikleri

İstasyon Adı	Ölçülen Parametreler	İstasyon Tipi	Koordinatı	
			X	Y
İstiklal	PM ₁₀ -SO ₂		29°05'46" D	37°46'03"
Sümer	PM ₁₀ -SO ₂		29°05'37" D	37°41'17"
Honaz	PM ₁₀ -SO ₂		29°15'54" D	37°45'22"
Merkezefendi			29°01'56" D	37°46'37"
Bayramyeri			29°40'49" D	37°46'49"

Araştırma alanında hava kalitesi izleme istasyonlarının özellikleri şöyledir; günümüzde Bayramyeri İstasyonu Merkezefendi ilçesi, Sırapapılar Mah. Sevil Kaynak Ortaokulu bahçesinde bulunmaktadır. Söz konusu istasyon Denizli-İzmir, Denizli-Ankara ve Denizli-Antalya Karayolu'na 1,2 km uzaklıkta olup Denizli şehrinin en işlek caddelerinden Doktorlar Caddesi, Saltak Caddesi ve Atatürk Bulvarı'na yakındır (Foto 9). Bu nedenle trafiğin en yoğun olduğu bölgededir. Bunun yanında konut alanları, sağlık tesisleri ve iş yerleri de yoğun olarak bulunmaktadır.

Merkezefendi İstasyonu, günümüzde Merkezefendi Belediyesi Fatih İlköğretim Okulu bahçesinde bulunmaktadır. Burası konutların ve trafiğin yoğun olduğu bir bölgedir (Foto 10). Trafiğin yoğun olduğu 29 Ekim Bulvarı, Hasan Gönüllü ve Uğur Mumcu Caddesi bu istasyona yakın bulunmaktadır. Burası ısınma kaynaklı hava kirliliğinin ölçülmesi için kurulmuştur. Konut alanlarının yoğunluğu orta derecede olup, bu bölgede konut alanları yanında resmi kurum ve hastaneler (Adalet Sarayı, Servergazi Devlet Hastanesi gibi) ile çok sayıda eğitim kurumları vardır. Çevresinde Adalet Parkı gibi açık ve yeşil alanlar bulunmaktadır.



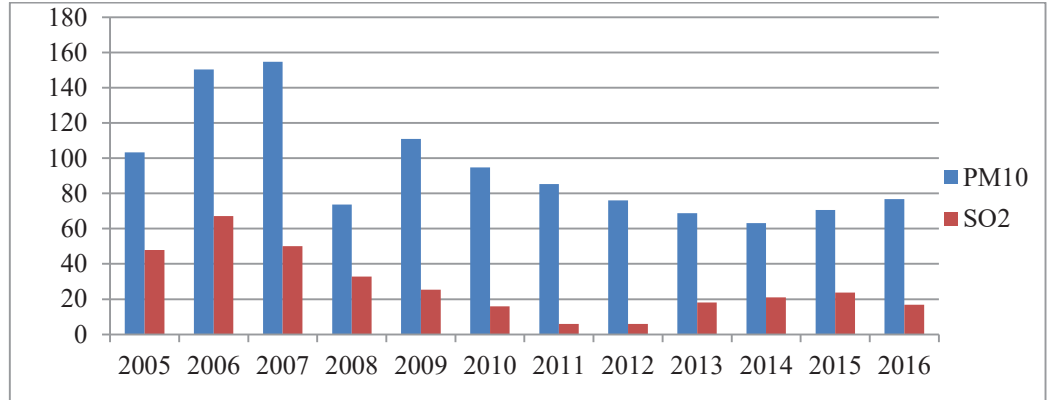
Foto 10. Hava kirliliği ölçüm istasyonu
(D.Çevre Müd., 2015)



Foto 9. Hava kirliliği ölçüm istasyonu 2
(D.Çevre Müd., 2015)

4.3.2.2. Çürüksu Çayı Havzası'nda Hava Kirleticilerinin Zamansal Değişimi

Öncelikle Çevre ve Şehircilik Bakanlığına ait web sitesinden 2013-2016 dönemine ait günlük PM_{10} ve SO_2 değerleri her iki istasyon için ayrı ayrı alınmış, daha sonraki aşamada bu iki istasyonun ortalama PM_{10} ve SO_2 değerleri kullanılmıştır. Günlük verilerden aylık, mevsimlik ve yıllık verilere ulaşılmıştır. Kirlilik verilerinin aylık ve yıllık dağılımı hava kirliliğinin boyutunu ortaya koymak açısından önemlidir. Şekil 54'e göre araştırma alanında PM_{10} ve SO_2 değerlerinin 2005'ten günümüze kadar düştüğü görülmektedir.



Şekil 54. Denizli şehirde PM₁₀ ve SO₂'nin yıllık değişimi (2005-2016)

4.3.2.2.1. Çürüksu Çayı Havzası'nda PM₁₀ Zamansal Değişimi

Araştırma alanında şekil 54'e göre 2013 öncesinde PM₁₀ değerleri daha yüksek olup, PM₁₀ konsantrasyonunun 2007'de en yüksek seviyeye (155µg/m³) ulaştığı, en düşük seviyeye ise 2008 tarihinde (6µg/m³) ulaştığı görülmektedir (Tablo 36, Şekil 54). Ancak araştırmanın kapsadığı zaman diliminde (2013-2016) Türkiye'nin pek çok yerinde olduğu gibi PM₁₀ değerinin düştüğü görülmektedir. Ancak bu düşüşe rağmen hala PM₁₀ istenilen seviyede değildir. 2013'de yüksek olan PM₁₀ değeri, 2014'te düşmekte ancak 2015 ve 2016'da ise tekrar yükselmektedir. Bunda sanayi faaliyetlerinin ve motorlu taşıt sayısının artması etkili olmuştur.

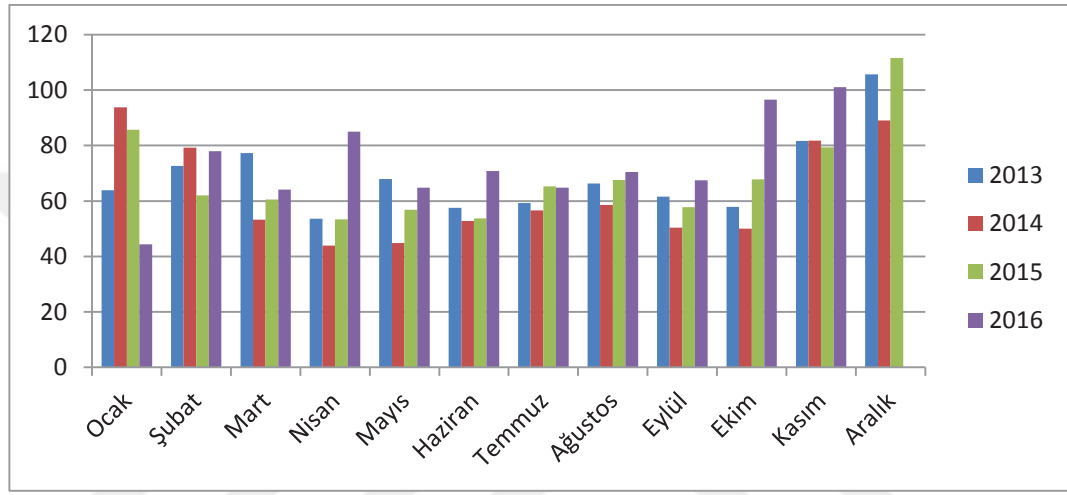
Tablo 36

Denizli şehirde PM₁₀'un zamansal değişimi (2005-2016)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ortalama
2005	45	98	79	65	63	89	95	101	124	176	241	107	
2006	206	206	122	92	89	85	92	124	108	131	321	297	156
2007	281	224	145	110	106	108	112	106	112	135	222	224	157
2008	116	87	60	60	36	38	39	47	38	39	158	179	74
2009	196	120	111	81	69	79	87	84	69	98	165	178	111
2010	156	121	116	89	83	79	74	57	57	62	99	118	92
2011	126	112	103	74	59	57	67	57	59	29	118	111	81
2012	101	96	68	70	47	56	70	55	74	67	78	103	73
2013	74	72	77	54	73	58	60	67	62	59	81	103	70
2014	104	80	54	44	23	27	29	29	26	59	81	90	54
2015	86	63	64	55	57	51	33	36	36	63	80	109	61
2016	76	77	63	82	64	71	64	70	68	97	101	83	76
Ortalama	138	108	90	74	64	64	68	69	67	80	140	153	

Araştırma alanında Kasım ile birlikte PM₁₀ oranında başlayan artış Aralık'ta (153 µg/m³) en yüksek seviyeye ulaşmakta bunu Ocak, Şubat ve Mart ayları takip etmektedir (Şekil 55). Mayıs ve Haziran PM₁₀'un en düşük olduğu aylardır (64 µg/m³). Temmuz'dan itibaren

küçük yükselmeler kendini gösterse de Ekim'den itibaren hızlı bir yükselişe geçmektedir. Bu sonuç daha önce yapılmış çalışmalara da uygunluk göstermektedir (Tağıl, 2007; Bayram, 2005; İbret ve Aydınözü, 2009). Yani PM_{10} değeri kış aylarında artış göstermektedir. Bu durum kış mevsiminde ısınma amaçlı kullanılan yakıt miktarının artmasının bir sonucudur. Şekil 55'de 2016 yılı Ocak PM_{10} değerinde diğer yıllara göre tespit edilen düşüşün nedeni ise bu ayda eksik ölçümlerin yapılmasıdır.



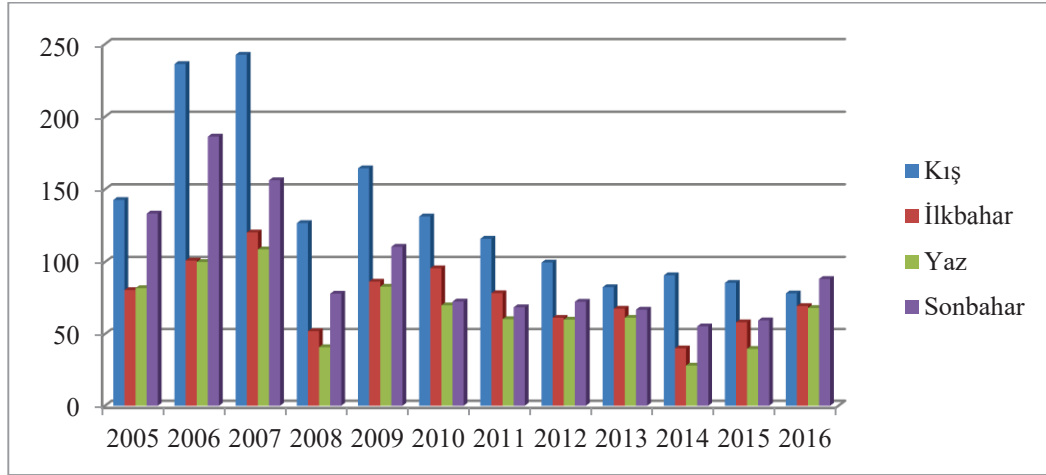
Şekil 55. Denizli şehirinde PM_{10} 'un aylık zamansal değişimi (2013-2016)

Havadaki kirleticilerin mevsimlere göre dağılımı da önemlidir. Bu nedenle havzada PM_{10} 'un mevsimlere göre dağılımının verildiği tablo 37 ve şekil 56'ya göre PM_{10} en yüksek seviyesine kış mevsiminde ulaşmaktadır (PM_{10} ; $133 \mu g/m^3$). Kış mevsimini sonbahar ($95.7 \mu g/m^3$), ilkbahar ($76 \mu g/m^3$) ve yaz ($67 \mu g/m^3$) izlemektedir.

Tablo 37

Denizli şehirinde PM_{10} 'nun mevsimlere göre dağılımı

PM_{10}	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar
2005	142,8	80,7	82,0	133,3
2006	236,3	101,0	100,0	186,3
2007	242,7	120,3	108,7	156,3
2008	126,8	52,0	40,8	78,2
2009	164,5	86,5	83,0	110,5
2010	131,3	95,7	70,0	72,7
2011	116,0	78,5	60,3	68,7
2012	99,7	61,3	60,0	72,5
2013	82,7	67,7	61,3	67,0
2014	90,8	40,0	28,0	55,3
2015	85,7	58,2	39,7	59,5
2016	78,3	69,5	68,2	88,3
Ortalama	133,1	75,9	66,8	95,7



Şekil 56. Denizli şehrinde PM₁₀'un mevsimlere göre dağılımı

Burada hava kirliliğiyle ilgili bir diğer önemli konu da sınır değerlerin aşıldığı gün sayısıdır. Araştırma alanında AB ve Türkiye sınır değerlerine göre her iki istasyona ait sınır değeri aşan gün sayısı tespit edilmiştir. Buna göre araştırma alanında 2013-2016 arasında PM₁₀'un AB ve Türkiye sınır değerine göre sınırı aşan gün sayısı sürekli artmaktadır (Tablo 38). Bunda AB uyum sürecinde sınır değerlerin her yıl kademeli olarak düşürülmesi etkilidir. Örneğin PM₁₀'un AB sınır değeri 2008'de 150 µg/m³ iken 2016'da 50 µg/m³ 'e düşmüştür.

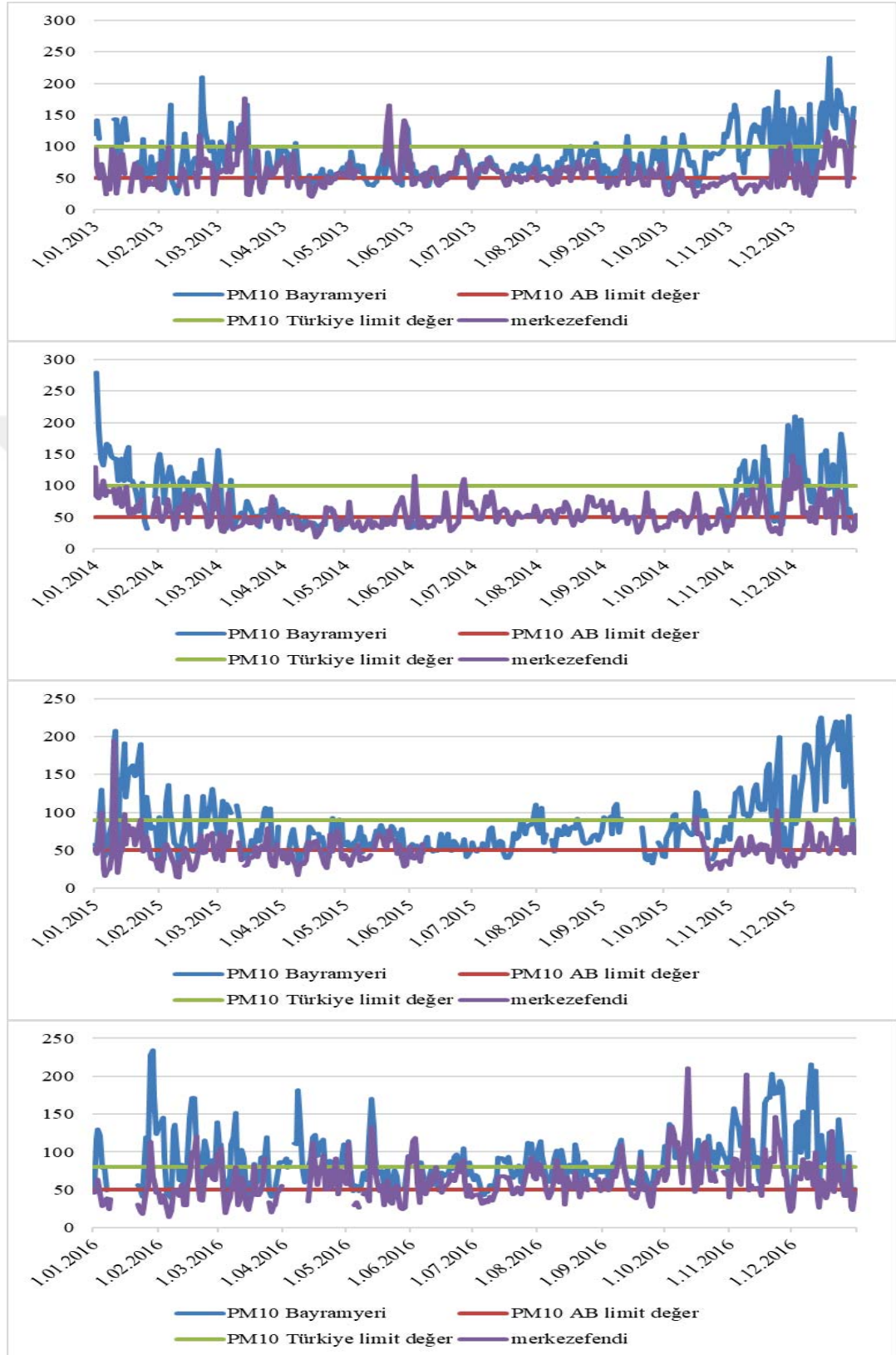
Tablo 38

Denizli şehrinde PM₁₀'un uzun vadeli sınır değeri aştığı gün sayısı (2013-2016)

Yıl	Sınır değeri		Bayramyeri İstasyonu			Merkezefendi İstasyonu		
	AB	Türkiye	Ölçüm yapılan gün sayısı	AB sınır değeri aşan gün sayısı	Türkiye sınır değeri aşan gün sayısı	Ölçüm yapılan gün sayısı	AB sınır değeri aşan gün sayısı	Türkiye sınır değeri aşan gün sayısı
2013	50	100	344	288	85	340	197	20
2014	50	100	185	141	72	356	199	13
2015	50	90	349	303	111	229	110	7
2016	50	80	351	322	188	333	218	72

(Kaynak: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2016).

Araştırma alanında AB ve Türkiye sınır değerini en fazla aşan istasyon Bayramyeri istasyonudur. Bu istasyonun bulunduğu konum itibarıyla Denizli şehrinde konut ve iş yerlerinin en yoğun olduğu, nüfusun fazla ve dolayısıyla taşıt sayısının da fazla olduğu bir yerdir. Söz konusu nedenle PM₁₀ seviyesi ile AB ve Türkiye sınır değerini aşan gün sayısı bu istasyonda daha fazladır (Şekil 57).



Şekil 57. Denizli şehrinde PM₁₀ seviyesinin yıllara göre değişimi ve AB ile Türkiye sınır değerine göre aşma durumu (2013-2016)

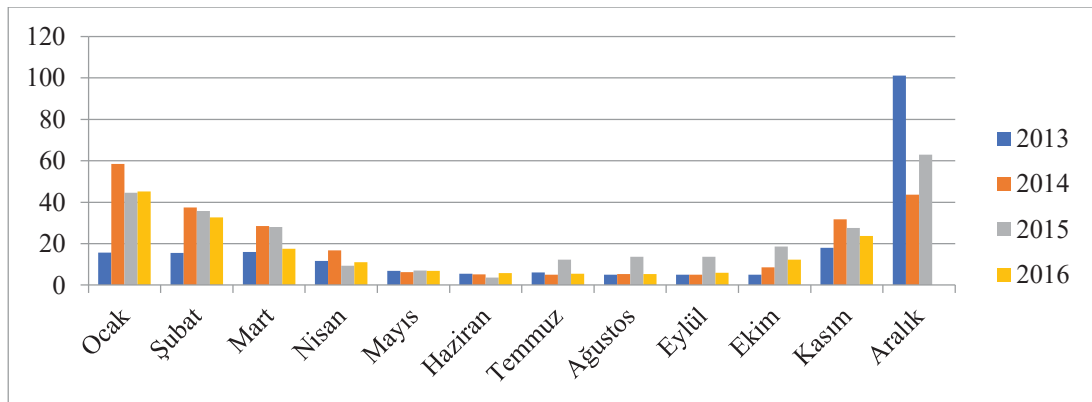
4.3.2.2.2. Çürüksu Çayı Havzası'nda SO₂'nin Zamansal Değişimi

Araştırma alanında 2005-2016 yılları arasında SO₂'nin yıllık dağılımı incelendiğinde 2006 yılında en yüksek seviyeye (67 µg/m³) ulaştığı görülmektedir. Bu düşüş 2013 yılına kadar devam etmiştir. Ancak araştırmanın yapıldığı 2013-2016 yılları arasında SO₂'nin tekrar yükselişe geçtiği görülmektedir (Tablo 39). Araştırma alanında SO₂ seviyesi Kasım'dan itibaren yükselmeye başlamakta, en yüksek seviyeye Aralık (71µg/m³) ayında ulaşmakta, bunu Ocak ve Şubat ayları izlemektedir. SO₂'nin en düşük olduğu ay ise (8µg/m³) Haziran'dır. Yine Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında da SO₂ seviyesi düşüktür (Şekil 58).

Tablo 39

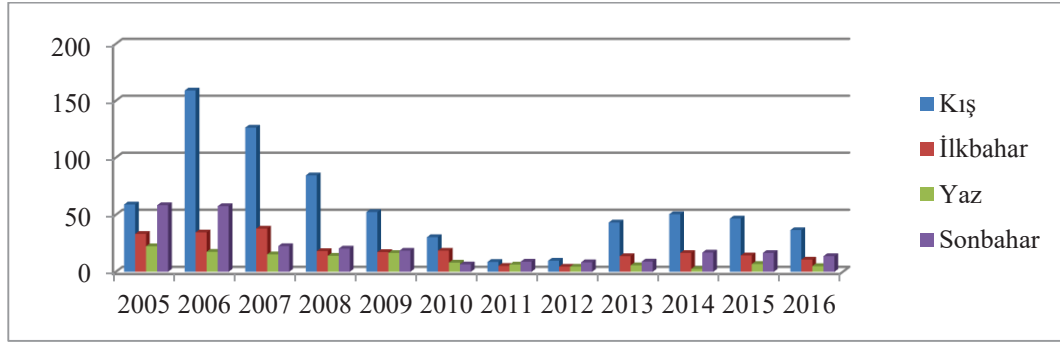
Denizli şehrinde SO₂'nin zamansal değişimi (2005-2016)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ortalama
2005	0	23	51	34	16	14	23	31	27	48	101	154	43
2006	142	117	60	26	19	16	17	20	18	9	146	219	67
2007	191	117	64	35	15	13	15	19	15	11	42	72	51
2008	113	67	25	16	14	11	14	18	14	12	36	75	34
2009	73	32	28	14	10	14	16	20	8	15	33	53	26
2010	46	39	26	18	13	8	9	8	8	6	6	7	16
2011	9	9	8	4	5	4	5	10	3	13	11	8	7
2012	4	5	4	5	5	5	4	5	9	8	9	21	7
2013	15	14	16	16	10	6	7	5	5	5	18	101	18
2014	59	49	30	17	3	3	3	3	3	17	32	44	22
2015	45	33	27	10	7	6	8	7	8	15	27	63	21
2016	45	32	17	10	6	5	5	5	6	12	24	33	16
Ortalama	62	45	29	17	10	8	10	12	10	14	40	71	



Şekil 58. Denizli şehrinde SO₂'nin zamansal değişimi (2013-2016)

SO₂'nin mevsimlere göre dağılımına bakıldığında; SO₂'nin en fazla olduğu mevsim kış mevsimidir (59 µg/m³). Kış mevsimini sonbahar (21.4µg/m³), ilkbahar (19µg/m³) ve yaz (10.4 59µg/m³) izlemektedir (Şekil 59).



Şekil 59. Denizli şehrinde SO₂'nin mevsimlere göre dağılımı (2013-2016)

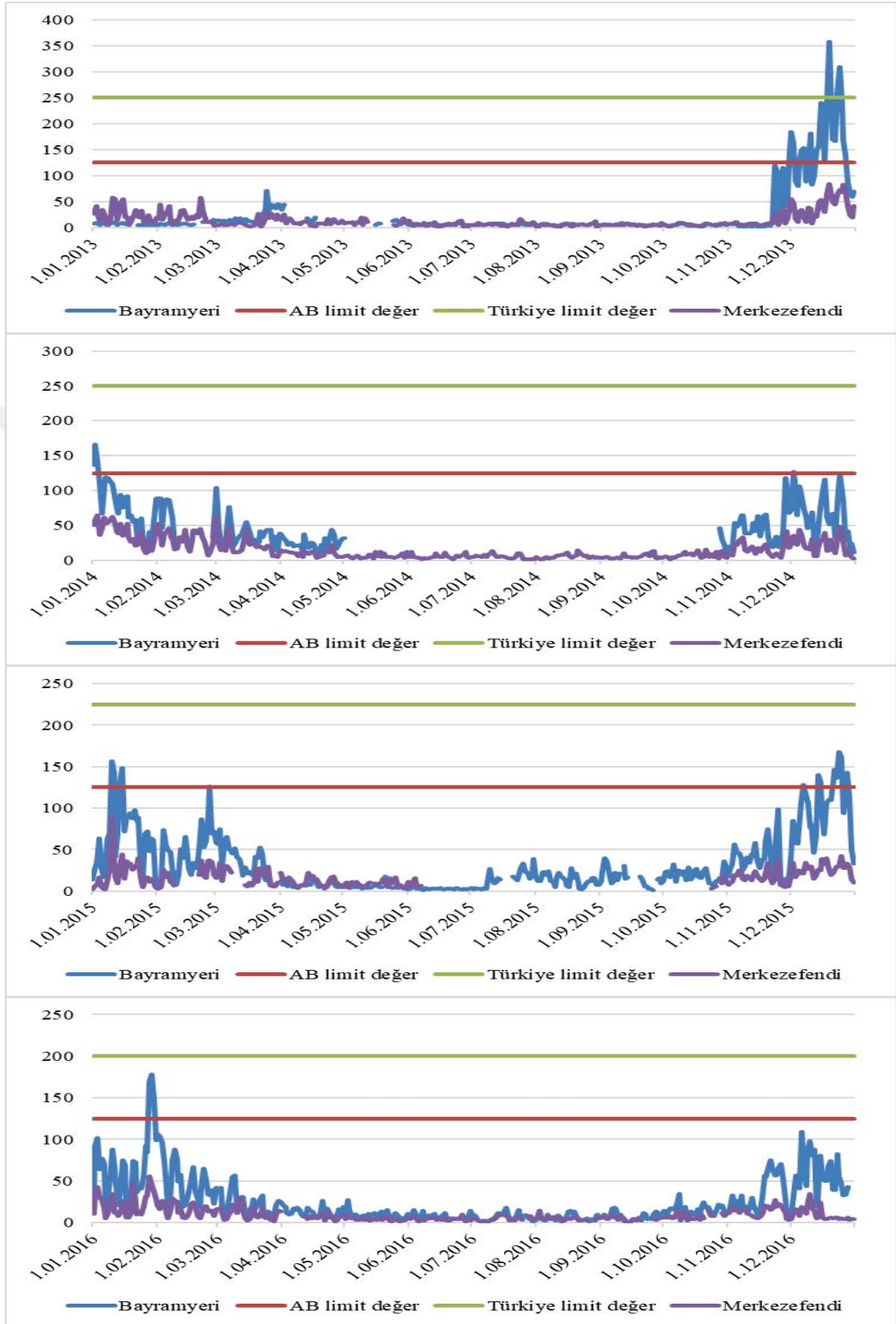
Havzada 2005-2016 yılları arasında PM₁₀ ve SO₂ değerleri incelendiğinde aylara ve yıllara göre değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir. Her iki kirleticinin de düşüş eğiliminde olduğu görülmektedir. Havzada görülen bu düşüş aynı zamanda Türkiye genelinde görülen düşüşe paralellik göstermektedir. Bu düşüş üzerinde özellikle ısınmada kullanılan yakıtların kalitesinin artması ve modern yakma sistemlerinin kullanılması etkili olmuştur (Bayram, 2005). Bunların yanında özellikle merkez ilçelerde 2007 yılından itibaren doğalgazın kullanılmaya başlanması bu azalış üzerinde etkili olmuştur. Bu sonuç daha önce yapılmış çalışmalara da uygunluk göstermektedir (Tağıl, 2007; Bayram, 2005; İbret ve Aydınözü, 2009).

Hava kalitesinin korunması amacıyla SO₂ için belirlenen sınır değer de değişmektedir. 2008 yılında 50 µg/m³ olan sınır değer 2013-2016 döneminde 20 µg/m³'e düşmüştür. Araştırma alanında SO₂'nin AB ve Türkiye sınır değeri aşan gün sayısı giderek azalmaktadır. Bayramyeri İstasyonu'nda AB sınır değerini aşan gün sayısı azalırken, Türkiye sınır değerini aşan gün sayısı her iki istasyonda da tespit edilememiştir (Tablo 40, Şekil 60). Bu durum hava kirliliği açısından sevindirici bir gelişmedir.

Tablo 40

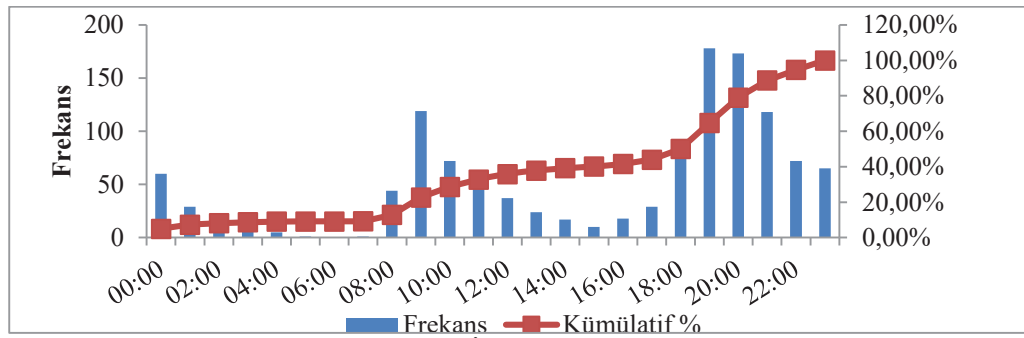
Denizli şehrinde SO₂'nin uzun vadeli sınır değeri aştığı gün sayısı (2013-2016)

Yıl	Ölçülen Parametre		SO ₂ (µg/m ³)					
	AB Sınır değeri	Türkiye Sınır değeri	Bayramyeri İstasyonu			Merkezefendi İstasyonu		
			Ölçüm yapılan gün sayısı	AB sınır değeri aşan gün sayısı	Türkiye sınır değeri aşan gün sayısı	Ölçüm yapılan gün sayısı	AB sınır değeri aşan gün sayısı	Türkiye sınır değeri aşan gün sayısı
2013	125	250	312	21	3	353	0	0
2014	125	250	174	4	0	365	0	0
2015	125	225	353	14	0	207	0	0
2016	125	200	363	3	0	342	0	0

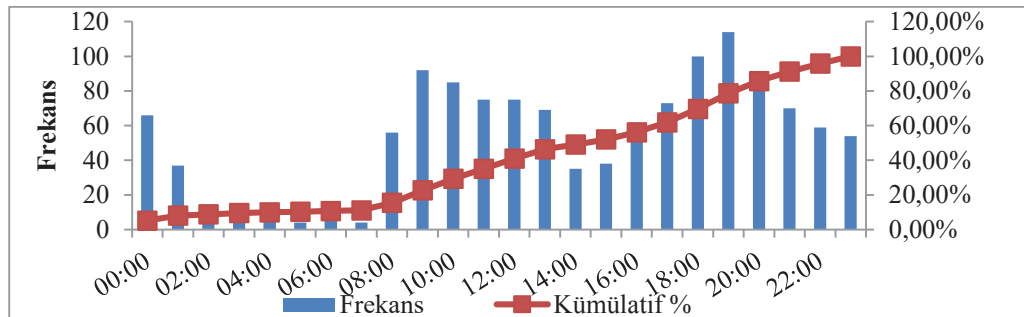


Şekil 60. Denizli şehrinde SO₂'nin zamansal değişimi ve AB ile Türkiye sınır değerine göre aşma durumu (2013-2016)

Hava kirleticilerin aylara, yıllara ve mevsimlere göre dağılımı dışında bir diğer önemli konu da hangi saatler içerisinde artıp azaldığıdır. Bu konuda her iki istasyona ait maksimum PM_{10} ve SO_2 değerleri ayrı ayrı hesaplanmıştır. Yapılan analiz sonuçlarına göre Bayramyeri ve Merkezefendi istasyonlarında 2013-2016 yılları arasında PM_{10} 'un gün içerisinde saat gece 00.00'dan sabah saat 08.00'e kadar düştüğü görülmektedir. Sabah 08.00'dan itibaren yükselişe geçen kirleticiler özellikle akşam 19.00'dan sonra daha da artmaktadır. Bu artış akşam 22.00'a kadar hızla devam etmektedir (Şekil 61, 62). Bu durum havzada yanma saatlerine uygunluk göstermektedir. Bunu ısınma saatleri olarak da açıklamak mümkündür. Gece uyku sırasında kalorifer kazanları 00.00'dan sabah 6'ya kadar kapatılmaktadır. Sabah saatlerinde herkesin okul ya da işe gidecek olması nedeniyle ısıtma amaçlı yakım işlemi tekrar yapılmaktadır. Daha sonra gün içerisinde hava sıcaklığına bağlı olarak tekrar ateşleme yapılırsa da genelde akşam saatlerine kadar ateşleme yapılmamaktadır. Herkesin evine toplandığı akşam saatleri özellikle saat 19.00'da tekrar ateşleme yapıldıktan sonra gece sabit geçirilmektedir. Araştırma alanında saat 23 ile 05 arasında yakma işlemi olmadığı için kirlilik daha az olacaktır. Bu zaman aralığında meydana gelen düşük sıcaklığın etkisi ile binalarda meydana gelen soğumanın giderilebilmesi için gündüz saatlerinde biraz daha fazla yakıt kullanılmaktadır. Gündüz görülen sıcaklık değerleri ısıtıcıların sınırlandırılması veya tam olarak yakılmasını etkilemektedir. Yakma süresinin uzun ya da kısa olması kullanılan yakıt miktarının ve dolayısıyla kirliliği doğrudan etkilemektedir (Şahin, 1989).

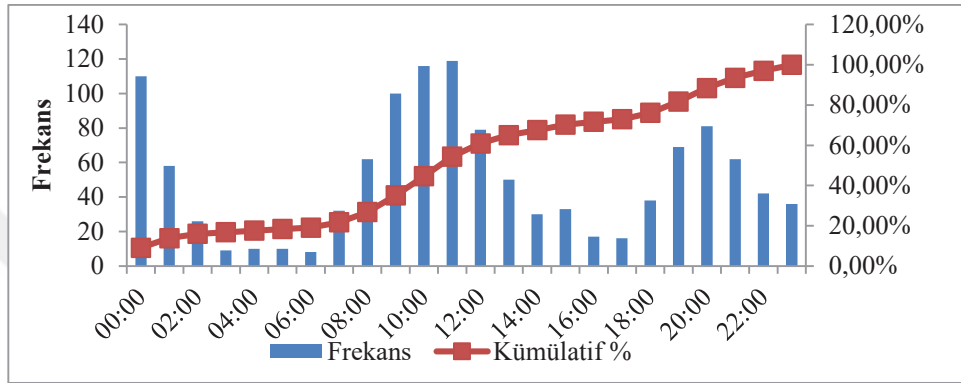


Şekil 61. Denizli şehrinde Bayramyeri İstasyon'u maksimum PM_{10} 'un saatlik dağılımı

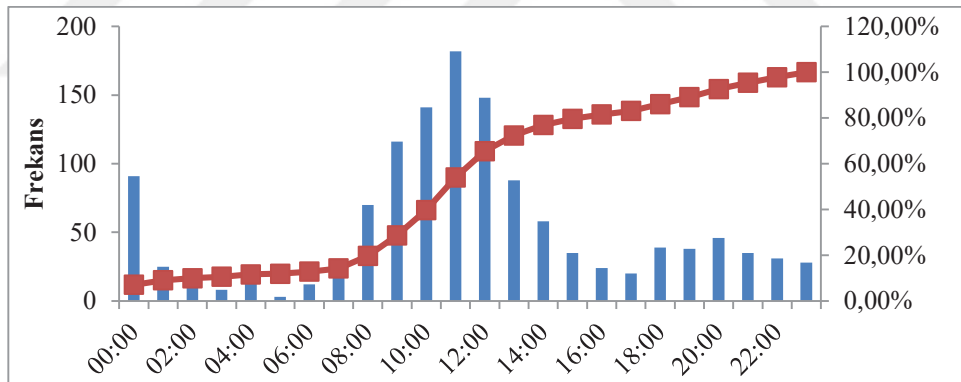


Şekil 62. Denizli şehrinde Merkezefendi İstasyon'u maksimum PM_{10} 'un saatlik dağılımı

Bayramyeri İstasyon’unda 2013-2016 yılları arasında SO_2 değerinin gün içerisinde maksimuma ulaştığı zaman aralığı sabah 07.00 ile 11.00 saatleri arasındır. Maksimum seviyeye saat 11.00’da ulaşılmaktadır. Saat 11.00’dan itibaren başlayan düşüş, akşam 17.00’a kadar devam etmektedir. Saat 18.00 ile tekrar yükselen seviye 21.00’dan sonra yine düşmektedir. SO_2 ’nin en düşük olduğu saatlerde bile hiçbir zaman PM_{10} kadar düşüş göstermemiştir (Şekil 63, 64).



Şekil 63. Denizli şehrinde Bayramyeri İstasyon’u maksimum SO_2 ’nin saatlik dağılımı



Şekil 64. Denizli şehrinde Merkezefendi İstasyon’u maksimum SO_2 ’nin saatlik dağılımı

Merkezefendi İstasyonu’nda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Ancak bu istasyon konumu nedeniyle hava kirliliğinin yoğun yaşandığı bir bölgede olmaması kirlilik değerlerinin Bayramyeri istasyonuna göre daha düşük olmasına neden olmuştur. SO_2 ’nin kaynağının fosil yakıtlar ve yanma sistemleri olduğunu daha önce belirtmiştik. Her iki istasyonda SO_2 ’nin saatlik dağılımı incelendiğinde hem yakma hem de taşıt kullanımının arttığı saat dilimlerine denk geldiği görülmektedir. Bu sonuçlar Tosun (2017) tarafından yapılan çalışma sonuçlarına benzerlik göstermektedir.

4.3.2.3. Çürüksu Çayı Havzası'nda Hava Kirleticilerinin (PM₁₀–SO₂) Meteorolojik Unsurlarla İlişkisi

Meteorolojik unsurlar ile hava kirliliği arasında var olan güçlü ilişki, Çürüksu Çayı Havzası'nın fiziki coğrafya özelliklerinin verildiği bölümde ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Bu bölümde ise sıcaklık, basınç ve rüzgârlar, nem, yağış gibi meteorolojik unsurlar ile PM₁₀ ve SO₂ arasındaki ilişki çeşitli analizlerle ortaya konmuştur. Bu analizlere geçmeden önce araştırma alanında 2013-2016 döneminde aylık meteorolojik unsurlar ile PM₁₀ ve SO₂ değerleri tablo 41 ve 42'de verilmiştir.

Tablo 41

Denizli şehrinde meteorolojik unsurlar ile PM₁₀ ve SO₂'nin aylık değişimi (2013-2014)

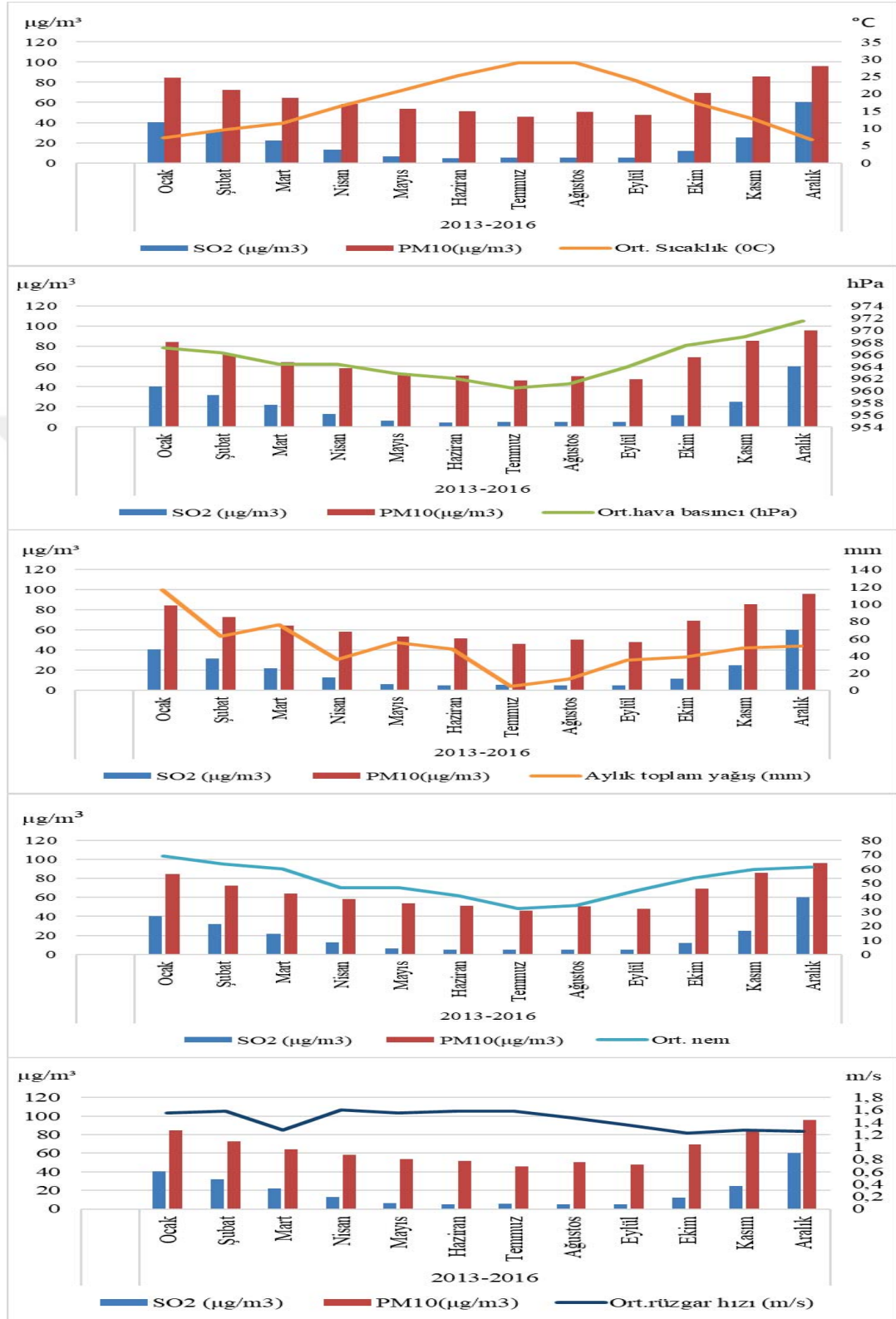
Yıl	Ay	SO ₂ (mg/m ³)	PM ₁₀ (mg/m ³)	Ort.hava basıncı (hPa)	Ort. Sıcaklık (°C)	Ort. nem	Aylık toplam yağış (mm)	Ort.rüzgar hızı (m/s)
2013	Ocak	14,5	73,5	964,9	7,5	70	124,6	1,9
	Şubat	14	71,5	964,5	9,2	69,1	112,7	1,7
	Mart	15,5	76,5	962,7	12,4	58,6	33,8	0,8
	Nisan	16	54	964,4	16,4	54,2	59,2	1,7
	Mayıs	9,5	72,5	962,5	23,2	44,1	22,3	1,6
	Haziran	5,5	57,5	961,3	26,3	39,1	8,9	1,7
	Temmuz	6,5	59,5	960,4	28,6	36,5	7,6	1,6
	Ağustos	5	67	960,8	29,1	33,8	2,8	1,5
	Eylül	4,5	61,5	964	23,2	37,7	0,2	1,5
	Ekim	5	58,5	969,2	15,7	49,3	57	1,3
	Kasım	17,5	81	967,1	13,2	60,5	78,6	1,2
	Aralık	101	103	972	5,8	55,1	21	1,2
ortalama		17,9	69,7	964,5	17,6	50,7	44,1	1,5
2014	Ocak	58,5	103,5	967,9	9,7	66,3	60,5	1,3
	Şubat	49	79,5	968,3	9,8	57,8	11,8	1,2
	Mart	29,5	54	964,4	11,7	54,9	41,5	1,5
	Nisan	17	43,5	963,4	16,4	45,5	34,1	1,5
	Mayıs	3	22,5	963,2	19,9	48,1	66,8	1,6
	Haziran	2,5	26,5	962,9	24	43,9	100,9	1,6
	Temmuz	2,5	28,5	960,3	28,8	29,3	2,8	1,7
	Ağustos	2,5	29	960,3	29,4	30,9	8,4	1,6
	Eylül	2,5	26	963,3	22,7	45,9	47,3	1,4
	Ekim	16,5	59	966,9	17,3	56,3	65,3	1,2
	Kasım	31,5	81	969,1	12	67,1	29,5	1,2
	Aralık	44	89,5	968,2	10,4	71,2	137,4	1,3
ortalama		21,6	53,5	964,9	17,7	51,4	50,5	1,4

Tablo 42

Denizli şehrinde meteorolojik unsurlar ile PM₁₀ ve SO₂'nin aylık değişimi (2015-2016)

Yıl	Ay	SO ₂ (mg/m ³)	PM ₁₀ (mg/m ³)	Ort.hava basıncı (hPa)	Ort. Sıcaklık (°C)	Ort. nem	Aylık toplam yağış (mm)	Ort.rüzgar hızı (m/s)
2015	Ocak	44,5	85,5	967,6	5,8	74,1	187,5	1,4
	Şubat	32,5	63	963,2	7,1	68,3	111,9	1,8
	Mart	26,5	63,5	967	10,2	68,5	151,4	1,2
	Nisan	9,5	54,5	966	13,6	43,4	45,7	1,7
	Mayıs	7	56,5			40,2	65,6	1,4
	Haziran	6	50,5		23	43,8	71,6	1,5
	Temmuz	7,5	32,5	961,2	28,9	24,9	5	1,4
	Ağustos	7	36	962,4	28,3	28,6	17,9	1,4
	Eylül	8	36	964	26,1	45,3	20,7	1,2
	Ekim	14,5	63	966,3	18,7	58,3	32,2	1,2
	Kasım	27	79,5	969,2	13,5	54,9	26,3	1,3
	Aralık	63	108,5	975,1	6,7	54,8	0,2	1,2
ortalama		21,1	60,8	966,2	16,5	50,4	61,3	1,4
2016	Ocak	44,5	75,5	968	5,9	64,6	93,8	1,6
	Şubat	32	76,5	969,1	12,1	58	15,4	1,6
	Mart	16,5	63	963,4	11,9	57,2	78,4	1,6
	Nisan	9,5	82	963,6	19	44,6	5,4	1,5
	Mayıs	6	63,5	962,9	19,2	54,9	68,3	1,6
	Haziran	5	71	962	27,5	38,5	11,6	1,5
	Temmuz	5	63,5	960,1	29,4	38,9	3,8	1,6
	Ağustos	5	70	961,1	28,8	43,5	22,7	1,4
	Eylül	5,5	67,5	964,8	23,1	49,2	71,6	1,3
	Ekim	11,5	96,5	967,5	18,5	51,2	0	1,2
	Kasım	24	101	970,2	11,9	55,6	61,6	1,4
	Aralık	33	83	970,9	4	64,5	47,8	1,3
ortalama		16,5	76,1	965,3	17,6	51,7	40,0	1,5

Tablo 41 ve 42'den yararlanılarak 2013-2016 dönemine ait meteorolojik unsurlardan sıcaklık, basınç, yağış, nem ve rüzgâr hızı ile PM₁₀ ve SO₂ arasındaki ilişkiyi ortaya koyabilmek için şekil 65 oluşturulmuştur. Buna göre; araştırma alanında sıcaklığın azaldığı kış mevsiminde yani yanma döneminde PM₁₀ ve SO₂'nin arttığı görülmektedir.



Şekil 65. Denizli şehrinde meteorolojik unsurlar ile PM₁₀ ve SO₂ arasındaki ilişki (2013-2016)

Araştırma alanında meteorolojik unsurlar ile PM_{10} ve SO_2 arasındaki ilişkiyi ortaya koymak amacıyla istatistik (SPSS) yazılımı yardımıyla betimsel istatistik, korelasyon (Pearson-Spearman) ve doğrusal regresyon (küçük kareler yöntemi) yöntemleri kullanılmıştır. Analiz sonuçları tablo 43'te verilmiştir.

Tablo 43 incelendiğinde meteorolojik unsurlardan sıcaklıkla kirleticiler arasında negatif yönlü anlamlı bir ilişkinin olduğu görülmektedir. Yapılan analiz sonuçlarına göre; sıcaklık ile PM_{10} arasında negatif yönlü, anlamlı ama küçük bir ilişki vardır ($p>0.001$). Sıcaklık ile SO_2 arasında da negatif yönlü anlamlı fakat çok yüksek bir ilişki olduğu görülmektedir ($p<0.001$).

Tablo 43

Meteorolojik unsurlar (basınç, rüzgâr, sıcaklık, bulutluluk, nem) ile PM_{10} ve SO_2 arasındaki ilişki (2013-2016)

	PM_{10}	SO_2	Basınç	Rüzgâr	Sıcaklık	Bulutluluk	Nem
PM_{10}	1						
SO_2	0,6650	1					
Basınç	0,3903	0,5284	1				
Rüzgâr	-0,3446	-0,2569	-0,3129	1			
Sıcaklık	-0,2133	-0,5470	-0,4974	0,0866	1		
Bulutluluk	-0,1847	0,0381	-0,222	0,206	-0,446	1	
Nem	0,014	0,266	0,154	-0,138	-0,689	0,688	1

Sıcaklık arttıkça atmosferdeki kirletici parametrelerden SO_2 ve PM_{10} değerlerinde azalma görülmektedir (Şekil 66). Bunu, sıcaklığın azalması sonucunda soğuk günlerin yaşanması dolayısıyla insanlar için ısınma döneminin başlaması ile açıklamak mümkündür. Bu durumda ısınmak için kullanılan yakıt miktarı ve atmosfere salınan kirletici oranları da artmaktadır. Sıcaklığın artmaya başlamasıyla tam tersi bir durum yaşanmaktadır.

Sıcaklık ayrıca diğer meteorolojik unsurları etkilemekte, sıcaklık arttıkça rüzgâr hızı artmakta, basınç düşmekte, nem azalmakta ve bunun sonucunda kirletici konsantrasyonları da azalmaktadır.

Tablo 44

PM₁₀ ile meteorolojik unsurlar (basınç, rüzgâr, sıcaklık, bulutluluk) arasındaki regresyon sonuçları

Model	Standardize Edilmemiş Katsayılar		Stand. Katsayılar	t değeri	Sig.	Korelasyon			Eşbütünsellik	
	Beta	Std. Hata	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerans	VIF
(Sabit)	-1040,140	186,744		-5,570	,000*					
Günlük Ort. Rüzgâr hızı (m sn)	-12,649	1,385	-,249	-9,136	,000*	-,367	-,238	-,217	,756	1,323
Günlük Ort. Sıcaklık (°C)	-,232	,142	-,070	-1,630	,103***	-,149	-,044	-,039	,308	3,242
Günlük Ort. Basınç (hpa)	1,177	,190	,222	6,180	,000*	,380	,164	,147	,439	2,280
Günlük Ort. Bulutluluk	-1,842	,487	-,149	-3,783	,000*	-,214	-,101	-,090	,363	2,756
Günlük Ort. Nem	,011	,069	,007	,158	,875	,022	,004	,004	,309	3,240

“*” , “**” , “***” sırasıyla % 1, % 5 ve % 10 anlamlılık seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı

Tablo 45

SO₂ ile meteorolojik unsurlar (basınç, rüzgâr, sıcaklık, bulutluluk) arasındaki regresyon sonuçları

Model	Standardize Edilmemiş Katsayılar		Standar. Katsayılar	t değeri	Sig.	Korelasyon			Eşbütünsellik	
	Beta	Std. Hata	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerans	VIF
(Sabit)	-918,866	132,177		-6,952	,000*					
Günlük Ort. Rüzgâr hızı (m sn)	-6,888	,986	-,164	-6,985	,000*	-,282	-,184	-,143	,756	1,322
Günlük Ort. Sıcaklık (°C)	-1,398	,101	-,507	-13,861	,000*	-,551	-,348	-,283	,312	3,201
Günlük Ort. Basınç (hpa)	-,156	,050	-,116	-3,143	,002*	,272	-,084	-,064	,308	3,251
Günlük Ort. Bulutluluk	1,017	,135	,232	7,545	,000*	,540	,198	,154	,444	2,253
Günlük Ort. Nem	-,253	,348	-,025	-,726	,468	,036	-,019	-,015	,361	2,773

“*” , “**” , “***” sırasıyla % 1, % 5 ve % 10 anlamlılık seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı

Araştırma alanında Tablo 44’de çok değişkenli regresyon sonuçlarına göre PM₁₀ ve günlük ortalama rüzgâr hızı, sıcaklık, bulutluluk arasında istatistiksel olarak anlamlı negatif ilişkinin olduğu basınç ile PM₁₀ arasında ise istatistiksel olarak anlamlı pozitif ilişkinin olduğu tespit edilmiştir. Günlük ortalama nem ile PM₁₀ arasında herhangi bir ilişki tespit edilememiştir. Diğer taraftan, Tablo 45’de araştırma alanında çok değişkenli regresyon sonuçlarına göre SO₂ ve günlük ortalama rüzgâr hızı, sıcaklık, basınç, nem arasında istatistiksel olarak anlamlı negatif ilişkinin olduğu bulutluluk ile SO₂ arasında ise istatistiksel olarak anlamlı pozitif ilişkinin olduğu tespit edilmiştir.

Araştırma alanı, genel olarak kış mevsiminde Orta ve Doğu Avrupa üzerine yerleşen termik basınç sahasının ve cP hava kütlesinin etkisi altına girdiği için havzada sıcaklık değerleri Ekim'den itibaren düşerken, basınç değerleri yükselmektedir. Denizli'de basınç değerlerinin en yüksek olduğu Kasım, Aralık ve Ocak aylarının aynı zamanda hava kirleticileri (PM_{10} ve SO_2) seviyelerinin de en yüksek olduğu aylar olması dikkat çekicidir (Şekil 65). Bu durum kirli havanın uzun süre şehrin üzerinde kalması ve dolayısıyla kirli havanın uzun süre solunması anlamına da gelmektedir. Ayrıca yüksek basınç koşullarının etkili olduğu kış mevsiminde soğuyan havanın ısıtılması gerektiği için kullanılan yakıt miktarı da artmakta ve hava kirliliği sorunu yaşanmaktadır.

Araştırma alanında en fazla yağış kış mevsiminde düşmekte, Aralık, Ocak ve Şubat aylarında maksimum yağışlar görülmektedir. Yağış ile PM_{10} ve SO_2 'nin dağılımının verildiği şekil 65'te yağışın fazla olduğu kış mevsiminde kirletici konsantrasyonlarının da yüksek olduğu görülmektedir. Oysaki yağış, havadaki kirleticileri azaltma etkisine sahip bir unsurdur. Araştırma alanında bunu yağışın çok olduğu kış mevsiminde sıcaklıkların düşmesi ve yakıt kullanımının artmasıyla açıklamak mümkündür.

Şekil 65'te bir diğer önemli noktada kış aylarında artan kirleticilerin Temmuz-Eylül döneminde tekrar artışa geçmesidir. Bu durumu sanayi kökenli hava kirliliğiyle ve bu dönemde yağışların olmamasıyla açıklamak mümkündür. Araştırma alanında PM_{10} ve SO_2 maksimum değere Aralık ayında ulaşmaktadır. Bu kirleticilerin havadaki en soğuk ay olan Ocak'ta maksimum seviyeye ulaşması beklenirken, Aralık ayında görülmesinde bu ayda yağış oranının düşük olması etkili olabilir.

Araştırma alanında nisbi nem oranı % 74 olup, en yüksek olduğu ay Aralık'tır. Nisbi nemin yüksek olduğu aylarda hava kirletici konsantrasyonlarının da yüksek olduğunu görmek aralarındaki ilişkiyi göstermesi açısından önemlidir (Şekil 65). Özellikle kış-yanma döneminde ısıtma faaliyetlerinin yoğun olarak yapılması ile bu dönemde nispi nemin yüksek olması havzada hava kirliliğinin en yüksek seviyeye çıkmasına neden olmaktadır. Ancak kış mevsiminde etkili olan yağışlar nemin hava kalitesi üzerinde yaptığı olumsuz etkinin azalmasını sağlamaktadır. Ayrıca nemin artmasıyla sis olayının da artması, araştırma alanında kış mevsiminde etkili olan ve hava kirliliğinin artmasına neden olan sıcaklık terselmesinin (inversiyon) etkisinin de artmasına ve hava kirliliğine yol açmaktadır. Araştırma alanında nisbi nemin yüksek olduğu zamanlarda SO_2 'nin de yüksek olduğu görülmektedir. Nem oranının yüksek olduğu dönemde havadaki SO_2 konsantrasyonun yüksek olması ise SO_2 'nin oksidasyona uğrayarak H_2O ile reaksiyona girmesine ve sülfirik asitin oluşmasına (H_2SO_4) neden olmaktadır. Sonrasında yağış yoluyla asit yağmurları olarak yeryüzüne inerek, canlı

cansız bütün ortamı olumsuz yönde etkilemektedir. Ancak araştırma alanında H_2SO_4 'ün verdiği zarar ölçülemediği için kesin sonuçlarından bahsedilememiştir.

Rüzgârın hava kirliliği üzerindeki etkisi hâkim rüzgâr yönüne ve rüzgârın hızına göre değişmektedir. Rüzgârın havadaki kirleticileri taşıyarak uzaklaştırması hava kirliliğinin azalmasında çok etkilidir. Bu nedenle hâkim rüzgâr yönü ve rüzgârın hızı ile kirletici konsantrasyonları arasındaki ilişki ayrı ayrı analiz edilmiştir.

Araştırma alanında daha önce belirtildiği gibi hâkim rüzgâr yönü NNW, Rubinstein yöntemine göre $N38.2^\circ W$ 'dir. Kış mevsiminde ise WSW rüzgârı hâkimdir. Araştırma alanındaki rüzgâr yönüyle hava kirliliği arasındaki ilişkiyi ayrıntılı olarak inceleyebilmek için MGM'den her bir yön için esme sayıları aylık olarak alınmıştır. Bu veriler ile SO_2 ve PM_{10} arasında regresyon analizi yapılmış, sonuçlar tablo 46'da verilmiştir.

Tablo 46

SO_2 ve PM_{10} kirleticilerinin rüzgâr yönleriyle ilişkisi

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	PM_{10}	SO_2
N	1,00																	
NNE	0,78	1,00																
NE	0,51	0,57	1,00															
ENE	0,55	0,61	0,82	1,00														
E	0,19	0,33	0,50	0,40	1,00													
ESE	0,57	0,42	0,52	0,60	0,40	1,00												
SE	0,38	0,53	0,54	0,60	0,43	0,66	1,00											
SSE	0,22	0,30	0,44	0,36	0,49	0,46	0,55	1,00										
S	0,07	0,33	0,38	0,35	0,36	0,23	0,43	0,73	1,00									
SSW	0,53	0,76	0,62	0,60	0,58	0,41	0,63	0,62	0,65	1,00								
SW	0,49	0,77	0,50	0,50	0,40	0,15	0,33	0,47	0,58	0,80	1,00							
WSW	0,23	0,47	0,30	0,26	0,34	0,04	0,14	0,53	0,50	0,56	0,74	1,00						
W	0,56	0,68	0,44	0,46	0,30	0,31	0,40	0,44	0,45	0,56	0,62	0,67	1,00					
WNW	0,47	0,41	0,37	0,29	0,14	0,45	0,35	0,25	0,21	0,24	0,17	0,20	0,68	1,00				
NW	0,62	0,54	0,54	0,48	0,24	0,61	0,42	0,27	0,24	0,34	0,28	0,11	0,62	0,85	1,00			
NNW	0,79	0,63	0,41	0,40	0,09	0,62	0,39	0,09	0,00	0,31	0,25	0,01	0,47	0,69	0,84	1,00		
PM_{10}	0,01	0,21	-0,03	-0,06	0,04	-0,29	-0,07	0,01	0,24	0,27	0,44	0,51	0,34	-0,06	-0,23	-0,19	1,00	
SO_2	-0,24	-0,18	-0,06	-0,08	0,10	-0,30	-0,22	0,14	0,30	0,02	0,12	0,40	0,19	-0,11	-0,33	-0,51	0,64	1,00

Tablo 46 incelendiğinde SO_2 üzerinde pozitif yönde en fazla WSW ve S yönlü rüzgârın etkili olduğu, bu rüzgârlar estiğinde SO_2 'nin de arttığı görülmektedir. PM_{10} ile WSW, SW ve W yönlü rüzgârlar arasında çok güçlü pozitif bir ilişki vardır. Bu rüzgârlar estiğinde PM_{10} seviyesi de yükselmektedir. NNW rüzgârı ile her iki kirletici arasında negatif bir ilişki olup NNW yönlü rüzgâr estiğinde PM_{10} ve SO_2 azalmaktadır. Araştırma alanında kirlilik konsantrasyonları ile rüzgâr yönü arasında anlamlı bir ilişki olduğu söylenebilir.

Rüzgâr hızı fazla olduğunda PM_{10} ve SO_2 konsantrasyonları azalmaktadır. Ancak araştırma alanında rüzgâr hızı çok düşük olduğu için hava kirliliğini azaltıcı bir etkisinden bahsetmek zor olacaktır. Ancak araştırma alanında yaz mevsiminde rüzgâr hızı kış mevsimine

göre biraz daha yüksek, kirlilik daha az, hızın düşük olduğu kış mevsiminde kirlilik daha fazladır.

Hava kirliliği üzerinde meteorolojik unsurların dışında bir de çöl tozlarının etkisi vardır. Türkiye coğrafi konumu nedeniyle dünyanın en önemli toz kaynakları olan Afrika ve Orta Doğu kaynaklı çöl tozlarının etkisinde kalmaktadır. Suriye ve Irak sınırına yakın yerleşim alanları ilk sıralarda olmak üzere, Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Konya-Karaman havzası toz taşınımının en yoğun olduğu yerlerdir. Türkiye'nin güneydoğu, güneybatı, kuzeydoğu ve kuzeybatı olarak ayrıldığı bir çalışma sonucuna göre; toz olaylarının en fazla Güneydoğu'da ve ekstrem aerosol ve kuvvetli aerosol olaylarının en az meydana gelme sayısının Denizli'nin de içinde bulunduğu Güneybatı bölgesinde olduğu bildirilmiştir (Tablo 47) (Dündar ve diğerleri, 2017; Işık, Dündar ve Kahraman, 2018).

Tablo 47

Türkiye’de 4 bölgeye göre kuvvetli ve ekstrem toz ve kum olaylarının dağılımı (2000-2017)

	Kuvvetli	Ekstrem	Toplam
Güneybatı	13,3	4,4	17,7
Güneydoğu	24,3	10,0	34,3
Kuzeybatı	8,6	2,2	10,8
Kuzeydoğu	15,3	3,6	18,8
Ortalama	15,3	5,0	20,4

(Kaynak: Işık, Dündar ve Kahraman, 2018).

Bu çalışmada kullanılan **Aerosol Optik Derinliği (AOD)** ile ilgili veriler <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/> adresinden alınmıştır. Verilerin düzenlenmesinden sonra Denizli’de hava kirliliği üzerindeki etkisini ortaya koyabilmek için iki değişken arasındaki ilişkileri açıklayan korelasyon ve regresyon analizleri yapılmıştır. Burada korelasyon sonucuna göre iki değişken arasında bir etki ilişkisinin olmadığı, birbirlerini etkilemedikleri, beraber ya da birbirlerinin aksi yönde hareket etmedikleri sonucuna ulaşılmıştır. Regresyon sonucuna göre de iki değişken arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Buna göre araştırma alanında PM₁₀’nun kaynağını bu tozların oluşturmadığını söylemek doğru olacaktır. İlişki çıkmaması aslında normal bir sonuçtur. Çünkü bir tarafta noktasal ve ağırlıklı olarak antropojenik emisyonlar varken diğer tarafta ise büyük sayılabilecek bir alan için AOD ölçümleri vardır. Güneybatı diye tanımladığımız alanda da yılda ortalama 4-5 gün toz olayı yaşanmaktadır (Dündar ve diğerleri, 2017).

Burada bir diğer önemli konu da meteorolojik unsurların araştırma alanındaki hava kirliliğini açıklama gücüdür. Aşağıda verilen tablo 55’e göre araştırma alanında PM₁₀’deki toplam varyansın % 47’si günlük ortalama sıcaklık, rüzgâr hızı, basınç ve bulutluluk faktörleri ile açıklanabilmektedir. Ancak geri kalan % 53’ü burada ele alınmayan başka faktörlere

bağlıdır. Günlük ortalama sıcaklık, rüzgâr hızı, basınç ve nem faktörleri SO₂'deki değişimin % 65'ini açıklamaktadır. Bu oldukça yüksek bir oran olup, geri kalan % 35 ise burada değerlendirilmeyen başka değişkenlere bağlı olarak gerçekleşmektedir (Tablo 48).

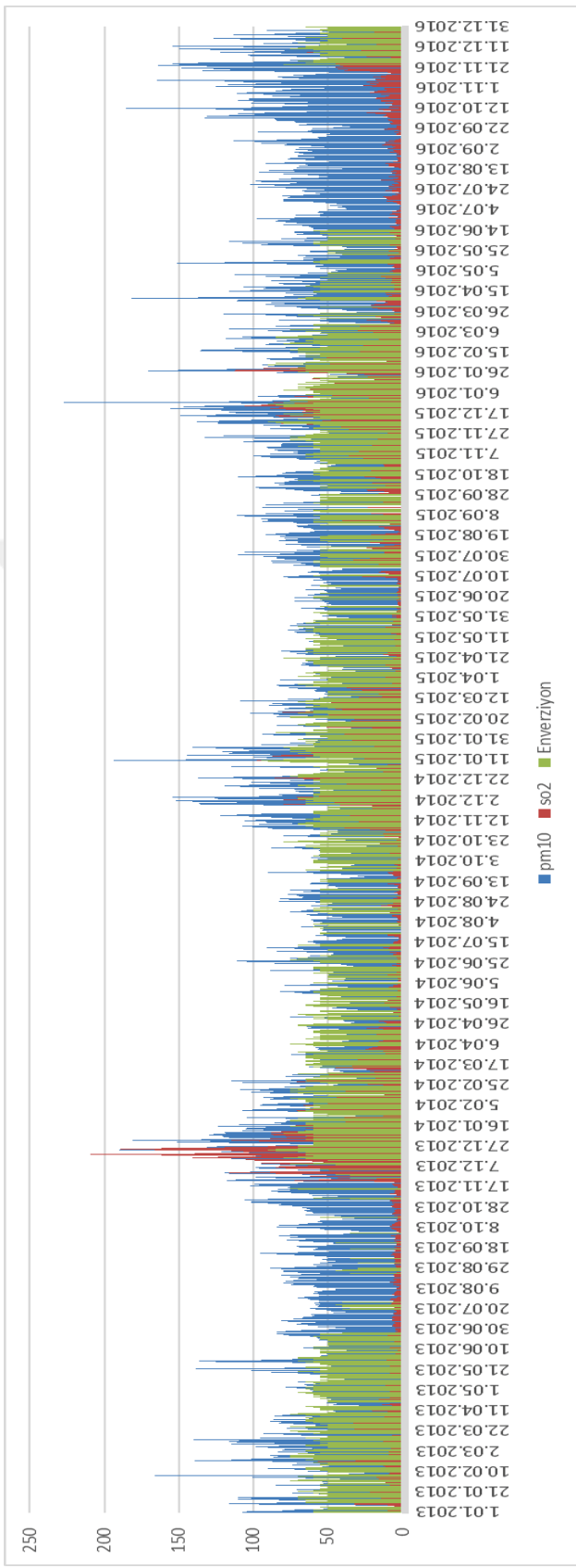
Tablo 48

Denizli şehrinde meteorolojik unsurların PM₁₀ ve SO₂ üzerindeki açıklama oranı

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. Change	F
PM ₁₀	,467 ^a	,218	,216	24,8855	,218	96,775	4	1388	,000	
SO ₂	,647 ^a	,418	,417	17,8527	,418	251,330	4	1397	,000	

Bu dönemde PM₁₀ kirleticisinin meteorolojik parametrelere bağlı değişimi daha düşük korelasyon değerleri vermiştir. Nispeten düşük korelasyon değerleri büyük şehir atmosferleri için beklenen bir durumdur çünkü konsantrasyon seviyelerine etki eden farklı birçok etmen vardır (Erbaşlar ve Taşdemir, 2007).

Araştırma alanında hava kirliliğine etki eden en önemli unsurlardan birinin de sıcaklık terselmesi olduğu daha önce açıklanmıştır. Denizli'de sıcaklık terselmesi ile hava kirliliği arasındaki ilişkinin analizi Denizli'ye ait inversiyon verisinin olmayışı nedeniyle yapılamamıştır. Ancak Tarım ve Orman Bakanlığı, MGM'nin yayınladığı tahmini enversiyon risk verileri günlük olarak alınmış ve bu veriler ile araştırma alanındaki PM₁₀ ve SO₂ arasındaki ilişki analiz edilmiştir. Bu analiz sonuçlarına göre; günlük inversiyon verisinin PM₁₀ üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğu ve inversiyon seviyesindeki 1 birim artışın, PM₁₀ değerlerini 0,2433 birim arttırdığı görülmüştür. İnversiyon değerleri, PM₁₀ değerlerindeki hareketin sadece % 6,53'lük kısmını açıklayabilmekte, geri kalan PM₁₀ hareketlerini başka değişkenlerin etkilediği sonucu çıkmaktadır. Günlük inversiyon verisinin SO₂ üzerinde de istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi vardır. İnversiyon seviyesindeki 1 birim artış, SO₂ değerlerini 0,3520 birim arttırmaktadır. Ancak bu ilişki de açıklama gücü açısından çok yetersizdir. İnversiyon değerleri, SO₂ değerlerindeki hareketin sadece % 10,65'lik kısmını açıklayabilmekte, bu da geri kalan SO₂ hareketlerinin başka değişkenlerden etkileniyor olabileceğini göstermektedir. Araştırma alanında inversiyon arttığında PM₁₀ ve SO₂'nin arttığı görülmektedir. Araştırma alanında PM₁₀ ile inversiyon verileri arasındaki korelasyon ilişkisi her yıl için Ekim-Mart dönemlerine göre de incelenmiştir. Bu analiz sonuçlarına göre; Denizli'de PM₁₀ ile inversiyon arasındaki ilişki 2013'ten 2016'ya doğru artmış ve bu ilişki kış döneminde daha yüksek ve anlamlı çıkmıştır (Şekil 66).

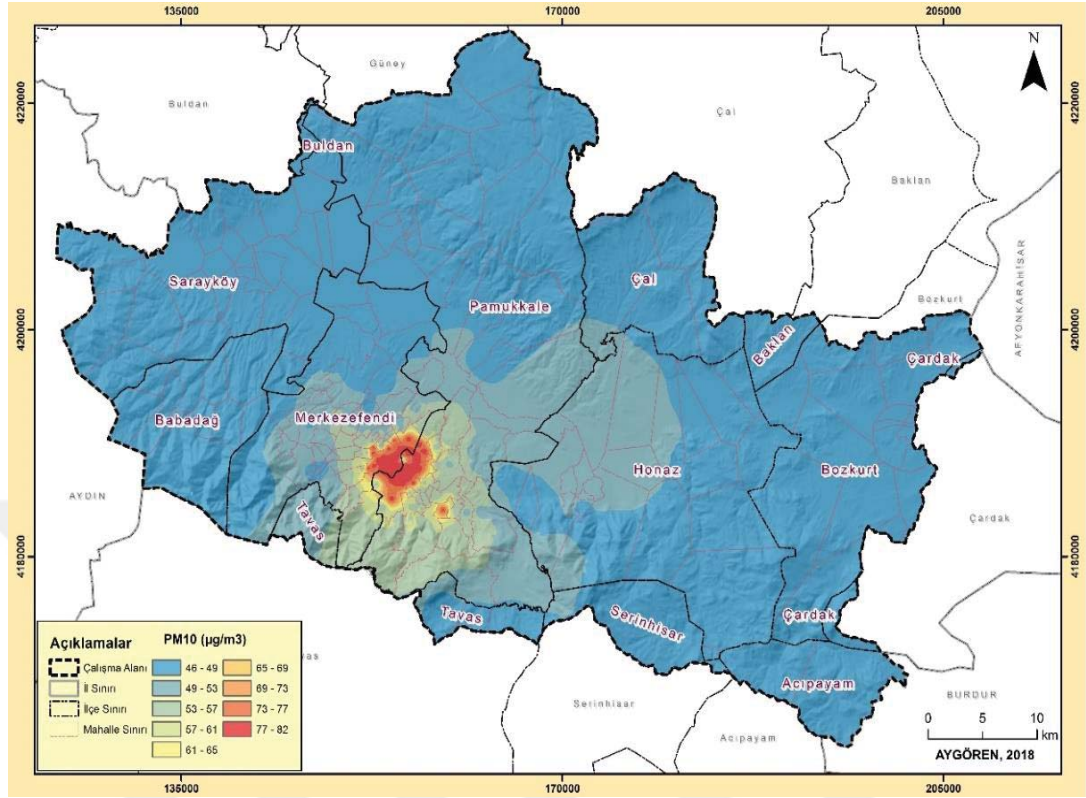


Şekil 66. Denizli şehirde sıcaklık terselmesi (inversiyon) ile PM₁₀ ve SO₂ arasındaki ilişki

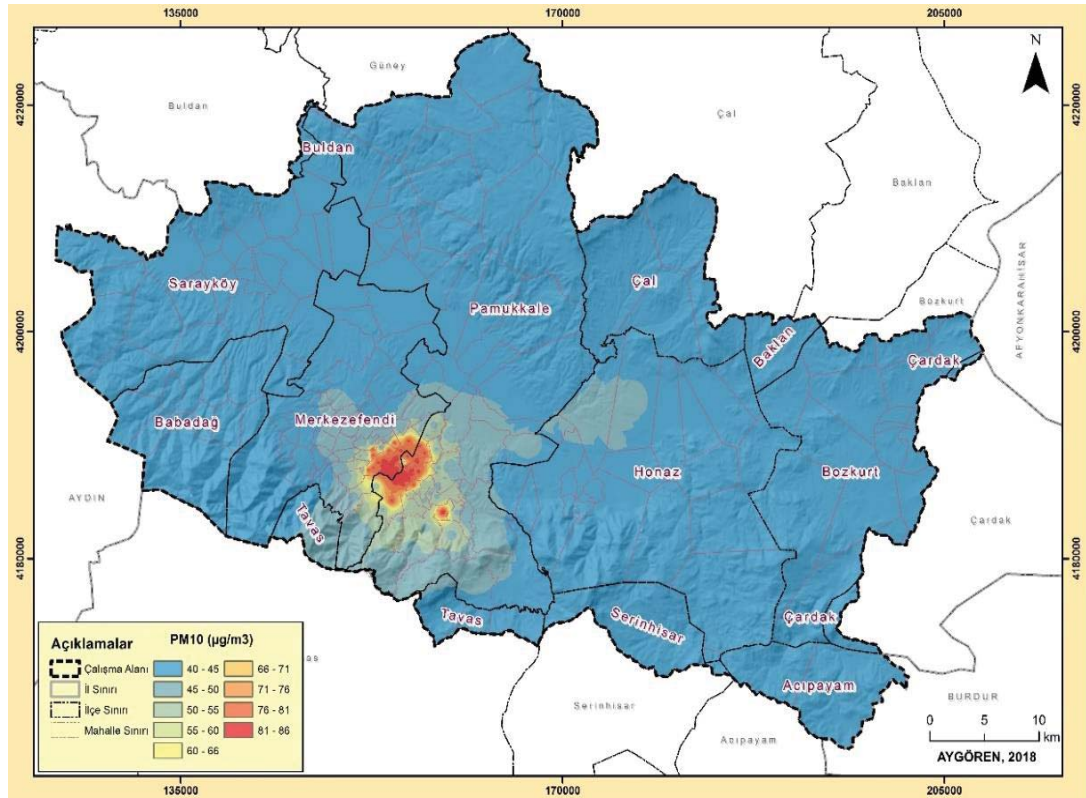
Ayrıca araştırma alanında günlük inversiyon verisi ile rüzgâr hızı arasındaki ilişki de analiz edilmiş ve aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı tespit edilmiştir. İnversiyondaki değişim herhangi bir şekilde rüzgâr hızını etkilememektedir. Pek çok araştırmada enversiyon ile rüzgâr hızı arasında negatif bir ilişki çıkmasına rağmen araştırma alanında rüzgâr hızı enversiyonu etkilememektedir. Bunda araştırma alanında rüzgâr hızının hava kirliliğini etkileyecek seviyede olmaması etkili olabilir. Ayrıca büyük bir şehir olan Denizli’de farklı faktörlerin etkili olabileceği düşünülmelidir. Meteorolojik olaylar çok karmaşık özelliğe sahip olduğu ve bu sonucu etkileyecek çok sayıda faktör olacağı için ilişkinin bulunamaması normal bir sonuçtur denilebilir.

4.3.2.4. Çürüksu Çayı Havzası’nda Hava Kirliliğinin Mekânsal Dağılımı

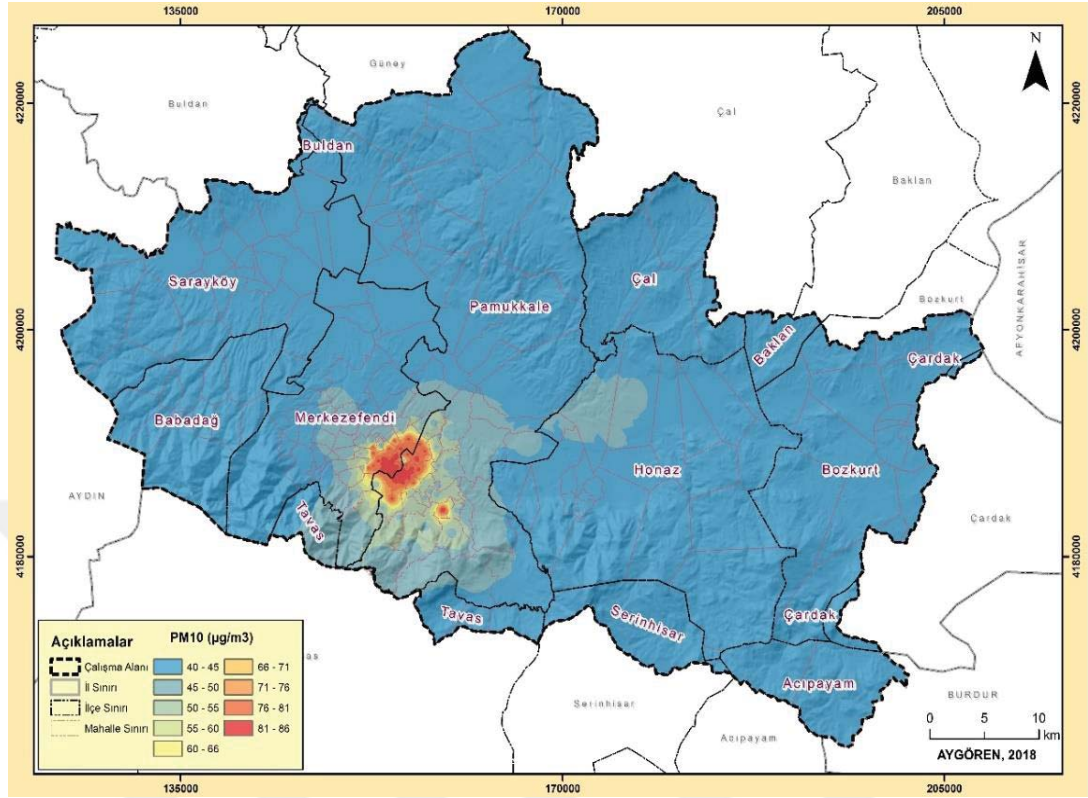
Araştırmanın bu bölümünde havzadaki hava kirliliğinin daha net ortaya konması için ilgili haritaların yapılması amaçlanmıştır. Ancak havzada sadece hava kalitesi ölçümü yapan iki istasyona ait verilerin paylaşılması havza genelini ifade eden hava kirliliği haritalarının yapılmasını zorlaştırmıştır. Bu nedenle eldeki verilerden yeni verilerin üretilmesi yoluna gidilmiştir. Araştırma alanında ArcGIS 10.2.1 CBS yazılımı kullanılarak hava kirliliğinin mekânsal dağılımı incelenmiştir. Buna göre Çürüksu Çayı Havzası’nda 2013 yılı ortalama yıllık PM_{10} dağılım haritası incelendiğinde, en yüksek konsantrasyona sahip olan alanlar (PM_{10} değeri) Bayramyeri, Saltak, Anafartalar ve 1200 Evler mahallelerinde bulunmaktadır. PM_{10} değerinin en düşük olduğu bölgeler ise Servergazi, Hallaçlar gibi şehir merkezinden uzak mahallelerdir. Merkezefendi ve Pamukkale belediyeleri dışında Honaz Belediyesi’nde de kirlilik görülmektedir. 2013-2016 yılları arasında bunun dışında hava kirliliğinin mekânsal dağılımında önemli bir değişiklik tespit edilmemiştir (Şekil 67, 68, 69, 70).



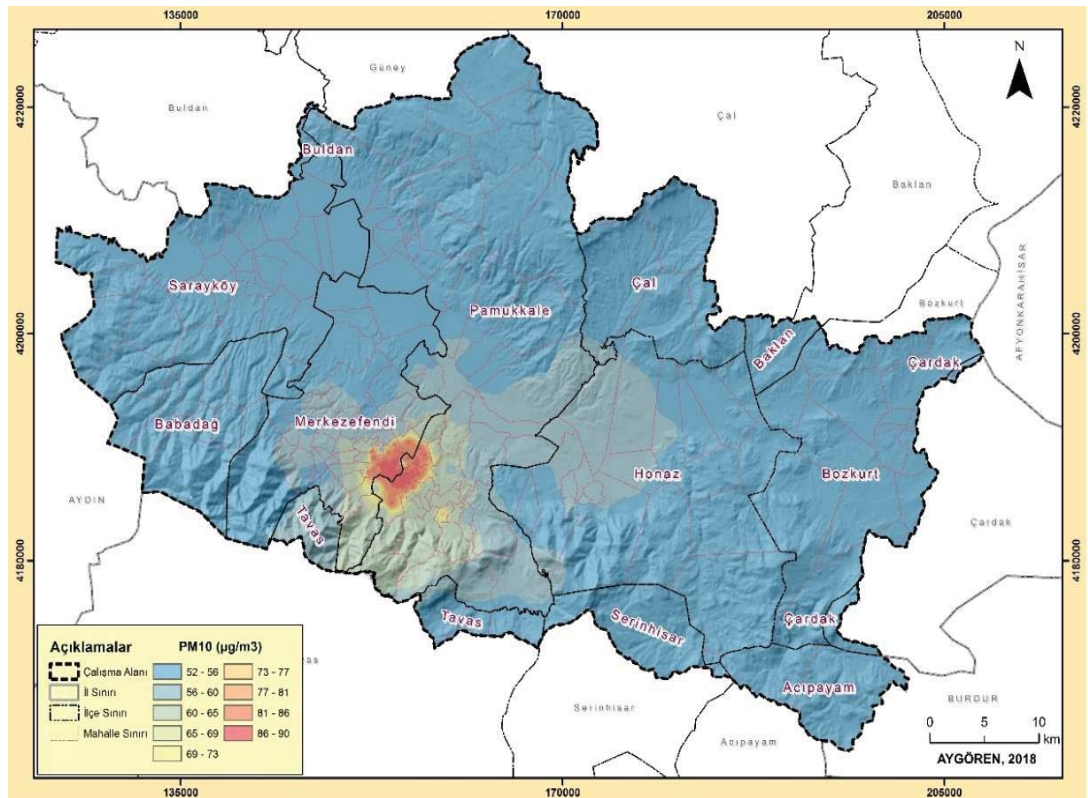
Şekil 67. Araştırma alanında PM₁₀'nun mekânsal dağılımı (2013)



Şekil 68. Araştırma alanında PM₁₀'nun mekânsal dağılımı (2014)

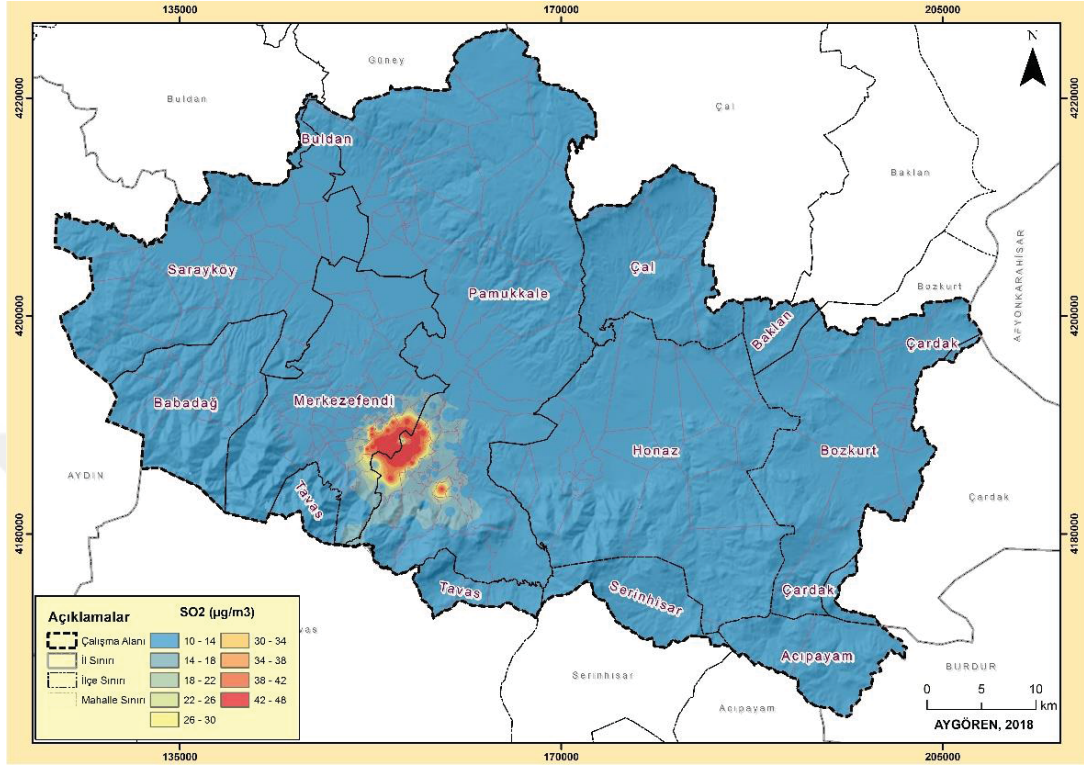


Şekil 69. Araştırma alanında PM₁₀'nun mekânsal dağılımı (2015)

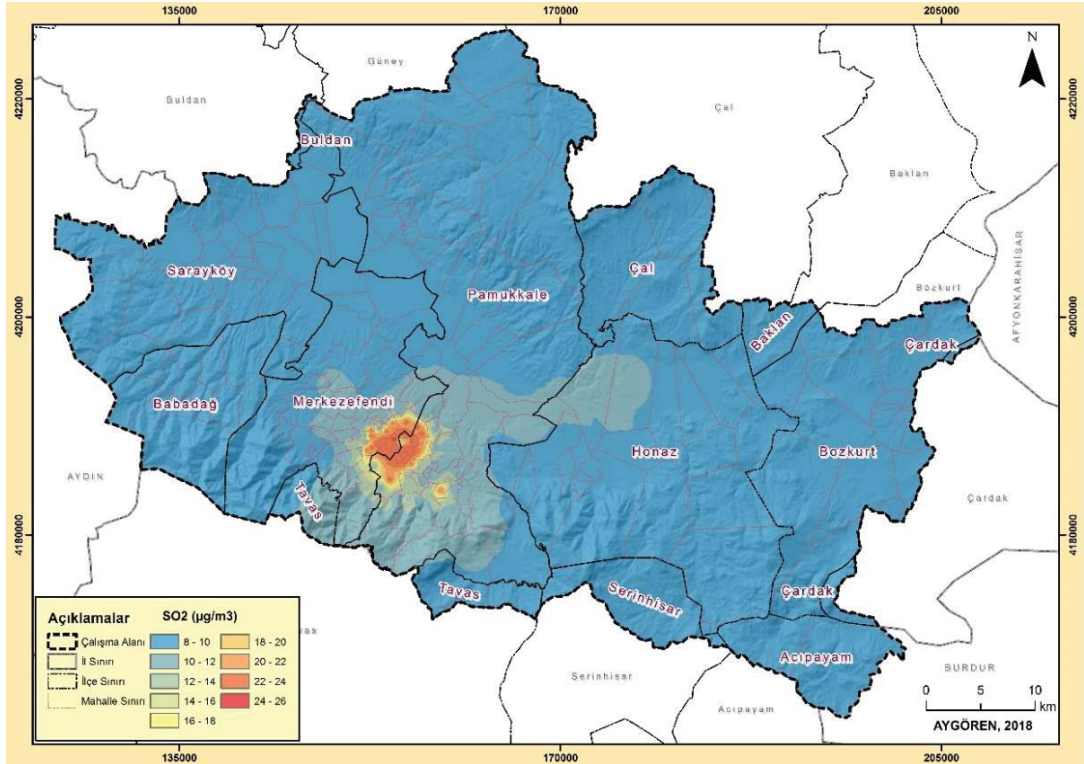


Şekil 70. Araştırma alanında PM₁₀'nun mekânsal dağılımı (2016)

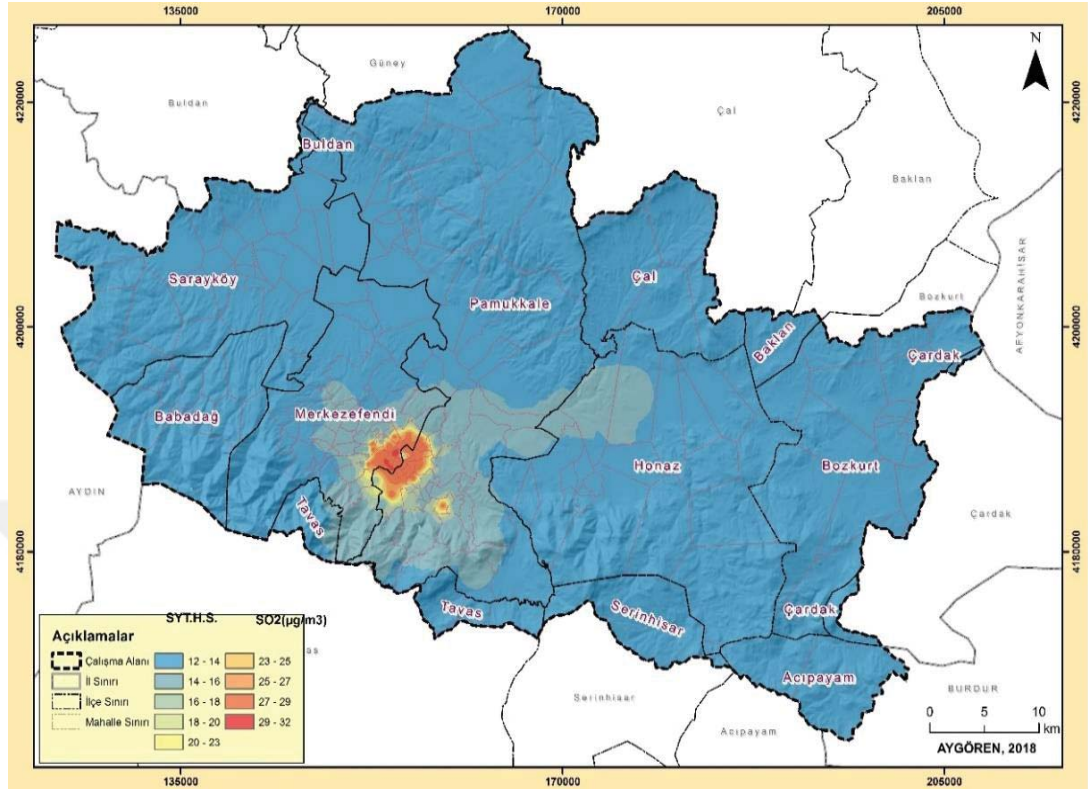
Araştırma alanında SO₂'nin yıllara göre havzadaki dağılımı da aşağıda verilmiştir.



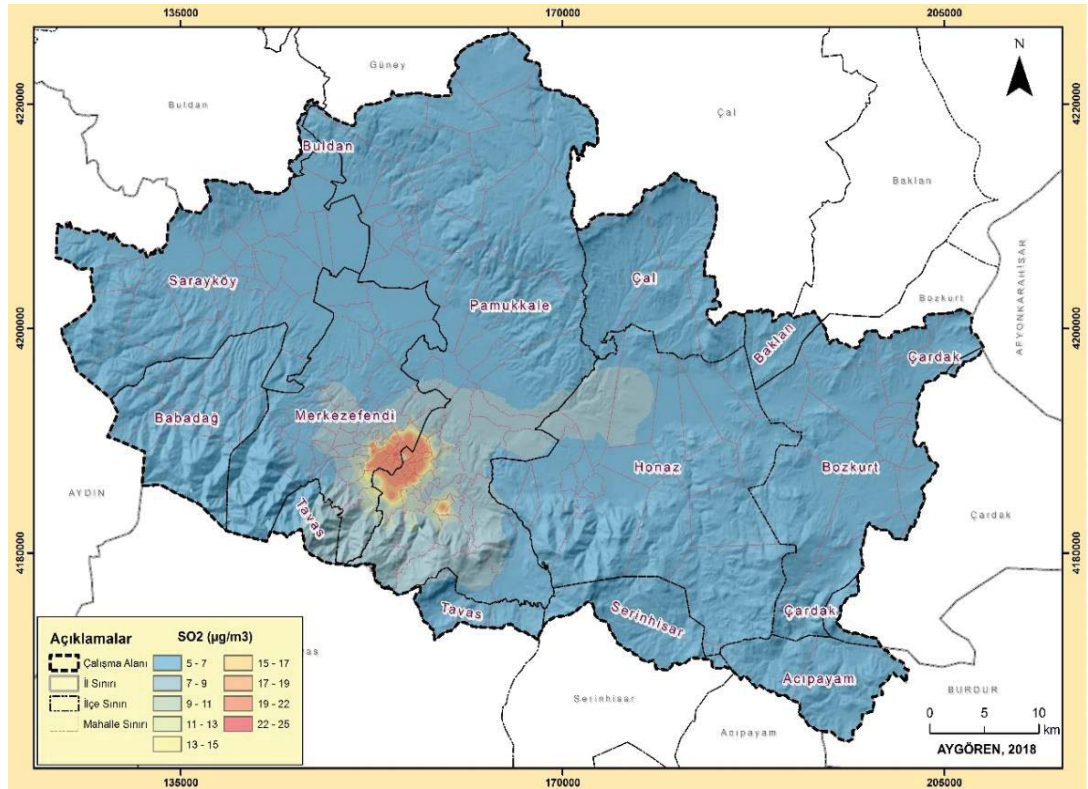
Şekil 71. Araştırma alanında SO₂'nin mekansal dağılımı (2013)



Şekil 72. Araştırma alanında SO₂'nin mekansal dağılımı (2014)



Şekil 73. Araştırma alanında SO₂'nin mekânsal dağılımı (2015)



Şekil 74. Araştırma alanında SO₂'nin mekânsal dağılımı (2016)

Yukarıdaki haritalar incelendiğinde, havzada PM_{10} ve SO_2 'nin yani hava kirliliğinin Merkezefendi ve Pamukkale belediyelerinde çok yüksek olduğu ve merkez ilçelerden uzaklaştıkça kirliliğin azaldığı görülmektedir (Foto 11). Merkezefendi ve Pamukkale belediyeleri nüfusun, sanayi, konut alanları, resmi kurum-kuruluşlar ve okul sayısının çok fazla ve trafiğin yoğun olduğu yerleşim yerleridir. Bu nedenle söz konusu bölgede hava kirliliği yoğun olarak hissedilmektedir. Havzada PM_{10} 'nun etkilediği alan SO_2 'ye göre daha geniştir.

Araştırma alanında iki hava kalitesi ölçümü yapan iki istasyon değerlendirildiğinde; Merkezefendi İstasyonu'nun kirlilik değerleri, Bayramyeri İstasyonu'ndan daha düşüktür. Bunda Merkezefendi İstasyonu'nun şehir merkezinden uzakta olması, yeni yerleşim alanları içerisinde bulunması ve Bayramyeri İstasyonu'na göre daha yüksekte yer alması, bina ve taşıt yoğunluğunun az olması, açık alanların fazlalığı, yeşil alanların varlığı ve meteorolojik faktörler etkilidir. Ayrıca Bayramyeri İstasyonu sanayi, ticaret merkezlerine, işlek şehiriçi ve şehirlerarası karayoluna çok yakındır (Foto 12). Ayrıca Bayramyeri İstasyonu çevresinde hala fosil yakıt kullanımı yaygın iken Merkezefendi İstasyonu çevresinde doğalgaz kullanımı yaygındır. Bu faktörlere bağlı olarak Merkezefendi İstasyonu'nda hava kirliliği yok denecek kadar azdır. Bu iki istasyon sınır değerlerin aşıldığı gün sayısı bakımından da karşılaştırıldığında bahsedilen nedenlerden dolayı Bayramyeri İstasyonu ilk sırada yer almaktadır.

Araştırma alanında dikkati çeken bir diğer nokta ise, merkez ilçelerden sonra hava kirliliğinin en fazla Honaz'da etkili olmasıdır. Bunda Honaz'da bulunan Denizli Organize Sanayi Bölgesi'ndeki faaliyetler başta olmak üzere yoğun mermer, traverten vb. taş işletmeciliği ve Honaz Salça Fabrikası'nın etkisi vardır. Merkez ilçelerdeki sanayinin önemli bir kısmı Honaz'da bulunmaktadır. Bu bilgiler havzadaki hava kirliliği dağılım haritasını doğrulamaktadır. Ayrıca bu haritalar incelendiğinde 2013 yılında SO_2 'nin sadece merkez ilçelerde yoğun olduğu, Honaz ve çevresinde görülmediği ancak sonraki yıllarda etki alanını genişlettiği görülmektedir (Şekil 71, 72, 73, 74).

Sanayinin çeşitli süreçleri, nüfus-konut-taşıt yoğunluğu, özellikle kış mevsiminde evsel ısınma amacıyla fosil yakıt kullanımı ile meteorolojik unsurlar eklendiğinde kent merkezinde hava kirliliği artmaktadır. Şehri kaplayan bu kirli hava havzanın yüksek yerlerinden bakıldığında rahatlıkla görülebilmektedir (Foto 13, 14).



Foto 11. Havzada hava kirliliğinin yoğun olduğu Pamukkale Belediyesi’nden bir görünüş.



Foto 12. Havzada en eski yerleşim yeri olan Kaleiçi ve Bayramyeri çevresinde hava kirliliği.



Foto 13. Havzada kirli hava kış mevsiminde Denizli şehrinin üzerini koyu renkli bir duman gibi sarmaktadır.



Foto 14. Havzanın güneyinde Karcı Dağı'nın eteklerinden havza tabanında bulunan şehrin üzerini kaplayan kirli hava rahatlıkla görülebilmektedir.

4.4. ÇÜRÜKSU ÇAYI HAVZASI'NDA HAVA KİRLİLİĞİ VE SOLUNUM YOLU HASTALIKLARI ARASINDAKİ İLİŞKİ

Hava kirliliğinin insan sağlığı başta olmak üzere, bitkiler, hayvanlar gibi canlı varlıklar ile eşya ve binalar gibi cansız varlıklar üzerinde pek çok olumsuz etkisi vardır. Bu bölümde hava kirliliğinin havzadaki olumsuz etkilerini kanıtlamak için insanlar üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu konunun seçilmesinde etkili olan bazı nedenler vardır. Bunlardan ilki havzada, hava kirleticilerinin bitkiler ve hayvanlar üzerindeki etkisini gösterecek hiçbir verinin olmamasıdır. Tarım, Gıda ve Hayvancılık İl Müdürlüğü'nde konunun uzmanları tarafından havzada henüz uzun vadede hava kirliliğinin bitkiler ve hayvanlar üzerindeki olumsuz etkisinin gözlemlenmediği belirtilmiştir. Nadir olarak meydana gelen olaylar olsa da bunların zamansal bir veriye dönüşmediği açıklanmıştır. Bu nedenle araştırmanın konusu olarak hava kirliliğinin bitki ve hayvanlar üzerindeki etkisi seçilmemiştir. Diğer neden, hava kirliliğinin eşya ve binalar üzerindeki etkisiyle ilgili yeterli verinin olmayışı, bulunuşunun zorluğu ve coğrafi bakış açısını yeterince yansıtmayacağı düşüncesidir. Son olarak günümüzde hava kirliliğinin insan sağlığını tehdit eden önemli bir tehlike olmasıdır (Gökbel ve Uzun, 1995). Dünyada hava kirliliği sorunu ilk olarak insan sağlığına verdiği zararlar ve neden olduğu ani ölümlerle fark edilmiştir. Sanayi devriminin yaşandığı yıllarda meydana gelen hava kirliliği, o günkü meteorolojik unsurların da etkisiyle insanlara çok büyük zarar vermiştir. Bunun sonucunda hava kirliliğinin insan sağlığı üzerindeki etkisini araştıran çok sayıda epidemiyolojik çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Bu çalışmalarla hava kirliliğinin yaşandığı zamanlarda, hastane başvuruları ve ölüm olaylarının arttığı yönünde bulgulara ulaşılmıştır. Buradan hareketle araştırmanın bu bölümünde hava kirliliğinin insan sağlığı üzerindeki etkisini ortaya koymak amacıyla hava kirliliği ve solunum yolu hastalıkları arasındaki ilişki konu olarak seçilmiştir. Ayrıca coğrafya biliminin temelinde insan ve doğa arasındaki ilişkinin bulunması, coğrafya biliminin insan-mekan arasındaki ilişkiyi, ilgi-nedensellik ve dağılış ilkesi doğrultusunda açıklaması da bu seçimde etkili olmuştur. Bir diğer neden olarak da sağlıkla ilgili kayıtlara kolay ulaşılabilmesi gösterilebilir. Hastane kayıtlarının sistemli olarak tutuluyor olması, zamansal değişimi gösterebilecek nitelikte verilere ulaşılmasını ve ilgili analizlerin yapılmasını sağlamıştır. Söz konusu nedenlere bağlı olarak araştırmanın bu bölümünde havzada hava kirliliğinin insan sağlığı üzerindeki etkisi incelenmiştir.

Hava kirliliğinin insan sağlığı üzerindeki en önemli etkisi, solunum yolu ve kardiyovasküler sistemlerde görülmektedir (Varınca ve diğerleri, 2008). Araştırmanın önceki bölümlerinde belirtilen nedenlere bağlı olarak kirlenen havanın, insan sağlığı üzerindeki etkisi ilk olarak atmosferde yüksek oranda bulunan zararlı maddelerin solunmasına bağlı olarak

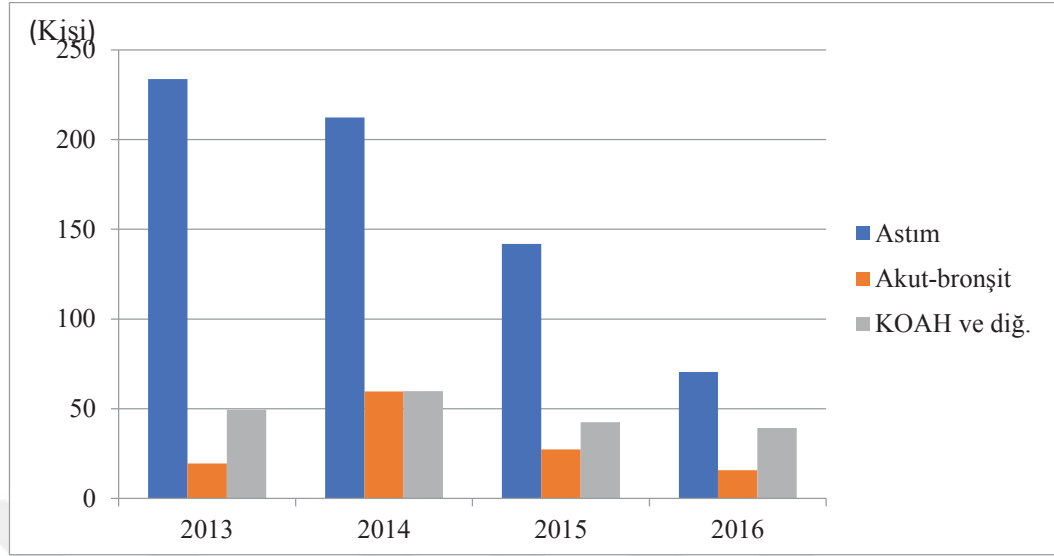
görülmektedir. Hava kirleticilerinin sağlık üzerinde akut ve kronik etkileri vardır. Bu etki, hava kirleticilerinin gün içerisindeki artışları ve kirleticilere maruz kalınma süresine bağlı olarak değişmektedir. Hava kirliliğinin insan sağlığı üzerindeki etkisi kişilere göre de farklılık gösterebilmektedir. Özellikle çok hassas yaş grupları yani yaşlılar ve çocuklar hava kirliliğinden aynı ortamda bulunan diğer kişilere göre daha fazla etkilenmektedir (Gökbel ve Uzun, 1995; Varınca ve diğerleri, 2008; Tecer, 2013).

Hava kirliliğinin, akciğer nedenli ölüm oranlarında artış, astım nöbetlerinin artması (alevlenmesi), akut solunumsal hastalıklar ve KOAH şeklinde etkisi görülmektedir. Hava kirliliği arttıkça astım, akut bronşit ve KOAH gibi solunum yolu hastalıkları artmaktadır. Havadaki kurşun, kan hücrelerinin gelişmesini ve olgunlaşmasını önlemekte, kanda ve idrarda birikmesi sonucunda sağlığı olumsuz etkilemektedir. Hava kirleticilerinden karbonmonoksit (CO) birikmesi de kanda oksijen taşınmasına engel olmaktadır. SO₂ üst solunum yollarına keskin, boğucu ve tahriş edici etkisi ile zarar vermektedir. Kirli havada insanlar için tehlikeli bir diğer partikül de sülfirik asittir (H₂SO₄). Bileşimindeki kükürtdioksit, üst solunum yollarını ve balgam çıkarmaya yarayan dokuları tahriş etmekte ve bronşların daralmasına neden olmaktadır. Sülfirik asit ile kükürtdioksit molekül-moleküle karıştığında sülfirik asitin fizyolojik etkisi 4-20 kat daha artmaktadır. Ayrıca hava kirliliğinin, çeşitli burun ve boğaz, mide hastalıkları, raşitizm, göz yanmaları, nefes darlığı, aşırı ihtiyarlama belirtileri, zehirlenme, sinirlilik, depresyon ve deri hastalıklarına da yol açtığı bilinmektedir (Bayram, 2005).

Araştırmanın bu bölümünde solunum yolu hastalıklarının zamansal değişimi ve hava kirliliği ile solunum yolu hastalıklarından astım, akut bronşit ve KOAH arasındaki ilişki aytıntılı olarak incelenmiştir.

4.4.1. Çürüksu Çayı Havzası'nda Solunum Yolu Hastalıklarının Zamansal Değişimi

Araştırmada Pamukkale Üniversitesi Hastanesi Göğüs Hastalıkları Bölümü ile acil servisine solunum yolu hastalıkları tanısı ile başvuran yaklaşık 45.000 kişiye ait veriler kullanılmıştır. Bu verilere göre araştırma alanında solunum yolu hastalıklarından astım, bronşit ve KOAH nedeniyle hastaneye başvuranların 2013-2016 dönemindeki durumu şekil 75'te verilmiştir. Buna göre hasta sayılarının bu süreçte azaldığı görülmektedir.



Şekil 75. Çürüksu Çayı Havzası'nda astım, akut bronşit ve KOAH-diğer akciğer hastalıkları nedeniyle hastaneye başvuran hasta sayısı (2013-2016).

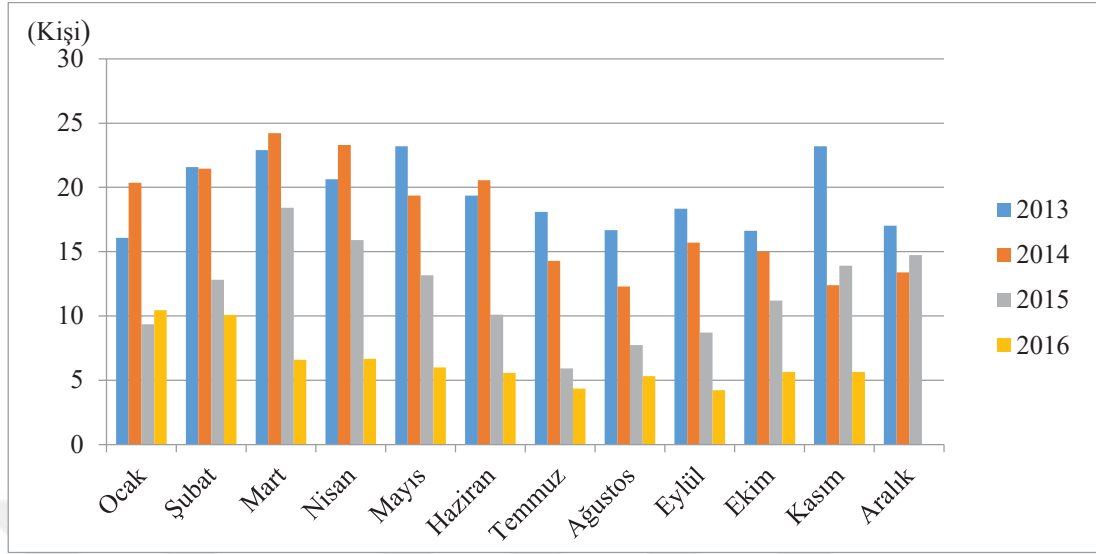
4.4.1.1. Astım Hastalığının Zamansal Değişimi

Astım hastalığı, havadaki kirlilik oranı ve sigara dumanından çok etkilenen bir solunum yolu hastalığıdır. Bunların yanında yerleşim yerinin özellikleri, alerjenlerin durumu ve etki süresi, beslenme ve diğer çevre faktörleri de hastalığın seyri üzerinde etkili olmaktadır. Araştırma alanında 2013-2016 arasında astım hastalığının zamansal değişimi tablo 49 ve şekil 76'de verilmiştir.

Tablo 49

Çürüksu Çayı Havzası'nda astım hasta sayısının aylık değişimi (2013-2016)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
2013	16	22	23	21	23	19	18	17	18	17	23	17
2014	20	21	24	23	19	21	14	12	16	15	12	13
2015	9	13	18	16	13	10	6	8	9	11	14	15
2016	10	10	7	7	6	6	4	5	4	6	6	



Şekil 76. Çürüksu Çayı Havzası'nda astım hasta sayısının yıllık-aylık değişimi (2013-2016)

Tablo 49 ve şekil 76 incelendiğinde havzada 2013-2016 döneminde hastaneye başvuran astım hastası sayısının en fazla Kasım, Aralık, Ocak, Şubat ve Mart aylarında olduğu görülmektedir. Bu dönem ısınma dönemiyle çakışmaktadır. Isınma döneminde konutlarda ve sanayide kullanılan yakıtlardan kaynaklı gaz ve taneciklerin atmosfere karışma oranı artmaktadır. Bu zararlı maddeler solunum yolunu tahriş ederek astım ataklarının artmasına neden olmaktadır. Haziran, Temmuz, Eylül ve Ekim aylarındaki astım hasta sayısındaki düşüş bu durumu doğrulamaktadır. Bu aylarda hava sıcaklığının artması, ısınma nedeniyle yakıt tüketiminin azalmasına böylece hava kirletenlerin oranının azalmasına neden olmuştur. Nisan ve Mayıs aylarında gözlenen astım hasta sayısı ise hava kirliliğinden ziyade alerjik nedenlidir. Bahar-yaz mevsiminde polenlerin artması astım ataklarını artıran bir diğer etkidir.

4.4.1.2. Akut Bronşit Hastalığının Zamansal Değişimi

Akut bronşit hastalığının zamansal değişimini gösteren tablo 50 incelendiğinde havzada Pamukkale Üniversitesi hastanelerine bu nedenle başvuran hasta sayısının yıllara göre değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir. En yüksek seviyeye 2014 yılında ulaşan akut bronşit hastalığının aylara göre dağılımı incelendiğinde Aralık, Ocak, Şubat, Mart aylarında yüksek, Mayıs'tan itibaren düşmeye başladığını özellikle Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında en düşük seviyelerde olduğu görülmektedir.

Tablo 50

Çürüksu Çayı Havzası'nda akut bronşit hasta sayısının aylık değişimi (2013-2016)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
2013	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	3	5
2014	7	6	7	5	7	5	4	5	3	4	3	3
2015	4	4	4	3	1	2	1	1	2	2	1	1
2016	5	2	3	2	1	0	0	0	1	1	1	

Ancak mevsimlere göre akut bronşitin görülme sıklığı değişmektedir. Havzada kış mevsiminden çok ilkbahar başlarında daha yüksek olduğu görülmektedir.

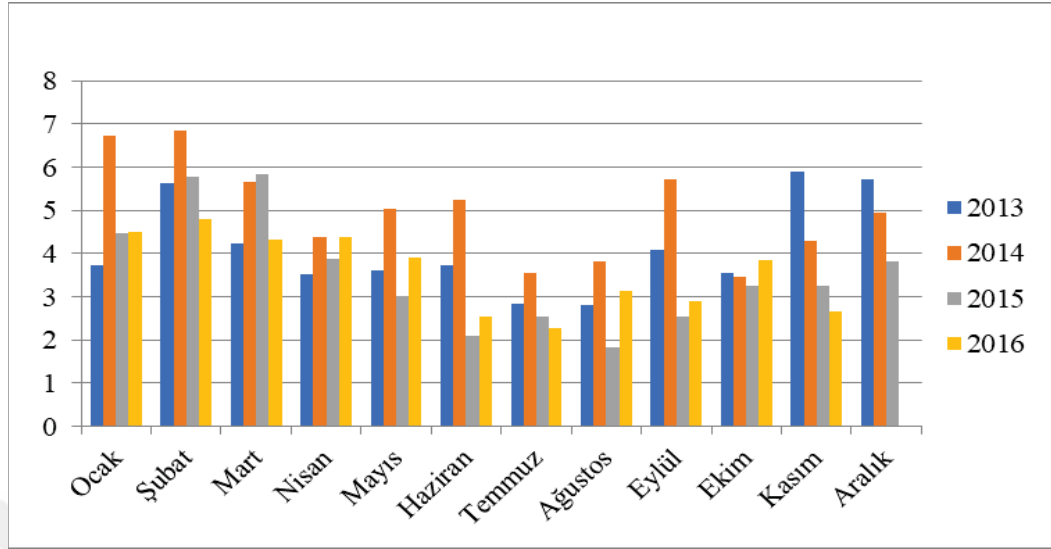
4.4.1.3. KOAH ve Diğer Akciğer Hastalıkları

KOAH hastalığının nedenleri arasında hava kirliliği, sigara dumanı, mesleki tozlar ilk sırada yer almaktadır. Bunlara ek olarak yaş, cinsiyet, sosyo-ekonomik durum gibi kişiye has faktörler de etkilemektedir. KOAH'ın nedenleri çok farklı olup ülkeden ülkeye değişiklik gösterebilmektedir. Örneğin gelişmiş ülkelerde KOAH hastalığının nedenleri arasında sigara ilk sırada yer alırken gelişmekte olan ülkelerde KOAH'ın nedenleri arasında sigaranın yanında çevresel yani hava kirliliği ile mesleki yani iş yerine has tozlar da bulunmaktadır.

Tablo 51

Çürüksu Çayı Havzası'nda KOAH ve diğer akciğer hastalıkları hasta sayısının aylık değişimi (2013-2016)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
2013	4	6	4	4	4	4	3	3	4	4	6	6
2014	7	7	6	4	5	5	4	4	6	3	4	5
2015	4	6	6	4	3	2	3	2	3	3	3	4
2016	5	5	4	4	4	3	2	3	3	4	3	



Şekil 77. Çürüksu Çayı Havzası'nda KOAH ve diğer akciğer hastalıkları hasta sayısının yıllık aylık değişimi (2013-2016)

Tablo 51 ve şekil 77 incelendiğinde PAÜH'ne KOAH nedeniyle başvuran hasta sayısının 2014 yılında en yüksek seviyeye ulaştığı görülmektedir. Diğer yıllarda azalma görülse de oran yine de yüksektir. KOAH hastalığının aylara göre dağılımı incelendiğinde kış aylarında en yüksek, yaz aylarında ise en düşük seviyelerde olduğu görülmektedir.

4.4.2. Çürüksu Çayı Havzası'nda Hava Kirliliği ile Solunum Yolu Hastalıkları Arasındaki İlişki

Araştırmanın bu bölümünde havzada hava kirliliği ile havzadaki solunum yolu hastalıkları arasındaki ilişki incelenmiştir. Bunun için en küçük kareler yöntemi (regresyon) uygulanmış, regresyon yönteminde parametre tahminleri için hasta sayıları bağımlı değişken, hava kirliliği bağımsız değişken olarak alınmıştır. Tablo 52'ye göre kirlilik değişkeninin katsayısı (0.209090) istatistiksel olarak % 1 seviyesinde anlamlıdır (Prob=0.0000). Bir başka ifadeyle, istatistiksel olarak hava kirliliği ve hasta sayıları arasında anlamlı bir ilişki mevcuttur. Ayrıca, kirlilik seviyesinde meydana gelen değişimler hasta sayısında meydana gelen değişimlerin % 2'sini açıklamaktadır (R-SQUARED=0.020910). Oluşturulmuş olan regresyon modeli genel olarak anlamlı şeklinde yorumlanabilir (PROB(F-STATISTIC)=0.0000).

Tablo 52

Denizli şehrinde hava kirliliği ile hasta başvuruları arasında ilişkiyi gösteren regresyon modeli

Dependent Variable: HASTA				
Method: Least Squares				
Date: 12/09/16 Time: 11:55				
Sample: 1/01/2013 12/01/2016				
Included observations: 1411				
(Değişken) Variable	(Katsayı) Coefficient	(Standart Hata) tStd. Error	(t-İstatistiği) t-Statistic	(olasılık) Prob.
LOGKIRLILIK	0.209090	0.038116	5.485558	0.0000
C	0.493505	0.101397	4.867051	0.0000
R-squared (R kare)	0.020910	Mean dependent var		1.007796
Adjusted R-squared (Düzeltilmiş R kare)	0.020215	S.D. dependent var		1.465662
S.E. of regression (Regresyon Standart Hatası)	1.450772	Akaike info criterion		3.583486
Sum squared resid (Hata Terimi Kare Toplamları)	2965.580	Schwarz criterion		3.590930
Log likelihood (Log Olabilirlik)	-2526.149	Hannan-Quinn criter.		3.586268
F-statistic (F istatistiği)	30.09135	Durbin-Watson stat		1.810173
Prob(F-statistic) (olasılık)	0.000000			

“Araştırma alanında toplam solunum yolu hastalıkları hasta sayısı ile hava kirliliği arasında bir nedensellik ilişkisi var mıdır?” diye incelendiğinde; havzada solunum yolu hastalıkları hasta sayısı ile kirlilik arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki vardır (Tablo 52). Hasta sayısı ile kirlilik arasında bir nedensellik ilişkisinin olup olmadığı granger-nedensellik analizi ile incelenmiştir. Bu ilişkinin tespiti için aşağıdaki H0 hipotezi test edilmelidir.

- H0: Logkirlilik, hastalığın nedeni değildir.
- Ha: Logkirlilik, hastalığın nedenidir.

Tablo 53

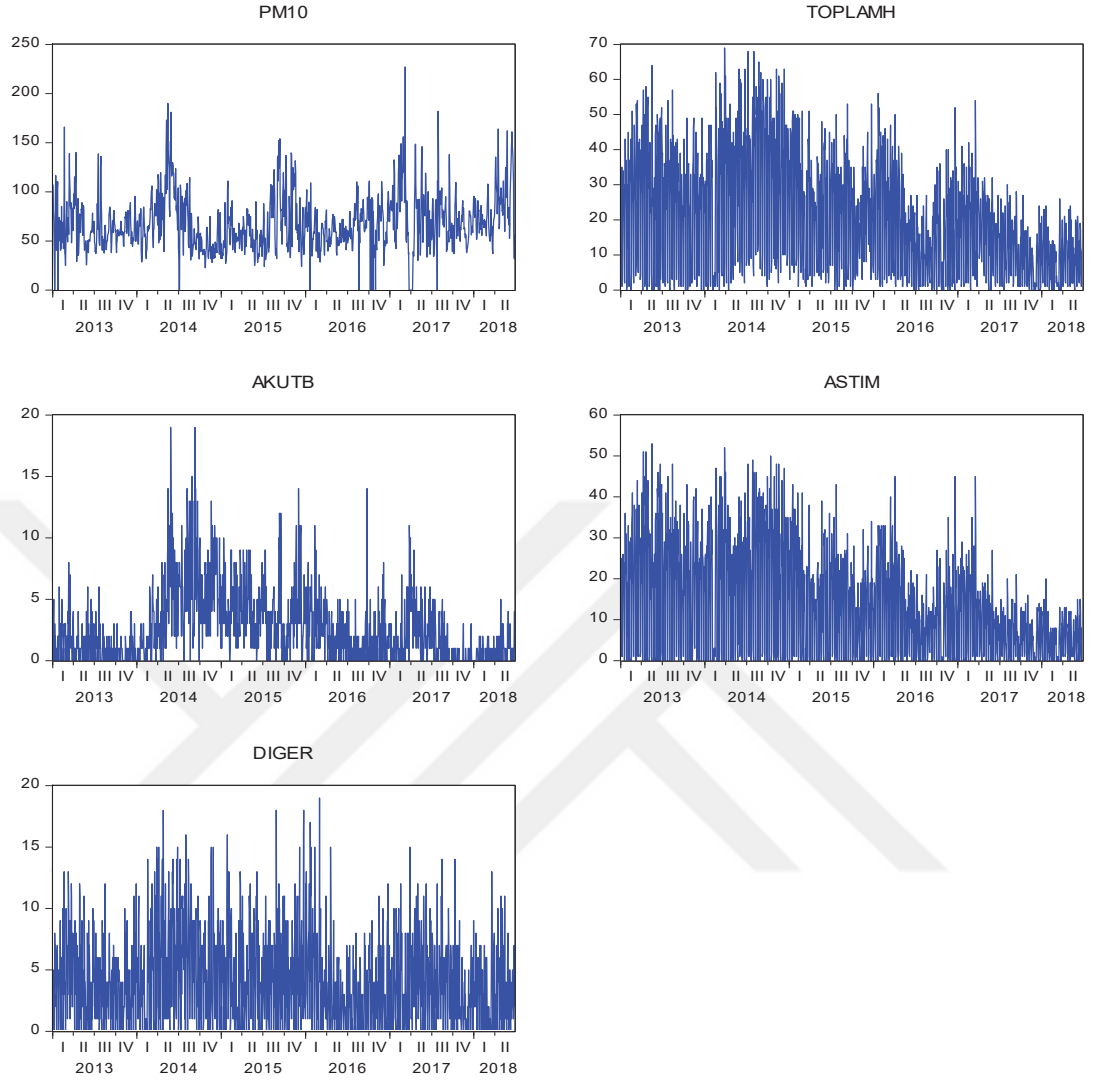
Çürüksu Çayı Havzası'nda logkirlilik ile hasta başvuruları arasında nedensellik ilişkisini gösteren Granger-nedensellik analizi

Pairwise Granger Causality Tests			
Date: 12/09/16 Time: 12:06			
Sample: 1/01/2013 12/01/2016			
Lags: 7			
Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
LOGKIRLILIK does not Granger Cause HASTA	1361	3.16215	0.0025
HASTA does not Granger Cause LOGKIRLILIK		0.92481	0.4860

Buna göre, logkirlilik değişkeninden hasta sayısına doğru bir nedensellik söz konusudur. Yani, logkirlilik hasta sayısındaki artışın nedenidir (F-STATISTICS→PROB→0.0025→ $\alpha=0.01>0.0025$ →Ho hipotezi reddedilir→ Sonuç: LogKirlilik hastalığın nedenidir) (Tablo 53).

4.4.2.1. PM₁₀ Kirlilik ve Hasta Sayısı Değişim İlişkisi

Bu araştırmada kullanılan değişkenler, PM₁₀ değerleri ile Pamukkale Üniversitesi hastanelerine başvuran solunum yolu rahatsızlığı olan hasta sayısı arasında 2013-2016 yılları arasındaki günlük 1431 başvuru kaydından oluşmaktadır. PM₁₀ değerleri ile akut bronşit, astım ve KOAH-diğer akciğer hastalıkları arasında ilişkiyi ortaya koyabilmek için korelasyon matrisine bakılmıştır. Korelasyon matrisi incelendiğinde kirlilik değişkeni olan PM₁₀ ile en yüksek ilişkinin % 8 ile KOAH ve Diğer Akciğer Hastalık şikayeti olan hasta sayısı arasında iken ikinci en yüksek ilişki % 6.1 ile astım hasta sayısı değişkeni arasında olduğu görülmektedir (Tablo 54). Toplam hasta sayısı yerine hastalık grupları için PM₁₀ değişkeni ile regrese edildiğinde astım hastalığı ve KOAH ve diğer akciğer hastalıkları arasında % 1 seviyesinde anlamlı iken akut bronşit hastalığının PM₁₀ değişkeni ile istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkisinin olmadığı analiz sonuçlarından anlaşılmaktadır (Prob.=0.1301) (Tablo 54). Şekil 78'de bu ilişkiyi görmek mümkündür.



Şekil 78. Çürüksu Çayı Havzası'nda PM_{10} değeri ile hasta sayısı değişimi

Tablo 54

Değişkenler arası korelasyon matrisi (PM_{10})

Korelasyon Matrisi	Pm10	Toplam Hasta Sayısı	Akut Bronşit Hasta Sayısı	Astım Hasta Sayısı	KOAH ve Diğer Akciğer Hastalıkları Hasta Sayısı
PM₁₀	1	0.060021	-0.040035	0.061129	0.080796
Toplam Hasta Sayısı	0.060021	1	0.375325	0.962844	0.732164
Akut Bronşit Hasta Sayısı	-0.040035	0.375325	1	0.186898	0.219442
Astım Hasta Sayısı	0.061129	0.962844	0.186898	1	0.584816
KOAH ve Diğer Akciğer Hastalıkları Hasta Sayısı	0.080796	0.732164	0.219442	0.584816	1

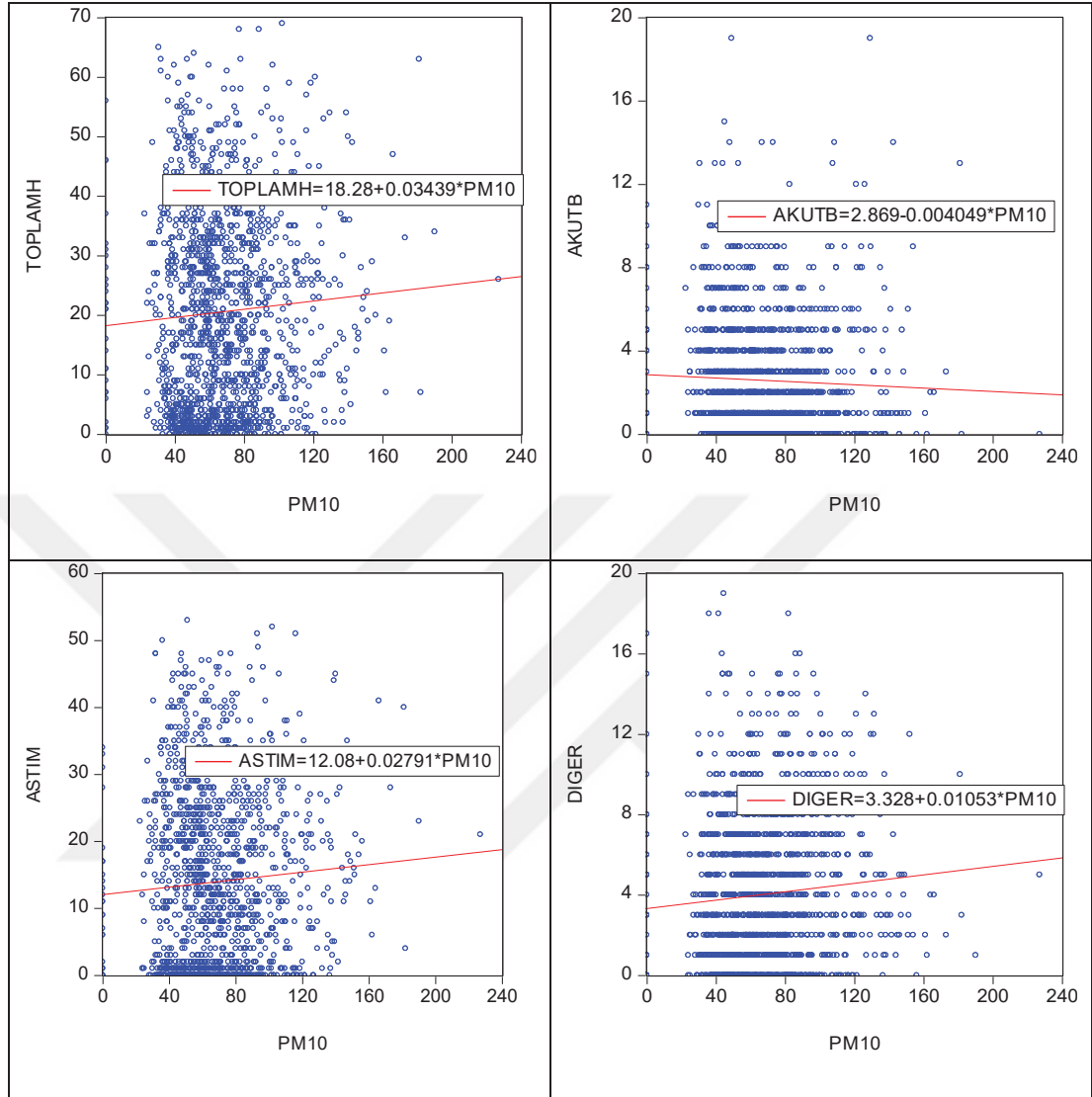
Tablo 55

Çürüksu Çayı Havzası'nda solunum yolu hastalıkları hasta sayısı ile PM₁₀ arasındaki ilişki (2013-2016)

Bağımlı Değişken	Açıklayıcı Değişken	Katsayısı	Standart Hatası	T-İstatistiği	Olasılık Değeri	Model Açıklama Gücü (R ²)
Toplam Hasta Sayısı	PM ₁₀	0.034392	0.015131	2.273001	0.0232	0.003602
	SABİT TERİM	18.27778	1.117475	16.35632	0.0000	
Akut Bronşit Hasta Sayısı	PM ₁₀	-0.004049	0.002673	-1.514605	0.1301	0.001603
	SABİT TERİM	2.868877	0.197418	14.53196	0.0000	
Astım Hasta Sayısı	PM ₁₀	0.027912	0.012056	2.315151	0.0207	0.003737
	SABİT TERİM	12.08127	0.890412	13.56818	0.0000	
KOAH ve Diğer Akciğer Hastalıkları Sayısı	PM ₁₀	0.010529	0.003436	3.064285	0.0022	0.006528
	SABİT TERİM	3.327630	0.253760	13.11329	0.0000	

Değişkenler arasındaki ilişkiyi ortaya koyabilmek için doğrusal regresyon yöntemi uygulanmıştır. Burada toplam solunum yolu hasta sayısı, astım, akut bronşit ve KOAH hastalıkları bağımlı değişken, PM₁₀ ve SO₂'de bağımsız değişkendir. Doğrusal regresyon tahmin sonuçları incelendiğinde ise, PM₁₀ değerlerindeki bir birimlik artış toplam hasta sayısını 0,03 arttırmakta ve Pamukkale Üniversitesi hastanelerine başvuran solunum yolu rahatsızlığı olan hasta sayısının % 0,3'ünü açıklamaktadır. PM₁₀ değerlerindeki değişim ile akut bronşit hasta sayısında meydana gelen değişimler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir. PM₁₀ değerlerindeki artış astım hastası sayısını ise 0,02 arttırmakta ve PAÜH'sine astım şikayeti ile başvuran hasta sayısının % 0,3'ünü açıklamaktadır. PM₁₀ değerlerindeki artış KOAH ve diğer akciğer hastalık şikayetleri ile başvuran hasta sayısını 0,01 arttırmakta ve PAÜH'sine diğer akciğer rahatsızlıkları şikayeti ile başvuran hasta sayısının % 0,6'sını açıklamaktadır.

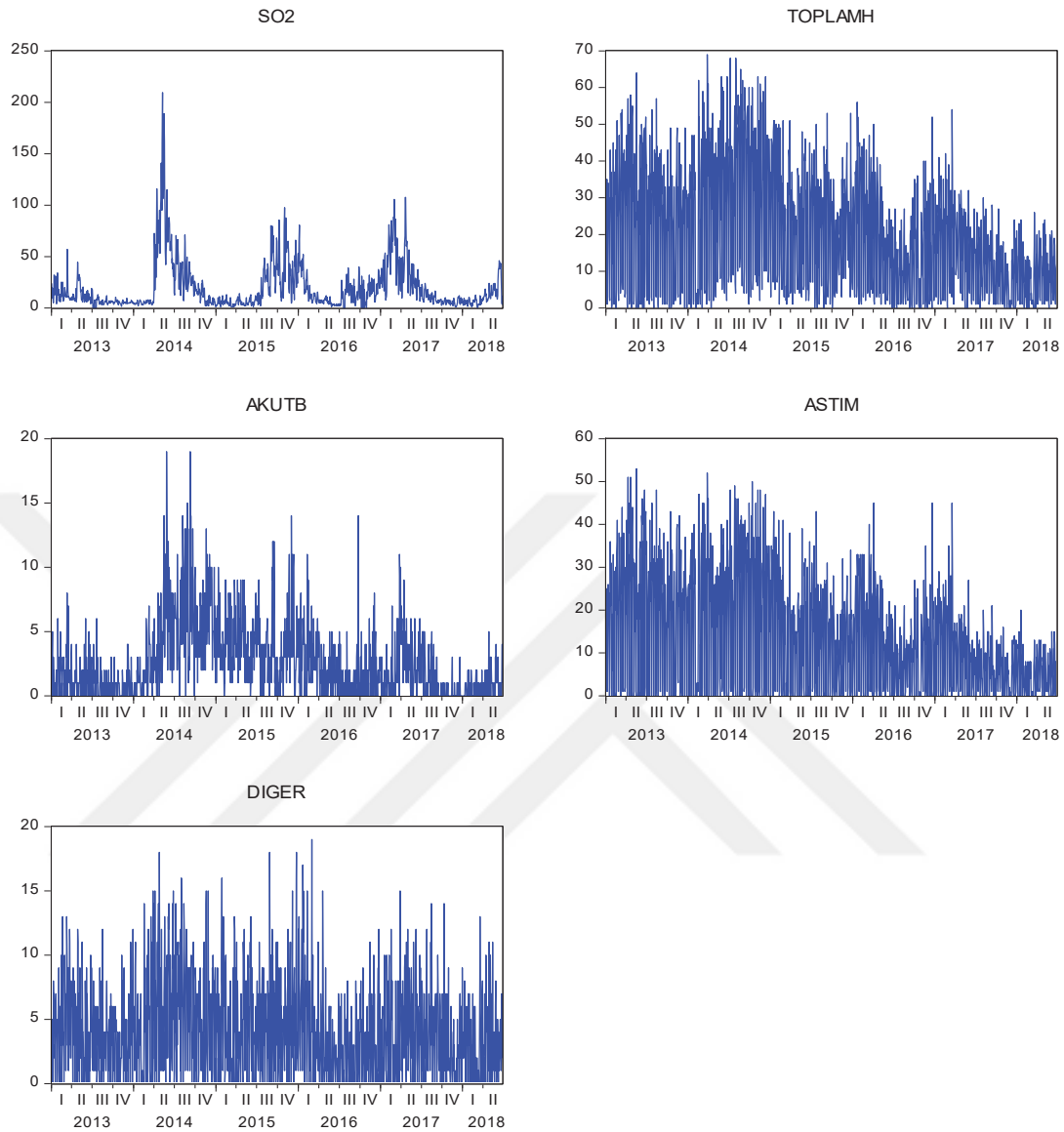
Solunum yolu hastalıklarının pek çok nedeni vardır. Hava kirliliği bu nedenlerden sadece biridir. Bu araştırmada PM₁₀ ile solunum yolu hastalıkları arasındaki ilişkiyi ortaya koyan başka bir model uygulandığında söz konusu ilişki daha da güçlü bulunabilir. Uygulanan modelle ilişkinin olduğu ancak gücünün düşük olduğu görülmüştür.



Şekil 79. Çürüksu Çayı Havzası'nda PM₁₀ değeri ile hasta sayısı değişimi

4.4.2.2. SO₂ Kirlilik ve Hasta Sayısı Değişim İlişkisi

Havzada solunum yolu hastalıkları ile SO₂ arasındaki ilişkiyi ortaya kaymak amacıyla yapılan istatistiksel analiz sonuçları tablo 56 ve şekil 80'de verilmiştir.



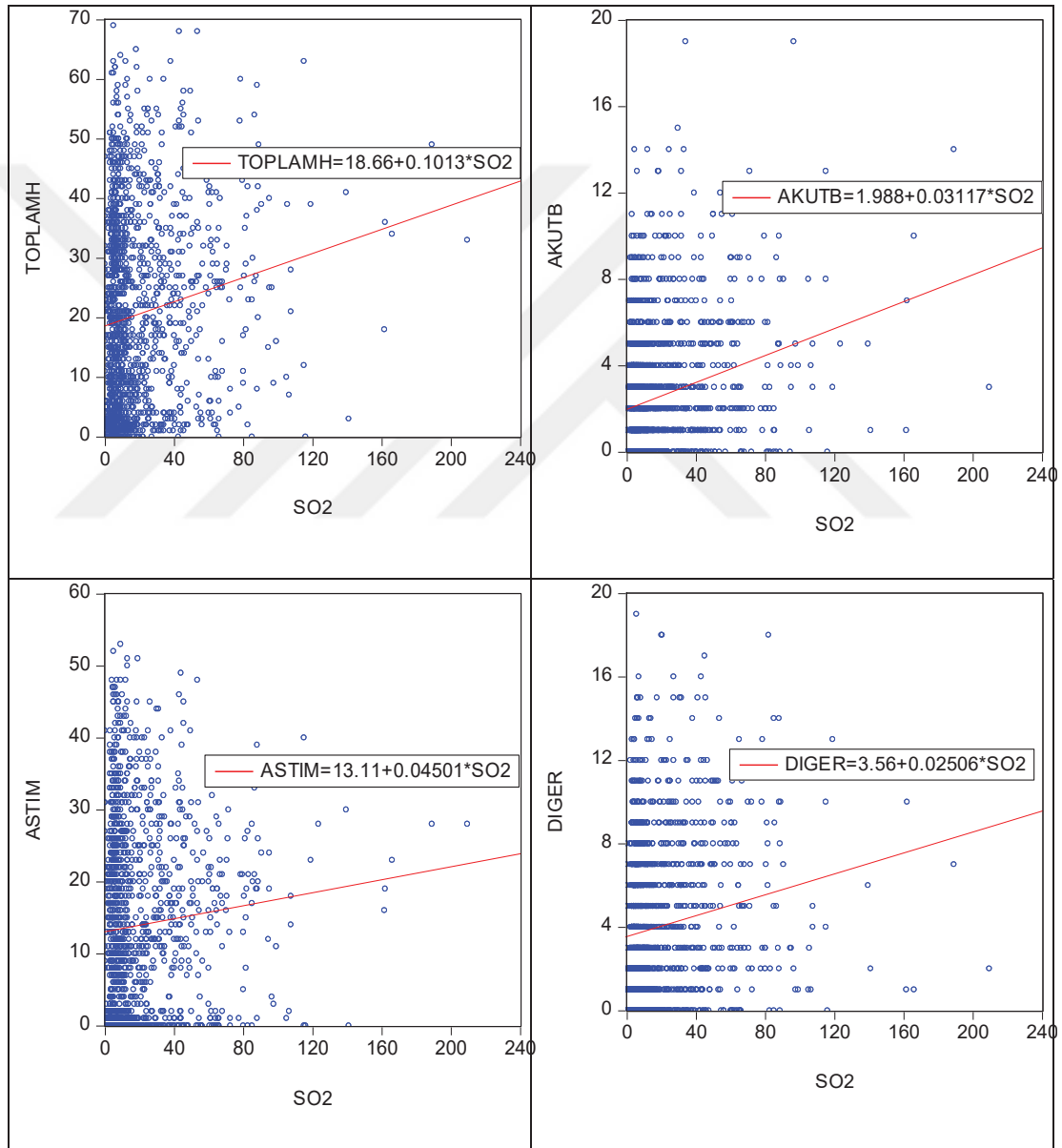
Şekil 80. Çürüksu Çayı Havzası'nda SO₂ değeri ile hasta sayısı değişimi

Tablo 56

Çürüksu Çayı Havzası'nda solunum yolu hastalıkları hasta sayısı ile SO₂ arasındaki ilişki (2013-2016)

KORELASYON MATRİSİ	SO ₂	Toplam Hasta Sayısı	Akut Bronşit Hasta Sayısı	Astım Hasta Sayısı	Diğer Akciğer Hastalıkları Hasta Sayısı
SO ₂	1	0.144470	0.252036	0.080602	0.157246
Toplam Hasta Sayısı	0.144470	1	0.375325	0.962844	0.732164
Akut Bronşit Hasta Sayısı	0.252036	0.375325	1	0.186898	0.219442
Astım Hasta Sayısı	0.080602	0.962844	0.186898	1	0.584816
Diğer Akciğer Hastalıkları Hasta Sayısı	0.157246	0.732164	0.219442	0.584816	1

Değişkenler, SO₂ değerleri ile Pamukkale Üniversitesi hastanelerine başvuran solunum yolu hasta sayısı arasında 2013-2016 yılları arasındaki günlük 1431 başvuru kaydından oluşmaktadır. Korelasyon matrisi incelendiğinde kirlilik değişkeni olan SO₂ ile en yüksek ilişkinin % 25,2 ile akut bronşit hasta sayısı arasında iken, ikinci en yüksek ilişki % 15,7 ile KOAH ve diğer akciğer hastalıkları şikayeti olan hasta sayısı arasında olduğu görülmektedir.



Şekil 81. Çürüksu Çayı Havzası'nda SO₂ değeri ile hasta sayısı değişimi

Değişkenler arasındaki doğrusal regresyon tahmin sonuçları incelendiğinde ise, SO₂ değerlerindeki bir birimlik artış toplam hasta sayısını 0,10 arttırmakta ve PAÜH'ne başvuran diğer akciğer rahatsızlığı olan hasta sayısının % 2'sini açıklamaktadır. SO₂ değerlerindeki artış

akut bronşit hasta sayısını 0,03 arttırmakta ve PAÜH'ne akut bronşit şikayeti ile başvuran hasta sayısının % 6,3'ünü açıklamaktadır. SO₂ değerlerindeki artış astım hastası sayısını 0,04 arttırmakta ve PAÜH'ne astım şikayeti ile başvuran hasta sayısını % 0,6'sını açıklamaktadır. SO₂ değerlerindeki değişim diğer akciğer hastalık şikayetleri ile başvuran hasta sayısını 0,02 arttırmakta ve PAÜH'ne diğer akciğer rahatsızlıkları şikayeti ile başvuran hasta sayısının % 2,4'ünü açıklamaktadır.

Hava kirliliğinin arttığı dönemlerde solunum yolu hastalıkları nedeniyle hastane başvurularının da arttığı görülmektedir. Özellikle kış mevsiminde PM₁₀ ve SO₂'nin artış grafiği ile solunum yolu hastalıklarının artış grafiği paralellik göstermektedir. Ekim-Mart yani kış sezonunda bu ilişki net olarak görülmektedir. Yani ısınma amaçlı kullanılan fosil yakıtlar sonucunda havaya çok miktarda PM₁₀ ve SO₂ salınmakta ve bu kirli havanın havzanın topografik yapısı da eklendiğinde havzada yaşayanları daha fazla etkilediği ve sonuçta solunum yolu hastalıkları başta olmak üzere pek çok hastalığın artmasına neden olduğu görülmektedir. Özellikle sıcaklık terselmesinin meydana geldiği günlerde hava kirliliği daha da artmakta ve solunum yolu hastalıkları da artış göstermektedir. Bu ilişkinin gücü yukarıdaki çeşitli tablolarda verilmiştir. Yaz mevsiminde ise PM₁₀ ve SO₂ oranlarındaki düşüşe bağlı olarak solunum yolu hastalıklarında da bir düşüş görülmektedir. Ancak bahar aylarında solunum yolu hastalıklarına bağlı hastane başvurularında bir artış görülmektedir. Bu durum ilk etapta yanıltıcı olabilir. Ancak buradaki artış tamamen polenlere bağlı olarak meydana gelen alerjik reaksiyonlardır. Bunlarda hava kirliliği etkili değildir. Elde edilen bu sonuç daha önce başka yerler için yapılan ulusal ve/veya uluslararası çalışmaların sonuçlarına da uygunluk göstermektedir.

4.4.3. Çürüksu Çayı Havzası'nda Meteorolojik Özellikler ile Solunum Yolu Hastalıkları Arasındaki İlişki

Hava kirleticileri tek başına solunum yolu hastalıkları üzerinde etkili değildir. Sıcaklık, rüzgâr, basınç, nem gibi meteorolojik unsurların insan sağlığını doğrudan ya da dolaylı bir şekilde etkilediği bilinmektedir (Akçakaya ve diğerleri, 2015). Burdan hareketle Çürüksu Çayı Havzası'nda meteorolojik unsurların solunum yolu hastalıkları üzerindeki etkisi incelenmiştir.

Bunun için meteorolojik unsurlardan 2013-2016 yılları arasındaki döneme ait, günlük basınç, rüzgâr, sıcaklık ve yağış verileri ile havzadaki günlük solunum yolu hastalıkları nedeniyle hastane başvuruları ile birlikte değerlendirilmiştir. Solunum yolu hastalıkları ile meteorolojik unsurlar arasındaki ilişkiyi ortaya koyabilmek için çeşitli istatistiksel analizler yapılmıştır. Bu analiz sonuçları aşağıda tablo 57'de verilmiştir.

Tablo 57

Çürüksu Çayı Havzası'nda basınç, rüzgâr, sıcaklık ve yağış ile astım, akut bronşit ve KOAH arasındaki ilişki

	Toplamh	Akut-b	Astım	KOAH ve diğ	PM ₁₀	SO ₂	Basınç	Rüzgâr	Sıcaklık	Yağış
Toplamh	1	0,3181	0,9622	0,7554	0,1196	0,0966	0,0227	-0,0221	-0,1194	-0,0280
Akutb	0,3181	1	0,1157	0,2083	0,0332	0,2128	0,0251	-0,0228	-0,1806	0,0638
Astım	0,9622	0,1157	1	0,6132	0,1068	0,0305	0,0021	-0,0127	-0,0573	-0,0500
KOAH ve diğ	0,7554	0,2083	0,6132	1	0,1239	0,1515	0,0734	-0,0349	-0,1826	0,0035
PM ₁₀	0,1196	0,0332	0,1068	0,1239	1	0,6650	0,3903	-0,3446	-0,2133	-0,2410
SO ₂	0,0966	0,2128	0,0305	0,1515	0,6650	1	0,5284	-0,2569	-0,5470	-0,0487
Basınç	0,0227	0,0251	0,0021	0,0734	0,3903	0,5284	1	-0,3129	-0,4974	-0,1506
Rüzgâr	-0,0221	-0,0228	-0,0127	-0,0349	-0,3446	-0,2569	-0,3129	1	0,0866	0,1294
Sıcaklık	-0,1194	-0,1806	-0,0573	-0,1826	-0,2133	-0,5470	-0,4974	0,0866	1	-0,2914
Yağış	-0,0280	0,0638	-0,0500	0,0035	-0,2410	-0,0487	-0,1506	0,1294	-0,2914	1

Tablo 57'ye göre havzada meteorolojik unsurlardan basınç, sıcaklık, rüzgâr ve yağış ile solunum yolu hastalıkları arasındaki ilişki aslında, meteorolojik unsurlar ile PM₁₀ ve SO₂ arasındaki ilişkiye uygunluk göstermektedir. Çünkü meteorolojik unsurlar öncelikle hava kirleticilerini etkilemektedir. Bu durumun solunum yolu hastalıklarını dolaylı olarak etkilediğini söylemek mümkündür.

Tablo 57'e göre, basınç ile solunum yolu hastalıkları toplam hasta sayısı, astım, akut bronşit ve KOAH arasında pozitif anlamlı bir ilişki vardır. Basınç arttıkça/azaldıkça solunum yolu hastalıkları nedeniyle hastane başvuruları da artmakta/azalmaktadır. Bu durum basınç ile PM₁₀ ve SO₂ arasındaki ilişkiye uygunluk göstermektedir.

Rüzgâr ile solunum yolu hastalıkları toplam hasta sayısı, astım, akut bronşit ve KOAH arasında negatif ama anlamlı bir ilişki vardır. Rüzgâr arttıkça havadaki kirleticiler taşınmakta ve havzadan uzaklaştırılmaktadır. Böylece kirli havanın etkisi azaldığı için solunum yolu hasta sayısı da azalmaktadır. Yine rüzgârın etkili olmadığı dönemlerde ise solunum yolu hasta sayısı artmaktadır. Burada rüzgârın etkisi yine topografik özelliklerin kontrolündedir.

Sıcaklık ile solunum yolu hastalıkları toplam hasta sayısı, astım, akut bronşit ve KOAH arasında negatif, anlamlı bir ilişki vardır. Sıcaklık arttıkça, solunum yolu hastalıkları nedeniyle hastane başvuruları azalmaktadır. Çünkü sıcaklığın artışı gösterdiği dönemde yani ilkbahar ve yaz mevsimlerinde ısınmaya ihtiyaç duyulmadığı için fosil yakıt kullanımı azalmakta ve solunum yolu hasta sayısı da buna bağlı olarak azalmaktadır. Ayrıca sıcaklığın diğer meteorolojik unsurlar üzerindeki etkisi de düşünüldüğünde bu ilişki daha anlamlı olmaktadır.

Tablo 57'de dikkati çeken önemli bir nokta vardır. Bu nokta havzada meteorolojik unsurlardan yağış ile havzadaki solunum yolu hastalıkları toplam hasta sayısı ile astım, akut bronşit ve KOAH arasındaki ilişkinin farklılık göstermesidir. Havzada yağış ile toplam hasta

sayısı ve astım arasında negatif bir ilişki tespit edilmiştir. Yağış arttıkça hava temizlendiği için astım hastalıkları azalmaktadır. Buna karşılık havzada yağış ile akut bronşit ve KOAH-diğer akciğer hastalıkları arasında pozitif bir ilişki vardır. Yağış arttıkça/azaldıkça bu hastalıklar da artmakta/azalmaktadır.

4.4.4. Çürüksu Çayı Havzası'nda Topografik Özellikler ile Solunum Yolu Hastalıkları Arasındaki İlişki

Solunum yolu hastalıkları ile havzanın topografik özellikleri arasında bir ilişki var mıdır? Bu sorunun cevabı için ArcGIS yazılımı kullanılmıştır. Öncelikle 2013-2016 yıllarına ait solunum yolu hastalıklarının toplam sayısı ile her hastalığa ait hasta sayıları tek tek öznitelik tablosuna girilmiştir. Daha önce havzanın topografik özelliklerini ortaya koymak için yapılmış olan morfometri haritası ile hasta sayıları katmanı karşılaştırılarak yeni bir analiz haritası oluşturulmuştur.

Bu bölümde sadece hasta sayıları ile yükseklik, eğim ve bakı arasındaki ilişki incelenmiştir. Bu konuda hazırlanan haritalar daha sonraki bölümlerde hastalığın mekânsal dağılımında paylaşılmıştır.

Tablo 58'de araştırma alanında solunum yolu hastalıkları nedeni ile hastaneye başvuranların toplam sayısı ile astım, akut bronşit ve KOAH hasta sayılarının havzanın yükseklik basamaklarına göre dağılımı verilmiştir. Buna göre, toplam solunum yolu hasta sayılarının en çok görüldüğü yükseklik basamağı 250-500 m'dir. Bunu 500-750 m yükseklik basamakları takip etmektedir. Sırasıyla çoktan aza doğru sıralama yaptığımızda 750-1000 m, 1000-1250 m, 0-250 m ve 1500-1750 m'de hasta sayılarının olduğu görülmektedir. Havzada 1750 m'den sonra hiç hasta sayısı tespit edilmemiştir. Bu yükseklik basamağı zaten yerleşim sınırının üzerindedir. Bu durum astım, akut bronşit ve KOAH hastalıkları tek tek incelendiğinde de aynıdır. Bu hastalıklar da en fazla 500-750 m yükseklik basamağında görülmektedir. Havzada solunum yolu hastalıkları üzerinde topografik özellikler ile meteorolojik unsurların etkisinin ne kadar önemli olduğu görülmektedir. Daha da önemlisi havzadaki sıcaklık terselmesi olayının somut bir sonucu görülmektedir.

Tablo 58

Çürüksu Çayı Havzası 'nda 2013-2016 döneminde solunum yolu hastalıklarının yükseklik basamaklarına göre dağılımı

Yıllar		2013		2014		2015		2016	
Hastalık	Yükselti Basamakları(m)	Hasta Sayısı	Oran (%)	Hasta Sayısı	Oran (%)	Hasta Sayısı	Oran (%)	Hasta Sayısı	Oran (%)
Astım	0-250	325	2,85	273	2,18	200	2,54	77	1,59
Akut bronşit		12	0,11	41	0,33	18	0,23	11	0,23
KOAH		66	0,58	70	0,56	34	0,43	37	0,77
Toplam		403	3,54	384	3,06	252	3,20	125	2,59
Astım	250-500	5913	51,89	5387	42,96	3394	43,11	1739	36,00
Akut bronşit		537	4,71	1762	14,05	802	10,19	523	10,83
KOAH		1109	9,73	1262	10,06	995	12,64	974	20,17
Toplam		7559	66,33	8411	67,07	5191	65,94	3236	67,00
Astım	500-750	1827	16,03	1583	12,62	1068	13,57	566	11,72
Akut bronşit		154	1,35	424	3,38	181	2,30	103	2,13
KOAH		282	2,47	340	2,71	228	2,90	203	4,20
Toplam		2263	19,86	2347	18,72	1477	18,76	872	18,05
Astım	750-1000	488	4,28	508	4,05	346	4,40	172	3,56
Akut bronşit		41	0,36	136	1,08	64	0,81	29	0,60
KOAH		86	0,75	144	1,15	84	1,07	81	1,68
Toplam		615	5,40	788	6,28	494	6,28	282	5,84
Astım	1000-1250	345	3,03	278	2,22	227	2,88	147	3,04
Akut bronşit		38	0,33	134	1,07	75	0,95	33	0,68
KOAH		75	0,66	93	0,74	69	0,88	82	1,70
Toplam		458	4,02	505	4,03	371	4,71	262	5,42
Astım	1250-1500	24	0,21	44	0,35	34	0,43	13	0,27
Akut bronşit		1	0,01	2	0,02	3	0,04	3	0,06
KOAH		11	0,10	17	0,14	12	0,15	4	0,08
Toplam		36	0,32	63	0,50	49	0,62	20	0,41
Astım	1500-1750	34	0,30	19	0,15	0	0,00	0	0,00
Akut bronşit		4	0,04	7	0,06	0	0,00	0	0,00
KOAH		19	0,17	10	0,08	0	0,00	0	0,00
Toplam		57	0,50	36	0,29	0	0,00	0	0,00
Astım	1750-2000	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Akut bronşit		0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
KOAH		0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Toplam		0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Astım	2000+	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Akut bronşit		0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
KOAH		0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Toplam		0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00

Havzada 2013-2016 döneminde toplam solunum yolu hasta sayısı, astım, akut bronşit ve KOAH ile eğitim grupları arasındaki ilişki incelenmiştir. Tablo 59'a göre havzadaki toplam solunum yolu hastalıklarının en çok % 0-5 eğitim grubunda toplandığı görülmektedir. Bunu % 5-10 eğitim grubu izlemektedir. Yani havzada düz ve düze yakın alanlarda solunum yolu hasta sayıları fazladır. Havzada yerleşmeler düz ve düze yakın alanlarda yoğun olarak bulunmaktadır. Yani yerleşmenin kolay olması nedeniyle konut ve sanayi alanlarının yoğun olduğu yerler yine bu eğitim grubu içerisinde bulunmaktadır. Bu alanlar havzanın çukur kısmına denk gelmektedir ve çevreleri yüksek dağlarla çevrilidir. Bu çukur alanda hava sirkülasyonu zayıf olduğu için hava kirliliği daha da yoğun olarak yaşanmakta ve insan sağlığı üzerindeki etkisi daha fazla ve uzun süreli olmaktadır. Bu nedenle solunum yolu hasta sayılarında artış görülmektedir. Sonuç olarak havzanın eğitim durumu ile solunum yolu hastalıkları arasında bir ilişki olduğu görülmektedir.

Tablo 59

Çürüksu Çayı Havzası'nın eğitim gruplarına göre solunum yolu hasta sayılarının dağılımı

Yıllar		2013		2014		2015		2016	
Hastalık	Eğitim Grupları (%)	Hasta Sayısı	Oran (%)	Hasta Sayısı	Oran (%)	Hasta Sayısı	Oran (%)	Hasta Sayısı	Oran (%)
Astım	0-5	4602	40,38	4274	34,08	2640	33,54	1362	28,20
Akut bronşit		414	3,63	1329	10,60	604	7,67	409	8,47
KOAH		919	8,06	1088	8,68	859	10,91	852	17,64
Toplam		5935	52,08	6691	53,36	4103	52,12	2623	54,31
Astım	5-10	2503	21,96	2127	16,96	1485	18,86	727	15,05
Akut bronşit		218	1,91	618	4,93	292	3,71	161	3,33
KOAH		393	3,45	431	3,44	311	3,95	316	6,54
Toplam		3114	27,33	3176	25,33	2088	26,52	1204	24,93
Astım	10-15	669	5,87	584	4,66	414	5,26	203	4,20
Akut bronşit		36	0,32	128	1,02	56	0,71	27	0,56
KOAH		121	1,06	128	1,02	104	1,32	87	1,80
Toplam		826	7,25	840	6,70	574	7,29	317	6,56
Astım	15-20	87	0,76	98	0,78	53	0,67	27	0,56
Akut bronşit		2	0,02	15	0,12	6	0,08	3	0,06
KOAH		28	0,25	26	0,21	29	0,37	6	0,12
Toplam		117	1,03	139	1,11	88	1,12	36	0,75
Astım	20-25	70	0,61	60	0,48	41	0,52	19	0,39
Akut bronşit		5	0,04	12	0,10	8	0,10	5	0,10
KOAH		22	0,19	34	0,27	11	0,14	5	0,10
Toplam		97	0,85	106	0,85	60	0,76	29	0,60
Astım	25+	1025	8,99	949	7,57	657	8,35	393	8,14
Akut bronşit		112	0,98	404	3,22	182	2,31	99	2,05
KOAH		165	1,45	229	1,83	117	1,49	128	2,65
Toplam		1302	11,43	1582	12,62	956	12,14	620	12,84

Havzada bir diğer önemli topoğrafya unsuru ise *bakı*dır. 2013-2016 döneminde toplam solunum yolu hasta sayısı, astım, akut bronşit ve KOAH ile bakı arasındaki ilişki incelenmiştir.

Tablo 60

Çürüksu Çayı Havzası'nın bakı durumuna göre solunum yolu hasta sayılarının dağılımı

Yıllar		2013		2014		2015		2016	
Hastalık	Bakı Grupları	Hasta Sayısı	Oran (%)	Hasta Sayısı	Oran (%)	Hasta Sayısı	Oran (%)	Hasta Sayısı	Oran (%)
Astım	Kuzey	1560	13,69	1368	10,91	856	10,87	451	9,34
Akut bronşit		124	1,09	461	3,68	199	2,53	110	2,28
KOAH		240	2,11	307	2,45	242	3,07	226	4,68
Toplam		1924	16,88	2096	16,71	1297	16,48	787	16,29
Astım	Kuzeydoğu	4661	40,90	4244	33,84	2768	35,16	1357	28,10
Akut bronşit		405	3,55	1199	9,56	547	6,95	378	7,83
KOAH		829	7,27	903	7,20	726	9,22	715	14,80
Toplam		5895	51,73	6346	50,61	4041	51,33	2450	50,72
Astım	Doğu	876	7,69	689	5,49	570	7,24	298	6,17
Akut bronşit		80	0,70	302	2,41	149	1,89	78	1,61
KOAH		184	1,61	240	1,91	200	2,54	167	3,46
Toplam		1140	10,00	1231	9,82	919	11,67	543	11,24
Astım	Güneydoğu	436	3,83	346	2,76	231	2,93	133	2,75
Akut bronşit		45	0,39	111	0,89	63	0,80	23	0,48
KOAH		86	0,75	96	0,77	88	1,12	78	1,61
Toplam		567	4,98	553	4,41	382	4,85	234	4,84
Astım	Güney	155	1,36	108	0,86	62	0,79	39	0,81
Akut bronşit		13	0,11	39	0,31	9	0,11	11	0,23
KOAH		62	0,54	65	0,52	34	0,43	46	0,95
Toplam		230	2,02	212	1,69	105	1,33	96	1,99
Astım	Güneybatı	155	1,36	221	1,76	143	1,82	61	1,26
Akut bronşit		13	0,11	44	0,35	26	0,33	11	0,23
KOAH		62	0,54	35	0,28	35	0,44	26	0,54
Toplam		230	2,02	300	2,39	204	2,59	98	2,03
Astım	Batı	597	5,24	564	4,50	307	3,90	198	4,10
Akut bronşit		58	0,51	184	1,47	77	0,98	59	1,22
KOAH		77	0,68	94	0,75	31	0,39	45	0,93
Toplam		732	6,42	842	6,71	415	5,27	302	6,25
Astım	Kuzeybatı	534	4,69	592	4,72	353	4,48	194	4,02
Akut bronşit		43	0,38	166	1,32	78	0,99	34	0,70
KOAH		109	0,96	196	1,56	75	0,95	91	1,88
Toplam		686	6,02	954	7,61	506	6,43	319	6,60

Tablo 61’de solunum yolu hastalıkları toplam hasta sayısı ile astım, akut bronşit ve KOAH hastalarının bütün yönler göre dağılımı verilmiştir. Buna göre solunum yolu hasta sayılarının en fazla sahanın kuzey (N) yönlü bölümlerinde toplandığı görülmektedir. Bunu sırasıyla doğu, güney ve batı yönleri izlemektedir. Havzada solunum yolu hasta sayılarının kuzey yönlerde daha fazla olması hem meteorolojik unsurların hem de topografik özelliklerin

bir sonucudur. Havzanın kuzeye bakan kısımlarının daha az güneş enerjisi alması nedeniyle sıcaklıkların düşük olması sonucunda ısınma gereksiniminin buralarda güney yamaçlara göre daha fazla olması, özellikle kış mevsiminde kullanılan fosil yakıtın artmasıyla havaya karışan PM₁₀ ve SO₂'nin artması solunum yolu hastalıklarının artmasına neden olmuştur. Ayrıca havzanın hâkim rüzgâr yönü N'dir. Kuzeyden esen rüzgârlar sanayi ve konut alanındaki kirli havayı taşıyarak havzanın kuzey kesimlerine yığmakta ve hava kirliliği sorununun daha da artmasına neden olmaktadır. Buna bağlı olarak da solunum yolu hastalıkları sayısı artmaktadır.

Tablo 61

Araştırma alanında solunum yolu hasta sayısı ile havzanın bakı durumu arasındaki ilişki

Yıllar		2013		2014		2015		2016	
Hastalık	Bakı Grupları	Hasta Sayısı	Oran (%)	Hasta Sayısı	Oran (%)	Hasta Sayısı	Oran (%)	Hasta Sayısı	Oran (%)
Toplam solunum yolu hasta sayısı	K yönlü hepsi	8505	74,631	9396	74,928	5844	74,24	3556	73,62
	G yönlü hepsi	1027	9,012	1065	8,493	691	8,78	428	8,86
	Batı	732	6,42	842	6,71	415	5,27	302	6,25
	Doğu	1140	10,00	1231	9,82	919	11,67	543	11,24

Yukarıdaki bulgular ışığında araştırma alanında topoğrafik özellikler, yükselti, eğim ve bakı ile solunum yolu hastalıkları arasında anlamlı bir ilişkinin olduğu görülmektedir.

Araştırmanın bu bölümüne kadar hava kirleticileri PM₁₀ ve SO₂ ile solunum yolu hastalıkları toplam hasta sayısı ve astım, akut bronşit ve KOAH'nın havzada 2013-2016 yılları arasındaki döneme ait zamansal dağılımları ve bu unsurların birbiriyle olan ilişkileri incelenmiş, ilgili analizlerle açıklanmıştır.

Araştırmanın bu bölümünde; havzada tespit edilen hava kirliliğinin (PM₁₀ ve SO₂) mekânsal dağılımı; hava kirliliğinin etkisinde artış gösterdiği tespit edilen solunum yolu hastalıklarının (toplam hasta sayısı ile astım, akut bronşit ve KOAH) mekânsal dağılımı verilmiştir.

4.4.5. Çürüksu Çayı Havzası'nda Solunum Yolu Hastalıklarının Mekânsal Dağılımı

Öncelikle bu bölümün amacı Denizli Çürüksu Çayı Havzası'nda solunum yolu hastalıkları astım, akut bronşit ve KOAH'nın mekânsal dağılımını haritalarla göstermek, bu hastalıkların kümelenmesini ortaya koymak ve bu kümelenme üzerinde çevresel faktörlerin etkisini incelemektir.

Sağlıkla ilgili konuların mekânsal dağılımının yapılması insan sağlığı üzerindeki etkilerinin ortaya konması açısından son derece önemlidir. Ayrıca sağlık planlamalarında da bu çalışmaların katkısı büyüktür. Hastalık haritaları, sorunun daha net görülmesini, yüksek

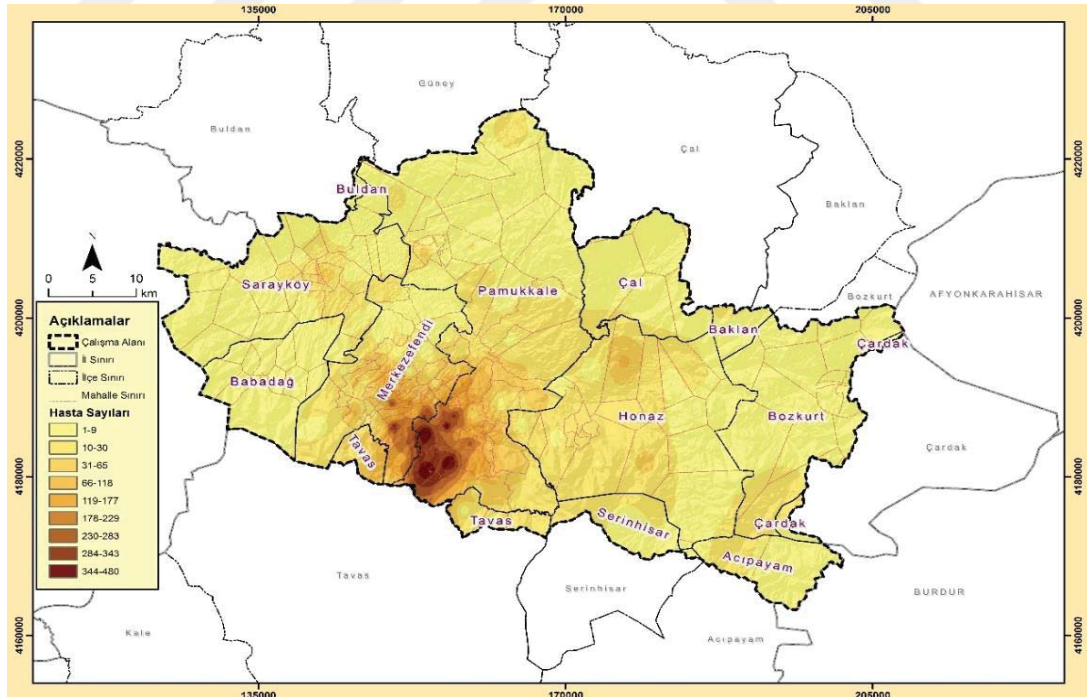
riskli bölgelerin vurgulanmasını ve bu konuda karar vericilere pek çok bilginin özetlenmesini sağlamaktadır (Durduran ve Durduran, 2009).

Son yıllarda CBS ve uzaktan algılama sistemleri özellikle sağlık coğrafyasına büyük katkı sağlamaktadır. CBS ile yapılan hastalık haritalarında, hastalıkların coğrafi dağılışı ve yoğunluk alanları kolaylıkla görülebilmekte ve görsel açıdan zenginlik sağlamaktadır. CBS bünyesinde bulunan mekânsal istatistiksel yöntemler kullanılarak, hastalıkların zamansal ve mekânsal değişimleri açıkça görülebilmektedir. Böylece hastalıkların takibi, yoğun bölgelerin tespiti ve riskli alanların belirlenmesi sağlanacaktır. Bunun sonucunda hem hastalıkların önlenmesinde zaman kaybının önüne geçilecek, hem de hastalıkların tedavisinde ekonomik katkı sağlayacaktır (Aydın ve diğerleri, 2007).

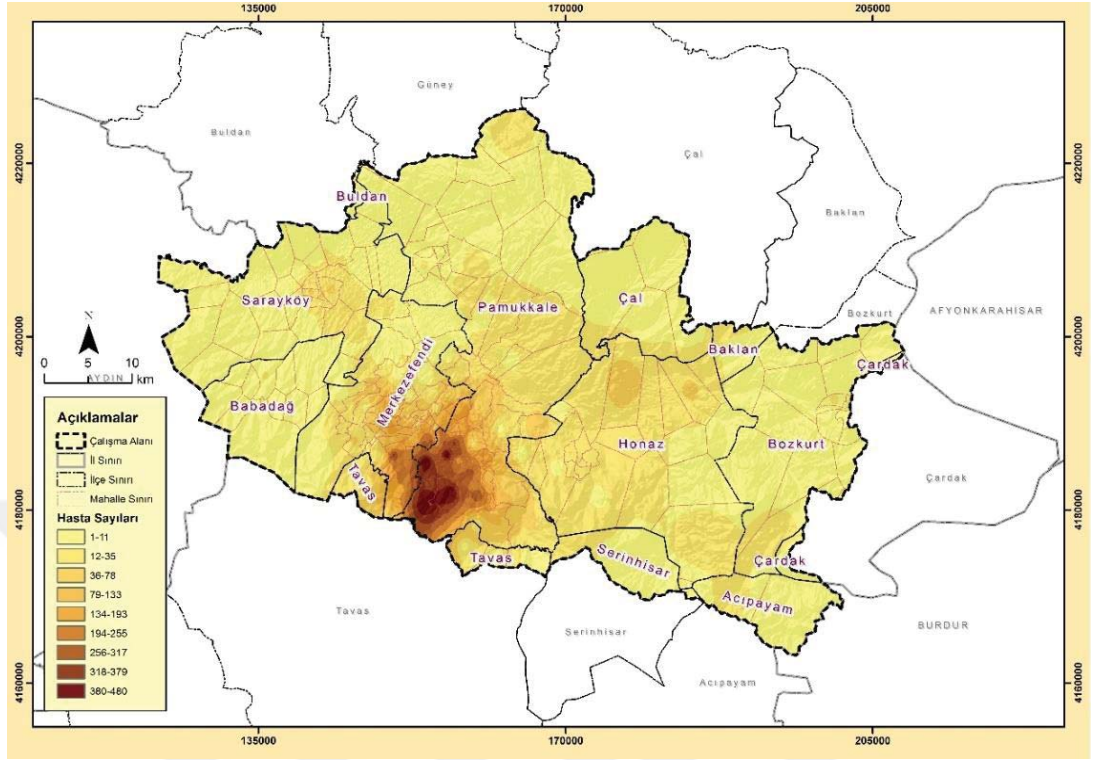
Buradan hareketle 2013 ile 2016 yılları arasında solunum yolu hastalıklarının havzadaki dağılımını gösteren haritalar yapılmıştır.

4.4.5.1. Alansal Coğrafi Dağılım

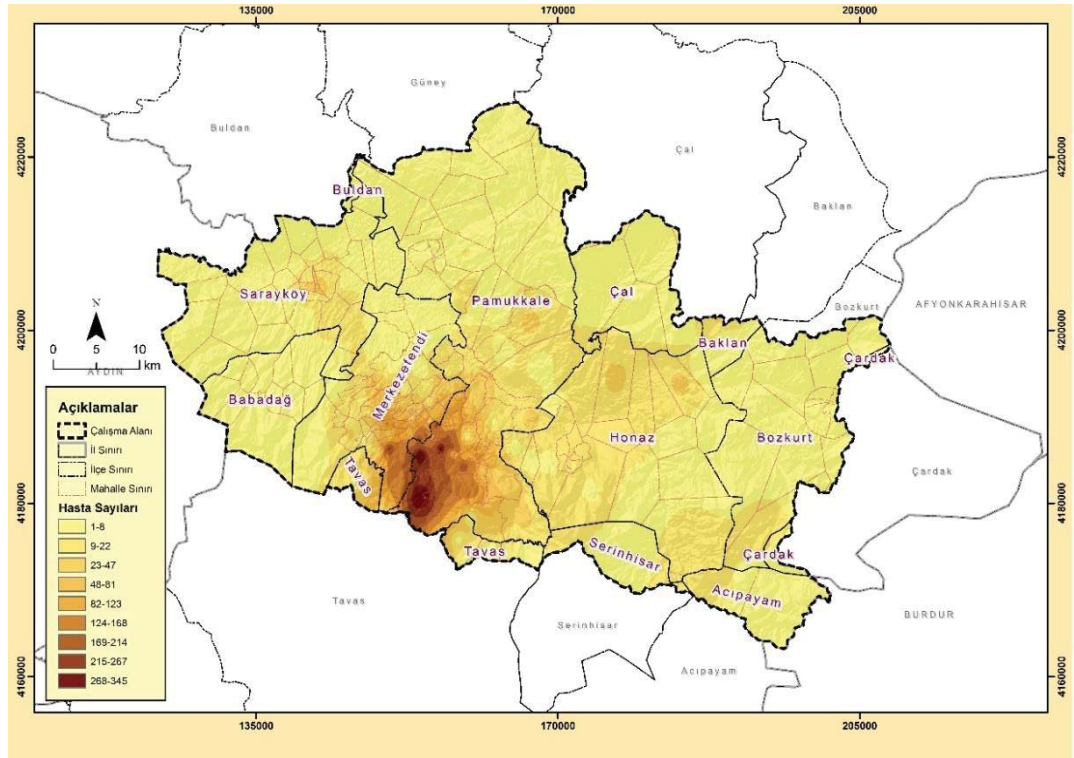
Bu bölümde araştırma alanında toplam solunum yolu hastalıklarının (hastaların bildirdikleri ikametgâh adresleri göz önünde tutularak) mahallelere göre dağılım haritaları çizilmiştir.



Şekil 82. Çürüksu Çayı Havzası'nda toplam solunum yolu hastalıklarının coğrafi dağılımı (2013)



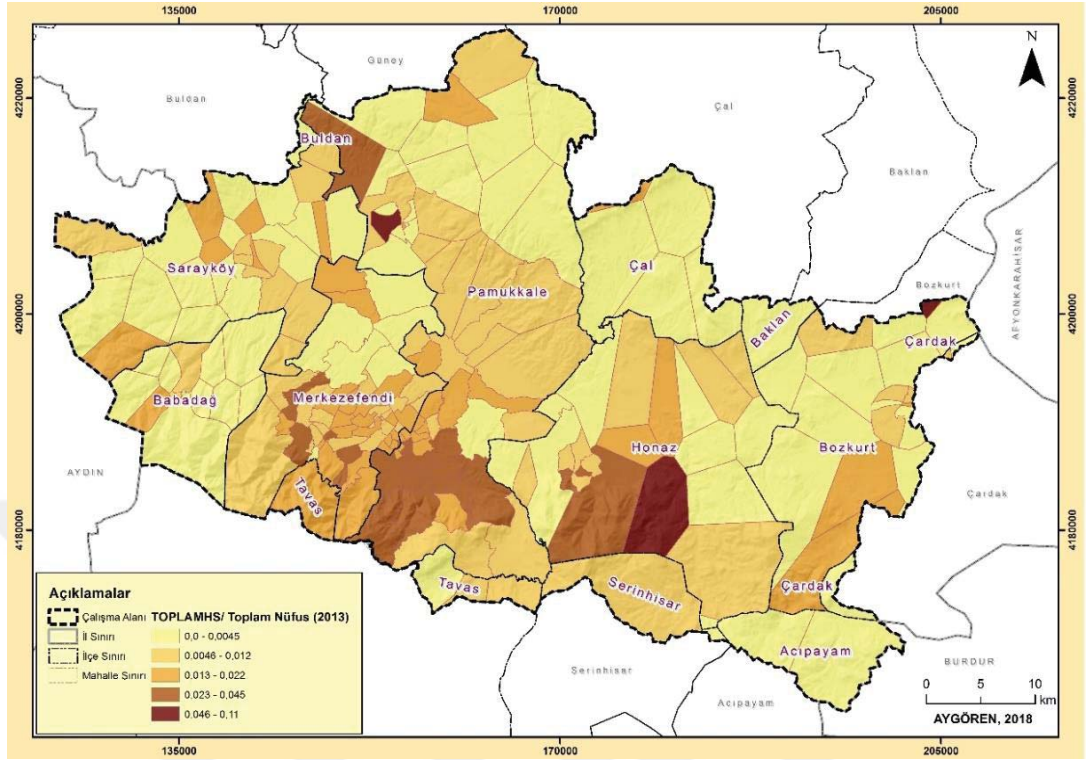
Şekil 83. Çürüksu Çayı Havzası'nda toplam solunum yolu hastalıklarının coğrafi dağılımı (2014)



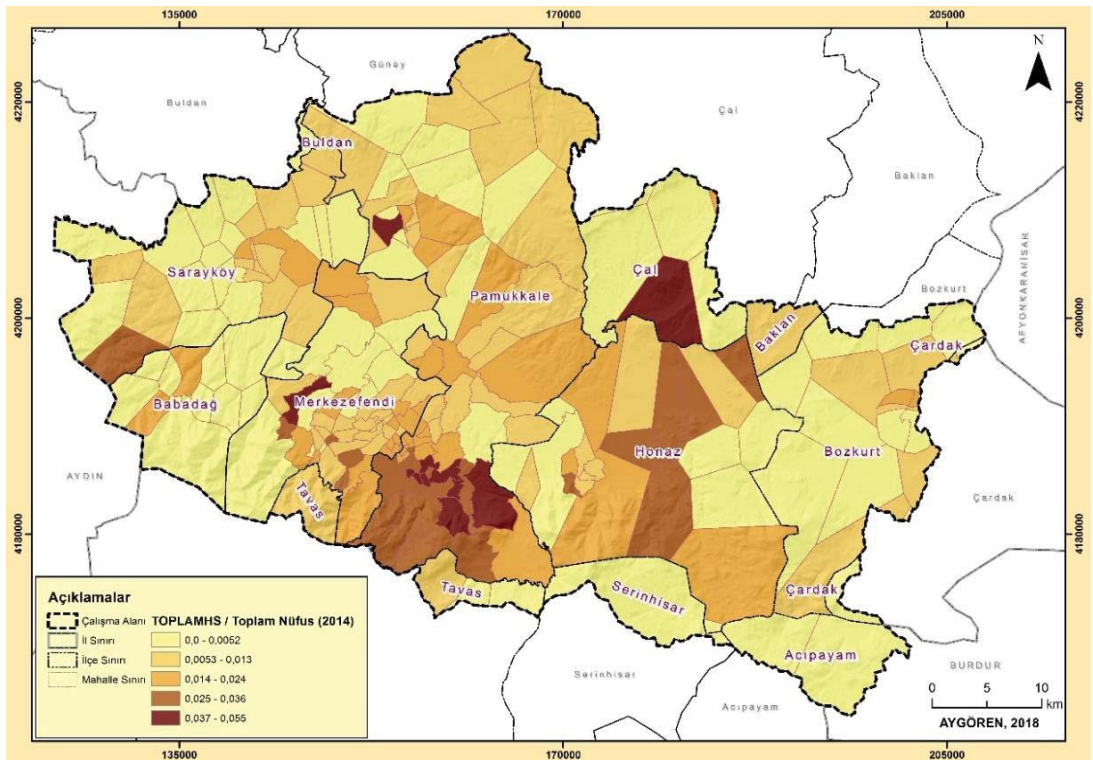
Şekil 84. Çürüksu Çayı Havzası'nda toplam solunum yolu hastalıklarının coğrafi dağılımı (2015)

Kocabaş, Dereçiftlik, Hürriyet, Cumhuriyet) ait mahallelerde solunum yolu hasta sayısında artış gözlenmiştir (Şekil 82, 83, 84, 85)

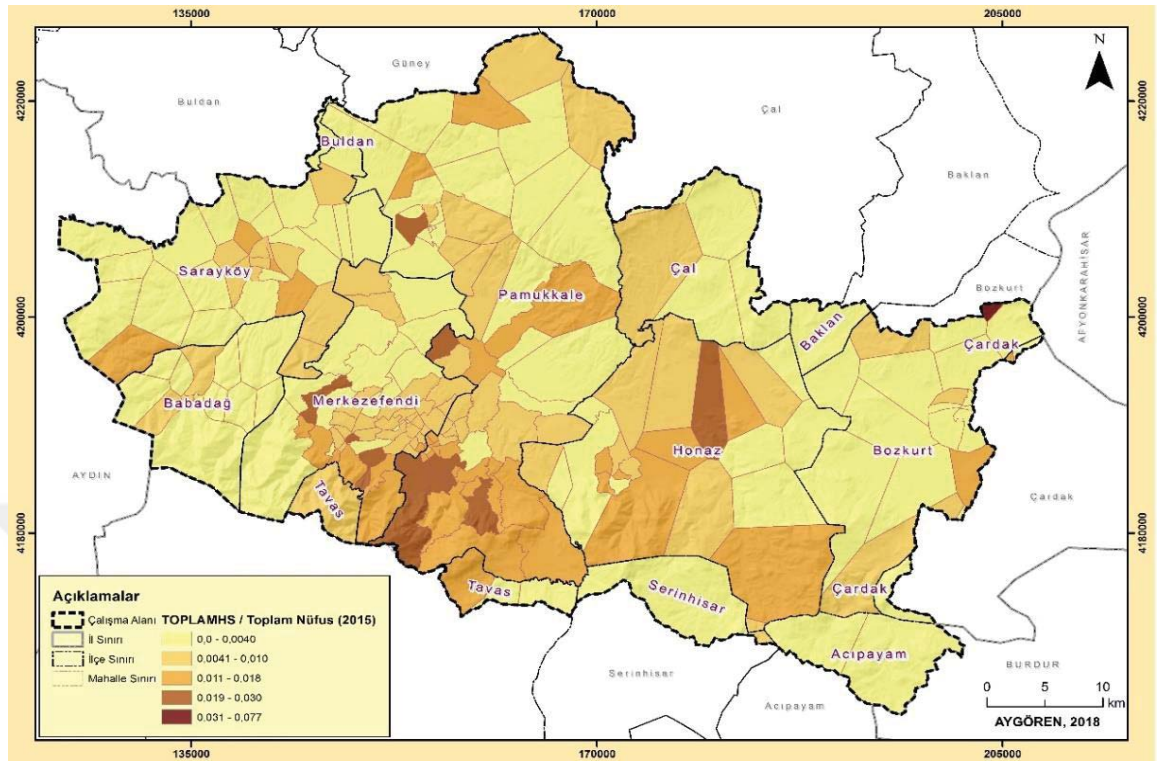
Ancak bu konuda hasta sayılarının, belediye ve/veya mahalle nüfuslarıyla doğru orantılı olabileceği ve buna bağlı olarak nüfusu fazla olan yerlerde hastalık sayısının da fazla olması olası beklenen bir sonuçtur. Ancak bu tip çalışmalarda sadece hasta sayısı göz önünde tutularak yapılan yorumlar doğruyu göstermeyebilir. Bunun için hastalık sayısının o mahallenin nüfusuna oranı alınmalı ve haritalar ona göre yapılmalıdır. Buradan hareketle solunum yolu hasta sayısını mahallenin nüfusuna oranladığımızda, yani nüfus yoğunluğuna göre haritaları yaptığımızda farklı bir görüntü ortaya çıkmaktadır (Şekil 86, 87, 88, 89). Yoğunluğa göre ilk sırada Akköy ve Gölemezli mahalleleri ile Honaz Aydınlar Mahallesi görülmektedir. Yine Merkezefendi ve Pamukkale belediyelerine ait mahallelerde artış gözlenmektedir. Bunların yanında Babadağ ve Sarayköy belediyelerine ait mahallelerde de artış sözkonusudur. Kınıklı Mehmetçik, Zeytinköy, Barbaros, Şemikler, Sümer, İncilipınar, Karakurt, Asmalıevler, Yunusemre, Gökpınar, Kale, Tekke yoğunluk bakımından önde gelen mahallelerdir. 2014 yılında farklı olarak Çal Karapınar Mahallesi'nde hasta sayısı artmış, Akköy, Barbaros mahalleleri bunu izlemiştir. Tekke, Kervansaray, Kayıhan, Cumhuriyet, Siteler, Sarayköy-Hisar, Babadağ-Demirli-Gazi, Baklançataloba, Bozkurt Fatih-Tutluca-Başçeşme mahallelerinde artış görülmektedir. 2015 yılında ise Honaz-Dereçiftlik, Kınıklı, Siteler, Yunusemre, Cumhuriyet, Barbaros mahalleleri ile 2016'da Babadağ Demirli'deki artış dikkati çekmektedir. Bu yılda Pamukkale-Karakurt Mahallesi ilk sıralarda yer almaktadır. Bozkurt'un çok büyük kısmında hasta sayısı yükselmiştir. Serinhisar (Kocapınar), Tavas-(Pınarlık) da diğer yıllardan farklı olarak artış görülmektedir. Özetle merkezden uzaklaştıkça solunum yolu hasta sayısının azaldığı görülmektedir. Yine hasta sayısının en fazla merkez ilçeler ile Honaz ve Sarayköy gibi sanayinin etkili olduğu yerlerde olduğu, topografik ve meteorolojik özelliklerin de bu dağılımda etkili olduğu görülmektedir.



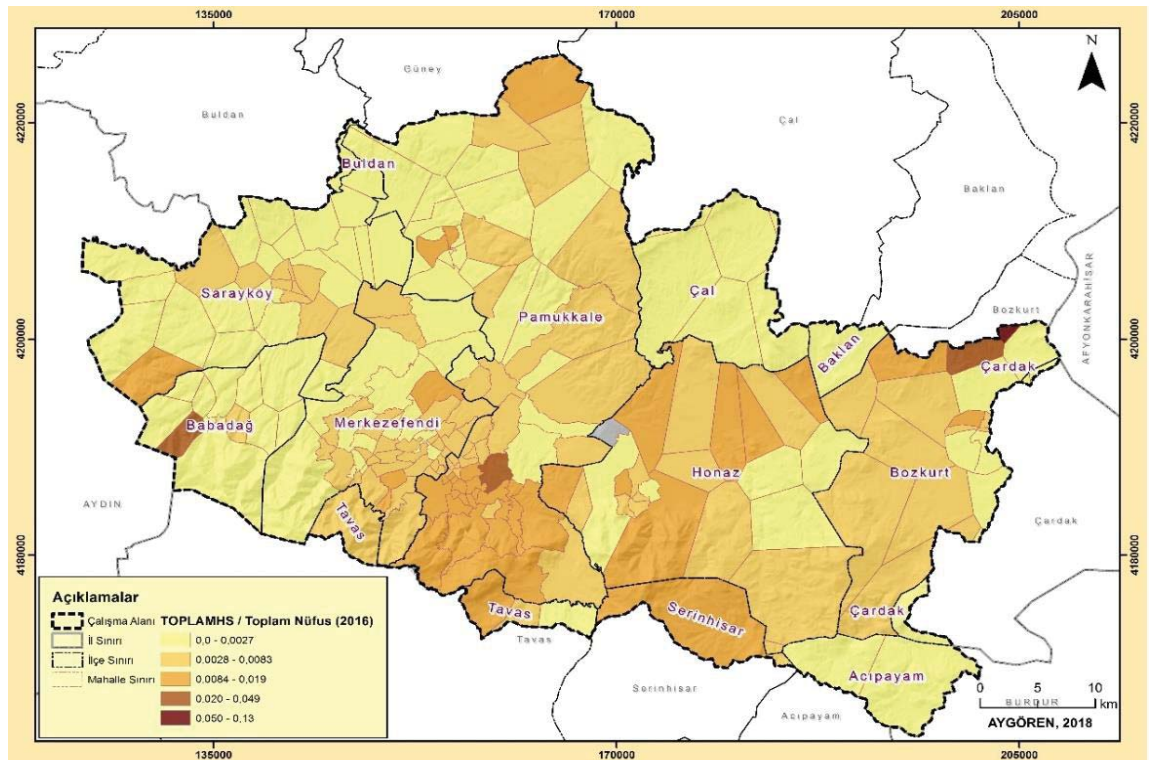
Şekil 86. Çürüksu Çayı Havzası'nda toplam solunum yolu hastalıklarının nüfus yoğunluğuna göre coğrafi dağılımı (2013)



Şekil 87. Çürüksu Çayı Havzası'nda toplam solunum yolu hastalıklarının nüfus yoğunluğuna göre coğrafi dağılımı (2014)



Şekil 88. Çürüksu Çayı Havzası'nda toplam solunum yolu hastalıklarının nüfus yoğunluğuna göre coğrafi dağılımı (2015)



Şekil 89. Çürüksu Çayı Havzası'nda toplam solunum yolu hastalıklarının nüfus yoğunluğuna göre coğrafi dağılımı (2016).

4.4.5.2. Mekânsal Analiz

Mekânsal analiz yöntemleri, istatistik, CBS ve Uzaktan Algılama yöntemlerindeki gelişmelere bağlı olarak ortaya çıkmış bir yöntemdir. Mekâna bağlı verileri istatistiki çalışmalara ekleyen ve mekâna dair çok fazla bilgiye ulaşılmasını sağlayan bir analiz yöntemidir. Mekâna bağımlılığın önemli olduğu çalışmalarda yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir (Çubukçu, 2015). Mekânsal analizler, genellikle gözlemlenen birimlerin mekânsal ilişkilerini düzenlemeyi hedeflemektedir. Aynı zamanda bu birimlere ait öz nitelik bilgilerini de dikkate almaktadır. Coğrafi olayların mekânsal deseni, yeryüzünde hüküm süren fiziki ve kültürel süreçlerin bir sonucudur. Coğrafi olayların neden ve nasıl yayıldığını ortaya koymaktadır (Lee ve Wong, 2000).

Mekânsal analiz destekli CBS, mekânsal ilişkilerin ve kümelenmelerin belirlenmesine, hastalığın durumunun anlaşılmasına ve nerede, ne zaman ve nasıl önlem alınacağına karar verilmesine destek olmaktadır. Ancak bu analizlerin doğruluğu resmi kurumlardan alınan verilerin güvenilirliği ile doğrudan ilgilidir. CBS ile hastalık haritalarının yapılması daha hızlı gerçekleşmektedir (Olsen ve ark. 1996).

Mekânsal oto korelasyon sonucunda; küme, dağınık ve rastgele olarak mekânsal bir desen ortaya çıkmaktadır.

4.4.5.3. Mekânsal kümeleme

Mekânsal kümeleme yöntemleri, coğrafi bölgede olayların mekânsal dağılımını inceleyen ve uygun test yöntemleri ile bu olgunun kümelenmesi hakkında bilgi veren yöntemlerdir. Küme genel olarak, birbirine benzer olayların oluşturduğu topluluktur. Kümeleme ise gruplandırılmamış verileri benzerliklerine göre sınıflandırarak, özet bilgi sunmaktır. Bu konuda pek çok tanım bulunmakla birlikte, hepsinin ortak noktası her kümenin temsil ettiği nesneleri en iyi şekilde ifade etmesidir. Genel olarak araştırmalarda kümelerdeki olguların ortak bir nedenden dolayı meydana geldiği düşünülmektedir (Karabulut, 2003). Mekânsal kümeleme yöntemleri üç gruba ayrılmaktadır. Birincisi genel olarak bilgi veren global testlerdir. Bu testler öncelikle “Coğrafi bölgede kümeleme var mı?” sorusunun cevabını vermek içindir. Kümelenme ile ilgili olarak daha fazla bilgiye sahip olunmak istendiğinde 2. Grup lokal testler uygulanır. Bunlar kümelenmenin nerede olduğunun tespit edilmesi için kullanılır. 3. Grup odaklanmış testler ise insidansı yüksek yerler arasında ve hastalığa etki eden faktörler arasında inceleme yapmak amacıyla kullanılır (Güngör, 2013). Kümeleme analizi veri analizi, pazarlama, şehir planlamacılığı, coğrafi analizler gibi çok sayıda farklı alanda kullanılmaktadır (Demiralay ve Çamurcu, 2005).

Hastalık kümelenmeleri, hastalık vakalarının zamana ve mekâna göre yoğunluk gösterdiği alanlardır. Konunun başında ilk olarak solunum yolu hastalıklarıyla nedeniyle hastaneye başvuranların coğrafi dağılışı verilmiştir. Burada analiz sadece mahallelerin hasta sayıları göz önüne alınarak yapılmıştır. Araştırma alanında mahallelere astım, akut bronşit ve KOAH hasta sayılarının dağılımı verilmiştir. Burada bir diğer önemli aşama hastaneye başvuranların araştırma alanında kümelenme oluşturup oluşturmadığıdır. Burada alansal desenin bilinmesi, alansal dağılışı etkileyen faktörlerin ortaya konması açısından önemlidir. Burada mekânsal deseni ortaya koyabilmek için iki komşu mahalle çiftinin benzerliği ya da benzemezliğinden hareket edilmiştir.

Araştırma alanında solunum yolu hastalıklarının nasıl yayıldığını, dağılımını ortaya koyabilmek için mekânsal oto korelasyondan yararlanılmıştır.

4.4.5.4. Mekânsal İstatistikler

Tobler'e göre Coğrafyanın birinci kuralı, "her şey birbiriyle ilişkilidir ama yakın şeyler daha fazla ilişkilidir". Mekânsal istatistikte hastalıkların dağılımlarındaki benzerliğin tespit edilebilmesi için mekânsal otokorelasyon (Spatial Autocorrelation) yaklaşımı kullanılmıştır. Burada mahalle merkezi coğrafi koordinatları seçilmiştir. Yani her mahallenin merkezi enlem ve boylamından ağırlık matrisleri oluşturularak ilçeler arası mesafeler ölçülmüştür (Lee ve Wong, 2000).

Mekânsal oto-korelasyon ilişkisinin ortaya konması için jeo-istatistik analizleri Moran I (Anselin, 1995), Geary Oranı (Anselin, 1995), Global G İstatistiği (Ord ve Getis, 1995), Lokal Moran I, Lokal G İstatistiği ve Moran saçılım grafiği (Anselin, 1995) hesaplamaları yapılmaktadır (Lee ve Wong, 2000).

Mekânsal oto-korelasyon sonucunda, pozitif mekânsal oto-korelasyonun çıkması küçük ya da büyük değerlerden oluşan benzer değerlere bağlı kümelenmeyi göstermektedir. Negatif oto-korelasyon ise dağınık deseni ve az ya da hiç olmayan mekânsal oto-korelasyonu göstermektedir. Burada kümelenmenin tersine rastgele dağıldığını göstermektedir (Lee ve Wong, 2000).

Oto korelasyon testlerinde oluşturulan hipotezler genellikle şöyledir;

- H_0 =mahalleler arasında hasta sayıları açısından mekânsal bağımlılık yoktur.
- H_1 = mahalleler arasında hasta sayıları açısından mekânsal bağımlılık vardır.

Bu hipotezlerin doğruluğu mekânsal istatistikte kullanılan testlerle incelenmiştir. Moran I, olgular arasındaki mekânsal otokorelasyonu ölçmektedir. Moran I, Geary C ve Lokal Moran en çok bilinen mekânsal otokorelasyon metotlarıdır bu nedenle araştırmada mekansal

oto-korelasyonu ölçen global indekslerden Moran I ve Geary C kullanılmıştır. Yine veriler SPSS yazılımı ve ArcGIS ile irdelenmiştir.

Moran I Testi

Bu testin sonucunda Moran I indeksinin alacağı değer, korelasyonun varlığını göstermektedir.

Tablo 62

Araştırma alanında yıllara göre Moran's I değerleri

Variable	I	E(I)	ad (I)	z	p-value*
toplam-2013	0.269	-0,004	0.007	38.740	0,000
toplam-2014	0.097	-0,032	0,027	4,721	0,000
toplam-2015	0.268	-0,004	0.007	38.690	0,000
toplam-2016	0.255	-0,004	0.007	37.416	0,000

Moran I değeri +1 ve -1 aralığında olmaktadır. Tablo 62'ye göre $I > 0$ olduğu için araştırma alanında 2013, 2014, 2015 ve 2016 yani tüm yıllarda pozitif mekânsal otokorelasyon görülmektedir.

2013, 2014, 2015 ve 2016 yıllarında: H_0 hipotezi mahalleler arasında hasta sayıları açısından mekânsal bağımlılığın olmadığını ifade etmektedir. Çalışmadaki hata payı % 5 olarak belirlenirse, $\alpha = 0.05 > p\text{-value} = 0.00$ olduğundan H_0 hipotezi reddedilir ve mahalleler arasında hasta sayıları açısından mekânsal bağımlılık olduğu söylenir.

“Araştırmanın bu bölümünde mahalleler arasında bir bağıllık var mı, nasıl bir desen görüyor?” sorusuna cevap bulmak için ilgili analizler yapılmıştır. Çalışmanın devamında mahallelerde kümelenmenin olup olmadığını gösterebilmek için Lokal Moran I (I_i) ve Lokal G istatistiği (G_i) kullanılarak ilgili analizler yapılmıştır. Bu analizler kümelenme ya da dağınık desen üzerinde etkili olan mekânsal farklılıkların ortaya konması açısından önemlidir. Böylece hastalık açısından riskli ve risksiz alanların tespiti sağlanacaktır (Lee ve Wong, 2000).

Mekansal oto-korelasyon analizleri sonucunda 2013-2016 döneminde Denizli Çürüksu Çayı Havzası'nda solunum yolu hastalıkları nedeniyle hastaneye başvuranların mahallelere göre dağılımı istatistiki olarak anlamlıdır. Mahalleler arasında hastalar kümelenme göstermektedir. Bu dönem içerisinde mahalleler arasında pozitif mekânsal oto korelasyonun olduğu görülmektedir.

Moran's I Saçılım Grafiği ve Lokal Moran's I İstatistiği

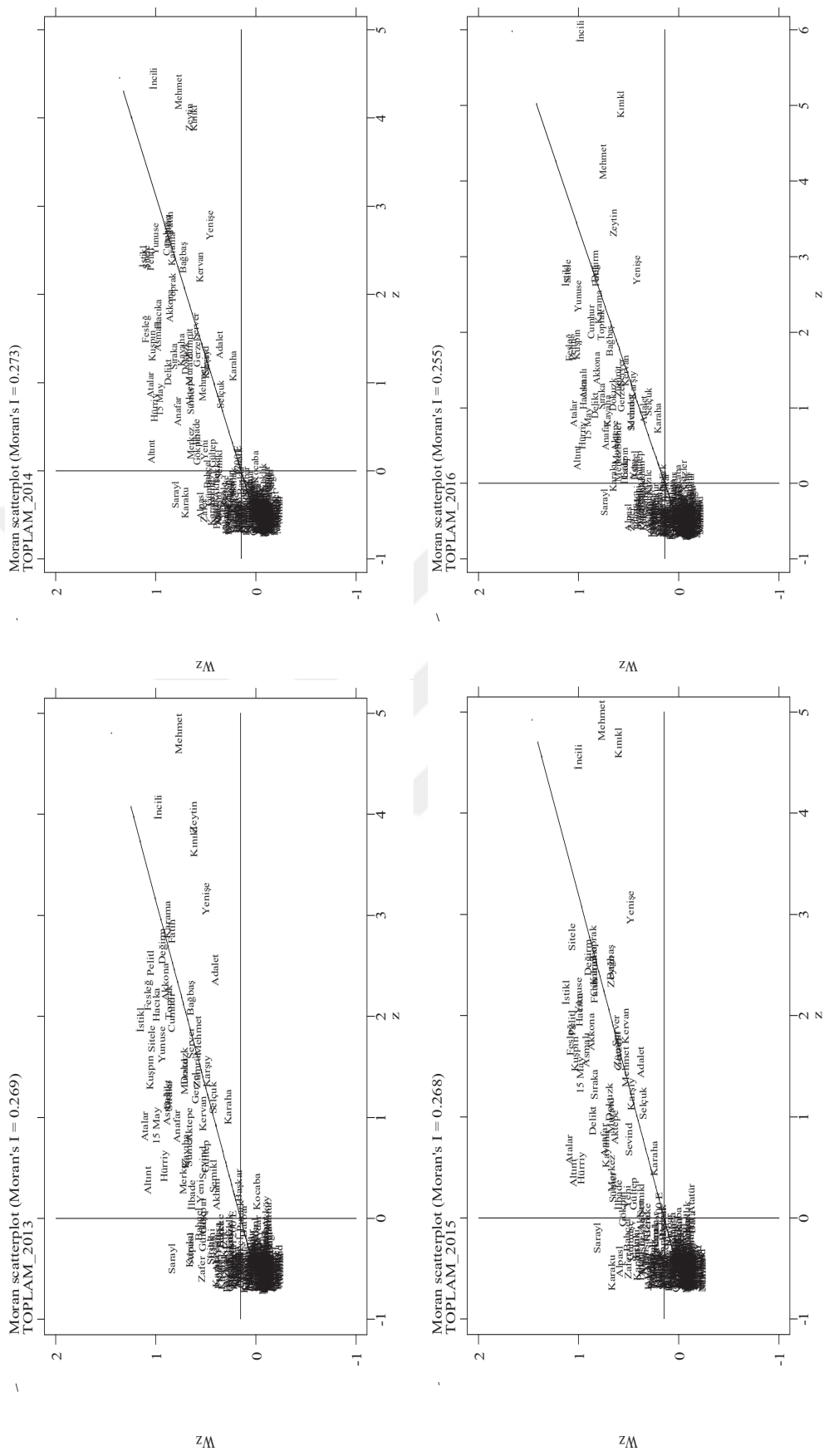
Şekil 90'de çıkan değer, mahalleler arasında benzerlik olduğunu göstermektedir. Grafiğin ++ ve – olduğu noktalar komşularıyla benzerlik gösteren mahalleleri belirtmektedir.

Moran I indeksi pozitif çıktığından, mekânsal oto korelasyon vardır denilebilir. Moran I'nin istatistiksel anlamlılığı standartlaştırılmış normal dağılım istatistiği z ile değerlendirilmektedir. Burada z değeri aşağıda verilen formülle hesaplanmaktadır.

$$z = \frac{I - E(I)}{\sqrt{Var(I)}}$$

Bu formülde z değeri pozitif ise olgular benzer olmaya eğilimli yani kümelenme olabilir. Negatif ise olgular ayrık olmaya eğilimli yani kümelenme olmayabilir. 0 ise olgular mekâna rastgele dizilmiştir şeklinde sonuçlar vermektedir (Lee ve Wong, 2000)

Bu araştırma sonuçlarında Z değeri pozitif çıkmıştır. Tablo 62'ye göre H0 hipotezi mahalleler arasında hasta sayıları açısından mekânsal bağımlılığın olmadığını ifade etmektedir. Buna göre 2013 yılı solunum yolu hastalıkları vakalarındaki mekânsal dağılımında kümelenmenin, benzer olmaya eğilimli sonucunu doğurmaktadır. Çalışmadaki hata payı % 5 olarak belirlenirse, $\alpha=0.05 > p\text{-value}=0.00$ olduğundan H0 hipotezi reddedilir ve mahalleler arasında hasta sayıları açısından mekânsal bağımlılık olduğu söylenir.



Şekil 90. Çürüksu Çayı Havzası'nda 2013-2016 yılları arasında Moran' s I değeri

Global Geary C Yöntemi

Mekânsal otokorelasyon yöntemlerinden biri Global Geary C yöntemidir. Geary Oranı istatistiğine ait sonuçlar da mekânsal otokorelasyonun (ya da bağımlılığın) varlığını göstermektedir.

Tablo 63

Araştırma alanında Geary's C'nin yıllara göre aldığı değerler değerleri

Variables	C	E (c)	sd (c)	z	p-value
toplam 2013	0.837	1.000	0.025	-6.540	0.000
toplam 2014	1.031	1.000	0.056	0.545	0.586
toplam 2015	0.836	1.000	0.027	-6.153	0.000
toplam 2016	0.851	1.000	0.031	-4.751	0.000

Çalışmadaki hata payı % 5 olarak belirlenirse, $\alpha=0.05 > p\text{-value}=0.00$ olduğundan H_0 hipotezi reddedilir ve mahalleler arasında hasta sayıları açısından mekânsal bağımlılık olduğu söylenir. Negatif z değeri, pozitif mekânsal oto-korelasyonun bir göstergesidir. C istatistiğinin 1 den küçük olması da pozitif mekânsal oto-korelasyonun bir göstergesidir. C 1'den büyük ise gözlemler farklı olmaya meyilli ve negatif korelasyon vardır anlamına gelmektedir.

Moran I ile Geary C arasındaki farka baktığımızda; Moran I değeri -1-(+1) arasında değer alırken, Geary C istatistiği 0 ile 2 arasında değer alabilmektedir. Geary C istatistiğinde değer 1'den küçük ise verilerin benzer olduğunu, 0'dan büyük olanlara göre daha kümelenmiş olduğunu göstermektedir. 0 kuvvetli pozitif korelasyonu, 2 kuvvetli negatif korelasyonu, 1 ise mekânsal otokorelasyonun olmadığı anlamına gelmektedir. Geary C yöntemi, kümelenmeyi Moran I, yöntemine göre daha lokal bir seviyede açıklamaktadır. Bu yöntemin kullanılması için Global Moran I'da bahsedilen yöntemlerden biri seçilerek ağırlık matrisi oluşturulmalıdır (Lee ve Wong, 2000).

Tablo 63 incelendiğinde, 2013, 2015 ve 2016 yıllarında mahalleler arasında toplam solunum yolu hasta sayıları açısından mekânsal bir bağımlılık ve pozitif mekansal oto-korelasyonun olduğu görülmektedir. Bir kümelenme söz konusudur, dağınık bir desen değildir. 2014 yılı ise farklılık göstermektedir. 2014 Geary Oranı istatistiğine ait sonuçlar da mekânsal otokorelasyonun (ya da bağımlılığın) varlığını göstermektedir. Çalışmadaki hata payı % 5 olarak belirlenirse, $\alpha=0.05 < p\text{-value}=0.586$ olduğundan H_0 hipotezi reddedilemez ve mahalleler arasında hasta sayıları açısından mekânsal bağımlılık olmadığı söylenir.

Araştırma alanında mekânsal kümelenme özellikle yoğun yerleşmelerin olduğu, konut ve iş yerleri ile sanayinin fazla olduğu yerlerde görülmektedir. Yine önemli yol ve kavşak

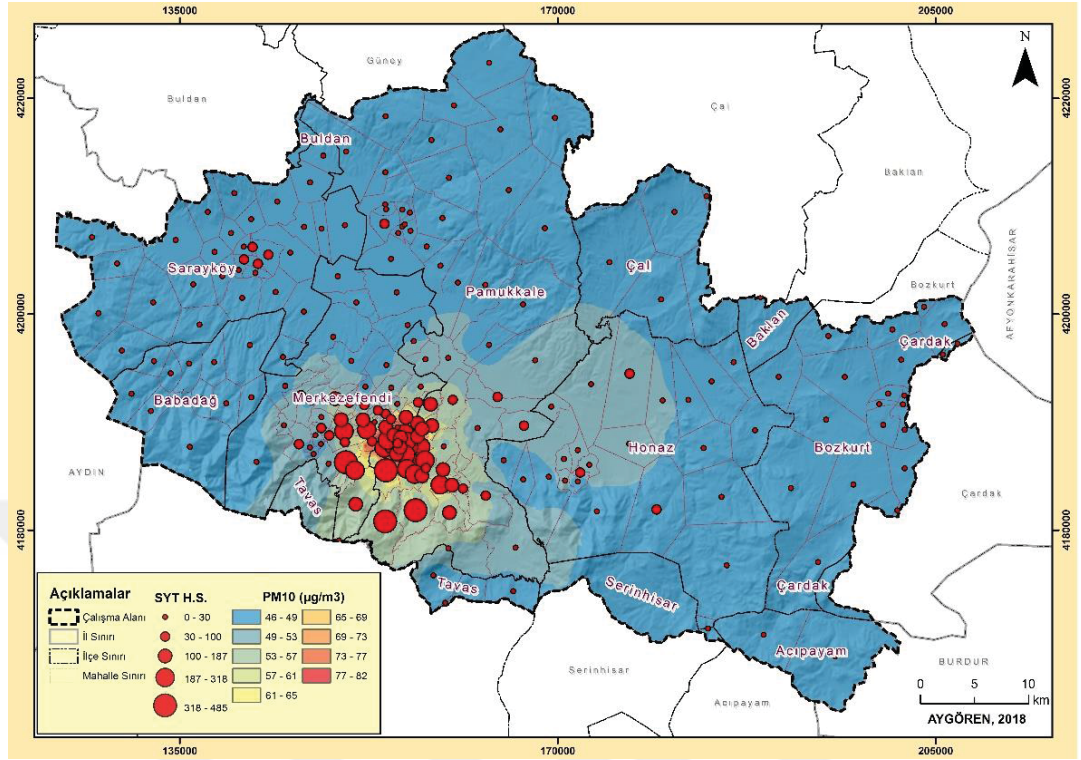
yerlerinde bu kümelenme görülmektedir. Bu durum hava kirliliğinin havzadaki dağılımına uygunluk göstermektedir.

Bu analizler her yıl için astım, akut bronşit ve KOAH hastalıkları için ayrı ayrı yapılmıştır. Her hastalık için pozitif mekânsal otokorelasyon ortaya çıkmıştır. Kümelenme vardır, rastgele düzensiz bir dağılım söz konusu değildir.

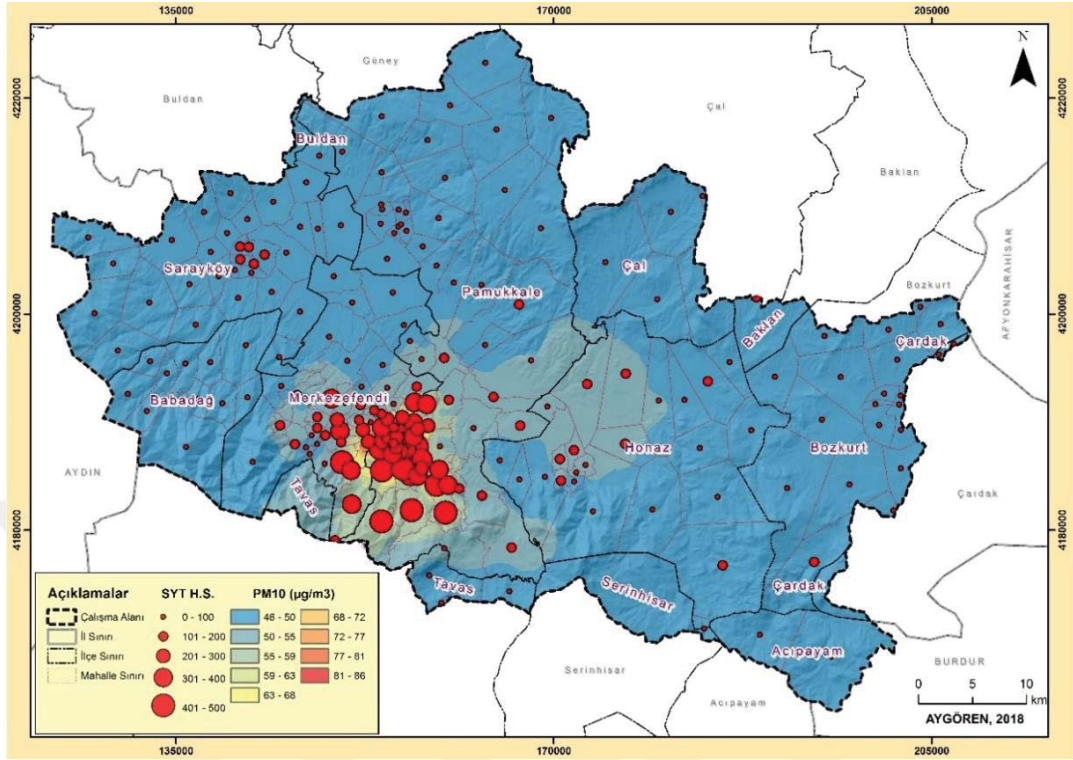
4.4.5.5. ArcGIS CBS Mekânsal Analiz

Araştırmanın bu bölümünde Arc.GIS 10.2.1 CBS yazılımında “Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon Yöntemi (Inverse Distance Weighted, IDW)” kullanılarak solunum yolu hasta sayılarının dağılım haritaları üretilmiştir.

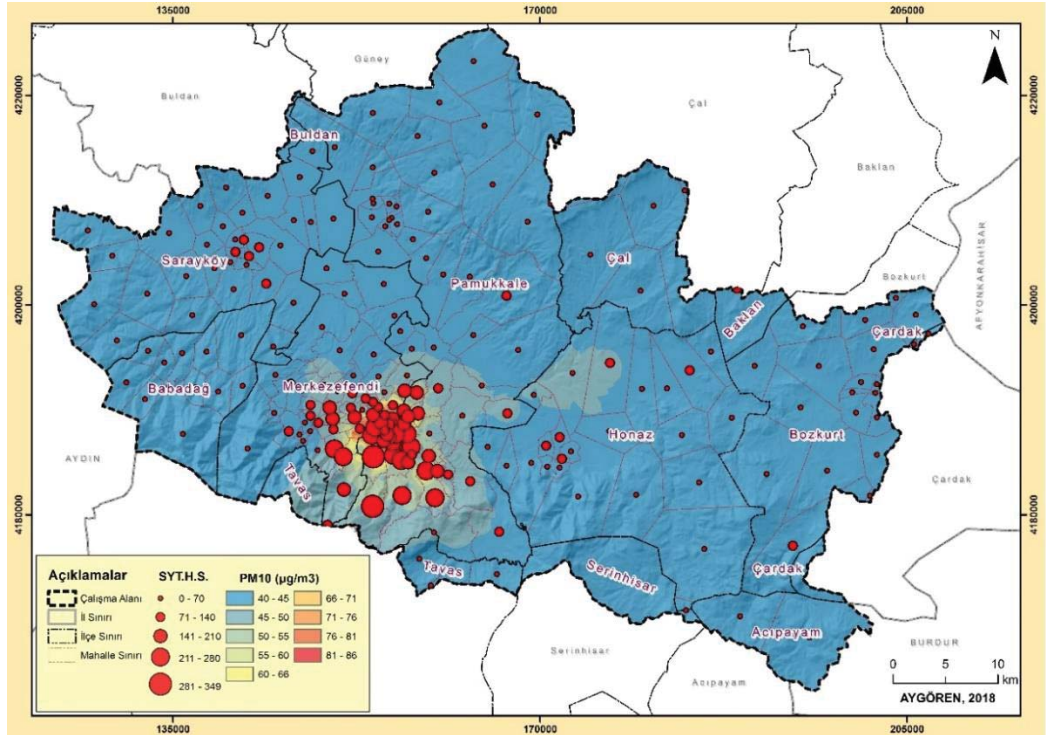
Çürüksu Çayı Havzası’nda solunum yolu hastalıklarıyla ilgili yapılan istatistiksel analizler sonucunda ortaya çıkan dağılım ile ArcGIS yazılımında yapılan jeo-istatistiksel analizler sonucunda aynı sonuçlara ulaşılmıştır. Araştırma alanında solunum yolu hastalarının bulunduğu mahalleler ile hava kirliliğinin olduğu mahalleler karşılaştırıldığında; hava kirliliğinin yoğun olduğu mahallelerde, solunum yolu hasta sayılarının da fazla olduğu görülmektedir. Şekil 91, 92, 93 ve 94’te solunum yolu hasta sayıları PM_{10} ile şekil 95, 96, 97 ve 98’de SO_2 ile karşılaştırılmıştır. Bunun sonucunda her iki kirletici içinde aynı sonuçlara ulaşılmış olup, bu durum 2013, 2014, 2015 ve 2016 yıllarında da aynıdır. Araştırma alanında Merkezefendi ve Pamukkale belediyeleri hava kirliliğinin ve solunum yolu hasta sayılarının en fazla ve en yoğun olduğu yerlerdir. Merkezden uzaklaştıkça, hava kirliliğinin ve hasta sayılarının azaldığı görülmektedir. Honaz’da diğer belediyelere göre hasta sayıları bakımından bir artış olduğu gözlenmektedir. Bunu da Honaz’da bulunan Organize Sanayi Bölgesi’yle açıklamak mümkündür. Sarayköy’de de hasta sayısının fazla olduğu görülmektedir. Bunda Sarayköy’de bulunan tekstil fabrikasının yanında, İzmir-Denizli-Muğla Karayolu’nun ilçe merkezinden geçmesi de etkilidir.



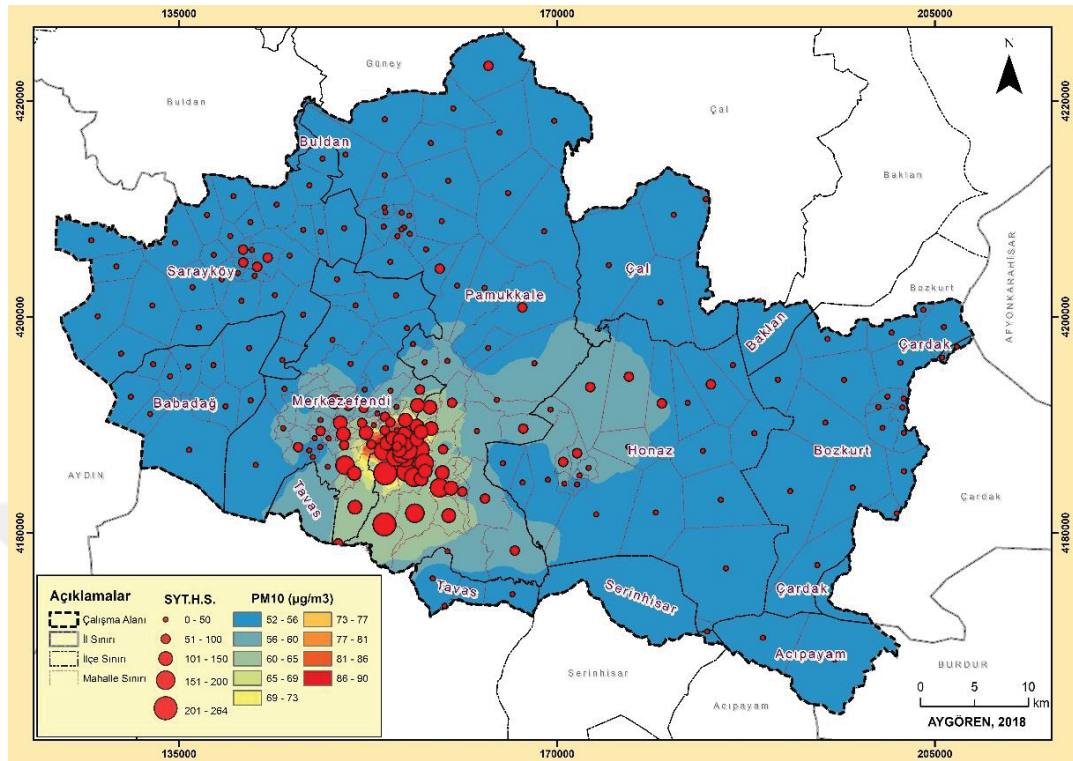
Şekil 91. Çürüksu Çayı Havzası'nda PM₁₀ ile solunum yolu toplam hasta sayısının karşılaştırılması (2013).



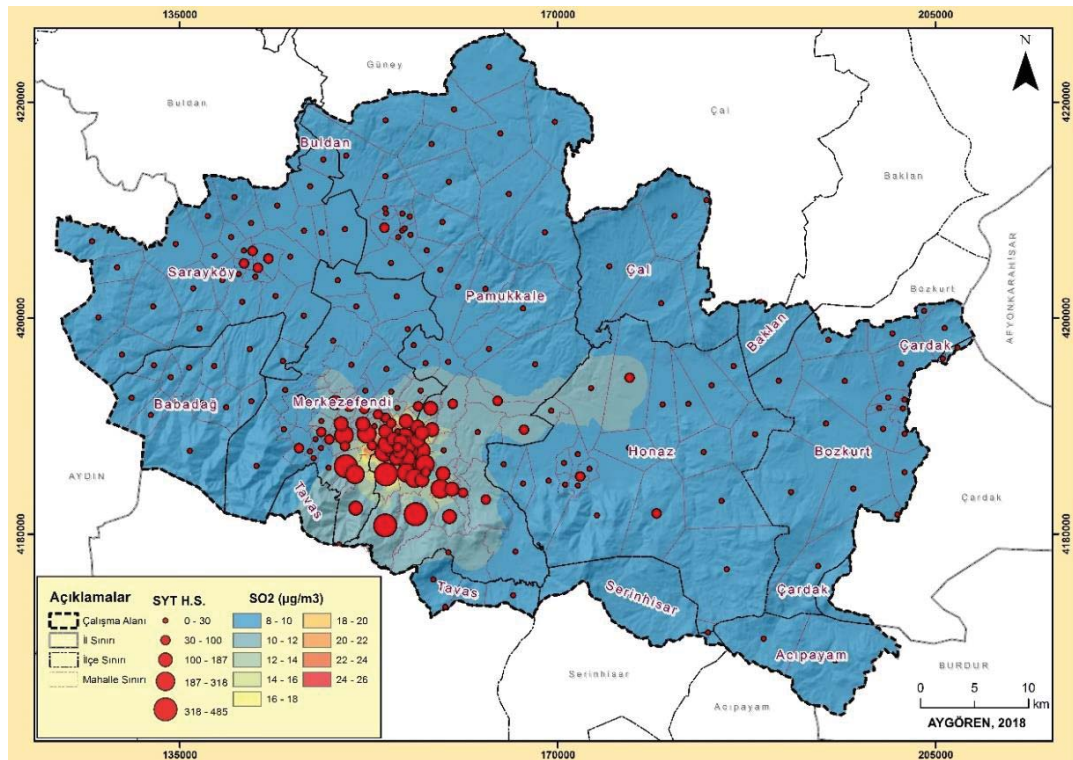
Şekil 92. Çürüksu Çayı Havzası'nda PM₁₀ ile solunum yolu toplam hasta sayısının çakıştırılması (2014)



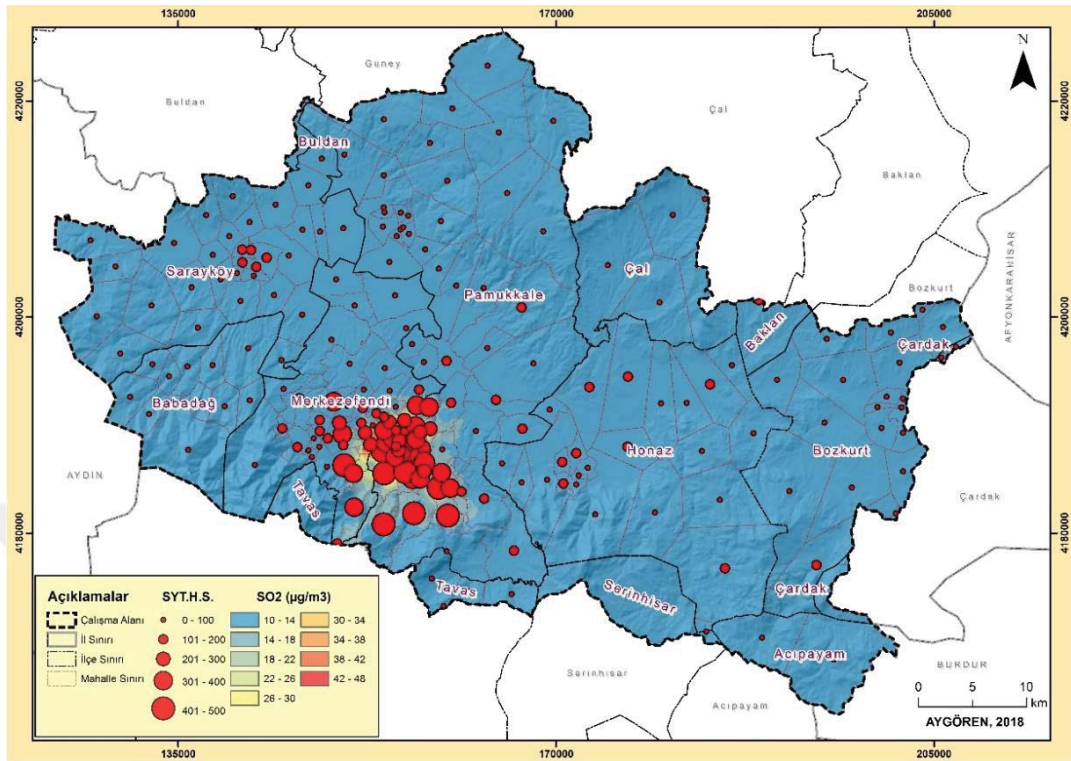
Şekil 93. Çürüksu Çayı Havzası'nda PM₁₀ ile solunum yolu toplam hasta sayısının çakıştırılması (2015)



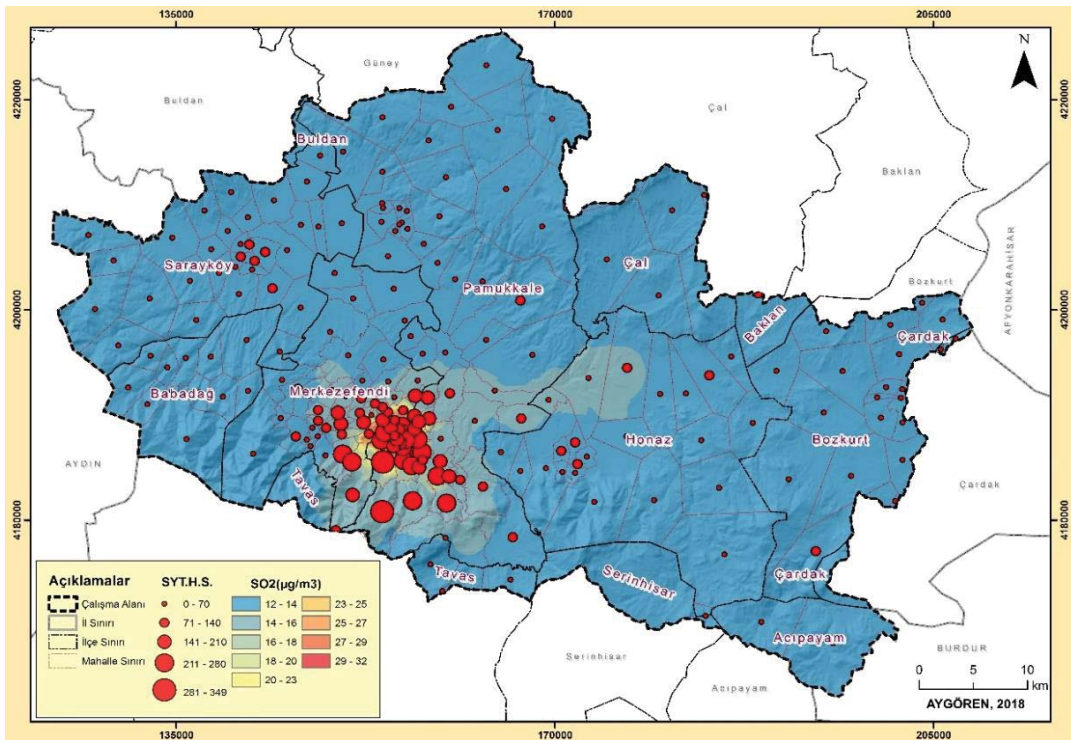
Şekil 94. Çürüksu Çayı Havzası'nda PM₁₀ ile solunum yolu toplam hasta sayısının karşılaştırılması (2016)



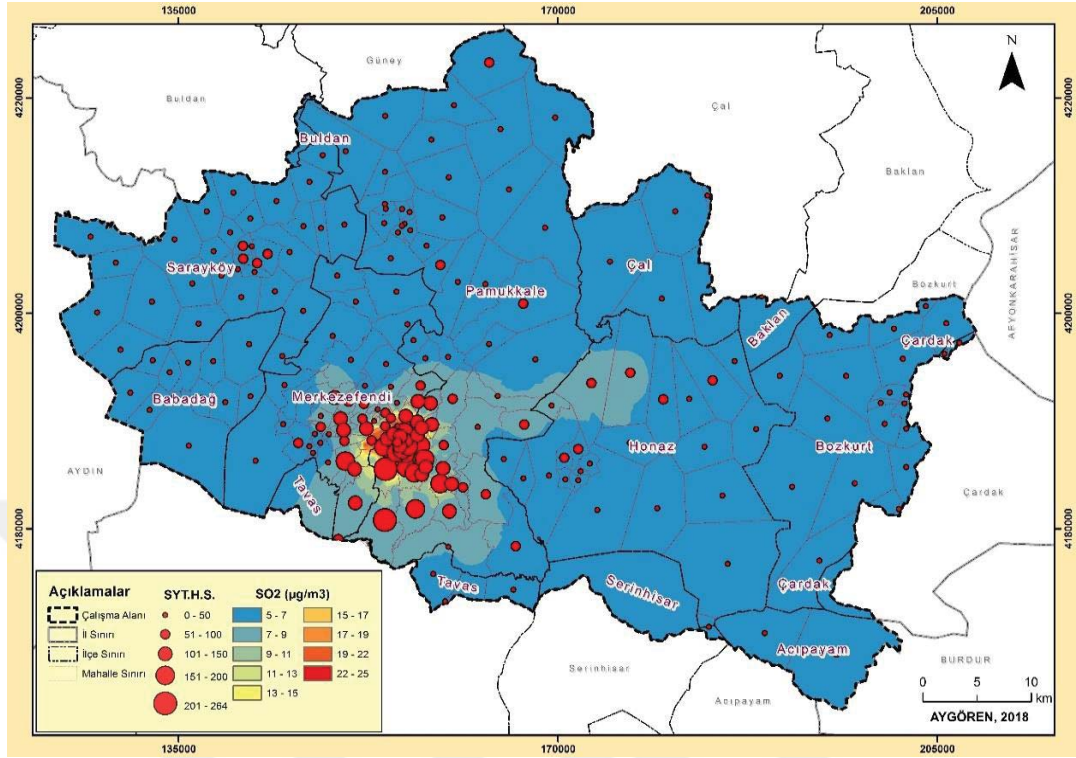
Şekil 95. Çürüksu Çayı Havzası'nda SO₂ ile solunum yolu toplam hasta sayısının karşılaştırılması (2013).



Şekil 96. Çürüksu Çayı Havzası'nda SO₂ ile solunum yolu toplam hasta sayısının karşılaştırılması (2014)



Şekil 97. Çürüksu Çayı Havzası'nda SO₂ ile solunum yolu toplam hasta sayısının karşılaştırılması (2015)



Şekil 98. Çürüksu Çayı Havzası'nda SO₂ ile solunum yolu toplam hasta sayısının karşılaştırılması (2016)

4.5. ÇÜRÜKSU ÇAYI HAVZASI'NDA ÇEVRE BİLİNCİ

Araştırmanın önceki bölümlerinde Çürüksu Çayı Havzası'nda hava kirliliği sorunu nedenleri ve sonuçları açısından ayrıntılı olarak değerlendirilmiştir. Havzada hava kirliliği sorununun çözümü için havzanın doğal ortam analizi yapılarak, hava kirliliğine neden olan kaynaklar ve hava kirliliğini etkileyen faktörler derinlemesine incelenmiştir. Ancak çevre sorunlarının çözümünde doğal ortam analizinin yapılması yanında bir diğer önemli konu da çevre yönetimidir.

Dünya'yı tehdit eden çevre sorunları (hava, su, toprak kirliliği, asit yağmurları, ozon tabakasının incelmesi, iklim değişimi gibi) incelendiğinde, sorunların kaynağında insan ve faaliyetlerinin olduğu kabul edilen bir gerçektir. Bu nedenle çevre sorunlarının çözümü de yine insan kaynaklı olacaktır. Günümüzde çevre kirliliği ve neden olduğu zararlar, insanın karşılaştığı sorunlar içerisinde en önde gelenidir. Özellikle 20. yüzyılın sonuna doğru yaşanan çevre kirliliğinin doğal yaşam ve insanı tehdit edecek seviyeye ulaşması sorunun önemini açıkça göstermektedir. Çevre kirliliğinin sınır tanımaması ile iletişim araçlarının çok hızlı gelişmesi sonucunda, dünyanın bir ucunda meydana gelen bir olay kısa sürede bütün dünyada duyulmaktadır. Bu nedenle çevre kirliliğinin önlenmesi ve çevrenin korunması evrensel bir

boyut kazanmıştır. Çevre sorunlarının her geçen gün artması insanı bu konuda düşünmeye, çevreye karşı duyarlı olmaya ve bu konuda tedbirler almaya zorlamıştır (Türküm, 2006).

Çevre sorunlarının çözümünde etkili bir çevre yönetimi vardır. Çevre yönetimi, ekolojik dengenin korunması ve devamlılığının sağlanması için kaynakların sürdürülebilir kalkınma kriterlerine uygun olarak kullanılmasının hedeflendiği bir süreçtir. Bu sürecin doğru işleyebilmesi, çevre bilincinin oluşturulması ve yaygınlaştırılması, çevre eğitimi, amaçların doğru tespiti ve siyasi iradeye bağlıdır. Siyasi irade, yasal düzenlemeler ve denetimler şeklinde etkili olmaktadır. Çevre yönetiminde özellikle atık yönetimi önemli bir konu olup, bu konuda ilk hedef atığın oluşumunun engellenmesi, bunun sağlanamadığı durumlarda ise atığın en az seviyeye indirilmesidir. Bu hedeflere ulaşılması da çevre bilinci ve çevre eğitimiyle doğrudan ilişkilidir (Esen ve Esen, 2018).

Çevre sorunlarının çözümü ancak insana sorumlulukları ve görevlerinin tekrar hatırlatıldığı kapsamlı ve yaşam boyu sürecek bir çevre eğitimiyle gerçekleşebilecektir. Bunu fark eden ülkeler işbirliği yapmak amacıyla bir araya gelmişler ve çeşitli anlaşmalar imzalamışlardır. Dünyada kimi ülkeler çevre eğitimini anayasal bir düzeyde çevre hakkı olarak ele alırken, kimi ülkeler de sözü edilen eğitimi özel yasalarla güven altına almıştır (Çolakoğlu, 2010).

Çevre konusunda dünyada 1972 Stockholm Konferansı ile yeni bir dönem başlamış, çevre ve insan yaşamının korunmasına ilişkin bir haktan ilk defa bahsedilmiştir. Konferansın amacı ve hedefi;

her ülkenin çevreye karşı sorumluluğunu kabul etmesi, insanın yeryüzündeki varlığını sürdürebilmesinin esas koşulu olduğu noktasında birleşilmesidir. Stockholm Konferansı'nda kabul edilen İnsan Çevresi Bildirisi'nin ilk maddesinde "İnsanın; hürriyet, eşitlik ve yeterli yaşam koşulları sağlayan onurlu ve refah içinde bir çevrede yaşamak temel hakkıdır. İnsanın bugünkü ve gelecek nesiller için çevreyi korumak ve geliştirmek için ciddi bir sorumluluğu vardır" ilkesi bulunmaktadır. Bu ilke, ilk kez bir bildiride sağlıklı bir çevrede yaşama hakkının yer alması nedeniyle çok önemlidir. Bildirinin ikinci maddesi "Bugünkü ve gelecek nesiller için ihtiyaca göre özenli planlama veya yönetimle dünyanın doğal kaynakları, hava, su, toprak, flora ve fauna dahil, özellikle de doğal ekosistemleri temsil eden örnekler korunmalıdır", on dokuzuncu maddesi ise "çevre olaylarında eğitim: genç nesil kadar yaşlılar için de korunmaya muhtaç gruplara özel önem verilerek,

bireylerin teşebbüsleri ve toplumların çevreyi koruma ve geliştirme için insan hayatı açısından bilinçli davranılmalıdır ifadelerinden oluşmaktadır (Kalelioğlu ve Özkan, 2000).

Türkiye’de de çevre politikası 1970’li yıllarda sürdürülmeye başlanmış ve ilk kez çevre konusu 1982 Anayasası’nda yerini almıştır. 1982 Anayasası’nda

Herkes, sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama hakkına sahiptir, çevreyi geliştirmek, çevre sağlığını korumak ve çevre kirlenmesini önlemek devletin ve vatandaşların ödevidir” hükmü yer almaktadır. Buna göre vatandaşların bu hak ve görevini yerine getirebilecek bilince sahip olması bir eğitim sorunudur. Çevre için eğitim sadece resmi öğretim kurumlarının görevi olmayıp; gönüllü kuruluşlar, sivil toplum örgütleri, yerel yönetimlerin çevre bilinci ve duyarlılığını oluşturucu, kamuoyu oluşturucu, karar süreçlerine ağırlıklarını koyucu nitelikli etkin halk eğitimi etkinliklerinin payı daha da büyüktür.

1982 Anayasası’ndan sonra 9 Ağustos 1983’te 2872 sayılı Çevre Kanunu yürürlüğe girmiştir. Bu kanunun amacı;

bütün vatandaşların ortak varlığı olan çevrenin korunması, iyileştirilmesi, kırsal ve kentsel alanda arazinin ve doğal kaynakların en uygun şekilde kullanılması ve korunması. Su, toprak ve hava kirlenmesinin önlenmesi. Ülkenin bitki ve hayvan varlığı ile doğal ve tarihsel zenginliklerinin korunarak, bugünkü ve gelecek kuşakların sağlık, uygarlık ve yaşam düzeyinin geliştirilmesi ve güvence altına alınması için yapılacak düzenlemeleri ve alınacak önlemleri ekonomik ve sosyal kalkınma hedefleriyle uyumlu olarak belirli hukuki ve teknik esaslara göre düzenlemektir (T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı 2004; ÇEDB 2004; Gürseler, 2008).

Çevre hakkı, bireye sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama hakkı verirken diğer taraftan söz konusu çevreden faydalanabilmek için onu korumak, geliştirmek ve yönetmekle görevlendirmektedir. Herkesin çevre hakkı vardır ve aynı zamanda herkesin çevreye zarar vermeme yükümlülüğü vardır. Çevre hakkının bir başka özelliği de bu haktan sadece bugünkü kuşakların yararlanacak olmamasıdır. Çevre hakkı aslında bugünkü kuşaklardan daha çok gelecek kuşakları ilgilendiren bir konudur. Bugünkü kuşakların ilk sıradaki borcu, gelecek kuşaklara yaşanabilir bir çevre bırakmaktır. Çevre hakkının tam olarak kullanılabilmesi için çevreyle ilgili kararlar alınırken bu süreçte herkesin katılımının sağlanması gerekmektedir.

Halkın bu sürece dâhil olması ancak halkın çevre konularında iyi bilgilendirilmesi, ilgili rapor ve belgelere ulaşabilmesi ile mümkün olacaktır (Gürseler, 2008).

Kanunlarda da belirtildiği gibi doğal çevrenin korunması ve gelecek nesillere aktarılması son derece önemli bir konudur. Çevre sorunlarının çözümü ve gelecek nesillerin daha sağlıklı ve güvenilir bir ortamda yaşamaları için çevreye duyarlı bireylerin yetiştirilmesi bir zorunluluk haline gelmiştir. Son yıllarda ekosistemlerde meydana gelen bozulmalar ve çevre ile ilgili bilgilerin gelişmesi, çevre eğitime verilen önemin artmasını sağlamıştır. Bu noktada *çevre bilinci*, *çevre eğitimi* ve *ekolojik denge* üzerinde sıkça durulan konular haline gelmiş ve böylece çağdaş çevre bilinci oluşumu hızlanmıştır. Buna göre insanın çevreyi koruması ve anlaması ancak çevre bilincinin geliştirilmesi ile mümkün olacaktır. Bu da ancak çevre eğitimi ile sağlanabilir (Türküm, 2006).

Çevre eğitimi, “çevre ve ilgili konularda bilinçli, mevcut çevre problemlerinin çözümüne katkı sağlayacak ve yenilerinin oluşumunu engelleyebilecek bilgi, beceri, tutum, güdü, kişisel ve toplumsal görev ve sorumluluklara sahip bir dünya nüfusu geliştirme amacı olan, yaşam boyu süren disiplinler arası bir yaklaşımdır” (Deniş ve Genç, 2007).

Günümüzde artık çevre eğitimi yerini, çevre için eğitim anlayışına bırakmış ve çevre için eğitim her türlü ulusal ve uluslararası toplantılarda en çok tartışılan konular arasında yer almıştır. Çevre için eğitimin ana amacı; “çevre bilincini artırarak bireylerin ve toplumun çevreye duyarlı davranmalarını sağlamak, çevre sorunları ortaya çıktıktan sonra, yurttaşların bireysel ya da örgütlü olarak karar verme süreçlerine katılmalarını sağlayarak doğal, tarihi, kültürel değerlerin korunması ve çevre sorunlarının çözümüne katkıda bulunmaktır” (T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı 2004; ÇEDB 2004; Karataş, 2013). Çevre eğitimiyle doğal kaynakların ve güzelliklerin sürdürülebilir kullanımını sağlayacak insanlardaki sorumluluk duygusunun açığa çıkarılması ve geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Hayatın sürdürülebilirliği için çevre değerlerine yönelik sorumluluklar geliştirilerek insanlar bilinçlendirilmelidir. Çevre sorunları ancak çevre bilincine sahip bireylerin artmasıyla azalacaktır (Karataş, 2013). Çevre eğitimi ekolojik bilgileri aktarırken aynı zamanda kişilerin çevreye dair tutum geliştirmelerini ve bu tutumların davranışa dönüşmesini sağlamaktadır. Çevre eğitimi, çevrenin korunması, çevre dostu olarak adlandırılan davranışların sergilenmesi için değer, bilgi ve becerilerin geliştirilmesi ve sonuçlarının görüldüğü bir süreçtir. Çevre eğitiminin hedeflerine ulaşması için çok erken yaşlarda başlaması gerekmektedir. Çünkü çocukluk ve genç yaşta edilen değer ve tutumlar, doğaya karşı sevgini artmasında önemlidir (Erten, 2004).

Çevre bilinci; “çevreyle ilgili düşüncelerden, bu düşüncelerin yaşama aktarılmasını ifade eden davranışlardan ve bütün bunları kapsayan çeşitli duygulardan meydana

gelmektedir. Çevre bilinci, çevreye zarar vermeden, çevreyi sürdürülebilir bir şekilde kullanmanın önemini anlama” şeklinde açıklanabilir (Türküm, 1998).

Çevre bilinciyle ulaşılmak istenen hedefler ise şu başlıklar altında özetlenebilir. *Çevre bilgisi*, çevreyle ilgili sorunların farkında olma, bu sorunlara çözüm yolları arama, ekosistem, doğa hakkındaki bilgilere sahip olunması. *Çevreye yönelik tutumlar*, çevre sorunlarına karşı insanın gösterdiği olumlu ya da olumsuz düşünce ve davranışların tümüdür. İnsanın çevreyle ilgili karşılaşılan sorunların çözümünde haklarını savunması, tepkisini göstermesi ve faaliyetlerde bulunmasıdır. *Çevreye yararlı davranışlar*, gerçekten çevrenin korunması için çevre dostu veya çevreye yararlı davranışlar edinmesidir (Erten, 2004; Karataş, 2013).

Çevre bilincinin; düşünsel, duygusal ve davranışsal olmak üzere üç boyutu vardır. Bilişsel faktörler, bireyin çevreyle ilgili bilgisinin olmasıdır. Örneğin, havanın kirlenmesine neden olan faktörlerin bilinmesi. Duygusal faktörler, bireyin çevre hakkında duygu ve tutumlarını ifade etmektedir. Örneğin, bireyin hissettiği çevresine yönelik sorumluluk derecesi. Son olarak durumsal faktörler ise bireyin ekonomik ve demografik özelliklerinin bireyin çevreye karşı tutum ve davranışlarına etkisidir (Karataş, 2013). Buradan da anlaşıldığı gibi çevre bilinci çok kapsamlı, uzun bir süreç gerektiren ve yaşam boyu devam eden bir süreçtir. Ancak sözü edilen bu üç boyut her zaman aynı derecede gelişmeyebilmektedir. Örneğin bazı insanlar çevreyle ilgili bilgiye sahip olmalarına rağmen bunu davranışa dönüştüremezken, bazıları çevre kirliliğinin ve olumsuz etkilerinin farkında olmalarına karşılık çevreyi koruma yönünde davranışlar sergileyememektedir (Türküm, 1998).

Çevre bilincine sahip bir toplum olabilmek için öncelikle çocuklardan başlayarak toplumun tüm bireylerine eğitimle çevre bilincinin aşılması gerekmektedir. Birey ya da toplum ancak etkili eğitim programlarıyla çevre bilincine ulaşabilecektir. Bu nedenle toplumun her kesiminde çevre eğitime yönelik faaliyetlerin yaygınlaştırılması çevre değerlerine saygılı, doğayı seven, doğayla uyumlu bireylerin yetiştirilmesi açısından çok önemlidir. Çevre eğitiminin başarılı olması da ancak kişilere çevre sorunlarının çözümünde sorumluluk hissettirmek ve onları çözümün bir parçası haline getirmekle olacaktır. Çağdaş çevre bilinci de çevre eğitimi gibi ilk olarak ailede başlamakta ve daha sonraki yıllarda çeşitli öğretim alanlarında gelişerek devam etmektedir. Bu yüzden çevre bilincinin oluşturulmasında başta aile olmak üzere, okul, iletişim araçları ve sivil toplum örgütlerinin önemli görevleri vardır (Karataş, 2013).

Özetle çevre bilincinin geliştirilmesi çevrenin korunması, kirliliğin engellenmesi ve sürdürülebilir kullanımı için gereklidir. Oluşan çevre bilinci sonucunda halkın çevre sorunlarını nasıl algıladıkları ve gösterdikleri tepkiler çevre duyarlılığı olarak

tanımlanmaktadır. Çevre bilinci ve duyarlılık kişilere ve kişilerin bir takım özelliklerine göre değişiklik göstermektedir (sosyo-ekonomik ve eğitim durumu gibi) (Yücel ve diğerleri, 2006). Çevre duyarlılığının tespit edilmesi ve sonrasında bunun gelişmesini sağlayacak önlemler alınmasının önemli faydaları vardır. Bu faydalar özetlenecek olursa;

- çevre sorunlarının bireysel ve ülke bazında daha da önemsenmesini sağlayacak politik kararlara altlık oluşturması,
- çevreye duyarlı tüketicilerin oluşması,
- çevresel duyarlılığın artması (bireysel ya da kurumsal yapılan hatalara kayıtsız kalınmamasını ve tepki göstermesini sağlamak),
- eğitim çalışmalarının düzenlenmesi,
- sürdürülebilir gelişmenin ana unsuru olan doğal kaynakların en uygun şekilde kullanılmasının toplumsal düzeye indirilmesi, şeklinde sıralanabilir (Yücel ve diğerleri, 2006).

Bireysel veya toplumsal bilinç, insanları çevreyi korumaya, çevreyle uyum içinde yaşamaya sevk edecektir (Karataş, 2013). Çevre sorunlarının çözümünde halkın bu konuda yapılan faaliyetlere katılımı önemlidir. Halkın katılımı çevre sorunlarının kesin çözümü olamasa da bu konuda atılacak adımların belirlenmesi açısından önemlidir (Yücel ve diğerleri, 2006). Türkiye’de çeşitli şehir ve mahalle sakinlerinin çevre bilincini ölçmek amacıyla yapılan çok sayıda çalışma tespit edilmiştir (Şahin, 2004; Yılmaz ve Öz, 2004; Yücel ve diğerleri, 2006; Güllü, 2007; Sezen, 2013; Dedeoğlu, Altuğ ve Döğeroğlu, 2015; Bulut ve Karaca, 2016; Ergönül, 2017; Yılmaz ve Yılmaz, 2017). Çürüksu Çayı Havza halkının da çevre bilinç veya duyarlılığının tespit edilmesinin çalışmaya ayrı bir bakış açısı kazandıracığı açıktır. Ancak bu konu kapsam ve yöntemleri açısından farklı bir araştırma konusudur. Araştırmanın bu kısmında halkın yalnızca yaşadıkları çevre, hava kirliliği ve solunum yolu hastalıkları arasındaki ilişkiye ilişkin kişisel ve genel görüşlerine yer verilmiştir. Bunların ileride bu konuda yapılacak çalışmaya altlık oluşturması beklenmektedir.

Bunun için araştırma alanında bulunan PAÜH Göğüs Hastalıkları bölümüne başvuran (hastalar arasından tesadüfi olarak ve gönüllük esasına göre) hastaların hava kirliliğinin sağlıklarını etkilemesi konusundaki fikirleri irdelenmiştir. Doğrudan bu sorunu yaşayan kişilerin deneyimlerinin ortaya çıkarılması sorunun önemi açısından etkili olacaktır. Buradan hareketle 21 hasta ile görüşülmüştür. Elde edilen bilgiler tablolar halinde verilmiştir.

Tablo 64

Solunum yolu hastalığı geçirme sıklığı

	Frekans	%
Kış aylarında	13	62
Sürekli (İlkbahar-kış)	8	38

Tablo 64’de hastaların; solunum yolu hastalıklarının kış mevsiminde arttığını düşündükleri görülmektedir. Hastaların % 62’si kış aylarında solunum yolu hastalıklarının arttığını belirtirken % 38’i kış mevsimi yanında ilkbahar mevsiminde de solunum yolu hastalıklarının arttığını belirtmişlerdir. İlkbahardaki artış daha çok mevsimsel çiçek polenleri nedeniyle daha çok alerjik kökenli olmaktadır.

Tablo 65

5-10 yıl öncesine göre solunum yolu hastalıklarındaki değişim

	Frekans	%
Aynı	1,0	4,8
Arttı	16,0	76,2
Azaldı	1,0	4,8
Bilmiyorum	3,0	14,3

Hastaların % 76’sı solunum yolu hastalıklarının 5-10 yıl öncesine göre arttığını ifade etmiştir (Tablo 65).

Tablo 66

Solunum yolu hastalıklarının nedenleri

	Frekans	%
Hava kirliliği	22	45,8
Sigara	13	27,1
Parfüm	3	6,3
Soğuk hava	5	10,4
Alerji	2	4,2
Bahar çiçek tozları	1	2,1
Sis	1	2,1
Trafik, araç sayısının fazlalığı	1	2,1

Hastaların % 46’sı solunum yolu hastalıklarının nedeni olarak ilk sırada hava kirliliğini göstermiştir. Hastaların hava kirliliğini sağlıklarını tehdit eden önemli bir sorun olarak gördükleri tablo 66’da görülmektedir.

Tablo 67

Hava kirliliğinin solunum yolu hastalıklarına etki nedenleri

	Frekans	%
Fosil yakıtlardan çıkan zehirli gazlar, bacalardan tedbir alınmadan havaya gelişi güzel bırakılan gazlar, egzoz gazları, havadaki oksijen azalıyor, zararlı maddeler artıyor, havadaki kirli gazlar solunumu zorlaştırıyor, akciğerlerimiz hasta oluyor, nefesim daralıyor, öksürük artıyor,	18	85,7
Nefes alamadığım için hastaneye yatıyorum	2	9,5
Bilmiyorum	1	4,8

Hava kirliliğinin solunum yolu hastalıklarına etkisiyle ilgili görüşler şu şekildedir; fosil yakıtların kullanıldıktan sonra havaya kontrolsüz bir şekilde salınması sonucunda, havada bulunan ve canlılar için önemli olan oksijen azalmakta, zararlı gazlar artmaktadır. Bu durum solunumun zorlaşmasına, akciğerlerin zarar görmesine, nefes darlığına ve öksürüğe neden olmaktadır. Bu yüzden hastane yatışları da gerçekleşmektedir (Tablo 67).

Tablo 68

Yaşadığınız yerde hava kirliliği var mı?

	Frekans	%
Evet	12	57,1
Hayır	5	24
Kısmen	4	19

Tablo 68'den yaşadıkları yerde hava kirliliğinin olduğunu düşündükleri görülmektedir. Hastaların % 57'si yaşadıkları yerde hava kirliliğinin olduğunu belirtmiştir.

Tablo 69

Hava kirliliği sorununun kaynağı olarak doğal ortam şartları, insanların ekonomik faaliyetleri (sanayi, ulaşım, enerji üretimi vb.), iklim değişimi gibi etmenlerin sıralanması

1.sırada	Frekans	%	2.sırada	Frekans	%	3.sırada	Frekans	%
İnsanların ekonomik faaliyetleri	16,0	76,2	İklim değişimi	16,0	76,2	Bilmiyorum	9,0	42,9
Doğal ortam şartları	2,0	9,5	Doğal ortam şartları	2,0	9,5	Doğal ortam şartları	6,0	28,6
İklim değişimi	2,0	9,5	Bilmiyorum	2,0	9,5	İklim değişimi	4,0	19,0
Bilmiyorum	1,0	4,8	İnsanların ekonomik faaliyetleri	1,0	4,8	İnsanların ekonomik faaliyetleri	2,0	10,0

Hava kirliliğinin kaynağının farkında olup olmadıklarını anlamak amacıyla yöneltilen bu soruya verilen cevapların yüzde dağılımı tablo 69'da verilmiştir. Bu tabloda hastaların

yaşadıkları yerde hava kirliliğinin 1. 2. ve 3. sırada gördükleri nedenleri sıralanmıştır. Tablo 69'dan yaşadıkları yerde hava kirliliğinin kaynağı olarak ilk sırada insanların ekonomik faaliyetleri, ikinci sırada iklim değişimini gördükleri anlaşılmaktadır. Doğal ortam şartlarını hava kirliliğinin öncelikli kaynağı olarak görmedikleri anlaşılmaktadır.

Tablo 70

Denizli şehrinde hava kirliliğinin nedenleri

	Frekans	%
Fosil yakıtlar, kömür kullanımı	13	26
Sanayileşme	10	20
Trafik	11	22
Nüfus artışı	3	6
Konut sayısının artması	2	4
Konutların bitişik yapılması	2	4
Bilmiyorum	1	2
Coğrafi Konum	1	2
Parfüm	1	2
Kimyasal ilaçlar	1	2
Hava hareketinin olmayışı	1	2
Yol çalışmaları	1	2
Çöp atıkların yakılması	1	2
Yolların dar olması	1	2
Sis	1	2

Kirliliğin kaynağı olarak konutlarda ısınma amaçlı kullanılan yakıtlar ilk sırada yer almaktadır. Bunu sanayi ve ulaşım izlemektedir. Araştırma alanında enerji ve ısınma amacıyla fosil yakıt kullanımı çok yaygındır. Bunların havayı kirleten önemli bir etken olduğu havza halkı tarafından bilinmekte ve dile getirilmektedir. Ancak diğer belirtilen görüşler içerisinde coğrafi konum, hava hareketinin olmayışı gibi ifadelerin oldukça az olduğu görülmektedir. Denizli şehrinde doğal ortam şartlarının hava kirliliğini etkileyen önemli bir faktör olduğu bu araştırmanın ulaştığı sonuçlar arasındadır. Ancak hastaların bu konuda yeterli bilgiye sahip olmadıkları anlaşılmaktadır.

Tablo 71

Hava kirliliğinin çözümünde vatandaşlara düşen görevler

	Frekans	%
Doğalgaza geçmek	7	19,4
Çevreyi temiz tutmak (çöpleri atmamak)	6	16,7
Toplu taşımaya geçmek	5	13,9
Kömür kullanmamak	4	11,1
Duyarlı olmak	2	5,6
Bilinçli olmak	2	5,6
Fabrikalara filtre takmak, baca bakımlarını zamanında yapmak	2	5,6
Atıklar hakkında tedbir almak	1	2,8
Çevreyi korumak	1	2,7
Bilmiyorum	1	2,7
Tekstil artıklarını yakmamak	1	2,7
Otların yakılmaması	1	2,7
Sigara kullanmamak/azaltmak	1	2,7
Ağaç dikmek	1	2,7
Kirletenleri uyarmak	1	2,7

Hava kirliliğinin çözümünde bireysel olarak yapılması gerekenlerle ilgili görüşleri şöyledir; ilk sırada doğal gaz kullanımına geçilmesi vardır (% 19,4). Bunu toplu taşımaya geçmek (% 14), çevreye çöp atmamak (% 17) ve kömür kullanmamak (% 11) görüşleri izlemektedir. Bunların dışında hava kirliliğine karşı bilinçli ve duyarlı olunması, kirletenlerin uyarılması görüşleri çevre sorunlarının çözümü açısından önemli ifadelerdir.

Araştırma alanında vatandaş olarak yöneticilerinden beklentilerine dair görüşleri ise şöyledir; görevlerini doğru yapmaları, denetimleri arttırmaları ve yanlış yapanlara ceza vermeleri ilk sırada gelmektedir. Bunu halka eğitim verilmesi görüşü izlemektedir. Bu görüş hava kirliliği gibi çevre sorunlarının çözümünde çevre eğitimin etkili olacağı görüşünde olduklarını göstermesi açısından önemlidir (Tablo 72). Çevre eğitimi, çevre bilincinin geliştirilmesini sağlayacak önemli bir yoldur. Bu ifade çevre sorunlarının çözümü açısından dikkati çeken bir sonuçtur.

Tablo 72

Vatandaş olarak, yöneticilerin ne gibi önlemler almalarını beklersiniz?

	Frekans	%
Görevlerini düzgün yapmaları, tedbir alınması, denetimlerin artırılması, ceza verilmesi	14	35,9
Denizli halkına eğitim verilmesi	7	17,9
Özendirme-teşvik-ödül	5	12,8
Ağaçlandırma yapılması, Şehir içinde park ve yeşil alan açılması	4	10,3
Okullarda çocukların bilinçlendirilmesi	1	2,6
Sanayi tesislerinin başka yere kurulması	1	2,6
Yollardan kaynaklanan tozları önlemek için asfalt yapılmalı yollar, ara sokaklara taş döşenmeli	1	2,6
Tekstil atıklarının yakılmasının önlenmesi	1	2,6
Şehir içinde hayvan besiciliğinin önlenmesi (tavuk gb)	1	2,6
Hava kirliliği ölçümü yapmaları	1	2,6
Doğalgazın ucuzlatılması	1	2,6
Haberlerde hava kalitesiyle ilgili bir bölüm ayrılması	1	2,6
Bilmiyorum	1	2,6

Bu sonuçlara göre; bireylerin görüşleri içerisinde yaşadıkları yerde meydana gelen çevre sorunları arasında ilk sırada hava kirliliği yer almaktadır. Denizli’de hava kirliliğinin kaynağı olarak ekonomik faaliyetler, fosil yakıtların kullanılması ve ulaşım faaliyetleri görüşleri ilk sıralardadır. Solunum yolu hastalıklarının nedeni olarak gördükleri hava kirliliği sorununun çözümünde ise havayı kirletmeyen doğalgazın kullanılması görüşü ilk sıradadır. Yöneticilerin hava kirliliği çözümünde ise görevlerini doğru yapmaları, denetimleri arttırmaları görüşü yaygın olup eğitim verilmesi görüşü çevre bilinci açısından önemli bir sonuçtur. Ayrıca vatandaşın çevre kirliliğinin çözümünde devletten beklentilerinin olduğu görülmektedir. Bu anlamda yerel yönetimlere büyük görev düşmektedir. Görüşme sonuçları genel olarak hava kirliliğinin nedenleri ve çözümleri hakkında bilgi sahibi olduklarını göstermektedir. Bu araştırmada sadece görüşlere yer verilmiş, çevre bilinci değeri gibi istatistiksel hesaplamalar yapılmamıştır. Daha sonra yapılacak çalışmalarda çevresel bilinç, çevresel duyarlılık ve çevresel tutumlarının ölçülmesi, elde edilen değerlerle demografik özellikler, eğitim, medeni durum, iş alanları arasında analizler yapılması ve farklı bölgelerden daha fazla kişiye ulaşılması önerilmektedir. Çünkü bireylerin çevresel bilinç, tutum ve duyarlılıkların ortaya konması, çevre ve doğanın korunması konusunda alınacak önlemlerin belirlenmesinde etkili olacaktır. Daha öncede belirtildiği gibi çevre sorunlarının çözümünde halkın bu sürece dâhil edilmesi oldukça önemlidir.

BÖLÜM V

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Tartışma

Türkiye’de 1950’lilerde yaşanan kalkınma süreci Denizli Çürüksu Çayı Havzası’nda özellikle Denizli şehrinde de etkili olmuş, hızlı sanayileşme ile buna bağlı olarak artan nüfus sonucunda arazilerin yanlış kullanılması başta hava kirliliği olmak üzere pek çok çevre sorununun meydana gelmesine neden olmuştur. Türkiye genelinde olduğu gibi sanayileşme, plansız ve hızlı kentleşme araştırma alanında da hava kirliliğinin temel nedenini oluşturmuştur. Ayrıca Kırımhan (2006), Çiçek ve diğerleri, (2008), Gümrükçüoğlu ve Soylu (2011), Garipağaoğlu (2013), tarafından yapılan çalışmalarda belirtildiği gibi araştırma alanında da ısınma ve enerji temini amacıyla fosil yakıt kullanımının yaygın olması, her geçen gün artan konut, sanayi tesisi ve motorlu kara taşıt sayısı hava kirliliğinin artmasına neden olan diğer faktörlerdir.

Hava kirliliğinin temel nedenini yukarıda bahsedilen beşeri faktörler oluşturmaya karşılık, fiziki coğrafya faktörlerinin de en az beşeri faktörler kadar etkisi bulunmaktadır. Bu nedenle Çürüksu Çayı Havzası’nda fiziki coğrafya faktörlerinin hava kirliliğine etkisi incelenmiş ve inceleme sonucunda havzanın özellikle topografik ve iklimik özellikleri ile hava kirliliği arasında bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Denizli şehrinin etrafı yüksek dağlarla çevrili bir depresyon alanında kurulmuş olması; hava sirkülasyonu morfolojik engellerle kısıtlandığı için özellikle kış aylarında kirli havanın uzaklaştırılamamasına ve şehir üzerine çökmesine neden olmaktadır. Bu durum beşeri faktörlere (ulaşım, konut ısıtması, sanayi-enerji üretimi vb.) ek olarak, hava kirliliğinin artarak ciddi boyutlara ulaşmasına yol açmaktadır. Araştırma alanında havzanın jeomorfolojik özelliklerine bağlı olarak kış aylarında ortaya çıkan sıcaklık terselmesi, hava kirliliğinin etkilerinin belirginleşmesinde önemli bir faktördür. Havzada yaşanan hava kirliliğinde; kış döneminde gerçekleşen sıcaklık terselmesi ve yüksek dağlık alandan ovaya doğru esen (dağ meltemi) rüzgârların etkisi çok fazladır. Bu sonuçlar, Emiroğlu (1967), Korkut (1980), Şahin (1989), Kara (1991), Koçman (1991), Hacısalıhoğlu (1994), Türkeş (1996), Yıldırım ve Korkmaz (1998), Keser (2002), Özdemir ve Boyraz (2003), Garipağaoğlu (2003), Atayeter (2005), Kırımhan (2006), Özdemir ve Bahadır (2008), Sever (2008), İbret ve Aydınözü (2009), Çukur ve diğerleri, (2006), Garipağaoğlu (2002), Çiftci ve diğerleri, (2013), Duman (2017) tarafından yapılan çalışmaların sonuçlarıyla örtüşmektedir.

Meteorolojik unsurlar, kirlilik aslı kaynağı olmamasına rağmen, hava kirliliğinin etki ve süresi üzerinde belirleyici olmaktadır. Yapılan araştırma sonucunda havzanın meteorolojik özelliklerinin hava kirliliğini etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Havzada en düşük sıcaklık değerlerinin kış mevsiminde hissedilmesi, kış mevsiminde yüksek basınç koşullarının hâkim olması, nemin yüksek olması, yıl boyunca N sektörlü rüzgârların hâkim olması, rüzgâr hızının düşük olması gibi şartlar hava kirliliğinin artmasında etkili olmuştur. Ancak havzada yağışların, en fazla kış mevsiminde düşmesi, hava kirliliğini azaltıcı etkisi de olmuştur. Havzanın meteorolojik özellikleri ile hava kirleticileri (PM_{10} ve SO_2) arasında yapılan regresyon ve korelasyon analiz sonuçlarına göre anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Bu konuda aynı sonuç Emiroğlu (1966-1967), Koçman (1991), Şahin (1996), Sungur ve Gönençgil (1997), Yıldırım ve Korkmaz (1998), Demirci ve Çuhadaroğlu (1998), Tağıl ve Koç (2000), Keser (2002), Söyleyici ve Dursun (2002), Garipağaoğlu (2003), Akay (2003), Bayram (2005), Çukur ve diğerleri, (2006), Kırımhan (2006), Erbaşlar ve Taşdemir (2007), Karpuzcu (2007), İlten ve Selici (2008), Sever (2008), Kopar ve Zengin (2009), Menteşe ve Tağıl (2012), Garipağaoğlu (2013), Tecer ve Tağıl (2013), Kahraman ve Pekin (2015), Yılmaz (2017), Kunt ve Dursun (2018) tarafından yapılan çalışmalarda da görülmüştür. Ancak her yerde aynı meteorolojik unsurların etkili olmadığı, çalışmanın yapıldığı yerin fiziki özelliklerine göre hava kirliliğine etki eden meteorolojik unsurların farklılık gösterdiği tespit edilmiştir.

Hava kirliliğinin solunum yolu hastalıklarının ortaya çıkmasında ya da mevcut hastalıkların artmasında etkili olduğu kabul edilen bir gerçektir. Buradan hareketle yapılan analiz sonuçlarında Çürüksu Çayı Havzası'nda da PM_{10} ve SO_2 'nin arttığı dönemde solunum yolu şikâyetiyle hastane başvurularının da arttığı görülmüştür. Olumsuz meteorolojik koşulların yaşandığı ve ısınma amaçlı yakıt tüketiminin arttığı kış mevsiminde hava kirliliğinin artması solunum yolu hastalıklarının artmasına da neden olmuştur. Bu sonuç, Gökbel ve Uzun (1995), Fişekçi ve diğerleri, (1999, 2000), Koç ve diğerleri, (2002), Hapcıoğlu ve diğerleri, (2005), Bayram ve Dikensoy (2006), Tağıl (2007), Varınca, Güneş ve Ertürk (2008), Tecer ve diğerleri, (2008), Tecer (2009), Tecer (2011), Ayres ve diğerleri, (2009), Metintaş ve Kurt (2010), Menteşe (2011), Cavkaytar, Soyer ve Şekerel (2013), Tecer (2013), Tecer, Ficici ve Uskuloğlu (2013), Costa ve diğerleri, (2014), Mabahwi ve diğerleri, (2014), Szyszkowicz ve Kousha (2014), Özcan ve Çubukçu (2015), Mercan (2016), Çapraz ve Doğan (2017) tarafından farklı yerleşim yerleri için yapılan çalışmaların sonucuyla benzerlik göstermektedir.

Ayrıca Tağıl'ın (2007) çalışmasındaki bir diğer sonuç; solunum yolu hastalarının hastane başvurularının PM_{10} ve SO_2 konsantrasyonlarındaki artışın görüldüğü günde artmadığı, birkaç gün sonra artış gösterdiği şeklindedir. Fişekçi ve diğerleri, (1999) tarafından yapılan çalışmada da Denizli şehrinde bir önceki haftanın PM_{10} ve SO_2 ortalamasıyla KOAH'a bağlı acil hastane başvuruları arasında korelasyon tespit edilmiştir. Ancak bizim araştırmamızda PM_{10} ve SO_2 'nin arttığı günlerde solunum yolu hastalıkları nedeniyle hastane başvurularının arttığı sonucuna ulaşılmıştır

Burada bir diğer önemli konu da solunum yolu hastalıklarının mekânsal dağılımının yapılması ve istatistiki olarak bu dağılımda kümelenmenin tespit edilmesidir. Araştırmada mekânsal oto-korelasyon yöntemlerinden Moran I, Global Geary C Yöntemi ve Moran I Saçılım Grafiği kullanılmıştır. Bu araştırmada Moran I değeri $I > 0$ olduğu için 2013, 2014, 2015 ve 2016 yani tüm yıllarda pozitif mekânsal otokorelasyon görülmüştür. Buna göre mahalleler arasında hasta sayıları açısından mekânsal bağımlılık olduğu söylenebilir. Geary Oranı istatistiğine ait sonuçlar da mekânsal otokorelasyonun (ya da bağımlılığın) varlığını göstermiştir. Yani havzada bir kümelenme söz konusu, dağınık bir desen değildir. Tağıl (2007) Balıkesir için yaptığı çalışmasında da aynı yöntemleri kullanarak analizler yapmış, analiz sonuçlarında Balıkesir'de solunum yolu hastalıklarının mekânda tam kümelenme göstermediği gibi tam saçılma da göstermediği ve kümelenmenin yıllara göre değiştiği sonucuna ulaşmıştır. Tağıl ve Menteşe (2014) tarafından yapılan çalışmada Moran I ve Geary oranları kullanılarak Zonguldak'ta hava kirliliği ve solunum yolu hastalıkları arasındaki mekânsal ilişki incelenmiştir. İnceleme sonunda Zonguldak'ta mahallelerin hiçbirinde kümelenme istatistiksel olarak anlamlı bulunamamış ve hastane başvurularının rastgele dağıldığı sonucuna ulaşılmıştır. Araştırmadan farklı olarak Zonguldak'ta kentsel çevrenin hastane başvurularını etkileme gücünün çok az ya da hiç olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Araştırmamız sonucunda, solunum yolu hastalarının dağılımının, havza tabanında yoğun olduğu tespit edilmiştir. Bu mahalleler aynı zamanda hava kirliliğinin de yoğun olduğu mahallelerdir. Tağıl (2007)'in çalışmasında da aynı sonuç bulunmuştur.

Sonuç

Bu araştırmada elde edilen sonuçlar aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

* Araştırma alanında, 1950'lerden itibaren başlayan hızlı sanayileşme sürecinde nüfus hızla artmış, konut ve sanayi alanları ile taşıt sayısı da artmıştır. Isınma ve enerji ihtiyacının karşılanmasında çevreyi kirleten fosil yakıtlardan linyit kömürü kullanımı yaygın olması sonucunda, havzada hava kirliliği sorunu meydana gelmiştir. Denizli şehrinde 2007'den

itibaren doğalgaz kullanımının artmasıyla hava kirliliğinde bir düşüş gözlenmesine rağmen, hava kirliliği hala AB sınır değerlerin üzerinde seyretmektedir.

* Araştırma alanında havzanın topografik özellikleri hava kirliliğinin artmasına neden olmuştur. Araştırma alanının özellikle Denizli şehrinin fiziki coğrafya özellikleri ile hava kirliliği arasında sıkı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Söz konusu topografik özellik nedeniyle havzada hava sirkülasyonu sınırlı olduğu için yatay ve dikey hava akımları oluşamamakta, atmosferin alt katmanlarında biriken kirleticiler bölgeden uzaklaştırılamadığı için kirleticilerin bölgede kalma süreleri artmaktadır.

* Araştırma alanında kuzeyde Büyük Çökelez Dağı (1841 m), güneyde Babadağ (2254 m) ve Honaz Dağı (2571 m) havzayı sınırlandıran yüksek kütlelerdir. Bu yüksek dağlar arasında dağların uzanış doğrultusuna paralel uzanan vadi ve depresyonlar yer almaktadır. Dağların uzanış doğrultusu ve yükseltileri hava kirliliği artıran bir faktördür.

* Araştırma alanının güneyinde NW-SE yönünde sıradağ şeklinde uzanan Akdağ, yüksekliği yanında havzada hâkim olan NW rüzgâr yönüne dik olarak uzanmasıyla Denizli şehrinde hava kirliliğinin artmasına neden olmuştur.

*Ancak havzada hava kirliliği üzerinde asıl etkili olan kış mevsiminde hâkim olan S rüzgârıdır. Dağların yüksek kesimlerinden Denizli şehrine doğru esen hâkim S rüzgârı sıcaklık terselmesine neden olmaktadır. Bu yüksekteki hava kütlesi kapak gibi alttaki sıcak hava kütesini sararak dikey yönlü hava akımı oluşumuna engel olmaktadır. Bu durum şehre yakın alanlarda kirli havanın şehirden uzaklaşmasına engel olmaktadır.

*Araştırma alanında hava kirliliğinin artmasında sık sık meydana gelen sıcaklık terselmesi olayının etkisi büyüktür. Yapılan analiz sonuçlarına göre sıcaklık terselmesi arttığında havzada PM₁₀ ve SO₂ seviyesi de artmaktadır.

* Araştırma alanında ayrıca jeomorfolojik özellikler, yerleşim ve sanayi tesislerinin kuruluş yeri seçiminde etkili olmuştur. Havzanın kuzey ve güneyinde uzanan dağlar, havza tabanında kurulan ve zamanla büyüyen Denizli şehrinin güney ve kuzeye doğru genişlemesine izin vermemiştir. Bu nedenle yeni yerleşim yerleri batı doğu doğrultusunda verimli tarım alanları üzerinde, Çürüksu Çayı boyunca gelişmiştir. Bu durum topoğrafik olarak havza kenarında kurulan Denizli şehrinde, yanlış kuruluş yeri seçimi nedeniyle hava kirliliği sorununun artmasına neden olmuştur.

* Araştırma alanında DOSB'un da Honaz Ovası'nda, hâkim rüzgâr yönüne (NW) dik olarak kurulması nedeniyle, sanayi kuruluşlarından çıkan kirletici gazlar, ters yönde esen rüzgârla Honaz ilçe merkezine taşınmakta ve burada hava kirliliğinin meydana gelmesine neden olmaktadır.

* Araştırma alanında havzanın topografik yapısı şehrin kuzey ve güney yönlerde genişlemesine izin vermediği için şehir dikey yönde büyümek zorunda kalmıştır. Bu binalar düz alanların darlığı nedeniyle bitişik nizam ve yüksek katlı, sokaklar ise dar ve uzun bir şekilde yapılmıştır. Şehirdeki cadde ve sokaklar hâkim rüzgâr yönüne dik (N-S) olarak uzanmaktadır. Bu durum hava sirkülasyonuna engel olarak kirli havanın şehrin üzerinden uzaklaştırılamamasına neden olmuştur. Bunun yanında yüksek yapılaşma özellikleri rüzgâr hızının da azalmasına yol açmıştır. Bu faktörler Denizli şehrinde hava kirliliğinin artmasında etkili olmuştur.

* Araştırma alanında çok eğimli alanlar % 63, düz ve düze yakın alanlar % 22'lik bir paya sahiptir. Eğimin % 10'un altında olduğu yerler yapılaşma açısından en uygun alanlar olduğu için araştırma alanında yerleşim yerleri hafif eğimli ve düze yakın yerlerde yoğunlaşırken, çok dik yamaçlar da nüfus oldukça seyrek. Denizli şehrinde hava kirliliğinin en fazla hissedildiği bölge, şehrin depresyon tabanında eğimin az olduğu yerlerdir. Özellikle kış mevsiminde-yanma döneminde bu depresyon tabanında hava kirliliği ciddi boyutlara ulaşmaktadır. Ancak havzada hava kalitesi ölçüm yapan istasyon sayısının az olması nedeniyle eğim ile hava kirliliği arasındaki ilişki sağlıklı bir şekilde analiz edilememiştir.

* Araştırma alanında en fazla kuzey yönlü bakıya sahip alanların (% 45) olması, (Kuzey Yarımkürede) kuzeye bakan yamaçların daha az güneş enerjisi alması ve daha az ısınması nedeniyle ısınma ihtiyacının karşılanması için daha fazla yakıt tüketilmesine neden olmuştur. Söz konusu nedenlerden dolayı araştırma alanında bakı durumu hava kirliliğinin artmasına neden olan faktörlerden birisidir.

*Araştırma alanında meteorolojik özelliklerin hava kirliliğine etkisi tespit edilmiştir. Havzanın kış mevsiminde yüksek basıncın etkisinde kalması, düşük sıcaklık değerlerinin görülmesi, ısınma döneminin 191 gün sürmesi, nem oranının yüksek, rüzgâr hızının düşük olması hava kirliliğinin artmasına neden olmuştur. Araştırma alanında yıllık hâkim rüzgâr yönü NW olup, havzada orografik hattın ve yerleşmelerin hâkim rüzgâr yönüne dik olarak uzanması nedeniyle rüzgâr yönü de kirliliğin artmasına neden olmuştur.

Araştırma alanında meteorolojik unsurlar ile PM_{10} ve SO_2 arasındaki ilişkiyi ortaya koymak amacıyla yapılan analizler sonucunda; meteorolojik unsurlardan sıcaklıkla PM_{10} ve SO_2 arasında negatif yönlü anlamlı bir ilişkinin olduğu ancak sıcaklık ile SO_2 arasında çok yüksek bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

* Araştırma alanında rüzgâr hızı ile PM_{10} ve SO_2 arasında istatistiksel olarak anlamlı negatif ilişkinin olduğu görülmüştür.

* Araştırma alanında basınç ile PM_{10} arasında istatistiksel olarak anlamlı negatif bir ilişki tespit edilirken, SO_2 ile istatistiksel olarak anlamlı pozitif ilişkinin olduğu tespit edilmiştir.

* Araştırma alanında bulutluluk ile PM_{10} arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif bir ilişki, SO_2 ile anlamlı fakat negatif bir ilişki görülmüştür.

* Araştırma alanında günlük ortalama nem ile PM_{10} arasında herhangi bir ilişki tespit edilememesine rağmen SO_2 ile istatistiksel olarak anlamlı negatif ilişki tespit edilmiştir.

* Araştırma alanında, SO_2 üzerinde pozitif yönde en fazla WSW ve S yönlü rüzgârın etkili olduğu, bu rüzgârlar estiğinde SO_2 'nin de arttığı görülmüştür. PM_{10} ile WSW, SW ve W yönlü rüzgârlar arasında çok güçlü pozitif bir ilişki tespit edilmiştir. Bu rüzgârlar estiğinde PM_{10} seviyesi de yükselmektedir. NNW rüzgârı ile her iki kirletici arasında negatif bir ilişki olup NNW yönlü rüzgâr estiğinde PM_{10} ve SO_2 azalmaktadır. Araştırma alanında kirlilik konsantrasyonları ile rüzgâr yönü arasında anlamlı bir ilişki olduğu söylenebilir.

* Araştırma alanında yapılan analizler sonucunda, PM_{10} 'deki toplam varyansın % 47'si günlük ortalama sıcaklık, rüzgâr hızı, basınç ve bulutluluk faktörleri ile açıklanabilmektedir. Ancak geri kalan % 53'ü burada ele alınmayan başka faktörlere bağlıdır. Günlük ortalama sıcaklık, rüzgâr hızı, basınç ve nem faktörleri SO_2 'deki değişimin % 65'ini açıklamaktadır. Bu oldukça yüksek bir oran olup, geri kalan % 35 ise burada değerlendirilmeyen başka değişkenlere bağlı olarak gerçekleşmiştir.

*Araştırma alanında 2013-2016 yılları arasında PM_{10} ve SO_2 konsantrasyonlarının zamansal değişimi incelenmiş ve Türkiye genelinde olduğu gibi 2005'den 2013'e kadar PM_{10} ve SO_2 konsantrasyonlarının azaldığı, ancak 2014'den itibaren tekrar artmaya başladığı tespit edilmiştir. 2005-2013 döneminde araştırma alanının büyük kısmında doğalgazın tercih edilmesi hava kirletici konsantrasyonlarının azalmasını sağlamıştır.

*Araştırma alanında PM_{10} ve SO_2 'nin en yüksek seviyesine kış mevsiminde ulaştığı, yaz mevsiminde ise en düşük seviyede olduğu görülmüştür.

* Araştırma alanında 2016'da hava kirleticilerinin ölçüldüğü Bayramyeri İstasyonu'nda; AB sınır değeri aşan gün sayısı 322 gün, Merkezefendi İstasyonu'nda 218 gündür.

* Araştırma alanında PM_{10} ile çöl tozları arasındaki ilişkiyi görebilmek için korelasyon ve regresyon analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarında iki değişken arasında bir etki ilişkisinin olmadığı, birbirlerini etkilemedikleri, beraber ya da birbirlerinin aksi yönde hareket etmedikleri sonucuna ulaşılmıştır. Regresyon sonucuna göre de iki değişken arasında

istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Buna göre araştırma alanında PM_{10} 'nın kaynağını bu tozların oluşturmadığını söylemek doğru olacaktır.

*Araştırma alanında hava kirliliğinin mekânsal dağılımı incelendiğinde 2013 ile 2016 yılları arasında PM_{10} ve SO_2 'nin en yoğun olduğu mahallelerin havza tabanında, yüksekliğin az olduğu Bayramyeri, Saltak, Dokuzkavaklar gibi mahalleler olduğu görülmüştür. 2013'ten itibaren hava kirliliğinin yoğun olduğu mahallelerin giderek arttığı görülmüştür. Araştırma alanında PM_{10} ve SO_2 'nin yani hava kirliliğinin Merkezefendi ve Pamukkale belediyelerinde çok yüksek olduğu ve merkez ilçelerden uzaklaşıldıkça kirliliğin azaldığı görülmektedir. Merkezefendi ve Pamukkale belediyeleri nüfusun, sanayi, konut alanları, resmi kurum-kuruluşlar ve okul sayısının çok fazla ve trafiğin yoğun olduğu yerleşim yerleridir. Bu nedenle söz konusu bölgede hava kirliliği yoğun olarak hissedilmektedir. Havzada PM_{10} 'nun etkilediği alan SO_2 'ye göre daha geniştir.

* Bir diğer sonuç merkez ilçelerden sonra hava kirliliğinin en fazla Honaz'da etkili olmasıdır. Bunda Honaz'da bulunan Denizli Organize Sanayi Bölgesi başta olmak üzere yoğun mermer, traverten vb. taş işletmeciliği ve Honaz Salça Fabrikası'nın etkisi vardır. 2013 yılında SO_2 sadece merkez ilçelerde yoğun olarak yaşanırken sonraki yıllarda etki alanını genişlettiği görülmektedir.

*Araştırma alanında iki hava kalitesi ölçüm yapan istasyon değerlendirildiğinde; Merkezefendi İstasyonu'nun kirlilik değerleri, Bayramyeri İstasyonu'ndan daha düşüktür. Bunda Merkezefendi İstasyonu'nun şehir merkezinden uzakta olması, yeni yerleşim alanları içerisinde bulunması ve Bayramyeri İstasyonu'na göre daha yüksekte yer alması, bina ve taşıt yoğunluğunun az olması, açık alanların fazlalığı, yeşil alanların varlığı ve meteorolojik faktörler etkilidir. Ayrıca Bayramyeri İstasyonu sanayi, ticaret merkezlerine, işlek şehiriçi ve şehirlerarası karayoluna çok yakındır. Ayrıca Bayramyeri İstasyonu çevresinde hala fosil yakıt kullanımı yaygın iken Merkezefendi İstasyonu çevresinde doğalgaz kullanımı yaygındır. Bu faktörlere bağlı olarak Merkezefendi İstasyonu'nda hava kirliliği yok denecek kadar azdır. Bu iki istasyon sınır değerlerin aşıldığı gün sayısı bakımından da karşılaştırıldığında bahsedilen nedenlerden dolayı Bayramyeri İstasyonu ilk sırada yer almaktadır.

*Bu sonuçlar ışığında Çürüksu Çayı Havzası'nın topoğrafik ve meteorolojik özelliklerinin hava kirliliğinin artmasında önemli bir faktör olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

*Araştırma alanında hava kirliliğinin insan sağlığı üzerindeki etkisinin en önemli göstergesi olan solunum yolu hastalıklarının 2013-2016 yılları arasında zamansal değişimi ve mekânsal dağılımı çeşitli analizlerle ortaya konmuştur. Bu analiz sonuçlarına göre solunum

yolu şikâyetiyle PAÜH'e başvuran astım ve akut bronşit tanısı konulan hasta sayısı 2013'den 2016'ya gelindiğinde azalmıştır. KOAH sayısının ise her geçen gün arttığı tespit edilmiştir.

*Araştırma alanında astım, akut bronşit ve KOAH nedeniyle hastane başvurularının kış mevsiminde arttığı görülmüştür. Kış mevsiminde aynı dönemde PM_{10} ve SO_2 konsantrasyonları da artmaktadır.

*Araştırma alanında astım, akut bronşit ve KOAH ile hava kirleticilerinden PM_{10} ve SO_2 arasında ilişki analiz edilmiş (en küçük kareler yöntemi, regresyon), hasta sayıları bağımlı değişken, kirleticiler ise bağımsız değişken olarak ele alınmıştır. Buna göre istatistiksel olarak hava kirliliği ve hasta sayıları arasında anlamlı bir ilişki mevcuttur sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, kirlilik seviyesinde meydana gelen değişimler hasta sayısında meydana gelen değişimlerin % 2'sini açıklamaktadır ($R-SQUARED=0.020910$).

*Araştırma alanında toplam solunum yolu hastalıkları hasta sayısı ile hava kirliliği arasında bir nedensellik ilişkisi var mıdır?" diye incelendiğinde; havzada solunum yolu hastalıkları hasta sayısı ile kirlilik arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir. Hasta sayısı ile kirlilik arasında bir nedensellik ilişkisinin olup olmadığı granger-nedensellik analizi ile incelenmiştir. Bu analiz sonucunda kirlilik değişkeninden hasta sayısına doğru bir nedensellik olduğu yani kirliliğin hasta sayısındaki artışın nedeni olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

* Araştırma alanında PM_{10} ile hastalık değişim ilişkisi de incelenmiştir. Bunun için korelasyon matrisine bakılmış ve PM_{10} ile en yüksek ilişkinin % 8 ile KOAH olan hasta sayısı arasında iken ikinci en yüksek ilişki % 6.1 ile astım hasta sayısı değişkeni arasında olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Hasta sayıları PM_{10} değişkeni ile regrese edildiğinde astım hastalığı ve KOAH arasında % 1 seviyesinde anlamlı, akut bronşit hastalığının PM_{10} değişkeni ile istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkisinin olmadığı analiz sonuçlarından anlaşılmaktadır.

* Araştırma alanında değişkenler arasındaki ilişkiyi ortaya koyabilmek için doğrusal regresyon yöntemi uygulanmıştır. Burada toplam solunum yolu hasta sayısı, astım, akut bronşit ve KOAH hastalıkları bağımlı değişken, PM_{10} ve SO_2 -de bağımsız değişken olarak alınıp doğrusal regresyon tahmin sonuçları incelendiğinde ise, PM_{10} değerlerindeki bir birimlik artış toplam hasta sayısını 0,03 arttırmakta ve PAÜH'sine başvuran solunum yolu rahatsızlığı olan hasta sayısının % 0,3'ünü açıklamaktadır. PM_{10} değerlerindeki değişim ile akut bronşit hasta sayısında meydana gelen değişimler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir. PM_{10} değerlerindeki artış astım hastası sayısını ise 0,02 arttırmakta ve PAÜH'ne astım şikayeti ile başvuran hasta sayısının % 0,3'ünü açıklamaktadır. PM_{10} değerlerindeki artış KOAH ve diğer akciğer hastalık şikayetleri ile başvuran hasta sayısını

0,01 arttırmakta ve PAÜH'ne diğer akciğer rahatsızlıkları şikayeti ile başvuran hasta sayısının % 0,6'sını açıklamaktadır.

* Araştırma alanında hava kirliliği solunum yolu hastalıklarının nedenlerinden biridir. Uygulanan modelle ilişkinin olduğu ancak gücünün düşük olduğu görülmüştür.

* SO₂ ile solunum yolu hastalıkları arasındaki korelasyon matrisi incelendiğinde en yüksek ilişkinin % 25,2 ile akut bronşit hasta sayısı arasında iken ikinci en yüksek ilişki % 15,7 ile KOAH ve diğer akciğer hastalıkları şikayeti olan hasta sayısı arasında olduğu görülmüştür.

* Araştırma alanında meteorolojik unsurlardan basınç, sıcaklık, rüzgâr ve yağış ile solunum yolu hastalıkları arasındaki ilişki aslında, meteorolojik unsurlar ile PM₁₀ ve SO₂ arasındaki ilişkiye uygunluk göstermektedir. Çünkü meteorolojik unsurlar öncelikle hava kirleticilerini etkilemektedir. Bunun sonucunda meteorolojik unsurların solunum yolu hastalıklarını dolaylı olarak etkilediğini söylemek mümkündür.

* Araştırma alanında solunum yolu hastalıklarının tümü ile basınç arasında pozitif anlamlı bir ilişki, rüzgâr ve sıcaklık ile negatif ama anlamlı bir ilişki vardır. Bir diğer sonuç ise yağış ile havzadaki solunum yolu hastalıkları toplam hasta sayısı ile astım, akut bronşit ve KOAH arasındaki ilişkinin farklılık göstermesidir. Havzada yağış ile toplam hasta sayısı ve astım arasında negatif bir ilişki tespit edilmiş olup, yağış arttıkça hava temizlendiği için astım hastalıkları azalmaktadır. Buna karşılık havzada yağış ile akut bronşit ve KOAH-diğer akciğer hastalıkları arasında pozitif bir ilişki vardır. Yağış arttıkça/azaldıkça bu hastalıklar da artmakta/azalmaktadır.

*Araştırma alanında toplam solunum yolu hasta sayılarının en çok görüldüğü yükseklik basamağı 250-500 m'dir. Bunu 500-750 m yükseklik basamakları takip etmiş ve 1750 m'den sonra hasta sayısı tespit edilmemiştir. Bu yükseklik basamağı zaten yerleşim sınırının üzerindedir.

*Araştırma alanında 2013-2016 döneminde toplam solunum yolu hasta sayısı, astım, akut bronşit ve KOAH ile eğim grupları arasındaki ilişki incelenmiştir. Havzadaki toplam solunum yolu hastalıklarının en çok % 0-5 eğim grubunda toplandığı görülmüştür. Bunu % 5-10 eğim grubu izlemektedir. Yani havzada düz ve düze yakın alanlarda solunum yolu hasta sayıları fazladır. Bunda yerleşim yerlerinin düz ve düze yakın alanlarda yoğun olarak bulunması etkilidir. Havzanın eğim durumu ile solunum yolu hastalıkları arasında bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

* Araştırma alanında solunum yolu hasta sayılarının en fazla topografyanın kuzey (N) yönlü bölümlerinde toplandığı görülmektedir. Havzada solunum yolu hasta sayılarının kuzey

yönlerde daha fazla olması hem meteorolojik unsurların hem de topoğrafik özelliklerin bir sonucudur.

* Araştırma alanında yukarıdaki bulgular ışığında araştırma alanında topoğrafik özellikler, yükselti, eğim ve bakı ile solunum yolu hastalıkları arasında anlamlı bir ilişkinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

*Araştırma alanında solunum yolu şikâyeti nedeniyle hastane başvurularının mekânsal dağılımı yapılmıştır. Araştırma alanında 2013 yılında solunum yolu hastalıkları toplam hasta sayısının en fazla Pamukkale ve Merkezefendi belediyelerine ait mahallelerde olduğu görülmüştür. Bu mahalleler arasında Mehmetçik, İncilipınar, Zeytinköy, Kınıklı ve Yenişehir ilk sıralarda yer almaktadır. 2014 yılında da yine Pamukkale ve Merkezefendi Belediyelerine ait İncilipınar, Mehmetçik, Zeytinköy, Kınıklı mahallelerine ek olarak Fatih Mahallesi'nde tespit edilmiştir. 2013 yılından farkı ise Honaz (Gürleyik, Afşin, Kaklık, Karaçay mah.) başta olmak üzere, Bozkurt (İnceler Mah.) belediyelerine ait mahallelerde solunum yolu hastalıkları sayısında artış gözlenmiştir. 2015 yılında da yine Pamukkale ve Merkezefendi belediyeleri ilk sırada yer almaktadır. 2016 yılı incelendiğinde yine Merkezefendi ve Pamukkale belediyelerine ait aynı mahalleler ilk sıralarda yer almaktadır. 2016'nın diğer yıllardan farkı ise en kuzeyde bulunan Pamukkale Belediyesi'ne ait Gözler Mahallesi'nde hasta sayısının artış göstermesidir. Yine Honaz'a (Gürleyik, Kocabaş, Dereçiftlik, Hürriyet, Cumhuriyet) ait mahallelerde solunum yolu hasta sayısında artış gözlenmiştir.

* Ancak bu konuda hasta sayılarının, belediye ve/veya mahalle nüfuslarıyla doğru orantılı olabileceği ve buna bağlı olarak nüfusu fazla olan yerlerde hastalık sayısının da fazla olması beklenen bir sonuçtur. Ancak bu tip çalışmalarda sadece hasta sayısı göz önünde tutularak yapılan yorumlar doğruyu göstermeyebilir. Bunun için hastalık sayısının o mahallenin nüfusuna oranı alınarak haritalar yapılmıştır. Bunun sonucunda solunum yolu hasta sayısını mahallenin nüfusuna oranladığımızda, yani nüfus yoğunluğuna göre haritaları yaptığımızda farklı bir görüntü ortaya çıkmaktadır. Yoğunluğa göre ilk sırada Akköy ve Gölemezli mahalleleri ile Honaz Aydınlar Mahallesi görülmektedir. Yine Merkezefendi ve Pamukkale belediyelerine ait mahallelerde artış gözlenmektedir. Bunların yanında Babadağ ve Sarayköy belediyelerine ait mahallelerde de artış söz konusudur. Kınıklı Mehmetçik, Zeytinköy, Barbaros, Şemikler, Sümer, incilipınar, Karakurt, Asmalıevler, Yunusemre, Gökpınar, Kale, Tekke yoğunluk bakımından önde gelen mahallelerdir. 2014 yılında farklı olarak Çal Karapınar Mahallesi'nde hasta sayısı artmıştır. 2015 yılında ise Honaz-Dereçiftlik, Kınıklı, Siteler, Yunusemre, Cumhuriyet, Barbaros mahalleleri ile 2016'da Babadağ

Demirli'deki artış dikkati çekmektedir. Pamukkale-Karakurt Mahallesi ilk sıralarda yer almaktadır. Bozkurt'un çok büyük kısmında hasta sayısı yükselmiştir. Serinhisar (Kocapınar), Tavas-(Pınarlık) da diğer yıllardan farklı olarak artış görülmektedir (Harita 20). Özetle merkezden uzaklaştıkça solunum yolu hasta sayısının azaldığı görülmektedir. Yine hasta sayısının en fazla merkez ilçeler ile Honaz ve Sarayköy gibi sanayinin etkili olduğu yerlerde, topoğrafik ve meteorolojik özelliklerin de bu dağılımda etkili olduğu görülmektedir.

*Araştırma alanında solunum yolu hastalıklarının mekânsal analizini yapmak için ilk olarak mekânsal kümeleme incelenmiştir. Solunum yolu şikâyetiyle hastaneye başvuranların araştırma alanında kümelenme oluşturup oluşturmadığı, alansal desenin bilinmesi, alansal dağılışı etkileyen faktörlerin ortaya konması açısından önemlidir. Bunun için uygulanan Moran I Testine göre $I > 0$ olduğu için 2013, 2014, 2015 ve 2016 yani tüm yıllarda pozitif mekânsal otokorelasyon görülmektedir. Mahalleler arasında hasta sayıları açısından mekânsal bağımlılık olduğu söylenebilir. Mekansal oto-korelasyon analizleri sonucunda 2013-2016 döneminde Denizli Çürüksu Çayı Havzası'nda solunum yolu hastalıkları nedeniyle hastaneye başvuranların mahallelere göre dağılımı istatistiki olarak anlamlıdır. Mahalleler arasında hastalar kümelenme göstermektedir. Bu dönem içerisinde mahalleler arasında pozitif mekânsal oto korelasyonun olduğu görülmektedir.

*Araştırma alanında Moran's I Saçılım Grafiği'ne göre 2013 yılı solunum yolu hastalıkları vakalarındaki mekânsal dağılımında kümelenmenin, benzer olmaya eğilimli ve mahalleler arasında hasta sayıları açısından mekânsal bağımlılık olduğu söylenebilir.

* Araştırma alanında Global Geary C Yöntemi'ne göre sonuçlar da mekânsal otokorelasyonun (ya da bağımlılığın) varlığını göstermektedir. Mahalleler arasında hasta sayıları açısından mekânsal bağımlılık olduğu söylenebilir. Negatif z değeri, pozitif mekânsal oto-korelasyonun bir göstergesidir. C istatistiğinin 1 den küçük olması da pozitif mekânsal oto-korelasyonun bir göstergesidir.

* Araştırma alanında 2013, 2015 ve 2016 yıllarında mahalleler arasında toplam solunum yolu hasta sayıları açısından mekânsal bir bağımlılık ve pozitif mekansal oto-korelasyonun olduğu görülmektedir. Dağınık bir desen değildir, bir kümelenme söz konusudur. Araştırma alanında mekânsal kümelenme özellikle yoğun yerleşmelerin olduğu, konut ve iş yerleri ile sanayinin fazla olduğu yerlerde görülmektedir. Yine önemli yol ve kavşak yerlerinde bu kümelenme görülmektedir. Bu durum hava kirliliğinin havzadaki dağılımına uygunluk göstermektedir.

Bu analizler her yıl için astım, akut bronşit ve KOAH hastalıkları için ayrı ayrı yapılmıştır. Her hastalık için pozitif mekânsal otokorelasyon ortaya çıkmıştır. Kümelenme vardır, rastgele düzensiz bir dağılım söz konusu değildir.

*Araştırma alanında ayrıca havzadaki hava kirliliğinin dağılımı ile solunum yolu hasta sayıları karşılaştırıldığında; Çürüksu Çayı Havzası'nda solunum yolu hastalıklarıyla ilgili yapılan istatistiksel analizler sonucunda ortaya çıkan dağılım ile ArcGIS yazılımında yapılan jeo-istatistiksel analizler de benzerlik göstermektedir. Merkezefendi ve Pamukkale belediyeleri solunum yolu hasta sayılarının en fazla ve en yoğun olduğu yerdir. Merkezden uzaklaştıkça, nüfus ve hasta sayılarının azaldığı görülmektedir. Honaz'da diğer belediyelere göre hasta sayıları bakımından bir artış olduğu gözlenmektedir. Bunu da Honaz'da bulunan Organize Sanayi Bölgesi'yle açıklamak mümkündür. Sarayköy'de de hasta sayısının fazla olduğu görülmektedir. Bunda Sarayköy'de bulunan tekstil fabrikasının yanında, İzmir-Denizli-Muğla Karayolu'nun ilçe merkezinden geçmesi de etkilidir.

*Araştırma alanında hava kirliliği çevre bilinci açısından ele alınmış, bunun için hava kirliliğinden en fazla etkilenmeleri nedeniyle solunum yolu hastalarının görüşlerine yer verilmiş ve ilgili analizleri yapılmıştır. Bu analizler sonucunda; araştırma alanında hastaların % 62'si kış aylarında hastalıklarının arttığını ve % 46'sı hastalıklarının nedeni olarak ilk sırada hava kirliliğini gördüklerini belirtmişlerdir. Hastaların % 85'i fosil yakıtlardan çıkan zehirli gazların solunumlarını zorlaştırdıklarını, nefes alamadıklarını ve öksürüklerinin arttığını bildirmişlerdir. Hastaların % 57'si yaşadıkları yerde hava kirliliğinin arttığını düşünmektedir. Hava kirliliğinin nedeni olarak ilk sırada (% 76) insanların ekonomik faaliyetleri yer almaktadır. Bunda fosil yakıtlar özellikle kömür kullanımı % 26 ile birinci sıradadır. Hava kirliliğinin çözümünde vatandaşa düşen görevlerin başında doğalgaza geçmek vardır (% 20). Görüşler arasında az da olsa duyarlı ve bilinçli olmak da bulunmaktadır. Hastalar yöneticilerinden; görevlerini düzgün yapmaları, denetim ve tedbirlerin arttırılmasını ve Denizli halkına eğitim verilmesini beklemektedir. Bu görüşler araştırma alanında yaşayan solunum yolu tanısı konmuş hastaların çevre sorunlarının nedenleri ve çözüm önerileri hakkında fikirlerinin olduğunu göstermektedir. Ayrıca görüşler çevre sorunlarının çözümünün çevre bilinci ve çevre eğitimiyle sağlanabileceği tezini destekler niteliktedir.

Öneriler

Bu araştırma sonucundaki öneriler aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

*Yeni imara açılacak bölgelerde binaların konumu ve yüksekliği hâkim rüzgâr yönü dikkate alınarak (kabaca E-W yönlü olarak) planlanmalıdır.

*Yeni imara açılacak bölgelerde binaların arasına hava sirkülasyonunu sağlayacak düzenli hava koridorları oluşturulmalıdır. Mevcut yerleşim yerlerinde ise günümüzde artan kentsel dönüşüm çalışmaları bir fırsat olup hava koridorları (ortak kullanım alanları/parklar/yeşil kuşak vb.) rahatlıkla açılabilir. Kentsel dönüşümde havzanın fiziki coğrafya özellikleri dikkate alınmalıdır.

*Şehir merkezinde yol güzergâhları da hâkim rüzgâr yönü (NW) dikkate alınarak yeniden düzenlenmelidir.

*Topoğrafik açıdan hava kirliliğinin artmasına neden olacak yerlerin imara açılmasına izin verilmemelidir.

*Araştırma alanında hava kirliliği üzerinde etkisi büyük olan sıcaklık terselmesi olayının şiddeti ve süresi önceden tahmin edebilmek, halkın bu günlerde yakma işlemini yapmaması sağlanmalıdır. Yine tehlikeli günlerde havza halkının (özellikle özel grupların) dışarı çıkma konusunda uyarılacağı sistemler/hava kalitesi modelleri yapılmalıdır.

*Havzanın topoğrafik ve meteorolojik özellikleri göz önünde tutularak, bölgenin özelliğine göre yakma saatleri belirlenmelidir. Mahalleler arasında kalorifer ve sobaların yakma saatleri farklılık göstermelidir.

*Araştırma alanında hava kalitesi ölçüm yapan istasyon sayısı artırılmalı ve konumları belirlenirken havzanın fiziki coğrafya özellikleri dikkate alınmalıdır.

*Araştırma alanında PM₁₀ ve SO₂ dışında diğer önemli kirleticiler de ölçülmelidir.

*Araştırma alanında ısınma ve enerji ihtiyacı, başta jeotermal enerji olmak üzere yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanmalıdır.

*Denizli şehri için yetkililer tarafından temiz hava eylem planları hazırlanmalıdır.

*Havza halkı hava kirliliğinin nedenleri, etkileri ve çözümü konusunda yetkililer tarafından eğitilmeli, hava kirliliği sorununun her türlü çözüm aşamasında sürece dâhil edilmelidir.

*Araştırma alanında hava kirliliğinin çözümü için farklı disiplinler bir araya gelerek çevre komisyonları oluşturmalıdır.

*Çürüksu Çayı Havzası'nın potansiyeline uygun kullanılabilmesi ve yanlış arazi kullanımlarının önlenmesi için Çürüksu Çayı Havzası Yönetim Merkezi oluşturulmalıdır.

*Araştırma alanında yapılan değerlendirmelerin sonucunda gerekli önlemler alınmadığı takdirde gelecekte çok daha ciddi sorunlar meydana gelebileceği görülmektedir.

KAYNAKÇA

- Akay, M. E. (2003). *Kırıkkale’de Hava Kirliliğinin Meteorolojik Parametrelerle İlişkisinin Araştırılması*, Yanma ve Hava Kirliliği Kontrolü VI. Ulusal Sempozyumu. İzmir.
- Akçakaya, A., Sümer, M. U., Demircan, M., Demir, Ö., Atay, H., Eskioğlu, O., Hüdaverdi G., Yazıcı, B., Kocatürk, A., Şensoy, S., Bölük, E., Arabacı, H., Açar, Y., Ekici, M., Yağan, S., ve Çukurçayır, F. (2015). *Yeni Senaryolar ile Türkiye İklim Projeksiyonları ve İklim Değişikliği*. T.C. Orman Su İşleri Bakanlığı Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimatoloji Şube Müdürlüğü, Ankara: Meteoroloji Genel Müdürlüğü Matbaası.
- Akarsu, İ. (1969). *Ege Bölgesinin (Babadağ ve Civarı) Jeolojisi*. TJK Bülteni Cilt XII, Sayı 1-2, S. 1-10.
- Akgün, Ö. F. (2000). *Aydın ve Denizli’de Nüfus Hareketleri* (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Akyol, İ. H. (2014). Türkiye’de Basınç, Rüzgarlar ve Yağış Rejimi. *Türk Coğrafya Dergisi*; Sayı 5-6 (1944).
- Akyüz, E. (2015). Çevre Sorunları ve İnsan Hakları İlişkisi. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 3(15), 427-436.
- Alagöz, B. (2007). *Çevre Sorunları, Teknoloji ve Değişen Öncelikler*. 38. ICANAS 10, s.43-52. Ankara.
- Alçıçek, H. 2007. *Denizli Havzası (Sarayköy-Buldan Bölgesi, Gb Türkiye) Neojen Çökellerinin Sedimentolojik İncelemesi*. (Doktora Tezi), Ankara Üniversitesi.
- Alçıçek, H., Varol, B. ve Özkul, M. 2007. *Sedimentary Facies, Depositional Environments and Palaeogeographic Evolution Of The Neogene Denizli Basin Of SW Anatolia, Turkey*. *Sedimentary Geology*, 202, 596-637.
- Aliağaoğlu, A. ve Uğur, A. (2010). *Şehir Coğrafyası*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Alkaya, B. ve Yıldırım, M. A. (2000). Taşıt Kaynaklı Kirleticilerin Azaltılma Yöntemleri. *Çev-Kor Ekoloji Çevre Dergisi*, 9(34), 15-20.
- Alptekin, M. (1989). *Denizli İli’nin Düşünce ve Kültür Hayatı*. Türk Kültür Tarihinde Denizli Sempozyumu Bildirileri, Denizli: Bilal Ofset Matbaası.
- Altıkat, A., Torun, E. F. ve Bayram, T.T. (2011). Küresel Kirlilik: Dünya, Avrupa Birliği ve Türkiye’de Hava Kirliliği Örneği. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 27(2), 134-149.
- Ardel, A., Kurter, A., ve Dönmez, Y. (1969). Klimatoloji Tatbikatı, İstanbul Üniversitesi Yayınları, 1123. *Edebiyat Fakültesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları*, 40.
- Ardos, M., ve Pekcan, N. (1997). *Jeomorfoloji Sözlüğü (Kısmen Diğer Yerbilimleri)* (Genişletilmiş 2. Baskı). İstanbul: Çantay Yayınları.

- Ardos, M. (1995). *Türkiye Ovalarının Jeomorfolojisi*. İstanbul: Çantay Kitabevi,
- Ardos, M. (1985). *Türkiye Ovalarının Jeomorfolojisi II*. İstanbul Üniv. Yay. No: 332. Edebiyat Fak. Yay, (3215).
- Arkant, C. (2017). *Edirne Merkez İlçe ve Keşan'da 2015-2016 Döneminde Hava Kirliliğinin Doğum Sonuçlarına Etkileri* (Uzmanlık Tezi). Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı, Edirne.
- Arı, A. ve Zeren, F. (2011). CO₂ Emisyonu ve Ekonomik Büyüme: Panel Veri Analizi. *Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Yönetim ve Ekonomi Dergisi*,
- Arpat, E. ve Bingöl, E. (1969). *Ege Bölgesi Graben Sisteminin Gelişimi Üzerine Düşünceler*. *MTA Dergisi*, 73, 1-8.
- Atalay, İ. (1987). *Türkiye Jeomorfolojisine Giriş*, Ege Üniv. Fak. Yay, (9).
- Atalay, İ. (1994). *Türkiye Vegetasyon Coğrafyası*. İ. Atalay.
- Atalay, İ. (2002). *Türkiye'nin Ekolojik Bölgeleri*. Orman Bakanlığı Yayınları. ISBN 975–8273–4–8, İzmir.
- Atalay, İ. (2006). *Toprak Oluşumu, Sınıflandırılması ve Coğrafyası*. Çevre ve Orman Bakanlığı.
- Atalay, İ. (2010). *Uygulamalı Klimatoloji*. Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, Bornova, İzmir.
- Atalay, İ. (2013). *Uygulamalı Klimatoloji* (2. Baskı). İzmir: Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri.
- Atalay, I. ve Mortan, K. (1997). *Türkiye Bölgesel Coğrafyası*. Inkılâp Kitabevi, İstanbul.
- Atayeter, Y. (2005). Burdur Şehrinde Hava Kirliliği Üzerine Bir Değerlendirme. I. Burdur Sempozyumu (16-19 Kasım 2005) Bildiriler Kitabı, 1, 635-644.
- Atlı A. (2002). *Hava Kirliliği Dağılımının Belirlenmesi* (Yüksek Lisan Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana
- Aydın, Ö. (2006), Havadaki SO₂ ve PM₁₀ Konsantrasyonunun İstatistiksel Yöntemlerle Modellenmesi; Zonguldak Örneği. *Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 2-44.
- Aydın M. E, Durduran S. S, Özcan S, Bedük F. (2007) Konya'da Hava Kalitesi Değişiminin Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ile Değerlendirilmesi, 7. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, Yaşam Çevre Teknoloji, 831–838, 24–27 Ekim 2007, İzmir.
- Aydoğdu, İ. B. (2014). Yerel ve Bölgesel Düzeyde Çevre Kirliliği Sorunları: Elazığ İli Örneği. *Fırat Üniversitesi Harput Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 133-148.
- Ayres, J. G., Forsberg, B., Annesi-Maesano, I., Dey, R., Ebi, K. L., Helms, P. J., ... & Windt, M. (2009). İklim Değişikliği ve Solunum Hastalıkları: *Avrupa Solunum Derneği Durum Değerlendirmesi*. *Eur Respir J*, 34, 295-302.
- Ayvaz, Z. (1996). Türkiye'de Ulaşım Mühendisliğine İhtiyaç, *Ekoloji Çevre Dergisi*, Sayı:20.

- Balık, H. ve Yüksel, Ü. D. (2014). Planlama Sürecine İklim Verilerinin Entegrasyonu. *Türk Bilimsel Derleme Dergisi*, 7(2), 01-06.
- Başaran, İ. (2007). Sağlıklı Kentler Kavramının Gelişiminde Sağlıklı Kentler Projesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(3), 207-229.
- Başer, S. (2008). Hava Kirliliğinin Tarihsel Gelişimi. *Türkiye Klinikleri Pulmonary Medicine-Special Topics*, 1(2), 1-4.
- Bayar, S., Bayraktar, H. ve Alparslan, H. T. (2017, Kasım). *Hava Kirlleticilerinin Rüzgâr Hızı ile Korelasyonu: Erzurum Örneği*. VII. Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu Hava Kirlenmesi Araştırmaları ve Denetimi Türk Milli Komitesi Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, Antalya.
- Baykan, N., Haldenbilen, S. ve Murat, Y. Ş. (1998). *Denizli İlinin Kentiçi Ulaşım Sorunları ve Çözüm Önerileri*. 4. Ulaştırma Kongresi, Denizli.
- Baykara, T. (1969). *Denizli Tarihi*. İstanbul: Fakülteler Matbaası.
- Baykara, T. (1989). *Denizli Hakkında Tarihi ve Kültürel Temel Bilgiler*. Türk Kültür Tarihinde Denizli Sempozyumu Bildiriler, Denizli, 9-15.
- Bayram, H. (2005). Türkiye’de Hava Kirliliği Sorunu: Nedenleri, Alınan Önlemler ve Mevcut Durum. *Toraks Dergisi*, 6(2), 159-165.
- Bayram, H. ve Dikensoy, Ö. (2006). Hava Kirliliği ve Solunum Sağlığına Etkileri. *Tüberküloz ve Toraks Dergisi*, 54(1), 80-89.
- Berktaş, B. M., ve Bircan, A. (2003). Effects Of Atmospheric Sulphur Dioxide And Particulate Matter Concentrations On Emergency Room Admissions Due To Asthma In Ankara. *Tüberk Toraks*, 51(3), 231-238.
- Beyazıt, N., Bali, U., S (1996). *Sivas’ta Hava Kirliliğinin Meteorolojik Parametrelerle İlişkisinin Araştırılması*, I. Uludağ Çevre Mühendisliği Sempozyumu, 551-559, 24-26 Haziran, Bursa.
- Bingöl, E. (1976). Batı Anadolu’nun Jeotektonik Evrimi. *MTA Dergisi*, 86, 14-43.
- Biricik, Ali Selçuk. (2009). *Fiziki Coğrafya-Jeomorfoloji ile Hidrolojinin Temel Prensipleri ve Araştırma Yöntemleri I*. İstanbul: Gonca Yayınevi.
- Bozyiğit, R. (1996-1997). “Konya’da Hava Kirliliği”, *Marmara Coğrafya Dergisi*, Sayı: 1, S. 335-346.
- Bulut Y. ve Karaca, Z. (2016) Hatay’da (Antakya) Kent ve Çevre Sorunlarının Nasıl Algılandığına İlişkin Bir İnceleme. *Kent Kültürü ve Yönetimi Hakemli Elektronik Dergi*, Cilt:9 Sayı: 1, 1-8
- Cavkaytar, Ö., Soyer, Ö. U. ve Şekerel, B. E. (2013). Türkiye’de Hava Kirliliğinden Kaynaklanan Sağlık Sorunları. *Hava Kirliliği Araştırmaları Dergisi*, 2, 105-111.

- 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.
- Costa, S., Ferreira, J., Silveira, C., Costa, C., Lopes, D., Relvas, H., ... ve Paulo Teixeira, J. (2014). Integrating Health On Air Quality Assessment—Review Report On Health Risks Of Two Major European Outdoor Air Pollutants: Pm And No2. *Journal Of Toxicology And Environmental Health, Part B*, 17(6), 307-340.
- Coşkun, T. (2007). *Cumhuriyet Dönemi Denizli'nin İdari Tarihi 1923-1973*. (Yüksek Lisans Tezi), Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Denizli.
- Coşkun A. (2008). *Şehir Atmosferinde Taşıt Emisyonlarından Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Coşkun, T. (2007). *Cumhuriyet Dönemi Denizli'nin İdari Tarihi 1923-1973* (Yüksek Lisans Tezi). Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Çakır Sümer, G. (2014). “Hava Kirliliği Kontrolü: Türkiye’de Hava Kirliliğini Önlemeye Yönelik Yasal Düzenlemelerin ve Örgütlenmelerin İncelenmesi”, *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, Sayı:13, S.37-56
- Çakıroğlu, M. (1996). *Motorlu Taşıt Trafiklerinde Egzoz Emisyonları*. I. Ulusal Ulaşım Sempozyumu, İstanbul.
- Çapraz, Ö., Deniz, A., ve Doğan, N. (2017). Effects Of Air Pollution On Respiratory Hospital Admissions In İstanbul, Turkey, 2013 To 2015. *Chemosphere*, 181, 544-550.
- Çevre ve Orman Bakanlığı Çevresel Etki Değerlendirmesi ve Planlama Genel Müdürlüğü Çevre Envanteri Dairesi Başkanlığı (2008). Türkiye Çevre Sorunları ve Öncelikleri Envanteri Değerlendirme Raporu (2005-2006). Ankara.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Müdürlüğü (2014). *Çevresel Göstergeler*. Ankara. ISBN 978-605-5294-89-2
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Müdürlüğü (2018). *Çevresel Göstergeler (2016)*. Ankara. ISBN 978-605-5294-45-8
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Müdürlüğü (2014). *Ege Bölgesi Öncelikli Çevre Sorunları*. Ankara.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Denizli Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü (2015). *Denizli İli Temiz Hava Eylem Planı Thep (2015-2019)*.
- Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü (2018). Denizli İli 2017 Yılı Çevre Durum Raporu. Denizli
- Çelik, M. A. ve Gülersoy, A. E. (2016), Kaos Ortamında (Çağında) Mekan-İnsan Etkileşimine Bütüncül Bir Bakış: *Ekolojik Toplum Paradigması. Flsf (Felsefe ve Sosyal Bilimler Dergisi)*, 22, 163-183.
- Çelik A., Semiz G., Çiçek M., (2002). *Honaz Dağı'nın Genel Vegetasyonu*. Türkiye Dağları 1. Ulusal Sempozyumu Bildirileri, S 590-595, Ilgaz

- Çiçek, İ. Türkoğlu N. ve Gürgeç G. (2004). *Ankarada Hava Kirliliğinin İstatistiksel Analizi, Fırat Üniversitesinde Sosyal Bilimler Dergisi*, 14(2), 1-18.
- Çiçek, İ. Türkoğlu N, Özdemir G. (2008). “Türkiye Genelinde Kükürt Dioksit ve Partikül Madde Kirlilik Dağılımlarının Analizi”. (Yüksek Lisans Tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Çiçek, M. (2001). “Çökelez Dağı’nın (Denizli) Florası”, (Yüksek Lisans Tezi), Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Denizli, 69.
- Çiçek, İ. (2001). Türkiye’de Mevsimlere Göre Yağış Şiddetleri ve Sıklıkları. *Ankara Üniversitesi Türkiye Coğ. Arş. ve Uyg. Mer. Der. sayı:8*, s.1-27, Ankara.
- Çiçek, İ. (2001a). Türkiye’de Günlük Yağış Şiddetleri ve Frekansları. *Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, 8, 27-48.
- Çiçek, İ. (1995). Türkiye’de Kurak Dönemin Yayılışı ve Süresi (Thomthwaite Metoduna Göre). *Türkiye Coğrafyası Ar. Ve Uy. Mer. Der*, 4, 77-102.
- Çiftçi, Ç. Dursun S., Levend S. ve Konut, F. (2013). Topografik Yapı, İklim Şartları ve Kentleşmenin Konyada Hava Kirliliğine Etkisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 1(1), 19-24.
- Çimen, M. ve Öztürk, S. (2010). Küresel Isınma, İklim Değişikliğinin Solunum Sistemi Üzerine Etkisi ve Büyükşehir Bronşiti. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Tıp Dergisi*, 24(2), 141-146.
- Çolakoglu, E. (2010). Haklar Söyleminde Çevre Eğitiminin Yeri ve Türkiye’de Çevre Eğitiminin Anayasal Dayanakları. *TBB Dergisi*, 88, 151-171.
- Çubukçu K.M. (2015). *Planlamada ve Coğrafyada Temel İstatistik ve Mekânsal İstatistik*. Nobel Akademik Yayıncılık 1. Basım. Ankara
- Çukur, H. (1998). *Ege Bölümü’nün Ekosistemleri*, (Doktora Tezi), D.E.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Çukur, H. Gündüzoğlu, G. ve Aşkın, Y. (2006, Eylül). *İzmir-Buca’da Morfo-Klimatik Özelliklerin Sıcaklık Terselmesi ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkilerinin CBS İle Sorgulanması*. 4. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri, Fatih Üniversitesi, İstanbul.
- Çukurluoğlu, S. ve Besim, T. (2015). Denizli Organize Sanayi Bölgesi Yakıt Kaynaklı Emisyon Envanteri. *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences*, 21(6), 248-253, Denizli.
- Daloğlu G., Özkurt S., Fişekçi Evyapan F., Kıter G., Zencir M., ve Başer S., (2006). Denizli İl Merkezindeki 20-49 Yaş Grubu Erişkinlerde Astım Semptom Prevalansı ve Etkileyen Risk Faktörleri. *Toraks Dergisi* 2006;7(3):151-5.
- Darkot, B. ve Tuncel, M. (1995). *Ege Bölgesi Coğrafyası*. Edebiyat Fakültesi Matbaası.
- Daylan, E. ve İncecik, S. (2002). İstanbul’da Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Hava Kalitesinin İncelenmesi. *İstanbul Teknik Üniversitesi Dergisi*, 1(2), 51-62.

- Dede, Y. ve Demir, S. B. (2015). Karma Yöntem Araştırmaları Tasarımı ve Yürütülmesi. Anı Yayıncılık, 76-110.
- Dedeoğlu Z. Altuğ H. ve Döğeroğlu T. (2015). *Eskişehir'de Temiz Hava Planlarının Hazırlanma Sürecinde Uygulanan Toplum Algısı Anket Sonuçlarının Değerlendirilmesi*. 6. Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu. 7-9 Ekim 2015, İzmir
- Demir, A. Tuna, G. ve Elbir, T. (2014). İzmir- Kadifekale Bölgesinde Kentsel Dönüşüm Öncesi ve Sonrası Hava Kalitesinin Belirlenmesi. *Hava Kirliliği Araştırmaları Dergisi*, 3, 68-75.
- Demiralay, M. ve Çamurcu, A. Y. (2005). Cure, Agnes ve K-Means Algoritmalarındaki Kümeleme Yeteneklerinin Karşılaştırılması. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 8: 1-18
- Demirarslan K.O. (2016, Şubat). *Kış Kentlerinde Isınma Kaynaklı Partikül Maddenin Hava Kalitesi Üzerine Etkisi ve Doğu Anadolu Bölgesi Ağrı, Ardahan, Erzurum Ve Kars İlleri Örneği*. Uluslararası Kış Kentleri Sempozyumu, Atatürk Üniversitesi, Erzurum
- Demirarslan, K.O. (2015, Ekim), *Air Quality Standards In Relating Environmental Problems With Standards; Examples In Turkey And In The World*. 12th International Conference On Standardization, Pyrotypes and Quality, Kocaeli.
- Demiraslan, O. Çetin, Ş. ve Ayberk S. (2008). *Hava Kirliliği Belirlemelerinde Modelleme Yaklaşımı ve Modelleme Aşamasında Karşılaşılabilecek Sorunlar*. Çevre Sorunları Sempozyumu, Eskişehir.
- Demirci, E. ve Cuhadaroğlu, B. (2000). Statistical Analysis Of Wind Circulation And Air Pollution In Urban Trabzon. *Energy And Buildings*, 31(1), 49-53.
- Deniş, H. ve Genç, H. (2007). Çevre Bilimi Dersi Alan ve Almayan Sınıf Öğretmenliği Öğrencilerinin Çevreye İlişkin Tutumları ve Çevre Bilimi Dersindeki Başarılarının Karşılaştırılması. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(2), 20-26.
- Doğan, F. (2009). *Motorlu Taşıtlardan Kaynaklanan Hava Kirliliği*. Eskişehir: Çevre ve Orman Bakanlığı.
- Doğan, F. ve Kitapçıoğlu, G. (2007). İzmir İlinde Hava Kirliliğinin Yıllar İtibariyle Karşılaştırılması. *Ege Tıp Dergisi*, 46(3), 129-133.
- Doğanay, H. (1997). *Türkiye Beşeri Coğrafyası*. İstanbul: Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- Dönmez, Y. (1984). *Umumi Klimatoloji ve İklim Çalışmaları İTÜ Yayın No: 2506*. Coğrafya Enstitüsü Yayın, (102).
- Duman, C. (2017). *Bursa Kenti'nin Hava Kalitesini Etkileyen Coğrafi Faktörler ve Kirleticilerin Zaman İçerisindeki Değişimi*. (Yüksek Lisans Tezi). Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. İstanbul.
- Durduran, S. S. ve Durduran, Y. (2009). Coğrafi Bilgi Sistemi Yardımıyla Kalp ve Solunum Yolu Hastalarının Mekânsal Dağılımının Belirlenmesi: Konya Örneği. *S.Ü. Müh. - Mim. Fak. Dergisi*, 24(3), 19-28.

- Dündar C., Işık G. A., Oğuz K. ve Güllü G. (2017). *Spatial And Temporal Analysis Of Sand And Dust Storms Between The Years 2003 and 2016 In The Middle East*. 5th International Workshop On SDS, 23-25 Oct. 2017, S. 88-98. İstanbul.
- Ecer, A., Sarıkaya, B., Tepe, A. M. ve Doğan, G. (2017, Kasım). *Mardin Hava Kirliliğinin Değerlendirilmesi*. VII. Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu Hava Kirlenmesi Araştırmaları ve Denetimi Türk Milli Komitesi Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, Antalya.
- Elbir, T., Bayram, A., Kara, M., Altıok, H., Seyfioğlu, R., Ergün, P. Ve Şimişir, S. (2009, Aralık), *İzmir Kent Merkezinde Karayolu Trafikinden Kaynaklanan Hava Kirliliğinin İncelenmesi*. İzmir Ulaşım Sempozyumu, İzmir.
- Elbir, T., Müezzinoğlu, A., Bayram, A., Seyfioğlu, R. Ve Demircioğlu, H. (2001). Ege Bölgesi Hava Kirliletiçi Emisyon Envanteri. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 3(2), 21-27.
- Elibüyük, M. Ve Yılmaz, E. (2010). *Türkiye'nin Coğrafi Bölge ve Bölümlerine Göre Yükselti Basamakları ve Eğim Grupları (Altitude Steps And Slope Groups Of Turkey In Comparison With Geographical Regions And Sub-Regions)*. Coğrafi Bilimler Dergisi/Turkish Journal Of Geographical Sciences, 8(1), 27-55.
- Elkoca, E. (2003). Hava Kirliliği ve Bitkiler Üzerindeki Etkileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34(4), 367-374.
- Emiroğlu, M. (1967). Ankara Şehrinde Hava Kirlenmesini Arttıran Doğal Faktörler. *Türk Coğrafya Dergisi*, (24-25), 172-193.
- Enerji ve Tabii Kaynakalar Bakanlığı, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (2018). 2000-2016 *Türkiye Enerji Verimliliği Gelişim Raporu*.
- Erarı, F. (1999). *Göç ve Kentleşme Sürecinde Denizli*. Denizli'de Sanayileşme ve Kentleşme Sempozyumu (15-17 Ekim 1999), 307-314.
- Erbaşlar, T., ve Taşdemir, Y. (2007). Kentsel Bir Atmosferdeki Bazı Hava Kirliletiçilerin Meteorolojik Parametrelerle İlişkilendirilmesi. *Uludağ Üniversitesi, Müh.-Mim. Fakültesi Dergisi*, 12(2), 1-8.
- Ercan, T. (1983). Denizli Volkanitlerinin Petrolojisi ve Plaka Tektoniği Açısından Bölgesel Yorumu. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, C.26, S.156-160. Ağustos.
- Erden, C. ve Koyuncu, F. T. (2014). Kalkınma ve Çevresel Sağlık Riskleri: Türkiye İçin Ekonometrik Bir Analiz. *Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(2), 9-23.
- Erinç, S. (1962). *Klimatoloji ve Metodlari*. Baha Matbaası.
- Erinç, S. (1955). Honaz Dağında Periglasyal Şekiller (Güney-Batı Toroslar). *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi*, 2, 185-187.
- Erinç, S. (1984). *Klimatoloji ve Metotlari*. (3. Baskı) İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Yayınları.
- Erkan, R. (2002). *Kentleşme ve Sosyal Değişme*. Bilimadamı Yayınları.

- Erol, O. (1999). *Genel Klimatoloji* (Genişletilmiş 5. Baskı). İstanbul, Çantay Kitabevi.
- Erten, S. (2004) “Çevre Eğitimi ve Çevre Bilinci Nedir, Çevre Eğitimi Nasıl Olmalıdır?”, *Çevre ve İnsan Dergisi*, Sayı 65/66, Ankara
- Ertürk, P., Arı, A., ve Gaga, E. O. (2015, Ekim). *Kırsal ve Kentsel İstasyonlarda Toplanan Partikül Maddelerin Boyut Dağılımı ve Kimyasal Kompozisyonu*. 6. Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu, İzmir.
- Ertürk, F. (1993). Hava Kirliliğinin Çevre Üzerindeki Etkileri. *Hava Kirliliği Kaynakları ve Kontrolü*, Gebze-Kocaeli, 15-47.
- Esen A. ve Esen F.M. (2018). “Çevre Eğitimi ve Bilinci Araştırması” *Akademik Bakış Dergisi*, Sayı: 65 Ocak - Şubat 2018, s.164-178
- Eser, E., Dinç, G., Özcan, C., ve Tartan, M. (1999). *Rutin Hava Kirliliği ve Meteoroloji Verileri ile Bir Gün Sonraki Hava Kirliliğinin Tahmini Üzerine Bir Deneme*. Hava Kirlenmesi ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu, 105-114.
- Etikan, İ. (1996). *Hava Kirliliği ile İlgili Ölçümlerde Meteorolojik Ölçümlerin Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemlerle İncelenmesi* (Doktora Tezi). Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Etikan, İ. ve Alpar, R. (1995). Ankara’daki Hava Kirliliği Üzerine Bir Çalışma. *Turgut Özal Tıp Merkezi Dergisi* 2(2), 184-188.
- Evyapan, F. (2008). Hava Kirliliğinin Solunumsal Morbidite ve Mortalite Üzerindeki Etkileri: Türkiye ve Dünya Verileri. *Türkiye Klinikleri J. Pulmonary Medicine-Special Topics*, 1(2). S. 48-60.
- Fişekçi, F., Özkurt, S., Başer, S., Daloğlu, G. ve Hacıoğlu, M. (1999). Effect Of Air Pollution On Copd Exacerbations. *Eur Respir J* 14(30): 393
- Fişekçi F, Özkurt S, Başer S, Daloğlu G, Hacıoğlu M: *Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı (Koah) Alevlenmeleri ve Hava Kirliliği. Türkiye Solunum Araştırmaları Derneği* 25.Ulusal Kongresi Özet Kitabı. İstanbul, 5-9 Haziran 1999.
- Fişekçi, F., Özkurt, S., Başer, S., Daloğlu, G. ve Hacıoğlu, M. (2000). Air Pollution And Asthma Attacks. *Eur Respir J* 16(31): 290.
- Garipağaoğlu, N. (2000). Marmara Denizi Çevresinde Görülen Hava Kirliliğinin Fiziki Coğrafya Şartlarıyla Bağlantıları. Marmara Denizi 2000 Sempozyumu, *Türk Deniz Araştırmaları Vakfı*, Yayın No: 5, İstanbul.
- Garipağaoğlu, N. (2003). Türkiye’de Hava Kirliliği Sorununun Coğrafi Bölgelere Göre Dağılımı. *Doğu Coğrafya Dergisi* 8(9).
- Garipağaoğlu, N. (2011). “Türkiye Şehirlerinin Hava Kalitesinin Zamanla Değişimine Bağlı Bir Sınıflandırma”, 5. Ulusal Coğrafya Sempozyumu Bildiriler Kitabı: 357-368, Ankara
- Garipağaoğlu, N. (2012). Havza Planlamalarında Coğrafyanın Rolü ve Türkiye’de Havza Planlamacılığı. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 16(2), 303-336.

- Garipağaoğlu, N. (2014). *Türkiye Ortam Sorunları Coğrafyası*. İstanbul: Yeditepe Yayınları.
- Garipağaoğlu, N. ve Duman, C. (2017). Bursa Kenti Hava Kalitesinin Zaman İçerisindeki Değişimi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (36), 57-70.
- Goncaloğlu, B. (2001). *İstanbuldaki Sanayi Tesislerinin Yanma Sonucu Atmosfere Atılan Hava Kirlleticilerinin Emisyon Envanterinin Çıkarılması* (Doktora Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Gökbel, H. ve Uzun, K. (1995). Hava Kirliliğinin Solunum Fonksiyonlarına Etkileri. *Ekoloji Çevre Dergisi*, 15, 4-5.
- Gökçe, T. (2000). *XVI. ve XVII. Yüzyıllarda Lazikiyye (Denizli) Kazası*. Ankara: Ttk Yayınları.
- Göktaş, S. ve Işıklı, B. (2016). Çevre Sağlığı Sözleşmeleri ve Türkiye. *Türk Dünyası Uygulama ve Araştırma Merkezi Halk Sağlığı Dergisi*, 1(1), 38-45.
- Gültürk E. (2009). *Sivas İlinde Doğal Gaz Kullanımının Meteorolojik Ölçümler ve Hava Kirliliği Üzerine Etkisinin İncelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi), Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Sivas.
- Gönençgil, B. (1993). Hava Kirliliği ve Şehirleşmeye Bağlı Klimatik Değişimler. Çevre Koruma. *Türkiye Çevre Koruma ve Yeşillendirme Kurumu Yayın Organı*, 48.
- Gönençgil, B. (1993). İstanbul'da Hava Kirliliği Problemi ve Klimatik Faktörlerin Bu Kirliliğe Etkileri. *İ.Ü. Deniz Bil. ve Coğrafya Ens. Bült.*, 10.
- Göney, S. (1975). Büyük Menderes Bölgesi, *İstanbul Üniv. Yay. No: 1895, Coğrafya Enst. Yay. No: 79, İstanbul*.
- Gözenç, S. (1980). Arazi Kullanma Haritalarında Standardizasyon ve Türkiye İçin Bir Örneği. *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi*, 23.
- Gözenç, S. (1978). Küçük Menderes Havzasında Arazinin Kullanılış ve Sınıflandırılması (Vol. 94). *Edebiyat Fakültesi Basımevi*.
- Gül, F. (2013): İnsan-Doğa İlişkisi Bağlamında Çevre Sorunları ve Felsefe. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14, 17-21.
- Gül, N. (2005). *Afyon'da Kömür Kullanımının Hava Kirliliğine Etkisi ve Çözüm Önerileri* (Yüksek Lisans Tezi) Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Gülersoy, A. E. (2001). *Gömeç Ovası'nda Bugünkü Arazi Kullanımı ile Arazi Sınıflandırılması Arasındaki İlişkiler*. (Yüksek Lisans Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Gülersoy A.E. (2008). *Bakırçay Havzası'nda Doğal Ortam Koşulları ile Arazi Kullanımı Arasındaki İlişkiler*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Gülersoy, A. E. (2013). Bakırçay Havzası'nda Arazi Kullanımı ile Arazi Yetenek Sınıfları Arasındaki İlişkiler. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 3(6), 1-20.

- Gülersoy, A. E. (2014). Yanlış Arazi Kullanımı. *Elektronik Sosyal Bilgiler Eğitimi Dergisi*, 1(2), 49-128.
- Gülersoy, A. E. (2016). Kaos Ortamında (Çağında) Mekan-İnsan Etkileşimine Bütüncül Bir Bakış: Ekolojik Toplum Paradigması, *Felsefe ve Sosyal Bilimler Dergisi*, Güz, Sayı: 22, S. 163-183
- Gülersoy A.E. (2019). *Sürdürülebilir Kalkınma*, Pegem Akademi. Ankara. s.301-331.
- Gümrükçüoğlu, M. ve Soylu, S. (2011). Adapazarı'nda Isınma Kaynaklı Hava Kirliliğinin İncelenmesi. *TMMOB Coğrafi Bilgi Sitemleri Kongresi*, 31 Ekim-04 Kasım 2011, Antalya.
- Günel, N. (1997). *Türkiye'de Başlıca Ağaç Türlerinin Coğrafi Yayılışları, Ekolojik ve Floristik Özellikleri*, Çantay Kitabevi, Isbn-975-7206-16-4, İstanbul.
- Güner, E. D. (2009). *Kentsel Hava Kirliliği: Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi*. (Yüksek Lisans Tezi), Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Güney, E. (1997). *Türkiye'de Çevre Sorunları: Doğal, Kültürel Ortam Bozulması*. Özel Eğitim Yayınları.
- Güngör, H. C. (2013). *Epidemiyolojide Mekansal Analiz Konya İli Kanser Hastalığı Örneği*. (Doktora Tezi), Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Gürseler, İ. G. (2008). İnsan Hakları, Çevre, Anayasa. *Türkiye Barolar Birliği Dergisi*, Sayı 75, S.199-208.
- Gürtepe, İ. Ç. ve Köksal, C. E. (2014). Ulusal Hava Kirleticileri Emisyon Envanteri. *Hava Kirliliği Araştırmaları Dergisi*, 3, 22-28.
- Hacıoğlu, M., Fişekçi, F., Özkurt, S., Kıter, G., Başer, S., & Zencir, M. (2003). Denizli İlindeki Yaşayan Erişkinlerdeki Kronik Bronşit Prevalansı ve Etkileyen Risk Faktörleri. *Toraks Dergisi*, 4(1), S47.
- Hacısalıhoğlu, İ. (1994). Karabük'te Hava Kirliliği. *Türk Coğrafya Dergisi*, (29), 475-494.
- Hapçioğlu, B., İşsever, H., Koçyiğit, E., Dişçi, R., Vatansever, S., & Özdemir, K. (2006). The Effect Of Air Pollution And Meteorological Parameters On Chronic Obstructive Pulmonary Disease At An Istanbul Hospital. *Indoor And Built Environment*, 15(2), 147-153.
- Işık, A. G., Dündar, C. Kahraman O. (2018). *2017 Yılında Türkiye'de Gerçekleşen Toz Taşınım Olaylarının 2001-2016 Dönemi ile Birlikte Analizi*. Uluslararası Türkiye Jeodezi Jeofizik Birliği Bilimsel Kongresi (Tujjb-Bk) 30 Mayıs-2 Haziran, Bildiri Kitabı S.306-310. İzmir.
- İşıksoluğu, M. A. (1997). Dize Motorlu Taşıtların Egzoz Gazındaki Duman Koyuluğu ve Ölçümünde Karşılaşılan Sorunlar. *Mühendis ve Makine Dergisi*, 453, 21-25.
- İbret, Ü. ve Aydınözü, D. (2009). Şehirleşmede Yanlış Yer Seçiminin Hava Kirliliği Üzerine Olan Etkisine Bir Örnek: Kastamonu Şehri. *Coğrafya Dergisi*, 18, 71-88.

- İlkılıç, C. ve Behçet, R. (2006). Hava Kirliliğinin İnsan Sağlığı ve Çevre Üzerindeki Etkisi. *Fırat Üniversitesi Doğu Araştırmaları Dergisi*, 5(1), 66-72.
- İlten, N. ve Selici, T. (2008). Investigating The Impacts Of Some Meteorological Parameters On Air Pollution İn Balıkesir, Turkey. *Environ. Monit. Assess.*, 140, 267–277
- İnan, S. (2017). Giriş Denemesi: Şehir-Mekân-Kimlik Sarmalında Denizli. *Perspektifler Denizli Dosyası Pamukkale Üniversitesi Yayınları*, 1-6.
- İncecik, S. ve İm, U. (2013). Mega Kentlerde Hava Kalitesi ve İstanbul Örneği. *Hava Kirliliği Araştırmaları Dergisi*, Sayı: 2.
- İncecik, S. (1994). *Hava Kirliliği*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası.
- İncecik, S. ve İm, U. (2013). Mega Şehirlerde Hava Kalitesi ve İstanbul Örneği. *Hava Kirliliği Araştırmaları Dergisi*, 2, 133-145.
- İnceoğlu, N. (1989, Eylül). *Denizli Evleri ve Kent Dokusu*. Türk Kültür Tarihinde Denizli Sempozyumu, Denizli: Denizli Valiliği Yayınları.
- İrmak, E. Ç. (2005). *Yalova İli 2003-2004 Dönemi, Hava Kirliliği Çalışması* (Yüksek Lisans Tezi), Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Oğuz, K. ve Pekin A.M. (2015). *Meteorolojik Koşulların Hava Kirliliği Üzerine Etkilerinin İncelenmesi: Ankara İli Örneği*. VII. Atmospheric Science Symposium, 38-30 Nisan, S.132-138, İstanbul
- Kadioğlu, M. ve Toros, H. (1993). *Şehirleşmenin Türkiye’de İklim Etkisi, Çevre’93*, Türk Devletleri Arasında 2. İlmi Birliği Konferansı, 26-29.
- Kantürk, G. (2009). *Ege Bölgesi’nde İnsan Sağlığı ve Mekân Arasındaki İlişkiler (Guatr Örneğinde)*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü. İzmir
- Kara, G. (1991). *İstanbul’da Atmosfer Kirlenmesine Etki Eden Meteorolojik Faktörler ve Enversiyonun Önemi* (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Klimatoloji ve Meteoroloji Bilim Dalı, İstanbul.
- Kara, H. (2010): “Denizli Şehrinde Gecekondulaşmanın Önlenmesi ve Toplu Konutlar. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 15(23), 103-119.
- Kara, M. B. ve Tezel, B. K. (2017, Kasım). *Türkiye’de So₂ Yer Ölçümlerinin Değerlendirilmesi ve So₂ Kirliliğinin Zamansal ve Mekânsal Değişiminin İncelenmesi*. VII. Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu, Antalya.
- Karabulut, Y. (1986). *Türkiye’nin Ekonomik Yapısı*. T.C. Anadolu Üniversitesi Yayın No: 148, 3. Ünite, S: 77-93, Eskişehir.
- Karabulut, E. (2003). *Hastalıkların Yer ve Zamana Göre Kümelenmesinde Kullanılan Yöntemlerin Karşılaştırılması*. (Doktora Tezi). Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara
- Karadağ, A. (1999). *Meteorolojik ve Klimatik Verilere Göre İzmir’de Hava Kirliliği ve Başarı Etkenlerin Rolü*. Hava Kirlenmesi ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu, İzmir.

- Karataş, A. (2013). *Çevre Bilincinin Geliştirilmesinde Çevre Eğitiminin Rolü ve Niğde Üniversitesi Eğitim Fakültesi Örneği*. (Doktora Tezi). Ankara Üniversitesi Sosyal Çevre Bilimleri A.B.D.
- Kalelioğlu, U., ve Özkan, N. (2000). *Türkiye'nin Taraf Olduğu Uluslar Arası Çevre Sözleşmeleri*. İzmir Barosu Yayınları.
- Karpuzcu, M. (2007). *Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü*. 9.Basım. İstanbul: Özal Matbaası.
- Kaypak, B. ve Venedik, G. (2011). *Denizli Havzası 3-B Sismik Hız Yapısının Jeolojik, Tektonik, Hidrotermal ve Depremsellik İlişkisi*. 1. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, 11-14 Ekim ODTÜ. S. 1-18. Ankara.
- Kelen, F. (2014). Motorlu Taşıt Emisyonlarının İnsan Sağlığı ve Çevre Üzerine Etkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 19(1-2) 80-87.
- Keleş, R., Hamamcı, C. ve Çoban, A. (2009). *Çevre Politikası* (6. Baskı). Ankara: İmge Kitabevi.
- Kelkit, A. (2003). Çanakkale İlinde Sanayi ve Çevre İlişkisi Üzerinde Bir Araştırma. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34(2), 179-186.
- Keser, N. (2002). Kütahya'da Hava Kirliliğine Etki Eden Topografik ve Klimatik Faktörler. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 5, 69-98.
- Kırımhan, S. (2006). *Hava Kirliliği ve Kontrolü*. Ankara: Turhan Kitabevi, 1. Basım Mart.
- Koç, A., Caf, A. ve Yılmaz, S. (2017), Kentleşmenin Hava Kalitesi Üzerine Etkisi; Bingöl İli Örneği. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Cilt. 76(3)*, 231-238.
- Koç, A., Yılmaz, S. ve Mutlu, E. (2016). Erzurum Kent Merkezinde Kitle Yeşil Almaların Hava Kalitesine Etkisi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(4), 109-112.
- Koç, E. ve Şenel, M. C. (2013). Dünyada ve Türkiyede Enerji Durumu-Genel Değerlendirme. *Mühendis ve Makine Dergisi*, 54(639), 32-44.
- Koç, T. (1998). Isıtma Dönemi Özellikleri ve Balıkesir'de Uygulaması. *Türk Coğrafya Dergisi* 33, 319-335.
- Koç, T. (2008, Ekim). *Kaz Dağı Kuzeyinde (Bayramiç-Evciler Havzası) Morfolojik Birimler ve Arazi Kullanımı İlişkisi*. Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu (Prof. Dr. Mehmet Ardos Anısına) 18 Mart Üniversitesi, Çanakkale.
- Koç, Y., Karagöz, N., ve Seven Söylemez A. (2002). Hava Kirliliğinin Sivas Göğüs Hastalıkları Hastanesine Yatışlar Üzerine Etkisi. *Kartal Eğitim ve Araştırma Hastanesi Tıp Dergisi* 13(2).75-78
- Koçman, A. (1989). *Uygulamalı Fiziki Coğrafya Çalışmaları ve İzmir-Bozdağlar Yöresi Üzerinde Araştırmalar*. Ege Üniversitesi. Edebiyat Fak. Yayınları 49, İzmir.
- Koçman, A. (1991). İzmir'in Kentsel Gelişimini Etkileyen Doğal Çevre Faktörleri ve Bunlara İlişkin Sorunlar. *Coğrafya Araştırmaları Dergisi*, 3.

- Koçman, A., (1992). Ege Ovalarında İklim Koşullarının Çevresel Etkileri. *Ege Coğrafya Dergisi Sayı 6*, s. 33, İzmir.
- Koçman, A. (1993). *İnsan Faaliyetleri ve Çevre Üzerine Etkileri Açısından Ege Ovalarının İklimi*. Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları.
- Koçman, A. (1993). Ege Ovalarının İklimi. Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları: 73, İzmir.
- Koçyiğit, A. (2005). The Denizli Graben-Horst System And The Eastern Limit Of Western Anatolian Continental Extension: Basin Fill, Structure, Deformational Mode, Throw Amount And Episodic Evolutionary History, Sw Turkey. *Geodinamica Acta*, 18(3-4), 167-208.
- Kodal, T. (2003). Mustafa Kemal Atatürk'ün Denizli Ziyaretleri. *Atam Dergisi*, 19(55), Ankara: Atatürk Araştırma Merkezi Yayını, 147-161
- Kodal T. (2004). Cumhuriyetin İlk Nüfus Sayımına Göre Denizli'nin Nüfus Yapısı. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, Cilt: 15 Sayı: 15, S. 62-72.
- Kodal, T. (2007). *Atatürk Dönemi'nde Denizli*. Ankara: Denizli: Denizli Ticaret Odası Yayınları, No:4.
- Kodal T. (2009), *Denizli Nüfus Tarihi*, Ankara: Divan Kitap.
- Kopar, İ. ve Zengin, M. (2009). Coğrafi Faktörlere Bağlı Olarak Erzurum Kentinde Hava Kalitesinin Zamansal ve Mekânsal Değişiminin Belirlenmesi. *Türk Coğrafya Dergisi*, (53), 51-69.
- Korkut, A.S. (1980). "Isı Terselmesinin (İnversiyon) Hava Kirliliği Üzerindeki Rolü ve Negatif Etkisinin Azaltılabilmesi İçin Alınacak Önlemler", *İ.Ü. Coğrafya Enstitüsü Dergisi*, 23, s. 171-180.
- Kök, F. (2018). Kentlerde Hava Kirliliğini Önleyecek Ya Da Azaltacak Yöntem İçin Verilerin Toplanması ve Değerlendirilmesi. *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*, 1(3), 145-157.
- 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 Abd Mimarlık, Gaziantep.
- Kunt, F. (2014). *Bulanık Mantık ve Yapay Sinir Ağları Yöntemleri Kullanılarak Konya İl Merkezinde Hava Kirliliği Modellenmesi* (Doktora Tezi) Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.
- Kunt, F., ve Dursun, Ş. (2018). Konya Merkezinde Hava Kirliliğine Bazı Meteorolojik Faktörlerin Etkisi. *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*, 1(1), 54-61.
- Lee, J. ve Wong, D (2000). *Statistical Analysis With Arcview Gıs*, John Wiley & Sons, New York

- Mabahwi, N. A., Leh, O. L. H., Musthafa, S. N. A. M., ve Aiyub, K. (2018). Air Quality-Related Human Health İn An Urban Region. *Case Study: State Of Selangor, Malaysia. Environmentasia*, 11(1), 194-216.
- Memişoğlu, A. (2001). *Erzurum İlinde Motoru Taşıtlardan Kaynaklanan Hava Kirliliği* (Yüksek Lisans Tezi) Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Menteşe, S. ve Yarımtepe, C. C. (2012). Çanakkale İli Hava Kalitesinin Kirlilik Türlerine Göre Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi. *Hava Kirliliği Araştırmaları Dergisi*, 1(2012), 66-74.
- Menteşe, S. ve Tağıl, Ş. (2012). Bilecik’te İklim Elemanlarının Hava Kirliliği Üzerine Etkisi. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 15(28), 254-553.
- Mercan, Y. (2016). *Kırklareli’nde 2010-2014 Yılları Arasında Kardiyovasküler ve Solunum Sistemi Hastalıkları Nedeni ile Acil Polikliniklere Başvuruların ve Ölümünün Hava Kirliliği ve Meteorolojik Parametreler İle İlişkisi* (Yayınlanmamış Doktora Tezi). İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Metintaş, S. ve Kurt, E. (2010). Geo-Climate Effects On Asthma And Allergic Diseases İn Adults İn Turkey: Results Of Parfait Study. *Int J Environ Health Res*. 20(3). S.189-199.
- Mutluer, M. (2003). Türkiye’de Yeni Gelişen Sanayi Odakları: Denizli, Gaziantep, Çorum. *Ege Coğrafya Dergisi*, 12(1), 13-27.
- Müezzinoğlu, A. (1987), *Hava Kirliliğinin ve Kontrolünün Esasları*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Nas, İ. (2016). *Kentleşmenin Tarım Alanlarına Etkisinin Yasal ve Yönetmelik Açısından İrdelenmesi: Denizli Örneği* (Yüksek Lisans Tezi), Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Okutan, H. (1993). Hava Kirliliğinin Kaynakları. Hava Kirliliği Kaynakları ve Kontrolü. Marmara Araştırma Merkezi Matbaası. Kocaeli.
- Olsen, S. F., Martuzzi, M., ve Elliott, P. (1996). Cluster Analysis And Disease Mapping - Why, When, And How? A Step By Step Guide. *Bmj*, 313(7061), 863-866.
- Özaslan, Ü. (2008). *Kocaeli Kentinde Hava Kirliliğine Neden Olan İnorganik Gaz Kirleticilerin Düzeylerinin, Dağılımlarının ve Kaynaklarının Belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi), Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Özcan, N. S., ve Çubukçu, K. M. (2015). Evaluation Of Air Pollution Effects On Asthma Disease: The Case Of İzmir. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 202, 448-455.
- Özçağlar, A. (2000). *Coğrafyaya Giriş*. Ankara: Hilmi Usta Matbaacılık.
- Özçağlar, A. (1994). Çarşamba Ovası ve Yakın Çevresinde Araziden Faydalanma. *Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, 3, 93-128.
- Özdemir, F. (2008). *Türkiye Genelinde Kükürt Dioksit ve Partikül Madde Kirlilik Dağılımların Analizi* (Doktora Tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Özdemir, M. A. ve Boyraz, Z. (2002). Elazığ Şehir Merkezinde Hava Kirliliğini Doğuran Nedenler ve Kirlilik Parametrelerinin Zaman İçindeki Değişimine Coğrafi Bir Yaklaşım. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 7(8), 163-182.
- Özdemir, M. A. ve Kardoğan, S. (1996). Türkiye’de İl Merkezlerinin Coğrafi Mekanla İlişkileri. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(2), 271-291.
- Özdemir, M. A., ve Bahadır, M. (2010). Uzaktan Algılama ile Acıgöl Havzası’nda Arazi Kullanımının Zamansal Değişim Analizi (1975–2005). *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, (3)12, 335–351.
- Özdemir, M. A., ve Bahadır, M., (2008). Yalova İlinde Arazi Kullanımının Zamansal Değişimi (1992-2007). *İstanbul Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Coğrafya Dergisi*, 17, 1-15.
- Özer, F. (2013). *Karabükte Doğalgaz Kullanımının Hava Kirliliğinin Azaltılmasına Etkisi* (Yüksek Lisans Tezi). Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük.
- Özgüler, M. E., Turgay, M. I. ve Şahin, H. (1984). *Denizli Jeotermal Alanlarında Jeofizik Çalışmalar*. In Bull. Mineral Res. Explor. Direct. Turkey (MTA) (Sayı. 99, S. 129-141).
- Özkan, H. T. (2010). *Denizli Kentinin Planlama Deneyimi Üzerine Bir Süreç Değerlendirmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Özkan, H. T. ve Özcan, K. (2010). Denizli Kentinin Planlama Deneyimi. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 27, 233-248.
- Özkurt, N. (2011). *Kırsal Alanlarda Hava Kalitesi Modellemesi Üzerine Araştırma (Çan-Bayramiç Bölgesi Örneği)*. (Doktora Tezi). Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendisliği ve Fen Bilimleri Enstitüsü. Gebze.
- Özsaraç, M., Uluer, H., Oray, N., Kıyan, S., Ersel, M. ve Yürüktümen, A. (2010). *Associations Between Air Pollution And Emergency Department Visits For Ischemic Stroke, Respiratory And Cardiovascular Diseases*, In Izmir. Turkish Journal Of Emergency Medicine, 10(1), 002-006.
- Özşahin, E. ve Özder, A. (2011). Antakya Şehri ve Jeomorfolojik Birimler Arasındaki İlişkinin Zamansal Değişimi (Hatay). *Fiziki Coğrafya Araştırmaları; Sistemik ve Bölgesel, Türk Coğrafya Kurumu Yayınları*, 5, 657-680.
- Öztürk, G. (2006). *Düzce İlinde Trafikten Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak
- Öztürk, M. (2017). Hava Kirliliğini Artıran Sıcaklık İnversiyon. *Çevre ve Şehircilik Bakanlığı*.
- Pamir, H. N. ve Erentöz, C. (1974). *1/500.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası Denizli Paftası İzahnamesi. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Yayını*.

- Pilevne, T. B. (1999, Ekim). *Sanayileşme ve Kentleşme Surecindeki Denizli’de Çevre Sorunları*. Denizli’de Sanayileşme ve Kentleşme Sempozyumu, (15–17 Ekim), TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yayını, s.1-16.Denizli.
- Prüss-Üstün, Annette, Wolf, J., Corvalán, Carlos F., Bos, R. ve Neira, Maria Purificación. (2016). *Preventing Disease Through Healthy Environments: A Global Assessment Of The Burden Of Disease From Environmental Risks*. World Health Organization.
- Reis, S. ve Yomralıoğlu, T. (2003). *Landsat Etm+ Uydu Görüntüsü ile Trabzon İli Arazi Örtüsünün Belirlenmesi, Doğu Karadeniz Bölgesinde Kırsal Alanda Ulaşım. Yerleşim Sorunları ve Çözümleri Sempozyumu*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Sarıkaya, M. (1963). *Denizli İli Coğrafyası, Tarihi, Şehri ve Turistik Önemi*. İzmir: Ticaret Matbaacılık Taş.
- Semenderoğlu, A. (1999). *Urla-Çeşme Yarımadası’nda Doğal Ortam ile Sosyo-Ekonomik Faaliyetler Arasındaki İlişkiler*. (Doktora Tezi), Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Sever, R. (2008). Malatya’da Hava Kirliliğine Coğrafi Bakış. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 13(20), 59-77.
- Sezer, L. İ. (1990). Türkiye’de Ortalama Yıllık Sıcaklık Farkının Dağılışı ve Kontinentalite Derecesi Üzerine Yeni Bir Formül. *Ege Coğrafya Dergisi*, 5(110-159).
- Soruşbay, C. (2007). Karayolu Ulaşımından Kaynaklanan Karbondioksit Emisyonlarının Çevreye Etkisi ve Kontrolü. *Mühendis ve Makine*, 48(564), 22-26.
- Söyleyici, F. D., & Dursun, Ş. (2002). *Konya İli Bölgesindeki Meteorolojik Özelliklerin Hava Kirliliğine Etkisi*”. 16-18 Ekim 2002 I. Ulusal Çevre Sorunları Sempozyumu, Atatürk Ün. S:296-303, Erzurum
- Sun, S., Özen, A. G., Göktaş, F., Ertürk, İ., Çakmakoglu, A., Besbelli, B., ... ve Aydın, H. (1990). Denizli-Uşak Arasının Jeolojisi ve Linyit Olanakları. MTA Raporu, 9985.
- Sungur, K. A. (1974-1977). Klimatik Açidan Türkiye’de Hava Kirlenmesi Sorunu. *İ.Ü. Coğ. Enst. Der.* s.20-21.
- Sungur, K. A. (1977). Ankara’da Hava Kirlenmesi Bakımından Isı Terslemesinin Rolü. *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi*, Sayı 22, 119-126.
- Sungur, K. A. (1980). Isı Terslemesinin (Inversion) Hava Kirliliği Üzerindeki Rolü ve Negatif Etkisinin Azaltılabilmesi İçin Alınacak Önlemler. *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi*, 23, 171-180.
- Sungur, K. A. ve Gönençgil, B. (1997). Çeşitli İklim Elemanlarının Hava Kirliliği Üzerine Etkileri. *Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, 6, 337–345.
- Sungur, K. A. (1980a). Türkiye’de İnsan Yaşamı Açısından Uygun Olan ve Olmayan Isı Değerlerinin Aylık Dağılışı İle İlgili Bir Deneme. *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi*, 23, 27-36.

- Sümer, G. Ç. (2014). Hava Kirliliği Kontrolü: Türkiye’de Hava Kirliliğini Önlemeye Yönelik Yasal Düzenlemelerin ve Örgütlenmelerin İncelenmesi. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 7(13), 37-56.
- Szyszkowicz, M., ve Kousha, T. (2014). Emergency Department Visits For Asthma İn Relation To The Air Quality Health Index: A Case-Crossover Study İn Windsor, Canada. *Canadian Journal Of Public Health*, 105(5), E336-E341.
- Şahin, C. (1989). Hava Kirliliği ve Hava Kirliliğini Etkileyen Doğal Çevre Faktörleri. *Atatürk Kültür Dil ve Tarih Yüksek Kurumu Coğrafya Araştırmaları Dergisi*, 1(1): 194–208.
- Şimşek Ş. (1982). Denizli Sarayköy-Buldan Alanının Jeolojisi ve Jeotermal Enerji Olanakları. *İstanbul Yerbilimleri Dergisi*, 3(1-2), 145-162.
- Şimşek, Ş. (1984). Denizli-Kızıldere-Tekkehamam-Tosunlar-Buldan-Yenice Alanının Jeolojisi ve Jeotermal Enerji Olanakları. Mineral Res. Expl. Direct. Turkey (MTA), Scientific Report, (7846), 85.
- Tağıl, Ş., ve Koç, T. (2000). *Edirne Kentinde Hava Kalitesi. Türk Coğrafya Kurumu, Geçmişte, Günümüzde ve Gelecekte Trakya* (Editör: Suna Doğaner) S, 115-131.
- Tağıl, Ş. (2007). Balıkesir’de Hava Kirliliğinin Solunum Yolu Hastalıklarının Mekânsal Dağılışı Üzerine Etkisini Anlamada Jeo-İstatistik Teknikler. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, Sayı: 5 (1), S. 37-56.
- Tağıl, Ş., ve Menteşe, S. (2012). Zonguldak’ta Hava Kirliliği Pm10 & So2 ile İlişkili Olarak Seçilmiş Solunum Yolu Hastalıklarının Zamansal ve Mekânsal Değişimi 1. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 15(27), 3-18.
- Tarım ve Orman Bakanlığı (2005). *Erzurum’un Meteorolojik Verileri*. Ankara: T.C. Başbakanlık Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, İstatistik Yayın Şube Müdürlüğü.
- Taş, F. (2006), *Hava Kirliliği ve Kastamonu Şehir Merkezi İçin Değerlendirme* (Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Taş, B. (2010). *Sandıklı İlçesinde Arazi Kullanımı ve Planlama Önerileri*. Afyonkarahisar: Ümit Ofset Matbaacılık,
- Taşdemir, Y. (2002). Bursa’da Kükürt Dioksitten Kaynaklanan Hava Kirliliği. *Ekoloji Çevre Dergisi*, 11(42), 12-15.
- TBMMO Çevre Mühendisleri Odası (2016). Hava Kirliliği Raporu.
- T.C. Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü Ankara (2010). *Türkiye Kronik Hava Yolu Hastalıklarını Önleme ve Kontrol Programı. Türkiye’nin Hava Kirliliği ve İklim Değişikliği Sorunlarına Sağlık Açısından Yaklaşım*, Eylül, 77-114.
- Tecer, L. H. (2009). A Factor Analysis Study: Air Pollution, Meteorology, And Hospital Admissions For Respiratory Diseases. *Toxicological & Environmental Chemistry*, 91(7), 1399-1411.

- Tecer, L. H. (2011). "Hava Kirliliği ve Sağlığımız", *Bilim ve Aklın Aydınlığında Eğitim Dergisi*, sayı: 135, s.15-29.
- Tecer, L. H., İlten, N. ve Tülay, A. (2013). Balıkesir İl Merkezinde Konutlarda İç/Dış Ortam Partikül Madde Konsantrasyonlarının Değerlendirilmesi. *Hava Kirliliği Araştırmaları Dergisi*, 2, 75-80.
- Tecer, L. H. (2013). Balıkesir’de Hava Kirliliğinin Çocuk ve Yetişkinlerde Solunum Hastalıklarına Etkilerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Alan Çalışması. *Hava Kirliliği Araştırmaları Dergisi*, 2, 11–20.
- Tecer, L. H., Ficici, M., Uskuloglu, T., ve Oz, S. (2013). *The Evaluation Of Air Pollution And Meteorological Parameters In Ergene Basin Consist Of Three Cities In Turkey*. International Multidisciplinary Scientific Geoconference: Sgem: Surveying Geology & Mining Ecology Management, 779.
- Tecer, L. H., ve Tagil, S. (2014). Impact Of Urbanization On Local Air Quality: Differences in Urban And Rural Areas Of Balıkesir, Turkey. *Clean–Soil, Air, Water*, 42(11), 1489-1499.
- Tecer, L. H., Alagha, O., Karaca, F., Tuncel, G. ve Eldes, N. (2008). Particulate Matter (Pm2.5, Pm10-2.5, And Pm10) And Children's Hospital Admissions For Asthma And Respiratory Diseases: A Bidirectional Case-Crossover Study. *Journal Of Toxicology And Environmental Health, Part A*, 71(8), 512-520.
- Tecer, L. H., Tağıl, S., Fıçıcı, M., ve Sofuoğlu, S. (2017). Hava Kirliliği Ergene Havzası'nı Nasıl Etkiliyor?. VII. Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu Hava Kirlenmesi Araştırmaları ve Denetimi Türk Milli Komitesi Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü 1-3 Kasım 2017-Antalya
- Temiz Hava Hakkı Platformu (2016). *Türkiye’de Hava Kirliliği*.
- Temiz, F. (2017). *Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Arazi Kullanımı / Örtüsü Değişiminin İncelenmesi: Denizli Örneği* (Yüksek Lisans Tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Temuçin, E. (1990). Aylık Değişme Oranlarına Göre Türkiye’de Yağış Rejimi Tipleri. *Ege Coğrafya Dergisi*, 5, 160-183.
- Tırıs, M., Kalafatoğlu, E., ve Okutan, H. (1993). Hava Kirliliği Kaynakları ve Kontrolü, Marmara Araştırma Merkezi Matbaası, Kocaeli.
- Tonbul, S. ve Sunkar, M. (2008). *Batman Şehrinde Yer Seçiminin Jeomorfolojik Özellikler ve Doğal Risk Açısından Değerlendirilmesi*. Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu Bildiriler Kitapçığı, Çanakkale.
- Tosun, Elif. (2017). *Türkiye’nin 2009-2016 Yılları Arasındaki Hava Kalitesi Verilerinin Değerlendirilmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
- Tunçdilek, N. (1985) Türkiye’de Relief Şekilleri ve Arazi Kullanımı, İ.Ü. Deniz Bilimleri ve Coğr. Enst. Yay. No:3, İstanbul Üniversitesi Yayınları No:3279, İstanbul

- Tümertekin E. ve Özgüç, N. (1998). *Beşeri Coğrafya İnsan. Kültür Mekan*. İstanbul: Çantay Kitapevi,
- Tümertekin, E. (1956). Türkiye'de Kurak Mevsimler. *Türk Coğrafya Dergisi*, (15-16), 193-197.
- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) (2008). *Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi, 2007–2008 Nüfus Sayımı Sonuçları Veritabanı*. Ankara: T.C. Başbakanlık, Türkiye İstatistik Kurumu, <http://www.tuik.gov.tr/jsp/duyuru/adnks/adnksindex.htm>; Son Erişim 10 Mayıs 2009.
- Tünay, O., ve Alp, K. (1996). *Hava Kirlenmesi Kontrolü*. İstanbul Ticaret Odası No:1996-36, İstanbul.
- Türk, Y. A., ve Kavraz, M. (2011). *Air Pollutants And Its Effects On Human Health: The Case Of The City Of Trabzon*. Advanced Topics In Environmental Health And Air Pollution Case Studies. Croatia: In Tech Europe, 251-68.
- Türkeş M. (1996). *Kent ve Bölge Planlamasında Toğrafyaya Bağlı Yerel Rüzgârlar* “Ankara Üniversitesi Türk Coğrafya Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi, 85, 213-228.
- Türkeş, M. (1997). Hava ve İklim Kavramları Üzerine. *Tübitak Bilim ve Teknik Dergisi*, 355, 36-37. Ankara.
- Türkeş. M., Sümer. M. U. ve Çetiner, G. (2000). *Küresel İklim Değişikliği ve Olası Etkileri*. Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları (13 Nisan 2000, İstanbul Sanayi Odası) Erişim Adresi: https://www.jmo.org.tr/resimler/ekler/312d4430cb91cd3_ek.pdf?dergi=d
- Türkeş. M., Sümer. M. U. ve Çetiner, G. (2000). Kyoto Protokolü Esneklik Mekanizmaları. *Tesisat Dergisi*, 52, 84-100.
- Türküm, S. (2006). *Çağdaş Toplumlarda Çevre Sorunları ve Çevre Bilinci*. [Http://www.aof.edu.tr/kitap/101tp/1268/unite 10.Pdf](http://www.aof.edu.tr/kitap/101tp/1268/unite%2010.Pdf)
- Uğurlu, E., (2009). *Denizli İli Kırsal Alanda Astım Semptom Prevalansı ve Risk Faktörleri*. (Uzmanlık Tezi). Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı, Denizli.
- Ulutaş, K., (2010). *Gebze Ortam Havaındaki Patikül Maddenin Ağır Metal İçeriğinin İncelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Gebze Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze.
- Uzunöz, M. ve Akçay, Y. (2012). Türkiye’de Büyüme ve Enerji Tüketimi Arasındaki Nedensellik İlişkisi: 1970-2010. *Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(2), s. 001-016. Çankırı.
- Ünal, Ç. (2007). Erzurum Nüfusu’nun Sosyoekonomik Göstergeleri ve Doğu Anadolu’daki İl Merkezleriyle Karşılaştırılması. *Türk Coğrafya Dergisi*, 48, 73–94.
- Varınca, K. B., Güneş, G. ve Ertürk, F. (2008). *Hava Kirlenmelerinin İnsan Sağlığı ve İklim Değişikliği Üzerine Etkileri*, Ulusal Hava Kalitesi Sempozyumu (Uhaks 2008), Bildiriler Kitabı, 161–168, Konya.

- WHO (World Health Organization), (2006). Air Quality Guidelines For Particulate Matter, Ozone, Nitrogen Dioxide And Sulfur Dioxide. Summary Of Risk Assessment. Geneva, Switzerland.
- WHO (World Health Organization), (2016). Ambient Air Pollution: A Global Assessment Of Exposure And Burden Of Disease. Geneva, Switzerland.
- Yalçınlar, İ. (1963). Türkiye’de Görülen Bazı Eski Aşınım Satırları. *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi*, 13, s. 130-143.
- Yalçınlar, İ. (1970). Batı Anadolu’nun Strüktür ve Rölief Şekilleri Üzerin Müşahadeler, İstanbul Üniversitesi, *Coğrafya Enstitüsü Dergisi*, Cilt:9, Sayı: 17, s. 69–92, İstanbul.
- Yavuzçehre, Savaş, P. (2011). *Kentsel Mekanda Değişim: Denizli*. Denizli: Denizli Belediyesi Kültür Yayınları.
- Yazıcı, H. Akçay, M. ve Özer, S. (2012). Denizli’de Bir Binanın Farklı Yakıt Türlerine Göre Yakıt Maliyeti ve CO₂ Emisyon Miktarının Belirlenmesi. *International Technologic Science Constructional Technologies*, 4(2), 59-69.
- Yazıcı, H., Akçay, M., Çay, Y., Sekmen, Y., Yılmaz, İ. T. ve Gölcü, M. (2010). Hava Kirliliğinin Doğalgaz Kullanımı ile Değişimi, Denizli İli Örneği. *Selçuk Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Teknik-Online Dergi*, 9(3), 205-215.
- Yıldırım, U. Ve Korkmaz, H., (1998). Kahramanmaraş’ta Coğrafi Faktörlerin Hava Kirliliğine Etkileri. *Türk Coğrafya Dergisi*, 33, 389-411.
- Yılmaz, R. (2009). Edirne’de Çevre Bilincinin Belirlenmesi ve Sosyo-Ekonomik Özelliklerin Çevresel Bilinç Üzerine Etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6 (1), 79-92.
- Yılmaz, A. G., Köksal, C. E. Ve Gürtepe, İ. Ç. (2017, Kasım). *Ulusal Emisyon Envanteri Raporlama Geliştirmeleri*. VII. Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu, Antalya.
- Yılmaz, S. ve Sezen Ö. I. (2004). Erzurum Kentinde Hava Kirliliğine Karşı Halkın Duyarlılığının Belirlenmesi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(2), 199- 206.
- Yılmaz, R., ve Yılmaz, O. (2017). Halkın Çevre Bilincinin Saptanması ve Sosyo-Ekonomik Özelliklerin Çevresel Bilinç Üzerine Etkileri: Kırklareli Örneğinde. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 54(3), 301-310.
- Yılmaz A. (2017). The Effects Of Climate Parametres On Air Pollution Parametres: Bolu Province Sample. *Journal Of Current Researches On Social Sciences*, 7, 413-436.
- Yiğit, Kantürk, G. (2011). Türkiye’de Sağlık Coğrafyası Çalışmaları Üzerine Bir Değerlendirme. *Journal Of New World Sciences Academy*, 6(1), 30-41.
- Yomralıoğlu, T. (2000). *Coğrafi Bilgi Sistemleri: Temel Kavramlar ve Uygulamalar*. İstanbul: Seçil Ofset.

- Yücel, M., Altunkasa, F., Güçray, S., Uslu, C., Say, N. P., ve Say, N. P. (2006). Adana’da Çevre Duyarlılığı Düzeyinin ve Geliştirme Olanaklarının Araştırılması. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(2), 217-228.
- Yürük Kavak, R. (2010). *Trafik Yoğunluğunun Enerji Tüketimi ve Hava Kirliliğine Etkilerinin Analiz*. Yüksek Lisans Tezi. Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Zengin, M. (2017). Denizli Kentinin Bazı Peyzaj Değerlerine Genel Bir Bakış. *Perspektifler Denizli Dosyası Pamukkale Üniversitesi Yayınları*, s.13-23.



EKLER

EK 1.

ÖĞRENCİNİN AKADEMİK ÖZGEÇMİŞİ

Kişisel Bilgiler			
Adı ve Soyadı	Tülay AYGÖREN		
E-postası/Web Sayfası	tulayaygoren@gmail.com		
Bildiği Yabancı Diller	İngilizce		
Uzmanlık Alanı	Coğrafya Öğretmenliği		
Öğrenim Bilgileri			
	Üniversite	Bölüm/ ABD	Yıl
Lisans	KTÜ	Coğrafya Öğretmenliği	1999
Yüksek Lisans	DEU	Coğrafya Öğretmenliği	2003
YL Tez Başlığı	Denizli jeotermal alanı örneğinde doğal ortamdan yararlanma ve enerji kullanma bilincinin geliştirilmesi		
YL Tez Danışmanı	Hasan ÇUKUR		
Akademik Eserler			
*Çukur H. ve Aygören T. (2018). “Denizli’de hava kirliliği ve iklimik özellikler arasındaki ilişki”. ASOS Journal, Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi, Yıl: 6, Sayı: 82 (Kasım), s.594-611. *Çukur H. ve Aygören T. (2017). “Denizli Çürüksu Havzası’nda Morfo-Klimatik Özelliklerin Hava Kirliliği Üzerindeki Etkisi”, RESSCONGRESS 1. Eğitim Bilimleri ve Sosyal Bilimler Sempozyumu, 3-5 Kasım 2017, ve Özet kitapçığı s.744, Bandırma. - Aygören T. (2017). “Çocuk Hikâyelerinden Çevre Kirliliğine: Çocuk Hikayeleri Üzerine Bir Araştırma”. USBES IV. 6. Uluslararası Sosyal Bilgiler Sempozyumu, 4-6 Mayıs, Eskişehir. - Çakıcıoğlu Oban R., ve Aygören T. (2017). “Sosyal Bilgiler Öğrencilerinin Coğrafya Dersine Yönelik Tutum Belirleyicileri: Pamukkale Üniversitesi Örneği”. ASOS Journal, Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi, Yıl: 5, Sayı: 48 (Haziran), s.27-42. - Çakıcıoğlu Oban R., ve Aygören T. (2016). “Sosyal Bilgiler Öğretmenliği Öğrencilerinin Coğrafya Dersine Yönelik Tutumlarının Değerlendirilmesi: Pamukkale Üniversitesi Örneği”. V. USBES Uluslararası Sosyal Bilgiler Eğitimi Sempozyumu, 28-30 Nisan. Denizli.			

6. Köse S. ve Aygören T. (2016). "Sosyal Bilgiler Öğretmenliği Öğrencilerinin Çevre Bilinci ve Çevresel Duyarlılıklarının İncelenmesi: Pamukkale Üniversitesi Örneği". USBES V, Uluslararası Sosyal Bilgiler Eğitimi Sempozyumu, 28-30 Nisan, Denizli.
7. Gümüşçü, O., Uğur A., Aygören, T. (2014). Deforestation In Sixteenth Century Anatolia: The Case Of Hüdavendigâr Bursa Sancak. Belleten, 78(281), 165-201.
8. Aygören, T., Gümüşçü, O. ve Uğur, A.(2006), "Daimi İkametgâha Göre Türkiye İç Göçlerinde Denizli İlinin Yeri (1980-2000)", Uluslararası Denizli ve Çevresi Tarih ve Kültür Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 6-8 Eylül 2006 - Denizli, s.326-341.

Alanıyla İlgili Bilimsel Kuruluşlara Üyelikler

Alanıyla İlgili Aldığı Ödüller

