T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BURSA / NİLÜFER ÇAYI'NIN BAŞKÖY – KESTEL BÖLÜMÜ VE ALT HAVZALARININ KİRLİLİK VE RİSK ANALİZİ

UFUK FATİH KÜÇÜKALİ

DOKTORA TEZİ
ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANABİLİM DALI
DOKTORA PROGRAMI

DANIŞMAN
PROF. DR. SEMRA ATABAY

İSTANBUL, 2012

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BURSA / NİLÜFER ÇAYI'NIN BAŞKÖY – KESTEL BÖLÜMÜ VE ALT HAVZALARININ KİRLİLİK VE RİSK ANALİZİ

UFUK FATİH KÜÇÜKALİ

DOKTORA TEZİ
ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANABİLİM DALI
DOKTORA PROGRAMI

DANIŞMAN
PROF. DR. SEMRA ATABAY

İSTANBUL, 2012

T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BURSA / NİLÜFER ÇAYI'NIN BAŞKÖY – KESTEL BÖLÜMÜ VE ALT HAVZALARININ KİRLİLİK VE RİSK ANALİZİ

Ufuk Fatih KÜÇÜKALİ tarafından hazırlanan tez çalışması 30.05.2012 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı'nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Semra ATABAY

Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Semra ATABAY

Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Prof. Dr. Ayşe Nur ÖKTEN

Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Doç. Dr. Hüseyin TUROĞLU

İstanbul Üniversitesi _____

Prof. Dr. Hüseyin CENGİZ

Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Prof. Dr. Firuz Demir YAŞAMIŞ

İstanbul Aydın Üniversitesi _____

ÖNSÖZ

'Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy – Kestel Bölümü ve Alt Havzalarının Kirlilik ve Risk Analizi" adı altında gerçekleştirilen bu çalışma, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Doktora Tezi olarak hazırlanmıştır.

Çalışmanın başlangıcından bitimine kadar bana sonsuz sabrı, özverisi ve değerli fikirleriyle önderlik eden Sayın Hocam Prof. Dr. Semra ATABAY' a teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca beni çalışmam süresince destekleyen Prof. Dr. Ayşe Nur ÖKTEN' e, Doç. Dr. Hüseyin TUROĞLU' na, tez savunma jürimde yer alan Prof. Dr. Hüseyin CENGİZ ve Prof. Dr. Firuz Demir YAŞAMIŞ'a ve sevgili aileme teşekkürü bir borç bilir, çalışmanın ileride yapılacak çeşitli araştırmalara ışık tutması bakımından yararlı olmasını dilerim.

Mayıs, 2012

Ufuk Fatih KÜÇÜKALİ

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KISALTMA LİSTESİ viii

ŞEKİL LİSTESİ x

ÇİZELGE LİSTESİ xvi

ÖZET xvii

ABSTRACT xix

BÖLÜM 1

GİRİŞ 1
1.1 Literatür Özeti 1
1.1 Tezin Amacı 7
1.1 Hipotez 8

BÖLÜM 2

MATERYAL VE YÖNTEM 10
2.1 Materyal 10
2.2 Yöntem 11
2.2.1 Çalışmanın Sınırları - Kısıtlamalar 21

BÖLÜM 3

KAVRAMLAR 23
3.1 Havza Kavramı 23
3.1.1 Planlama Birimi Olarak Havza 25
3.2 Kirlilik Risk Değerlendirmesi Modelleri 27

BÖLÜM 4

KİRLİLİK PARAMETRELERİ 41
4.1 Hava Kirliliği Parametreleri 41

4.2 Toprak Kirliliği Parametreleri 48
4.3 Su Kirliliği Parametreleri 52
4.5 Bölüm Değerlendirmesi 60

BÖLÜM 5

ARAŞTIRMA ALANINA İLİŞKİN COĞRAFİ ÖZELLİKLER 63

5.1 Coğrafi Konum 63
5.2 Jeomorfolojik Özellikler 65
5.2.1 Sayısal Yükselti Modeli (DEM) 66
5.2.2 Eğim Özellikleri 66
5.2.3 Bakı Özellikleri 71
5.3 Jeolojik Yapı 73
5.3.1 Litoloji 73
5.3.2 Tektonik Özellikler 81
5.4 Hidrolojik Yapı 82
5.4.1 Yeraltı Suları 83
5.4.2 Yüzeysel sular 85
5.4.2.1 Akarsular 85
5.4.2.2 Barajlar 87
5.5 Toprak Yapısı 88
5.6 İklim Durumu 98
5.6.1 Makro İklim 99
5.6.2 Mikro İklim 106
5.7 Bitki Örtüsü 107
5.8 Doğal Çevre Sorunları 111

BÖLÜM 6

ARAŞTIRMA ALANININ ARAZİ KULLANIMI VE NAZIM İMAR PLANLARI 113

6.1 Tarihsel Süreçte Bursa Kentinin Mekânsal Oluşumu 113
6.2 Mevcut İmar Planları 118
6.2.1 Bursa'da Nüfus, Konut Olgusu ve Plansız Gelişme 121
6.2.2 Ekonomik Yapı 125
6.3 Mevcut ve Geçmiş Arazi Kullanımlarının Ekolojik Açıdan Değerlendirilmesi 127
6.3.1 Güncel Arazi Kulanımı 149
6.3.2 İmar Planlarına Bağlı Arazi Kullanımlarından Kaynaklanan Riskler 162

BÖLÜM 7

ARAŞTIRMA ALANINDA YAPILAN KİRLİLİK ANALİZLERİ 169

7.1 Hava Kirliliği Analizleri 169
7.2 Su Kirliliği Analizleri 172
7.3 Bölüm Değerlendirmesi 173

BÖLÜM 8

ARAŞTIRMA ALANININ KİRLİLİK – RİSK ANALİZİ 175

8.1 Bursa Nilüfer Çayı Havzası için Geliştirilen Ekolojik Kavramsal Model ... 177
8.2 Analiz Sonuçları ... 180
8.2.1 Baskılar ... 180
8.2.2 Olumsuz Etkilerin Kaynakları ve Özellikleri ... 182
8.2.2.1 Jeolojik Yapıdan Kaynaklanan Kirlenmeler ... 182
8.2.2.2 Toprak Yapısından Kaynaklanan Kirlenmeler ... 183
8.2.2.3 İklim Özelliklerinden Kaynaklanan Kirlenmeler ... 184
8.2.2.4 Tarım Faaliyetlerinden Kaynaklanan Etkiler, Etki türleri ve Özellikleri ... 185
8.2.2.5 Endüstriyel Faaliyetlerinden Kaynaklanan Etkiler, Etki Türleri ve Özellikleri ... 187
8.2.2.6 Yerleşimden Kaynaklanan Etkiler, Etki Türleri ve Özellikleri ... 192
8.2.2.7 Ulaşımdan Kaynaklanan Etkiler, Etki Türleri ve Özellikleri ... 193
8.2.3 Etkilerin Ölçülmesi ... 194
8.2.3.1 Araştırma Alanındaki Su Kalitesi Ölçüm İstasyonunda 11 Parametreye Göre 1974-2010 Yılları Arasındaki Değişimin Ölçüm İstasyonu ve Parametre Bazında İncelenmesi ... 196
8.2.3.2 15 Su Kalitesi Ölçüm İstasyonunda 1974 - 2010 Yılları Arasında 11 Parametreye Göre Yapılan Değerlendirmelerde İstasyonlar Arası Değişimlerin Yıl Bazında İncelenmesi ... 212
8.2.3.3 Sanayi Boşaltımları ... 223
8.2.5 Uluslararası Standartlar ile Karşılaştırma ... 231
8.2.6 Baskı-Tepki Analizi ... 233
8.3 Risklerin Değerlendirilmesi ... 236
8.3.1 Nilüfer Çayı Havzası'nın Toprak Kirlenmesi ve Yeraltı Suyu Kirlenmesi Risk Analizi ... 237

BÖLÜM 9

SONUÇ VE ÖNERİLER ... 257

KAYNAKLAR ... 278

ÖZGEÇMİŞ ... 290

KISALTMA LİSTESİ

AB	Avrupa Birliği
AKM	Askıda Katı Madde
BAAT	Batı Atıksu Arıtma Tesisi
$BOİ_5$	Biyolojik Oksijen İhtiyacı
BTSO	Bursa Sanayi ve Ticaret Odası
BUSKİ	Bursa Su ve Kanalizasyon İdaresi
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
Cd	Kadmiyum
CO	Karbon Monoksit
CO_2	Karbon Dioksit
Cr	Krom
Cu	Bakır
ÇO	Çözünmüş Oksijen
DAAT	Doğu Atıksu Arıtma Tesisi
DEM	Sayısal Yükselti Modeli
DPSIR	Diriving Forces, Pressures, Impact and Risk, Response
DSİ	Devlet Su İşleri
EC	Europian Commitee
EEA	Europian Environmental Agency
EPA	Environmental Protection Agency
ERA	Ecological Risk Assessment
EQS	Environmental Quality Standarts
FAO	Food and Agriculture Organisation
Fe	Demir
HC	Hidrokarbon
HNO_3	Nitrikasit
IRBM	Integreted River Basin Management
İSKİ	İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi
KDKÇ	Konut Dışı Kentsel Çalışma Alanları
KHGM	Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü
KOİ	Kimyasal Oksijen İhtiyacı
MTA	Maden Tetkik Arama
NAS	National Academy of Sciences
NO_x	Azotoksit

OSB	Organize Sanayi Bölgesi
Pb	Kurşun
PM	Partikül Madde
REACH	Registration; Evaluation Authorisation of CHemicals
SAP	Soydum Adsorpsiyon Oranı
SKKY	Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
SO_2	Kükürt Dioksit
WDF	Water Framework Directive
WHO	World Health Organisation
Zn	Çinko

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa
Şekil 1. 1 Araştırma alanı 9
Şekil 2. 1 Araştırma alanı için metodolojik yaklaşım 14
Şekil 2. 2 Risk alanlarının belirlenmesinde işlem adımları 16
Şekil 2. 3 Nilüfer Çayı su kirlilik istasyonları ve alt havzalar arasındaki ilişkiler 19
Şekil 2. 4 Yıllara göre Bursa'nın arazi kullanımıını şekillendiren kırılma noktaları 20
Şekil 3. 1 Ekolojik risk değerlendirmesine yaklaşımlar 28
Şekil 3. 2 Ekolojik Risk Değerlendirmesi yapısı 30
Şekil 3. 3 Dünya Sağlık Örgütü'nün entegre sağlık ve ekolojik risk değerlendirmesi yapısından uyarlanmıştır 32
Şekil 3. 4 Avrupa Birliği yeni ve mevcut kimyasallar risk değerlendirme süreci 33
Şekil 3. 5 DPSIR çerçecevesi 35
Şekil 4. 1 Hava kirliliği kaynakları 42
Şekil 5. 1 Araştırma alanının coğrafi konumu 64
Şekil 5. 2 Nilüfer Çayı Başköy – Kestel bölümü alt havzaları 64
Şekil 5. 3 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü eşyükselti haritası 67
Şekil 5. 4 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü sayısal yükselti modeli 68
Şekil 5. 5 Araştırma alanı eğim derecelerine göre yüzdesel dağılımı 69
Şekil 5. 6 Araştırma alanı eğim haritası 70
Şekil 5. 7 Araştırma alanı bakı haritası 72
Şekil 5. 8 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü jeoloji haritası 76
Şekil 5. 9 Bursa İli deprem bölgeleri haritası 82
Şekil 5. 10 Araştırma alanı hidrografya haritası 86
Şekil 5. 11 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü büyük toprak grupları haritası 90
Şekil 5. 12 Nilüfer Çayı Havzası toprak gruplarının yüzdesel dağılımı 93
Şekil 5. 13 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü Arazi Yetenek Sınıfları Haritası 96
Şekil 5. 14 Nilüfer Çayı Havzası arazi yetenek sınıflarının yüzdesel dağılımı 97
Şekil 5. 15 Türkiye iklim haritası 100
Şekil 5. 16 Bursa meteoroloji istasyonuna ait aylık ortalama, aylık ortalama maksimum ve aylık ortalama minimum sıcaklık değerlerinin 32 yıllık (1975-2006) ortalaması 100
Şekil: 5. 17 Bursa Meteoroloji İstasyonu'na ait aylık ortalama yağış değerleri 101
Şekil 5. 18 Nisbi nem oranı 103
Şekil 5. 19 Bulutluluk durumu 104
Şekil 6. 1 1960 tarihli 1/5.000 ölçekli Bursa Nazım İmar Planı (Piccinato Planı) 114

Şekil 6. 2 1976 tarihli Nazım Planı 116
Şekil 6. 3 Bursa Metropolitan Alanı planlama bölgeleri 119
Şekil 6. 4 1989 – 1999 – 2009 yıllarındaki arazi kullanımdaki değişim olguları 127
Şekil 6. 5 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü 1989 - 1999 - 2009 yılları arasında arazi kullanımdaki değişim haritası 128
Şekil 6. 6 Araştırma alanı 1989 yılı arazi kullanımın yüzdesel oranı 130
Şekil 6. 7 Araştırma alanı1999 yılı arazi kullanımın yüzdesel oranı 133
Şekil 6. 8 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü 1989 yılı yerleşim alanları haritası 135
Şekil 6. 9 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü 1999 yılı yerleşim alanları haritası 136
Şekil 6. 10 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü 2009 yılı yerleşim alanları haritası 137
Şekil 6. 11 Yerleşimin 1989-1999-2009 yılları arasındaki alansal değişimi 138
Şekil 6. 12 Tarım arazilerinin 1989-1999-2009 yılları arasındaki alansal değişimi 138
Şekil 6. 13 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü 1989 yılı tarım alanları haritası 139
Şekil 6. 14 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü 1999 yılı tarım alanları haritası 140
Şekil 6. 15 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü 2009 yılı tarım alanları haritası 141
Şekil 6. 16 Ormanların 1989-1999-2009 yılları arasındaki alansal değişimi 142
Şekil 6. 17 Sanayi alanlarının 1989-1999-2009 yılları arasındaki alansal değişimi 142
Şekil 6. 18 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü 1989 yılı orman alanları haritası 143
Şekil 6. 19 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü 1999 yılı orman alanları haritası 144
Şekil 6. 20 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü 2009 yılı orman alanları haritası 145
Şekil 6. 21 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü 1989 yılı sanayi alanları haritası 146
Şekil 6. 22 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü 1999 yılı sanayi alanları haritası 147
Şekil 6. 23 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü 2009 yılı sanayi alanları haritası 148
Şekil 6. 24 Ticaret alanlarının 1989-1999-2009 yılları arasındaki alansal değişimi 149
Şekil 6. 25 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü 2009 yılı arazi kullanımı haritası 150
Şekil 6. 26 Bursa ili karayolu ulaşım ağı 158
Şekil 6. 27 Kent içi ulaşım kademelenmesi 159
Şekil 6. 28 Bursa İli katı atık komposizyonu 161
Şekil 6. 29 Bursa Büyükşehir Belediyesi Metropolitan Alanı 1/25.000 Ölçekli Nazım İmar Planı 163
Şekil 7. 1 Bursa İli yıllara göre hava kirliliği ölçümleri 170
Şekil 7. 2 Bursa SO_2 hava kirliliği haritası 171
Şekil 8. 1 Bursa Nilüfer Çayı Havzası için kurgulanmış olan ekolojik risk anizi akış şeması 176

Şekil 8. 2 Bursa Nilüfer Çayı Havzası için geliştirilen kavramsal model 179
Şekil 8. 3 Araştırma alanındaki jeolojik formasyonların yüzdesel dağılımları 183
Şekil 8. 4 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü alt parametrelere göre istasyonlar arası kirlilik değişimlerinin yıl bazında incelenmesi..... 213
Şekil 8. 5 2008 yılı Nilüfer Çayı akış güzergâhı üzerinde pH değerlerini etkileyen kirlilik kaynakları 214
Şekil 8. 6 2008 yılı Nilüfer Çayı akış güzergâhı üzerinde sıcaklık değerlerini etkileyen kirlilik kaynakları 215
Şekil 8. 7 2008 yılı Nilüfer Çayı akış güzergâhı üzerinde çözünmüş oksijen (ÇO) değerlerini etkileyen kirlilik kaynakları 216
Şekil 8. 8 2007 yılı Nilüfer Çayı akış güzergâhı üzerinde biyolojik oksijen ihtiyacı ($BOİ_5$) değerlerini etkileyen kirlilik kaynakları 217
Şekil 8. 9 2007 yılı Nilüfer Çayı akış güzergâhı üzerinde demir (Fe) değerlerini etkileyen kirlilik kaynakları 218
Şekil 8. 10 2007 yılı Nilüfer Çayı akış güzergâhı üzerinde çinko (Zn) değerlerini etkileyen kirlilik kaynakları..... 219
Şekil 8. 11 2005 yılı Nilüfer Çayı akış güzergâhı üzerinde çinko (Zn) değerlerini etkileyen kirlilik kaynakları..... 220
Şekil 8. 12 2003 yılı Nilüfer Çayı akış güzergâhı üzerinde pH değerlerini etkileyen kirlilik kaynakları 221
Şekil 8. 13 2003 yılı Nilüfer Çayı akış güzergâhı üzerinde bakır (Cu) değerlerini etkileyen kirlilik kaynakları..... 222
Şekil 8. 14 2000 yılı Nilüfer Çayı akış güzergâhı üzerinde kadmiyum (Cd) değerlerini etkileyen kirlilik kaynakları..... 223
Şekil 8. 15 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü 2009 yılı sanayi kuruluşları haritası 225
Şekil 8. 16 1989-1999-2009 yıllarında araştırma alanında bulunan sanayi kuruluşlarının toplam işletme sayıları..... 226
Şekil 8. 17 1989-1999-2009 yıllarında Nilüfer Çayı Havzası'nda faaliyet gösteren işletmelerin faaliyet alanlarına göre sayıları..... 227
Şekil 8. 18 1989-1999-2009 yıllarında Nilüfer Çayı Havzası'nda faaliyet gösteren işletmelerin toplam atıksu debileri..... 227
Şekil 8. 19 1989-1999-2009 yıllarında Nilüfer Çayı Havzası'nda faaliyet gösteren işletmelerin toplam $BOİ_5$ ve KOİ değerleri..... 228
Şekil 8. 20 1989-1999-2009 yıllarında Nilüfer Çayı Havzası'nda faaliyet gösteren işletmelerin toplam N ve P değerleri 228
Şekil 8. 21 Nilüfer Çayı akış güzergâhı üzerindeki kirlilik kaynakları 229
Şekil 8. 22 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü 1989 - 1999 - 2009 yılları toprak kirliliği risk haritası..... 243
Şekil 8. 23 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü 1989 - 1999 - 2009 yılları yeraltı suyu kirliliği risk haritası..... 244
Şekil 8. 24 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü 1989 - 1999 - 2009 yılları arasında arazi kullanımdaki değişim ile toprak kirliliği risklerinin karşılaştırması haritası 248
Şekil 8. 25 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü 1989 - 1999 - 2009 yılları arasında arazi kullanımdaki değişim ile yeraltı suyu kirliliği risklerinin karşılaştırması haritası 249

Şekil 8. 26 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü 2009 Yılı Toprak Kirliliği Riski Sentez Haritası 255
Şekil 8. 27 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü 2009 Yılı Yeraltı Suyu Kirliliği Riski Sentez Haritası 256
Şekil 9. 1 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü kirlilik haritası 259
Şekil 9. 2 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü Ekolojik Master Planı Önerisi 274

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa
Çizelge 2. 1 Risk dereceleri…… 16
Çizelge 3. 1 Avrupa Birliği mevcut ve yeni kimyasallar yönetmeliği …….. 34
Çizelge 3. 2 Ekolojik Risk Değerlendirmesi güçlü ve zayıf yönleri…….. 40
Çizelge 4. 1 Temiz kuru havanın doğal bileşimi …… 44
Çizelge 4. 2 Kükürtdioksit ve partikül madde açısından hava kalitesi sınır değerleri 44
Çizelge 4. 3 Endüstriyel faaliyet türlerine göre etkili olan hava kirliliği parametreleri 45
Çizelge 4. 4 Benzinli motorda egzoz gazı bileşenleri …….. 46
Çizelge 4. 5 Egzoz gazında bulunan kirleticilerin yüzdeleri …….. 46
Çizelge 4. 6 Bazı ağır metallerin kanalizasyona boşaltım değerleri…… 54
Çizelge 4. 7 Ham atıksulardaki ortalama metal konsantrasyonları …….. 55
Çizelge 4. 8 Evsel atıksuların özellikleri …….. 56
Çizelge 4. 9 Endüstriyel sektörlerden kaynaklanan kirleticiler …….. 57
Çizelge 4. 10 Su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri…… 60
Çizelge 4. 11 Hava, su ve toprak kirliliğinin kaynakları, kirleticiler ve uluslararası standartların karşılaştırılması…… 61
Çizelge 5. 1 Araştırma alanı eğim değerleri…… 69
Çizelge 5. 2 Araştırma alanı bakı değerleri…… 71
Çizelge 5. 3 Nilüfer Çayı Havzası'ndaki litolojik formasyonların yüzdesel dağılımları.. 75
Çizelge 5. 4 Nilüfer Çayı alt havzalarının jeolojik formasyonları…… 80
Çizelge 5. 5 Nilüfer Çayı Havzası'ndaki su kaynaklarını su potansiyeli ……83
Çizelge 5. 6 Bursa Ovası'ndaki yeraltı suyu tahsisleri …….. 84
Çizelge 5. 7 2004 yılında Nilüfer Çayı'ndan geçen su miktarları …….. 87
Çizelge 5. 8 Nilüfer Çayı Havzası toprak gruplarının yüzölçümü ve yüzdesel dağılımı 92
Çizelge 5. 9 Nilüfer Çayı Havzası Alt havzalarının toprak gruplarının yüzölçümü……. 94
Çizelge 5. 10 Nilüfer Çayı Havzası arazi yetenek sınıfları yüzölçümü ve yüzdesel dağılımı…… 95
Çizelge 5. 11 Nilüfer Çayı Havzası Alt Havzalarının toprak arazi yetenek sınıflarının yüzölçümleri…… 97
Çizelge 5. 12 Kar, dolu, sis, kırağı …… 102
Çizelge 5. 13 Bursa Meteoroloji İstasyonu'na ait 32 yıllık (1975-2006) nisbi nem değerleri …… 103
Çizelge 5. 14 Bulutluluk durumu…… 104
Çizelge 5. 15 Bursa Meteoroloji İstasyonu'na ait 32 yıllık (1975-2006) basınç değerleri …… 105
Çizelge 5. 16 Nilüfer Çayı Havzası florası …… 108
Çizelge 5. 17 Bursa İli'nde yer alan ormanların genel durumu ……109

Çizelge 5. 18 Nilüfer Çayı Havzası alt havzaların orman varlıkları……109
Çizelge 5. 19 Bursa ormanlarının türleri, yayılış alanları ve alansal yüzdeleri…….. 110
Çizelge 6. 1 Bursa'da 1960 yılından sonra yapılan nazım planlar ve revizyon planları …….. 116
Çizelge 6. 2 Bursa Merkez ilçede kentsel ve kırsal nüfus miktarının yıllara göre değişimi (1927-2007) …… 121
Çizelge 6. 3 1990 – 2020 döneminde Bursa'da konut ihtiyacı ve konut üretimi……. 122
Çizelge 6. 4 Bursa'da plansız gelişme (1976 – 1997)…… 123
Çizelge 6. 5 Bursa'da plansız gelişme (1976 – 1997)…… 123
Çizelge 6. 6 Bursa Sanayi ve Ticaret Odası'nda kayıtlı üyelerin sektörel sınıflamaya göre sayıları …… 125
Çizelge 6. 7 Sektörlerin 2004-2005 yılları büyüme oranı …… 126
Çizelge 6. 8 Araştırma alanı alt havzalarının 1989 yılı arazi kullanımı yüzölçümleri.. 130
Çizelge 6. 9 Araştırma alanı alt havzalarının 1999 yılı arazi kullanımı yüzölçümleri.. 133
Çizelge 6. 10 Araştırma alanında 1989-1999-2009 yıllarındaki arazi kullanımları…… 134
Çizelge 6. 11 Araştırma alanında 1989-1999-2009 yıllarındaki arazi kullanımlarının yüzdesel değişimleri…… 134
Çizelge 6. 12 2009 yılı arazi kullanım alan ve yüzdeleri……151
Çizelge 6. 13 1959 yılında firma sayısı itibariyle sanayi dallarının işgal ettikleri sıra ..152
Çizelge 6. 14 Araştırma alanındaki OSB lerin işletme faaliyet alanları …… 154
Çizelge 6. 15 Bursa genel arazi dağılımı…… 155
Çizelge 6. 16 Tarım arazisinin kullanım durumu…… 156
Çizelge 6. 17 Bursa İli hayvan varlığı …….. 157
Çizelge 6. 18 Bursa Metropolitan Alanı İmar Planları arazi kullanımlarının Nilüfer Çayı Havzası'nın alt havzalarına göre alansal dağılımı…… 164
Çizelge 6. 19 Bursa Metropolitan Alanı İmar Planları konut, tarım, orman, sanayi ve ticaret arazi kullanımlarının Nilüfer Çayı Havzası'nın alt havzalarına göre alansal dağılımı…… 166
Çizelge 6. 20 Bursa Metropolitan Alanı İmar Planları ile güncel arazi kullanımı karşılaştırması…… 167
Çizelge 7. 1 Bursa İli hava kirliliği ölçümleri yıllık ortalama değerleri …….. 170
Çizelge 7. 2 Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliğine göre SO_2 ve duman değerleri…… 170
Çizelge 7. 3 Bursa'da yakıt kullanımı …… 172
Çizelge 7. 4 Nilüfer Çayı üzerinde su kalitesi için ölçüm istasyonları isimleri…… 173
Çizelge 8. 1 Araştırma alanındaki tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan olumsuz çevresel etkiler ve etki türleri ile etki özellikler…….. 186
Çizelge 8. 2 Araştırma alanındaki endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanan olumsuz çevresel etkiler ve etki türleri ile etki özellikleri…… 191
Çizelge 8. 3 Araştırma alanında yerleşimden kaynaklanan olumsuz çevresel etkiler ve etki türleri ile etki özellikleri …… 193
Çizelge 8. 4 Araştırma alanında ulaşımdan kaynaklanan olumsuz çevresel etkiler ve etki türleri ile etki özellikleri…….. 194
Çizelge 8. 5 Nilüfer Çayı üzerinde su kalitesi için ölçüm istasyonları isimleri…… 196
Çizelge 8. 6 pH parametresine göre 15 istasyonun ortalama yıllık değerleri…… 197
Çizelge 8. 7 Sıcaklık parametresine göre 15 istasyonun ortalama yıllık değerleri…… 198
Çizelge 8. 8 ÇO parametresine göre 15 istasyonun ortalama yıllık değerleri…… 200

Çizelge 8. 9 $BOİ_5$ parametresine göre 15 istasyonun ortalama yıllık değerleri……. 201
Çizelge 8. 10 KOİ parametresine göre 15 istasyonun ortalama yıllık değerleri……. 203
Çizelge 8. 11 Fe parametresine göre 15 istasyonun ortalama yıllık değerleri……..205
Çizelge 8. 12 Cu parametresine göre 15 istasyonun ortalama yıllık değerleri……. 206
Çizelge 8. 13 Cd parametresine göre 15 istasyonun ortalama yıllık değerleri…… 207
Çizelge 8. 14 Zn parametresine göre 15 istasyonun ortalama yıllık değerleri……. 208
Çizelge 8. 15 Pb parametresine göre 15 istasyonun ortalama yıllık değerleri……. 210
Çizelge 8. 16 Cr parametresine göre 15 istasyonun ortalama yıllık değerleri…… 211
Çizelge 8. 17 1989-1999-2009 yıllarında Nilüfer Çayı Havzası'ndaki sanayi faaliyetlerine bağlı boşaltım değerleri …… 224
Çizelge 8. 18 1989-1999-2009 yıllarında Nilüfer Çayı Havzası'nda faaliyet gösteren işletmelerin faaliyet alanlarına göre sayıları…… 226
Çizelge 8. 19 Hava, su ve toprak kirliliğinin kaynakları, kirleticiler ve uluslararası standartların karşılaştırılması…….. 232
Çizelge 8. 20 Zarar verenler – oluşturduğu etkiler – zarar görenler matrisi…….. 234
Çizelge 8. 21 Risk Dereceleri…… 236
Çizelge 8. 22 Parametrelere ait alt birimlerin her bir risk türü için etki değerleri (güncel durum)…… 238
Çizelge 8.23 Toprak kirliliği risk dereceleri, toplam alanları ve yüzdesel dağılımları (2009 yılı için)…… 241
Çizelge 8. 24 Yeraltı suyu kirlenmesi risk dereceleri, toplam alanları ve yüzdesel dağılımları (2009 yılı için)…… 245
Çizelge 8. 25 Yıllara göre toprak kirliliği riski toplam alanları ve yüzdesel dağılımları 250
Çizelge 8. 26 Yıllara göre yeraltı suyu kirliliği riski toplam alanları ve yüzdesel dağılımları…… 250
Çizelge 9. 1 Araştırma alanındaki toprak kirliliği ve yeraltı suyu kirliliği risk kaynakları, riski oluşturan etkiler ve risk dereceleri matrisi…… 267

ÖZET

BURSA / NİLÜFER ÇAYI BAŞKÖY – KESTEL BÖLÜMÜ VE ALT HAVZALARININ KİRLİLİK VE RİSK ANALİZİ

Ufuk Fatih KÜÇÜKALİ

Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı

Doktora Tezi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Semra ATABAY

Ülkemizde nüfusun aşırı biçimde artması ve bununla birlikte arazi kullanımı ile ilgili kararların doğal ekolojik dengeyi bozucu nitelik göstermesi ve buna bağlı olarak çevre sorunlarının tüm canlı yaşamı tehdit eden boyutlara ulaştığı izlenmektedir. Yenilenemeyen doğal kaynakların tükenmesine neden olan şehirleşme olgusunun planlama yöntem ve teknikleriyle olumsuz etkilerinin ortadan kaldırılması önem taşımaktadır. Bu nedenle Tez'e konu olan Bursa Nilüfer Çayı Başköy – Kestel Bölümü ve alt havzalarının güncel arazi kullanımı incelendiğinde hükümetlerin aldıkları kararlar neticesinde sanayileşme sürecine bağlı olarak mekân organizasyonu radikal olarak değişmiş, birinci sınıf tarım toprakları üzerinde ve jeolojik açıdan yüksek geçirgenliğe sahip kayaçların oluşturduğu alanlarda yer alan yerleşim ve sanayi alanları gibi kentleşme olgularının havzayı oluşturan doğal kaynaklar üzerinde kirlilikler veya kirlilik riskleri ortaya koyduğu görülmüştür.

Araştırmada Nilüfer Çayı'ndan alınan su örnekleri üzerinde yapılan çözümlemelere bağlı olarak; kimyasal kirliliklerin su kalitesine etkisinin değerlendirilmesi, kirliliklerin yayılması ile bu kirliliklerin fiziki coğrafya özellikleriyle ilişkilendirilmesi, elde edilen kirliliklerin uluslararası standartlarla karşılaştırılarak Coğrafi Bilgi Sistemleri'nin (CBS) bir araç olarak kullanılması ve tüm bu analitik çalışmaların bir bütün halinde değerlendirilmesi ana ilke olarak kabul edilmiştir.

Araştırmayı yönlendiren teorik bilgilerin ortaya konulması, havza kavramına bağlı olarak havzanın, doğal kaynakların ve ekosistemin bütüncül bir sistem olması ve bu bakış açısıyla değerlendirilmesi gerekliliği ortaya konulmuştur. Ekolojik risk

değerlendirmesi metodolojik olarak irdelenmiş, bazı entegre edilebilecek modeller anlatılmıştır. Ardından hava, su ve toprak evrensel kirlilik parametreleri, alt – üst limit değerleri ve bu parametreler ile diğer doğal-yapay faktörler arasındaki ilişkiler irdelenmiştir. Araştırma alanının doğal yapısı ve arazi yapısı ile doğal kaynakların kendi iç süreçlerinden meydana gelen doğal çevre sorunları ortaya konulmuştur. Tarihsel süreçte Bursa kentinin mekânsal oluşumu, sosyo - ekonomik yapısı değerlendirilmiş, mevcut ve geçmiş arazi kullanımları ekolojik açıdan irdelenmiş, imar planlarına bağlı olarak arazi kullanımından kaynaklanan kirlenmeler ve riskler ortaya konulmuştur. Ardından havza içinde kirlilik yaratan bütün elemanların ilişkisel bir kurguya sahip olmasından yola çıkarak insan faaliyetleri ve arazi kullanımlarına bağlı olarak ortaya çıkan kirliliklerin (yerleşim, tarımsal faaliyetler, sanayi boşaltımları ve ulaşım gibi) belirlenebilmesi için araştırma alanında yapılmış olan kirlilik analizleri değerlendirilmiştir. Araştırma alanında toprak, hava ve su kirliliği sonucu oluşan ekolojik sorunlar, baskılar, baskı kaynakları ve özellikleri, olumsuz etkilerin ölçülmesi, uluslararası standartlar ile karşılaştırma adımları gerçekleştirilmiştir. Araştırma alanının sahip olduğu fiziki ve beşeri özelliklerine bağlı olarak toprak ve yeraltı suyu kirliliği riskleri CBS metodolojisi ile ortaya konulmuştur. Son olarak tez kapsamında yapılmış tüm analizler değerlendirilmiş, araştırma alanının korunmasına yönelik tedbirler ortaya konulmuştur.

Yapılan çözümleme çalışmalarından elde edilen bulgulara göre fonksiyon alanlarının neden olduğu baskılar; tarım alanlarında kullanılan gübre ve pestisitler, sanayi alanlarından kaynaklanan işlem atıklarının Nilüfer Çayı'na, toprağa ve kuyular aracılığı ile yeraltı suyuna boşaltılması, konut alanlarından kaynaklanan evsel atık suların Nilüfer Çayı'na veya kuyulara boşaltılması, bazı bölgelerde var olan kanalizasyon şebekelerindeki kaçaklar nedeni ile yeraltı sularının kirlenmesi ve özellikle ısınmadan ve ulaşım araçlarından kaynaklanan hava kirliliği nedeniyle yaşanan inversiyon olgularına bağlı kirliliklerdir.

Sonuç olarak Türkiye'de havza planı ve yerel alan planları yapılırken öncelikle doğal kaynakların mevcut durumunun saptanması, fiziksel – biyolojik ve ekolojik özelliklerinin olması gerektiği gibi irdelenerek arazi kullanımı kararlarının yönlendirilmesi gerekliliği vurgulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Havza, Kirlilik Analizi, Ekolojik Risk, Arazi Kullanımı, Coğrafi Bilgi Sistemleri

ABSTRACT

POLLUTION AND RISK ANALYSIS FOR BAŞKÖY - KESTEL SECTION AND SUB-BASINS OF BURSA NİLÜFER CREEK

Ufuk Fatih KÜÇÜKALİ

Department of City and Urban Planning

Phd. Thesis

Advisor: Prof. Dr. Semra ATABAY

In our country, it is currently observed that the population shows a large increase, decisions made on the land-use show an upsetting nature for the natural ecological balance; accordingly environmental problems have reached a dimension endangering all the living creatures. It is of importance to eliminate the negative effects of urbanization phenomenon causing the depletion of nonrenewable natural resources through planning methods and techniques. For this reason, when the current land-use of Basköy - Kestel section and sub-basins of Bursa Nilüfer River that is the subject of the Thesis is analyzed, it is found that spatial organization has changed radically as a result of the decisions made by governments based on the industrialization process, urbanization phenomena such as residential and industrial areas on the first-class agricultural lands and lands composed of rocks with high geological permeability have created pollution or pollution risks on natural resources within the basin.

With reference to the analyzes performed on water samples taken from Nilüfer River; it is adopted as a key principle to assess the impact of chemical impurities on water quality; to associate the proliferation of impurities to the physical geographic characteristics of these impurities; compare the impurities to the international standards; to use Geographic Information Systems (GIS) as a tool; and to evaluate this analytical studies as a whole.

It is revealed that it is necessary to bring out the theoretical information leading the research; basin, natural resources and ecosystem are an integrated system depending on the concept of basin and they should be evaluated from this perspective. The ecological risk assessment is examined methodologically; and some models which could be integrated are described. Afterwards, the universal parameters of air, water and soil pollution, lower - upper limit values and the relationships between these parameters and other natural-artificial factors are discussed. The nature and land structure of the research area along with the environmental problems naturally arising from the internal processes of natural resources are revealed. Spatial formation and socio-economic characteristics of the city of Bursa during the historical process are evaluated, current and previous land uses are analyzed ecologically, pollution and risks arising from the land use due to zoning plans are identified. The pollution analyses that were conducted on the research area to identify impurities caused by human activities and land uses (e.g. residential, agricultural activities, industrial discharges and transportation) are evaluated based on the relational construct between all the elements that create pollution in the basin. Ecological problems arising out of soil, air and water pollution in the research area, pressures, pressure sources and characteristics, adverse effects are measured and compared to the international standards. Depending on the physical and human characteristics of the research area, soil and groundwater pollution risks are determined using the GIS methodology. Finally, all analyzes conducted within the scope of the thesis are evaluated and measures are provided to protect the research area.

According to the findings obtained from the analyses, the pressures caused by functional areas are the impurities connected to inversion phenomena occurring due to the discharge of fertilizers and pesticides used in agricultural fields and processing wastes coming from industrial areas into Nilüfer River, soil and underground water through wells; discharge of domestic wastewaters coming from residential areas into Nilüfer River and wells; groundwater pollution originating from sewage leaks in some areas; and air pollution caused by particularly overheating and transportation vehicles.

As a result, it is stressed that it is necessary to primarily identify the current status of the natural resources, while preparing a basin plan and local area plans, analyze the physical - biological and ecological characteristics as it should be, and direct the decisions concerning the land use.

Keywords: Basin, Pollution Analysis, Ecological Risk, Land Use, GIS

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Su toplumsal ve ekonomik gelişmeler için önem taşıyan bir kaynaktır. Bu nedenle tarih boyunca denetim altında tutulmak istenmiş, bu amaçla sulama ve taşkın denetim sistemleri, içme suyu ve atıksu şebekeleri ve biriktirme yapıları inşa edilmiştir. 1970'lere kadar su kaynaklarının geliştirilmesinde suyun yeri ve niceliği "belli bir gereksinimi karşılayacak su sağlanımı" kavramı temelinde değerlendirilmiştir. Nüfus artışı, teknoloji ve kentleşme sonucu gereksinmelerin çeşitlenmesi ve küresel iklim değişikliği gibi nedenlerle 1980'li yılların başında çevre kirliği sorunlarının ortaya çıkması ile bu kavrama "suyun niteliğinin korunması" da eklenmiştir [1].

Son iki yüzyıl içinde hızlı nüfus artışı, endüstrileşme ve yoğun zirai etkinlikler doğal çevreyi olumsuz etkileyen ve kirleten sebepleri oluşturmuştur. Endüstri devrimi ve hızlı şehirleşmenin ilk dönemlerinde, doğanın tüm kirleticileri sonsuza dek saklayabilme veya sonsuz bir arıtma gücüne sahip olduğu sanılıyordu. Ancak, zaman içinde tüm ekosistemler çevre kirliliğinden olumsuz etkilenmeye başladığında, ortaya çıkan sorunları anlama, tanımlama, önlem alma ve çözüm bulma çalışmaları büyük önem kazanmıştır [2].

Ekonomik gelişme, birçok teknolojik imkânı insanlığın hizmetine sunarken doğa ve çevreden geri kazanılması zor hatta bazen mümkün olmayan değerleri de alıp götürmektedir. Sanayileşme ve kentleşme sürecine giren bütün ülkeler, doğayı bitmeyen bir kaynak olarak kabul etmiş ve onu sorumsuzca kullanmışlardır. Ancak doğanın kendini yenileme kabiliyetinin sınırlı olduğunu ve ekolojik dengenin bir daha

düzelmemek üzere bozulmakta olduğunu göstermesi, toplumları mevcudu koruma ve oluşmadan önüne geçme çabası içine sokmaya başlamıştır. Üretir ve tüketirken canlı yaşamını ve doğal çevreyi tehdit etmeyen tutum ve davranışlar, doğa-insan ilişkisinin sürmesi açısından çok önemlidir.

Bu noktadan hareketle: "ülkeler kalkınma ve gelişmeleri için sosyo-ekonomik kararlar alarak ülke, bölge ve yerel alan düzeyinde fiziksel mekâna planlayarak yansıtırlar. Ancak yerleşim alanlarına ilişkin çeşitli işlevleri yüklenen arazi kullanım kararları, belirli alanlardaki ekonomik eylemleri etkilediği gibi, bu eylemler de fiziksel mekânı ve bunların üzerinde yer aldığı topografyayı, toprağı, suyu, flora ve fauna gibi doğal biyotopları ve giderek genelde ekolojik yapıyı olumsuz etkilemekte, bunun sonucu çevre sorunlarını yaratmaktadır. Bu bağlamda konu yarar-maliyet kuramına göre incelendiğinde, kısa dönemlerde sosyo-ekonomik yararlar getiren karar ve uygulamalar, uzun dönemlerde doğal varlıkların yok olması ile tüm topluma mal edilen olumsuz ekolojik maliyetleri ortaya çıkarmaktadır" [3].

Ekonomik gelişmeyle birlikte ekolojik kaynakların bütünlüğünü etkileyen unsurlara da yenileri eklenmektedir. Kimyasallar buna örnektir. Ne etkileri olduğu pekiyi bilinmeyen ve sayısı her geçen gün artan binlerce kimyasalın böcek mücadelesi, tarım, toksik atık sızıntıları, çöp yakma eylemlerinin çevreye eklenmesi, insanlar için uzun vadede önemli sağlık riskleri ortaya çıkarmaktadır. Ancak insanların kendi yaşam destek sistemleri olan ekolojik kaynakları tahrip etme ve ortadan kaldırma potansiyelleri olduğu kadar sürdürülebilir ve sağlıklı bir çevrenin oluşumunu kolaylaştırma potansiyelleri de vardır [4].

1.1 Literatür Özeti

Ekolojik Risk Değerlendirmesi'nin bir çevre yönetim aracı olarak gelişiminin ilk olarak Hollanda ve Almanya'da "Çevre Yönetimi Programı" ve "Etki Standartları" metodolojileri ile oluşturulduğunu görmekteyiz [5]. Ekolojik Risk Değerlendirmesi sürecini tanımlayan ve ortaya koyan diğer dökümanlar Amerika'da Çevre Koruma Ajansı (Environmental Protection Agency - EPA) tarafından hazırlanan: *Guidelines for Ecological Risk Assessment* [6], *Ecological Risk Assessment Guidance for Superfund* ve *Ecological Risk Assessment and Risk Management Principles for Superfund Sites*'dır.

Farklı kurumlar ekolojik risk değerlendirmesi konusunda farklı standart yaklaşımlar ortaya koymuşlardır. Bu çabalar genel ekolojik risk değerlendirmesi sürecinde bir fikir birliği ile sonuçlanmış olsa da, sürecin spesifik durumlara uygulanmasında farklılıklar mevcuttur.

Ekolojik Risk Değerlendirmesi, insan faaliyetlerinin, ekosistemi oluşturan tüm doğal kaynaklar üzerindeki potansiyel olumsuz etkilerini değerlendirir. Risk değerlendirme süreci, bilimsel verileri, çevresel kararların alınmasına uygun bir şekilde geliştirmek, organize etmek ve sunmak için bir metot sunar. Risk değerlendirmeleri, yerel topluluklar, yerel yönetim, merkezi yönetim arasında işbirliği için birleşme noktası olur ve farklı yönetim seçeneklerini karşılaştırmak için bir temel oluşturur [7],[8],[9],[10],[11],[12].

İlgili alandaki baskı unsurlarının etkilerini analiz etmek için; su kalitesi modeli, alan çalışmaları, CBS verileri vb. kullanılır. CBS teknolojisi risk analizi sonucu kavramsal ve metodolojik olarak alandaki riskler üzerinde yoğunlaşmayı, kısa-orta ve uzun vadede çözüm önerileri getirmeyi ve güncel duruma/geleceğe dair simulasyonlar yapmaya olanak sağlar [13],[14]. Böylece mevcut ve geçmiş şartlar incelenerek arazi ve su kullanım kararlarıyla ilgili gelecekteki riskler hakkında tahminler yapılabilir.

Kimyasal maddeler ve pestisitler için yapılan Ekolojik Risk Değerlendirmeleri'nin sayısı oldukça fazladır. Ekolojik Risk Değerlendirmesi kimyasal baskı unsurları için olduğu gibi biyolojik baskı unsurları için de uygulanabilir. Bir başka uygulama alanı ise, kirlenmiş bir alan için yapılan geçmişe dönük değerlendirmelerdir. Buna göre ekolojik olarak bir rehabilitasyona gerek olup olmadığıyla ilgili bilgi elde edilir. Bu şekilde risk değerlendirmeleri ekolojik/biyolojik iyileştirme çalışmaları için de kullanılabilir. Örneğin DDT kimyasalının su kirliliğine neden olduğu bir alanda, populasyon değişimleri, sedimantasyon, toksisite testleri ve besin zinciri değişim modelleri değerlendirmenin analiz aşamasında kullanılabilir. Tehlike altında olan türlerin yaşamını sürdürebilmesi üzerinde rol oynayan fiziksel, kimyasal ve biyolojik baskı unsurları etkilerinin belirlenmesi için de Ekolojik Risk Değerlendirmesi kullanılır. Bu çalışmalarda daha çok niceliksel modellerin kullanıldığı görülmektedir [15].

Dünya'dan Ekolojik Risk Değerlendirmesi örnekleri ele alındığında:

Amerika'da Minneapolis / St. Paul Metropolitan bölgesinde 8 eyalette gerçekleştirilen "Effects of Physical Disturbance on Water Quality Status and Water Quality Improvements Function of Urban Wetlands" [16] başlıklı çalışmada Ekolojik Risk Değerlendirmesi metodundan yararlanılmış, 33 sulak alanda su kalitesi üzerindeki insan kaynaklı fiziksel ve kimyasal etkiler neden-sonuç ilişkileri çerçevesinde değerlendirilerek bir kavramsal model kurgulanmıştır.

"A Method for Assessing Environmental Risk: A Case Study of Green Bay, Lake Michigan, USA" başlıklı makalede [17] Amerika'daki Michigan Gölü'nü tehdit eden sanayi boşaltımlarının gölün su kalitesinde meydana getirdiği değişiklikler ortaya konmuş ve çevresel risklerin belirlenmesi için bir metod kurgulanmaya çalışılmıştır.

Kaliforniya'da yapılan "The Bolsa Chica Lowlands" [18] çalışmasında sediment ve su kalitesindeki değişimlerin kara, deniz ve geçiş ekosistemlerindeki doğal yaşam üzerinde oluşturduğu riskler ve arazi kullanımı ile insan faaliyetlerinin, havzadaki balık populasyonunu nasıl etkilediği/etkileyeceği ortaya konmuştur.

Avustralya'da (Land and Water Australia National Program for Sustainable Irrigation, Monash University Water Studies Centre, University of Melbourne, University of Western Australia) yapılan "Ecological Risk Assessment for the Wetlands of the Lower Burdekin" adlı çalışmada: Ekolojik Risk Değerlendirmesi sürecinde uzmanların katılım gösterdiği bir workshop ta risklerin ortaya konması, risk algısının farklı sektörlerde gözlemlenen değişimi ve risklerin puanlanarak derecelendirilmesi sonucunda ortaya çıkan sonuçlar değerlendirilmiştir.

Suter'in "Risk Characterization for Ecological Risk Assessment of Contaminated Sites" [19] ve "Ecological Risk Assessment" [20] başlıklı kitaplarında; kavramsal model bileşenleri, riskler ve eşiklerden bahsetmiş ve EPA'nın yürüttüğü birçok örnek çalışmaya temel oluşturmuştur.

"A Procedure for Incorporating Spatial Variability in Ecological Risk Assessment of Dutch River Floodplains" başlıklı makalede [21] Almanya'da akarsuların sel oluşturma özellikleri ile arazi kullanımdaki değişim arasındaki ilişkileri Ekolojik Risk

Değerlendirmesi açısından değerlendirmiştir. Değerlendirmelerinde araştırma alanının fiziki coğrafya özellikleri belirleyici olmuştur.

"Applying Ecological Risk Principles to Watershed Assessment and Management" başlıklı makalede [22] su havzaları yönetiminde Ekolojik Risk Değelendirmesi'nin önemi ve uygulama esasları tartışılmıştır.

"New Concepts in Ecological Risk Assesment: Where do we go from here?" başlıklı makalede [23] Ekolojik Risk Değerlendirmesi'nde yeni yaklaşımlar tartışılmış ve tarihsel perspektifte yaşanan gelişmeler özetlenmiştir.

"Perspectives of the Scientific Community on the Status of Ecological Risk Assessment" başlıklı makalede [24] ve "Fallacies in Ecological Risk Assessment Practices" başlıklı makalede [25] Ekolojik Risk Değerlendirmesi'ne eleştirel bakış ile olumlu-olumsuz yanları, avantaj ve dezavantajları tartışılmıştır (Konu ile ilgili detaylı bilgi için 3.2 alt bölümüne bakınız).

Türkiye'de konu ile ilgili yapılan önemli çalışmalar ele alındığında;

"Çevre Yönetiminde Ekolojik Risk Değerlendirmesi ve Uluabat Ramsar Alanı İçin Problem Formülasyonu" başlıklı yüksek lisans tezinde [26] Ekolojik Risk Değerlendirmesi'nin çevre yönetimi ile bağlantısı değerlendirilmiş olup Uluabat Gölü için bir Ekolojik Risk Değerlendirmesi yapılmıştır.

"Gala Gölü'nün Ekolojik Risk Analizi ve Biyotop Potansiyeli" başlıklı makalede [27] Gala Gölü yakın çevresinde güncel arazi kullanımının Gala Gölü biyotop potansiyeli üzerindeki oluşturduğu riskler, uygunluk ve hassasiyet analizi metodları ile değerlendirilmiş ve ekolojik risk haritası elde edilmiştir.

"Uluabat Gölü İçin Ekolojik Risk Değerlendirmesi" başlıklı makalede [28] Yapılan çalışmayla mevcut riskler tanımlanmış, kavramsal model çıkarılmış ve eylem planlaması aşamasında ele alınması gereken risk unsurları öncelik sıralamasına konulmuştur. Ekolojik Risk Değerlendirmesi sürecinde Amerika Çevre Koruma Kurumu (EPA) tarafından belirlenen yöntem uygulanmış ve öncelik sıralaması için de bulanık mantık teorisine dayalı bir yaklaşım benimsenmiştir. Çalışmada EPA'nın kimyasal analizlere odaklanan bakış açısı öne çıkmış olup fiziki coğrafya özelliklerinin kirlenme riskine etkileri göz ardı edilmiştir.

"Uludağ İçin Ekolojik Risk Değerlendirmesinde Problem Formülasyonu" başlıklı makalede [29] Uludağ'ın ekolojik değerleri: su kaynakları, bitki örtüsü ve hayvan varlığı olarak belirlenmiştir. Baskı unsuru kaynakları olarak da: madencilik, turizm, ziyaretçiler ve kaçak yapılaşma olarak tespit edilmiştir. Elde edilen veriler ışığında Uludağ'da var olan bu baskı kaynakları ve korunması gereken değerler arasındaki ilişkiyi özetleyen bir kavramsal model kurgulanmıştır.

"Havran Çayı Havzasının (Balıkesir) CBS ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Taşkın ve Heyelan Risk Analizi" başlıklı doktora tezinde [30]; Balıkesir ili sınırları içinde yer alan Havran Çayı havzası genelinde, geçmiş dönemlerde meydana gelmiş taşkın ve heyelan doğa olaylarının, CBS ve Uzaktan Algılama yöntemleriyle havzanın yönetiminde esas olacak risk analizi çalışmalarının ortaya konması amaç edinilmiştir. Çalışmasında CBS ile risk analizi yapılmasının metodolojisi irdelenmiş ve çalışma alanında uygulanarak sonuçlar ortaya konulmuştur.

"Su Havzalarının Kirlenme Durumlarının İncelenmesi ve Havzalarda Kalite Sınıflarının Tespiti Projesi" [31] kapsamında Meriç, Marmara, Susurluk ve Kuzey Ege havzalarında kirlenme durumlarının incelenmesi ve kalite sınıflarının tespiti yapılmıştır. Havzalardaki kirletici kaynaklar endüstri, nüfus ve tarım olarak üç grupta incelenmiş ve kirlilik yükleri tespit edilmiştir.

Bursa Su ve Kanalizasyon İdaresi (BUSKİ) genel müdürlüğünün tez çalışması ile ilişkili çalışmaları ise şunlardır; BUSKİ altyapı yatırımları için günümüze kadar Dünya Bankası kredili "Bursa Su ve Çevre Sağlığı Projesi" ve Avrupa Yatırım Bankası kredili "Bursa Atıksu Projesi" [32]. BUSKİ 1993-2001 yılları arasında Bursa Su ve Çevre Sağlığı Projesi kapsamında; yağmursuyu ve kanalizasyon şebekelerinde birleşik sistemin ayrılması, Atıksuların I. Aşama Doğu ve Batı Atıksu Arıtma Tesislerinde arıtıldıktan sonra Nilüfer Çayına boşaltılması ve içmesuyu şebekelerinin yenilenerek fiziksel su kaçaklarının azaltılması çalışmalarını yürütmüştür. 2000 yılından itibaren Bursa Atıksu Projesi kapsamında; II. Aşama atıksu arıtma tesislerinin inşa edilip devreye alınması ve işletilmesi, kanalizasyon ve yağmursuyu yatırımları, içme suyu yatırımları çalışmalarını yürütmektedir. Aynı zamanda 2000 yılından itibaren Nilüfer Çayı üzerindeki 21 su kalitesi gözlem istasyonu ile periyodik olarak ölçümler yapılmakta ve yayınlamaktadır.

1.2 Tezin Amacı

Kalkınma ve gelişme amacıyla 1950'li yıllardan bu yana Türkiye'de hükümetler tarafından alınan sosyo-ekonomik kararlar fizik mekâna yansımakta ve imar planları bu çerçevede yapılmaktadır. Ülkemizde bölge planlama kavramı henüz olması gereken içerik ve teknikte ele alınmamış olması ve ülke genelinde tüm bölgelere ilişkin doğal kaynakların ekolojik hassasiyetleri ve potansiyelleri ile sosyo-ekonomik fonksiyonların birbiriyle uyumu veya uyumsuzluğunun saptanması için parametrik ölçütlerle analizinin yapılmadan elde edilen çevre düzeni ve imar planları Bursa Ovası, Adana Ovası, Adapazarı Ovası, Konya Ovası, Güneydoğu Anadolu Havzası gibi önemli doğal kaynak özelliklerine sahip ve tarımsal potansiyeli yüksek su toplama havzalarında çeşitli içerikte çevresel sorunları yaratmaktadır. Özellikle bölgelerin su toplama havzalarında ki şehirleşme olgularını yöneten imar planlarındaki arazi kullanımı kararları havzaların jeolojik yapısı, morfolojik özellikleri, iklim durumu, toprak özellikleri gibi faktörleriyle çelişmektedir.

Bu bağlamda Bursa Nilüfer Çayı Başköy - Kestel bölümü ve alt havzalarının yaklaşık otuz yıl içinde yoğun bir kentleşme olgusu ile karşı karşıya olması ve yanlış arazi kullanımları nedeniyle büyük boyutta çevre kirliliği baskısı altında olduğu görülmektedir. Bu nedenle araştırma alanında görülen çevre kirliliği 20 yıllık süreç içinde ele alınıp irdelenmiş ve bulgular değerlendirilerek ekolojik risklerin uluslararası parametrelere göre hangi tür ve boyutta olduğu üzerinde değerlendirmeler yapılmıştır. Havzanın ekolojik sisteminin özelliklerinin yönlendirdiği yüzeysel sular, yerüstü ve yer altı su kirliliği olarak ortaya çıkmaktadır. Havzanın su kirlilikleriyle ilgili kimyasal kirlilikleri yerel yönetimlerin [32],[37],[38], kamu kuruluşlarının [39],[40],[41], Uludağ ve Boğaziçi Üniversite'leri [31],[33],[34],[35],[36] ilgili bölümleri tarafından yapılan tespit raporları çalışmanın analitik bölümünde kullanılmıştır. Bu raporlardan yararlanarak kirliliklerin kimyasal özellikleri, kirliliklerin yayılması ile fiziki coğrafya özelliklerinin ilişkilendirilmesi, kirliliklerin uluslararası standartlar ile karşılaştırılarak irdelemesi yapılmış, CBS bir araç olarak kullanılarak elde edilen bulgular haritalara aktarılmıştır. Ülke ve bölgelerin sosyo-ekonomik olgularına ve politikalarına bağlı olarak alınan planlama kararlarının yönlendirdiği şehirleşmenin ortaya koyduğu özel olguları kırılma noktaları olarak ele alınmış ve değerlendirmeler yapılmıştır.

1.3 Hipotez

Her havzanın doğal kaynakları farklı olup birbirleri ile olan ilişkileri de farklıdır. Dolayısıyla planlama doğal yapı özellikleri ve sosyo-ekonomik kararlar ile bütüncül bir yöntemde ele alınmalıdır. Fiziksel planlama doğal ortam özelliklerinin yönlendirici olması esasına dayanan bir yaklaşımdır. Bu noktadan yola çıkarak her bir araştırma alanı için kendi fiziksel özelliklerine göre içinde bulunduğu havzanın ekolojik ilişkilerine dayandırılan fiziksel planlama çalışmalarının yapılması söz konusudur. Ancak ülkemizde böyle bir planlama prosedürü bulunmamakta olup 3194 sayılı İmar Kanunu'na göre klasik bir yöntemle bölge planları gerekli görüldüğü takdirde yapılmaktadır.[1]

Oysaki "ekonomik kalkınmanın dengeli ve yararlılık ilkesine uygun olabilmesi için ülkemizde doğal mekân boyutu ile bütünleşen bir planlama anlayışının tanımlanması, benimsenmesi ve ülkemizin kalkınma planları ve politikalarına entegre edilmesi zorunluluğu bulunmaktadır" [42].

Bu bağlamda planlama konusunun önemini vurgulamak üzere Bursa / Nilüfer alt havzaları üzerinde bir araştırma yaparak arazi kullanımının hangi türde çevresel sorunlara neden olduğu ve ekolojik analizlerin öneminin ortaya konulması amaçlanmıştır.

Araştırma alanı sınırları; Türkiye'nin kuzeybatısında yer alan Bursa ili (28°10' ve 30°00' kuzey enlemleriyle 40°40' ve 39°35' doğu boylamları arasında) içinden geçen 1.288,96 km² yüzölçüme sahip Nilüfer Çayı (Uludağ'ın güney yönünden çıkarak Karacabey Ovası'nda Susurluk Çayı ile birleşir ve Marmara Denizi'ne ulaşır) Havzası'nda Başköy – Kestel bölümü ve alt havzalarından oluşmaktadır (Şekil 1.1).

Bursa Nilüfer Çayı'nın Başköy – Kestel bölümü ve alt havzalarının araştırma alanı olarak seçilmesinde belirleyici olan faktörler: Bursa metropolünün kentleşme, hızlı göç hareketleri ve nüfus artışı, özellikle sanayi ve ticaret fonksiyonlarının çevre üzerinde yarattığı tahribatların gözle görülür noktalara ulaşması aynı zamanda yerleşilmemesi gereken alanların (tarım alanları, içme suyu havzaları ve orman alanları ile jeolojik bakımdan sakıncalı alanlar v.b) yerleşime açılması neticesinde doğal kaynakların taşıma

[1] 3194 sayılı İmar Kanunu Madde 8 a) Bölge planları; sosyo - ekonomik gelişme eğilimlerini, yerleşmelerin gelişme potansiyelini, sektörel hedefleri, faaliyetlerin ve alt yapıların dağılımını belirlemek üzere hazırlanacak bölge planlarını, gerekli gördüğü hallerde DPT yapar veya yaptırır.

kapasitelerinin aşılması, özellikle ısınmadan ve ulaşım araçlarından kaynaklanan hava kirliliği nedeniyle yaşanan inversiyon[1] olgularına bağlı kirliliklerin gözlendiği ve tüm bu süreçlerin neden olduğu sosyo-ekonomik sorunların yoğun olarak yaşandığı bir metropol olmasıdır.



Şekil 1. 1 Araştırma alanı

[1] İnversiyon (terseleme): Genellikle kış aylarında sıcak havanın soğuk havanın üzerinde bulunarak, havanın dikey olarak birbiriyle karışmasının engellenmesi durumudur. Böylece kirlilikler dağılmadan yer seviyesine yakın soğuk hava tabakasının içerisinde toplanarak inversiyon (terseleme) tabakası oluşturur ve çökelerek toprak ve su kaynaklarına ulaşırlar.

BÖLÜM 2

MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Materyal

Tez çalışması; hazırlık, veri toplanması, toplanan verilerin analiz edilmesi, değerlendirme ve sonuçların belirlenmesi olmak üzere dört aşamada hazırlanmıştır. Hazırlık aşamasında ilk olarak konu ve araştırma alanı ile ilgili literatür taraması yapılmıştır. Literatür taraması ve veri temini aşamasında çeşitli kamu kuruluşlarından yardım alınmıştır. Şöyle ki;

- Topografik yapıya ilişkin değerlendirmelerin yapıldığı Harita Genel Komutanlığı tarafından hazırlanan 1/25.000 ölçekli "Koordinatlı Topografya Haritaları" (H21-b3, H21-c2, H22-a3, H22-a4, H22-d1, H22-d2)
- MTA'dan elde edilen 1/100.000 ölçeğinde Jeoloji haritası,
- Araştırma alanı toprak yapısı ile tarımsal faaliyetlere ilişkin değerlendirmelerin yapıldığı; Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü (KHGM) tarafından hazırlanan, 1/25.000 ölçekli toprak haritaları ve Bursa İli Arazi Varlığı Raporu'ndan elde edilen bilgiler,
- Bursa Sanayi ve Ticaret Odası ile Bursa İl Özel İdaresi'nden elde edilen sanayi alanları, işletme faaliyet alanları, işletme sayıları, atıksu debileri, ve atıksu kirlilik analizleri,
- Bursa Büyükşehir Belediyesi'nden elde edilen 1/5.000 ölçeğinde halihazır haritalar,

- Bursa Büyükşehir Belediyesi'nden elde edilen 1/5.000 Nazım İmar Planları, yapılan revizyon planları ve raporu
- Arazi kullanımdaki değişimi ortaya koymak için 1989 Landsat uydu görüntüsü, 1999 Landsat uydu görüntüsü ve 2009 İkonos uydu görüntüsü
- DSİ ve BUSKİ Genel Müdürlüğünden elde edilen 1974 - 2010 yılları arasında yapılmış olan su kirliliği analizi raporları
- Bursa Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma Daire Başkanlığından elde edilen katı atık depolama alanlarına dair raporlar
- Uludağ Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümünden elde edilen Nilüfer Çayı Kimyasal Kirlilik Analizleri ve Bursa Ovası toprak kirlilik analizleri üzerine doktora/yüksek lisansa tez çalışmaları, araştırma projeleri
- Bursa İl Sağlık Müdürlüğü'nden elde edilen 8 adet hava kalitesi ölçüm istasyonuna ait (Tophane, Garaj, Arabayatağı, Eğitim, Küçükbalıklı, Karaman, Çekirge ve Sırameşeler) hava kirliliği verileri

Çalışmada elde edilen verilerin yorumlanmasında ve yeni verilerin üretilmesinde CBS yazılımı olan ArgGIS programı kullanılmıştır. Ekolojik Risk Analizi yaklaşımında, araştırma alanında doğal kaynaklardaki kirlenmeler bu kirliliklerden kaynaklanan riskler belirlenmiştir. Bu belirleme coğrafi verilerin sayısallaştırılması, mevcut bilgilerin değerlendirilmesi ve birbirleri ile ilişkilendirilmesi, kimyasal analiz sonuçlarının havza için yorumlanması CBS haritalarının yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Analiz çalışmaları ise verilerin, CBS ölçme, sorgulama, sınıflama ve çakıştırma analiz yöntemleri kullanılarak değerlendirilmiştir.

2.2 Yöntem

Araştırma alanının sahip olduğu fiziki coğrafya özellikleri sebebi ile kirlilikler hidrolojik özelliklerin yönlendirdiği yüzeysel sular ile taşınan yerüstü su kirliliği, toprak kirliliği ve yeraltı suyu kirliliği olarak ortaya çıkmaktadır. Konu ile ilgili olarak Bursa Nilüfer Çayı özelinde yerel yönetimler, ilgili kamu kuruluşları ve üniversiteler tarafından kirlilik araştırma çalışmaları yapılmaktadır.

Aynı zamanda çalışmada su kalitesindeki değişimler ile toprak ve hava kirlilikleri arasındaki nedensellik ve ilişkiler ortaya konulmuştur. Bunun için DSİ, BUSKİ ve Üniversitelerin yaptığı su kalite analizleri alt havzalardan başlayarak bu alt havzaların bir arada oluşturduğu araştırma alanına doğru Ekolojik Risk Değerlendirmesi ışığında irdelenerek evrensel parametreler ile havza ana kollarında kavşak noktalarında ölçülen su kaliteleri (ve diğer ilgili faktörler; hava kirliliği gibi) ile sektörler ve onlara bağlı fonksiyonlara özgü arazi kullanımları arasındaki ilişki demeti ortaya konulmuştur.

Nilüfer Çayı Havzası için Ekolojik Risk Değerlendirmesi yapılırken; kimyasal analizlere odaklanan Amerikan Çevre Koruma Ajansı'nın Ekolojik Risk Değerlendirmesi modelinin ana çatkısı olan problem formülasyonu, analiz ve risklerin belirlenmesi adımları temel olarak alınmıştır. Buna ek olarak kimyasal analizlerin yanında coğrafi özelliklere bağlı doğal koşulların değerlendirildiği Avrupa Birliği'nin Su Çerçeve Doğrudanifi (Water Framework Directive – WDF) modelinin baskılar ve etkiler terminolojisi değerlendirmeye katılmıştır. Sonuç itibari ile tez kapsamında bu analizlerin olumlu yönleri birlikte değerlendirilerek havza yaklaşımına sahip karma bir Ekolojik Risk Analizi metodu kurgulanmıştır.

Kurgulanan risk analizi metodu özetle;

I. Aşama: Problemin tanımlanması

- Coğrafi mekân bileşenlerinin tanımlanması
- Elde edilen verinin havza doğal kaynaklarına, mevcut ve geçmiş arazi kullanımlara ve nazım imar planlarına göre değerlendirilmesi
- Risklerin tanımalanabilmesi amacıyla baskı kaynakları olarak adlandırılan ve bu baskılara neden olan aktiviteler ile bu baskıların ekolojik etkileri ve korunması gereken ekolojik değerler arasındaki ilişkileri ortaya koyan ekolojik kavramsal modelin oluşturulması

II. Aşama: Analiz

- Baskı unsuru kaynakları (tarım, endüstri, hizmetler, yerleşim, ulaşım, ticaret, rekreasyon gibi sektörler ve fonksiyonlara bağlı baskılar ile jeolojik, atmosforik,

hidrolojik gibi ekolojik baskılar) ve bu kaynakların neden olduğu kirliliklerin değerlendirilmesi

- Kirliliklerin uluslararası standartlara (üst ve alt sınır değerleri) bağlı olarak değerlendirilmesi

III. Aşama: Risklerin Değerlendirilmesi

- Fiziki coğrafya özelliklerine bağlı olarak risk faktörü ağırlıklarına göre tüm elde edilen veriler üst üste çakıştırılması (overlay) ve sonuç olarak risk haritalarının oluşturulması
- Güncel ve geçmiş arazi kullanımlara bağlı değişimlerin neden olduğu riskler ile imar planlarına bağlı planlı ve plansız gelişmelerin neden olduğu risklerin değerlendirilmesi

Bu noktadan hareketle yapılan analiz çalışmalarından elde edilen sonuçlar bütüncül sebep – sonuç ilişkileri çerçevesinde (var olan mevcut kirlilik durumu ve kirlilik riskleri) ortaya konulmuştur. Böylelikle ekolojik eşiklerin belirlendiği bölgeleme çalışmaları ve sentez haritalar elde edilmiştir.

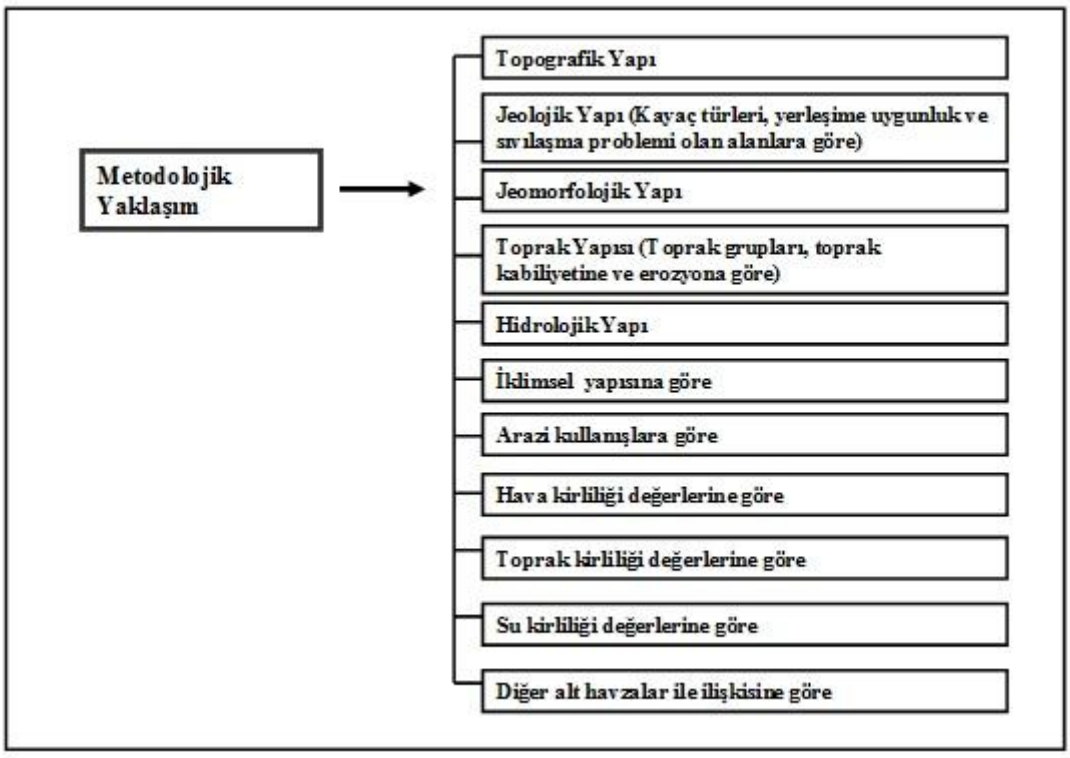
Parametreler

Bu çalışmada su kalitesi ve hava kirliliği için yapılan değerlendirmeler aşağıdaki parametreler çerçevesinde şekillendirilmiştir:

- Su kirliliği – su kalitesi alt parametreleri: pH, Sıcaklık, ÇO (çözünmüş oksijen), $BOİ_5$ (biyolojik oksijen ihtiyacı), KOİ (kimyasal oksijen ihtiyacı), Fe (demir), Cu (bakır), Cd (kadmiyum), Zn (çinko), Pb (kurşun), Cr (krom)
- Hava kirliliği alt parametreleri: SO_2 (kükürt dioksit), PM (partikül madde)

Literatür araştırmaları sonucunda toprak kirliliğine dair tüm araştırma alanını temsil edecek büyüklükte ve kapsamda bir araştırmaya rastlanılmamıştır. Bu kısıtlamadan dolayı tez kapsamında yukarıdaki parametreler çerçevesinde su kirliliği ve hava kirliliği analizleri temel alınmıştır. Toprak kirliliği parametreleri (bkz: alt bölüm 4.2) evrensel değerlendirmeler ışığında verilmiş olup ilerleyen bölümlerde toprağın kimyasal parametrelerine bağlı bir değerlendirme yapılmamıştır. Bununla birlikte toprak kirliliği risklerinin belirlenmesi aşamasında (bkz: alt bölüm 8.3) araştırma alanının fiziki coğrafya özellikleri ve arazi kullanımları belirleyici olmuştur.

Parametreler Şekil 2.1'deki göstergelere bağlı olarak değerlendirilmiştir. Göstergelere göre yerleşim, tarım, orman, sanayi ve ticaret alanlarındaki değişimin su kirliliği- su kalitesi parametreleri ile aralarındaki ilişkiler analiz edilmiştir. Ulaşım güzergâhları üzerindeki hava kirliliği değerlendirilirken ise 8 hava kalite ölçüm istasyonu verileri SO_2 ve PM alt paramterelerine göre değerlendirilmiştir.



Şekil 2.1 Araştırma alanı için metodolojik yaklaşım

Risklerin Derecelendirilmesi

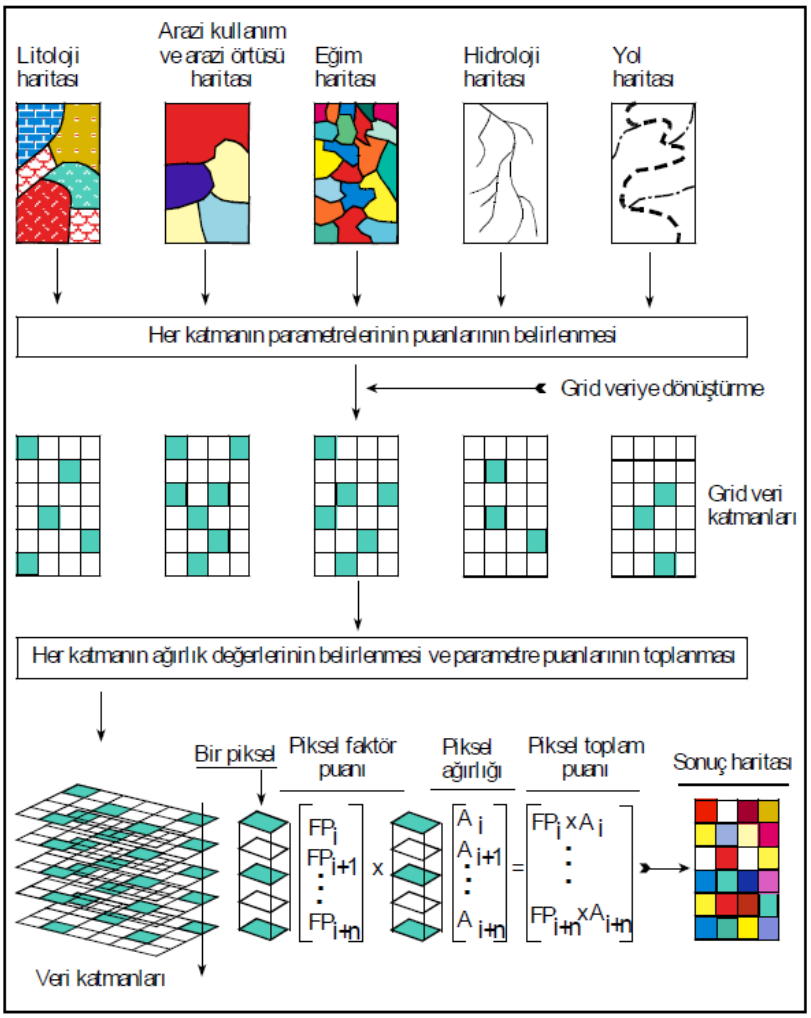
Araştırma alanının sahip olduğu fiziki ve beşeri coğrafya özellikleri sebebi ile kirlilik riskleri ile karşı karşıyadır. Bu risklerin en önemlileri hidrografik özelliklerin yönlendirdiği yüzeysel sular ile taşınan yerüstü su kirliliği, toprak kirliliği ve yeraltı su kirliliğidir. Değerlendirme kapsamında fiziki coğrafya özellikleri açısından eğim, bakı, litoloji ve büyük toprak gruplarının dağılımı ana parametreler olarak kabul edilirken bu parametreler risk oluşturma özelliklerine göre bazı alt parametrelere göre sınıflandırılmış ve değerlendirilmiştir. Beşeri coğrafya özellikleri açısından ise arazi kullanımı ana parametre olarak değerlendirilmiş ve kırılma noktaları olan 1989 ile 1999 yıllarındaki arazi kullanımları ve güncel arazi kullanımı değerlendirilmeye katılmıştır.

Arazi kullanımdaki alt parametreler ise tarım, orman ve sert zemin (konut, sanayi, ticaret ve katı atık depolama alanları) olarak kabul edilmiştir. Böylelikle kırılma noktaları olarak seçilen yıllardaki fiziki coğrafya özellikleri değişmemekte olup, yalnızca arazi kullanımdaki değişimlere bağlı olarak karşılaştırmalı olarak riskler ortaya konulmuştur.

Araştırma alanı için gerçekleştirilen risk zonlamasının temel elemanlarını havzanın coğrafi özellikleri ile risk türünün karakterleri oluşturmaktadır. Her iki faktöre ait oluşturulan sayısal ve metinsel veritabanı CBS metodolojisinde değerlendirilmiştir.

Havzadaki hidrografik risk türleri olan yerüstü su kirliliğine bağlı toprak kirliliği ve yeraltı su kirliliği risk bölgelemesi oluşturulması amacı ile temel alınan parametrelerin alt birimlerine azalım-çoğalım ilişkisine bağlı olarak 1-10 arasında faktör ağırlığı ataması yapılmıştır (Çizelge 2.1). Bu değer atamaları yapılırken konu ile ilgili yerli ve yabancı literatürlerden yararlanılmıştır [17],[21],[43],[44],[45],[46],[47],[48],[49],[50]. Faktör ağırlığı çalışılan alanın özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Tez kapsamında ilgili konuda yapılmış olan literatür taraması sonucu elde edilen faktör ağırlıkları araştırma alanının kendine has özelliklerine göre düzenlenmiştir. Bu aşamadaki uygulamalar için Mekân Analizi (spatial analyst) uzantısının Sınıflandırma (reclassify) modülü kullanılmıştır. Parametrelerin ilgili risklere olan katkılarının aynı oranlarda olmaması nedeni ile risk zonlaması yapılırken farklı katsayılar ile değerlendirilerek, katkılarına göre Mekân Analizi uzantısının Raster Calculater modülü kullanılıp çakıştırılmış (overlay) ve her bir risk için ayrı bir risk bölgelemesi yapılmıştır. Daha sonrada her bir risk türünün havzadaki önem derecesine göre tekrar çakıştırılarak (overlay) havzanın hidrografik kökenli yeraltı-yerüstü su kirliliği ve toprak kirliliğini ortaya koyan çoklu - risk bölgelemesi yapılmıştır.

Risklerin derecelendirilmesine bağlı olarak risk haritaları oluştulurken aşağıdaki veriler çakıştırma (simple overlay) ve ağırlıklandırma (weigthed method) metodu ile değerlendirilir.



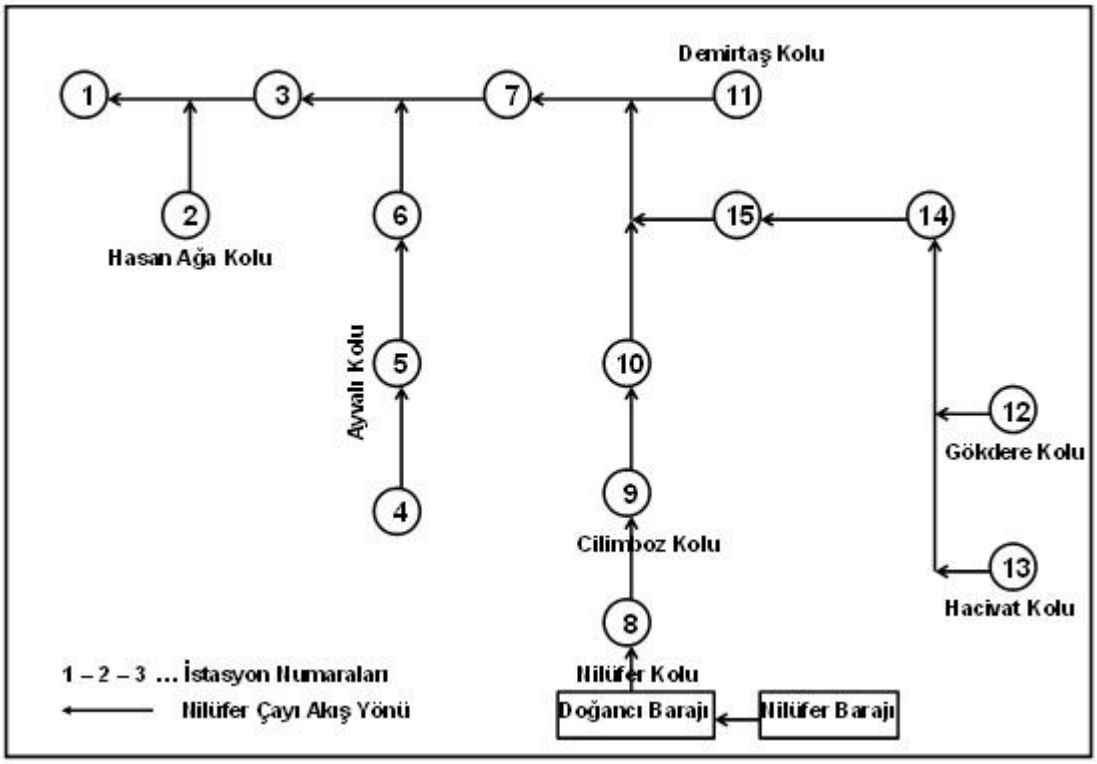
Şekil 2.2 Risk alanlarının belirlenmesinde işlem adımları

Çizelge 2.1 Risk dereceleri

Risk Derecesi	Açıklama
1	Risksiz Alanlar
2	
3	Az Riskli Alanlar
4	
5	Orta Derecede Riskli Alanlar
6	
7	Yüksek Riske Sahip Alanlar
8	
9	Çok Yüksek Riske Sahip Alanlar
10	

Havzanın morfolojik yapısı ve buna bağlı olarak alt havzaların konumlanışı Nilüfer Çayı'nın taşıdığı kirlilik yüklerini etkilemektedir. Su kirliliği açısından alt havzalar arasındaki ilişkiler ortaya konulurken bu ilişkiler dikkate alınmalı ve değerlendirmeler alt havzalar arasındaki ilikilerin yoğun veya az olmasına göre yapılmalması söz konusudur (bkz Şekil 2.3). Nilüfer Çayı Havzası'nda BUSKİ ve DSİ tarafından 15 istasyonda yürütülen su kalitesi araştırmaları tek bir istasyonun aylık/yıllık değerlendirmelerini ve değişimleri ortaya koyarken, istasyonlar arasındaki kirlilik değişimlerini değerlendirmede yetersizlikler mevcuttur. Bu noktada 15 su kalitesi istasyonun üst havzalardan alt havzalara doğru taşıdıkları kirlilik yükleri ve su kaliteleri ile 9 alt havza arasındaki ilişki aşağıdaki Şekil 2.3'de ayrıntılı olarak verilmiştir:

Uludağ'ın güneyi ve güney batısı yönünde konumlanan Nilüfer Kolu; Nilüfer ve Doğancı Barajlarına bağlantılı olup araştırma alanının büyük bir kısmının drenajını sağlamaktadır. Yükselti ve konum açısından en üst havza olan Nilüfer Kolu'nda 8 nolu istasyon yer almaktadır. Nilüfer Kolu kirlilik yükü 8 nolu istasyondan sonra 9 nolu istasyon ile Cilimboz Kolu kirlilik yükü ile birleşir. 10 nolu istasyonda 8 ve 9 nolu istasyonların kirlilik yükleri toplamları gözlenmektedir. Araştırma alanının doğusunda yer alan ve Gökdere Kolu üzerindeki 12 nolu istasyon ile Hacivat Kolu üzerindeki 13 nolu istasyonun kirlilik yükleri birleşerek 14 nolu istasyonda, ardından 15 nolu istasyonda gözlemlenebilmektedir. 15 nolu istasyonda tekrar Nilüfer Çayına bağlanarak 10 nolu istasyondaki kirlilik yüklerini de bünyesine katmaktadır. Ardından Demirtaş Kolu üzerindeki 11 nolu istasyon ile birlikte 7 nolu istasyona ulaşılır. Araştırma alanının batısında yer alan ve Ayvalı Kolu üzerinde bulunan 4, 5 ve 6 nolu istasyonların kirlilik yükleri ve araştırma alanının güney ve doğusunun doğal drenaj sistemi olan alanın kirlilik yüklerini toplayarak gelen 7 nolu istasyon kirlilik yükleri toplamı 3 nolu istasyonda gözlemlenebilmektedir. Son olarak Hasanağa Kolu üzerinde 2 nolu istasyonda bu sisteme katılarak Nilüfer Çayı üzerindeki son istasyon olan ve tüm kirlilik yüklerinin birikerek geldiği bir gösterge istasyon olan 1 nolu istasyon yer almaktadır.



Şekil 2.3 Nilüfer Çayı su kirlilik istasyonları ve alt havzalar arasındaki ilişkiler

Yapılan çalışma özetle; Bursa Nilüfer Çayı Havzası'nın arazi kullanımındaki değişikliklerin su kalitesine etkisini incelemek amacıyla 1974 ve 2010 yılları aralığında Nilüfer Çayı ve kolları üzerinde 15 ayrı noktadan alınan numunelerden elde edilen aylık analiz değerleri BUSKİ ve DSİ'den temin edilerek bir veri tabanı oluşturulmuş ve elde edilen sonuçlar, Bursa Nilüfer Çayı Havzası'nda çekilmiş 1989 yılı Landsat uydu görüntüsü, 1999 yılı Landsat uydu görüntüsü ve 2009 yılı İkonos uydu görüntülerinin birlikte değerlendirilmesi sonucu elde edilen arazi kullanımındaki değişimlerle karşılaştırılmıştır. Aynı zamanda Bursa Nilüfer Çayı Havzası'nda 1989 yılında sanayi tesislerinin dağılımı ve boşaltımları ile 1999 yılı ve 2010 yılında sanayi tesislerinin dağılımı ve boşaltımlarının su kalitesinde meydana getirdiği değişiklikler karşılaştırılmış ve 1/25.000 Bursa Nazım İmar Planı ve güncel arazi kullanımı ile ilişkili olarak değerlendirilmiştir.

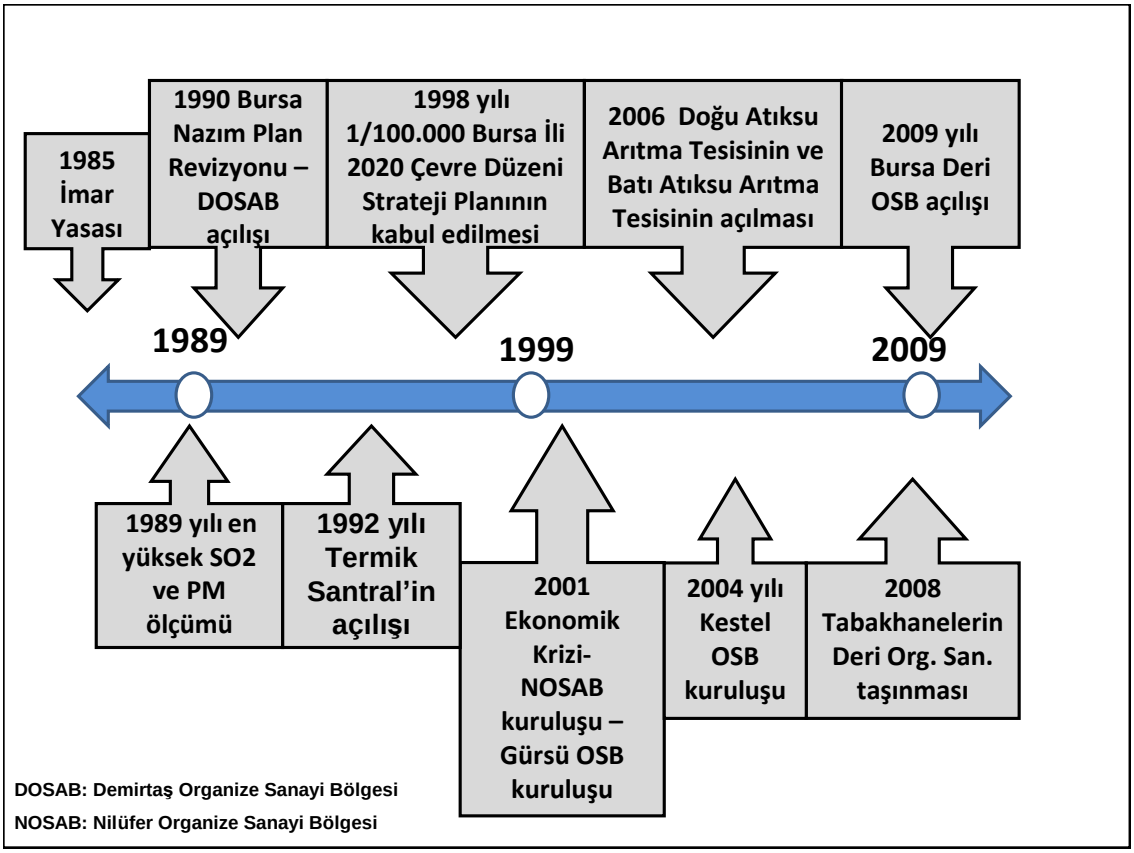
Yıllara Göre Bursa'nın Arazi Kullanımını Şekillendiren Kırılma Noktaları

Uydu görüntülerinden elde edilen arazi kullanımdaki değişim ortaya konulurken kırılma noktaları olarak 1989 – 1999 – 2009 yıllarının seçilmesinde hükümetlerin kalkınma amaçlı politik ve sosyo – ekonomik açıdan aldıkları otonom kararlar çerçevesinde

sanayi teşvikleri ile sanayinin Bursa Ovası'nda yer seçmeye başlaması ve imar planlarında yapılan değişiklikler belirleyici olmuştur.

1989 yılı: 1985 yılı İmar Yasası ile çevre belediyelerin kendi imar planlarını yapma ve onama yetkisine kavuşması ve 1990 yılında Bursa Nazım Plan Revizyonu'nun yapılması nedeni ile 1989 yılı bir kırılma noktası olarak kabul edilmiştir.

Aynı zamanda; 1988-2010 yılları arasında yapılan SO_2 ve PM ölçümlerinde en yüksek SO_2 değeri tez kapsamında kırılma noktası olarak değerlendirilen 1989 yılında 218 µg/m³ olarak ölçülmüş olup, hava kalitesini kontrol yönetmeliği SO_2 sınır değeri olan 150 µg/m³'ün çok üzerindedir. En yüksek PM değeri ise 1990 yılında olarak ölçülmüş olup aynı şekilde hava kalitesini kontrol yönetmeliği PM sınır değeri olan 150 µg/m³'ün çok üzerindedir



Şekil 2.4 Yıllara göre Bursa'nın arazi kullanımını şekillendiren kırılma noktaları

1999 yılı: 1998 yılında 1/100.000 Bursa İli 2020 Çevre Düzeni Strateji Planı kabul edilmiştir. Ayrıca 2001 yılında Türkiye'de yaşanan ekonomik krizin yansımalarını görebilmek için kriz öncesi ortamın değerlendirilmesi gerektiğinden 1999 yılı bir kırılma noktası olarak kabul edilmiştir.

2009 yılı: 2006 yılında Bursa Doğu Arıtma Tesisi ve Bursa Batı Atıksu Arıtma Tesisi faaliyete geçmiştir. 2008 yılında kent merkezinde dağınık olarak yerleşmiş olan ve herhangi bir arıtma faaliyeti bulunmayan deri sanayi kuruluşları Bursa'nın batısında Deri Organize Sanayi Bölgesi'ne taşınmışlardır. Deri Sanayisi boşaltımlarının neden olduğu su kirliliği pH, BOİ, KOİ ve Cr değerlerindeki azalmaya bağlı olarak bu yıldan itibaren azalmıştır.

Nilüfer Çayı Güzergâhı Üzerindeki Arazi Kullanımın Değişimini Gösteren Kırılma Noktaları

Uydu görüntülerinden elde edilen Nilüfer Çayı güzergâhındaki arazi kullanım değişimi ortaya konulurken kırılma noktaları olarak 3, 6 ve 9 numaralı su kirliliği gözlem istasyonlarının seçilmesindeki kriterler aşağıda sıralanmıştır:

3 nolu istasyon: Nilüfer Çayı üzerinde Ayvalı Deresi'nin karışımından sonra olarak adlandırılan istasyon bulunduğu konum itibari ile diğer tüm üst havzalarından drenaj sularını alarak Nilüfer Çayı vasıtası ile taşınan kirliliklerin birikerek geldiği bir istasyondur. Etkilenme alanında arazi kullanım desenini tarım alanları oluşturmakta olup çevre yolunun Nilüfer Çayı üzerinde en yakın geçtiği su kirliliği ölçüm istasyonudur. (bkz: etkilerin öçülmesi alt bölümünde 3 nolu istasyondaki yüksek sıcaklık, demir, çinko ve kurşun değerleri)

6 nolu istasyon: Nilüfer Çayı alt kollarından Ayvalı Deresi üzerinde olarak adlandırılan istasyon bulunduğu konum itibari ile Ayvalı Deresi üzerindeki 4 ve 5 nolu su kirlilik ölçüm istasyonlarından sonra gelmektedir. Ayvalı Kolu Alt Havzası'ndan drenaj suları ile taşınan kirliliklerin birikerek geldiği bir istasyondur. Aynı zamanda 4 ve 5 nolu istasyonlar arasında atık sularını boşaltan Batı Atıksu Arıtma Tesisi 2006 yılından itibaren faaliyetini sürdürmektedir. 6 nolu istasyonun etkilenme alanında arazi kullanım desenini tarım alanları, organize sanayi bölgeleri ve konut alanları oluşturmakta olup çevre yolunun da olumsuz etkisi söz konusudur. Arazi kullanımdaki bu değişimlere bağlı olarak bu istasyonda su kirliliği değerleri yüksek çıkmaktadır. (bkz: etkilerin öçülmesi alt bölümünde 6 nolu istasyondaki yüksek sıcaklık, biyolojik oksijen ihtiyacı, kimyasal oksijen ihtiyacı, demir, bakır ve kadmiyum değerleri)

9 nolu istasyon: Nilüfer Çayı alt kollarından Cilimboz Deresi olarak adlandırılan istasyon bulunduğu konum itibari ile üst havzası olan Nilüfer Kolu Alt Havzası ve Cilimboz Kolu Alt Havzası'ndan taşınan kirliliklerin birikerek geldiği bir istasyondur. Nilüfer Kolu Alt Havzası'nda arazi kullanımı orman alanları ve kırsal yerleşimlerden oluşmaktadır. Kırsal yerleşimlerin neden olduğu kirlililer ile 9 nolu istasyonun etkilenme alanında arazi kullanım desenini oluşturan tarım alanları, sanayi alanları ve konut alanlarının neden olduğu kirlilikler birikerek 9 nolu istasyonda ölçülebilmektedir. Arazi kullanımdaki bu değişimlere bağlı olarak bu istasyonda su kirliliği değerleri yüksek çıkmaktadır. (bkz: etkilerin öçülmesi alt bölümünde 9 nolu istasyondaki yüksek pH, biyolojik oksijen ihtiyacı, kimyasal oksijen ihtiyacı, çinko ve değerleri)

2.2.1 Çalışmanın Sınırları - Kısıtlamalar

Nilüfer Çayı Havzası gerek metodolojik yaklaşım açısından gerekse kirlilik ölçüm istasyonlarının konumları ve Nilüfer Çayı'nın kaynaktan mansaba akışı ile üst havzalardan alt havzalara doğru drenaj koşulları ve su bölümü çizgileri göz önünde bulundurularak 9 alt havzaya bölünmüştür. Araştırma alanının güneyinde yer alan Nilüfer Kolu Alt Havzası drenaj alanı güneye doğru devam ederek il sınırı dışına çıkmakta ve büyüklük açısından çalışmanın bütünlüğünü bozmaktadır. Bu nedenden dolayı Nilüfer Kolu Alt Havzasının sınırı belirlenirken 2 önemli su rezervuarı olan Doğancı ve Nilüfer Barajlarını içerecek şekilde Uludağ'ın güneyinden itibaren araştırma alanı ile doğrudan ilişkisinin bittiği noktada su bölümü çizgilerine uygun olarak geçirilmiştir.

Yukarıdaki bu sınırlamaya bağlı olarak tez çalışması içinde geçen ve araştırma alanı olarak tanımlanan "Nilüfer Çayı Havzası" ifadesi "Nilüfer Çayı'nın Başköy - Kestel Bölümü ve Alt Havzaları"nı ifade etmektedir.

T.C Çevre ve Orman Bakanlığının "Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği"nde Su Kalitesi: "Kullanım amaçlarının belirlenmiş olup olmadığına bakılmaksızın bütün su kaynaklarının dengeli ve sağlıklı ortamlar olarak muhafazası esasına göre, su kaynaklarının korunmasına ve kullanım planlanmasına temel teşkil etmek üzere, yapılmış veya yapılacak kullanım sınıflarına uygunluk açısından su kaynaklarından beklenen fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri" şeklinde tanımlanmaktadır. Bu çalışma kapsamında kullanılan terminoloji çerçevesinde ise su kalitesi; su kaynaklarının

kimyasal özelliklerinin değerlendirilmesini içermektedir. Buna bağlı olarak yapılan tüm değerlendirmelerde su kalitesi belirlenirken kimyasal parametreler ile sınırlandırılmıştır.

DSİ ve BUSKİ su kirlilik ve su kalitesi gözlem istasyonları seçilirken gerek araştırma alanındaki alt havzaların bütünlüğü ve arazi kullanım ile ilişkilendirilebilecek önemli kavşak noktalar, gerekse eski tarihlere ait gözlemlerin bulunması ve ilgili parametrelere dair kirlilik ölçümlerinin yapılmış olması durumları göz önünde bulundurulmuştur. Bu nedenle 2005 yılından itibaren ölçüm yapılmaya başlanılan 6 istasyon veri eksikliği nedeni ve araştırma alanı dışında kalmaları nedeni ile değerlendirme dışında bırakılmıştır. Değerlendirmeye alınan 15 istasyonda her ay düzenli veri elde edilememesi nedeni ile yıllık ortalama değerler kullanılmıştır.

Toprak ve hava kirliliği ile ilgili değerlendirme yapılırken daha önce yapılmış akademik çalışmalar ve yerel yönetimlerin yaptığı çalışmalar değerlendirilmiştir. Özellikle toprak kirliliğine dair tüm araştırma alanını temsil edecek büyüklükte ve kapsamda bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bunun yanında tez kapsamında toprak kirliliği ifadesi toprağın ekolojik – biyolojik ve kimyasal özelliklerinin değişmesi anlamında kullanılmaktadır.

Sanayi boşaltımları değerlendirilirken yerel ve merkezi yönetimin denetimleri sonucunda elde edilen veriler kullanıldığı için kaçak deşarlar tespit edilememiş ve değerlendirme dışında bırakılmıştır.

BÖLÜM 3

KAVRAMLAR

3.1 Havza Kavramı

Havza kavramı hidrografya, jeoloji, jeomorfoloji ve okyanus bilimleri gibi birbirinden farklı bilim dalları tarafından kullanılmakta ve her bilim dalı tarafından farklı olarak tanımlanmaktadır. Havza kavramı "dağ ve tepelerle sınırlanmış, suları ayrı denize akan kara parçası", "deniz boyunca uzanan kıyı", "bölge, mıntıka" gibi genel tanımların dışında hidrografya açısından "akarsuları yakındaki çizgiler halinde akan bölge" olarak tanımlanmakta, jeolojik açıdan, "katman eğimleri ortalama 1-2 dereceyi aşmamak kaydıyla, tortul dolgu ile kaplı, orta kısmı biraz alçalmış bölge", jeomorfolojik açıdan, "boyutları birkaç km ile birkaç yüz km arasında değişen yapısal menşeli topografik çöküntü", madencilik açısından, "coğrafi ve jeolojik birim meydana getiren birçok maden ocağı ile işletilen maden yatakları topluluğu veya geniş maden yatağı", okyanus bilimleri açısından ise; "okyanus dibine yayılan ve topografyası genellikle biçim yönünden farklılık göstermeyen çöküntü" olarak tanımlanmaktadır. Coğrafya terimleri sözlüğünde ise havza; çanak, tekne görünümlü bir arazi parçası olarak tanımlanmaktadır. Su toplama havzası ise, üzerine düşen yağış sularını bir çıkış noktasına gönderen, dağ ve tepe sırtlarından geçen, su ayrım çizgisiyle sınırlanmış, iç bükey yapıda bir arazi parçası olarak tanımlanabilir [51].

Başka bir tanımda havza; üzerine düşen yağış sularını belirli bir akarsu kesitine gönderen ve komşu havzalardan, sırtlardan geçen bir su ayrım çizgisi ile ayrılan alan, hidrolojik, topografik bir ünitedir. Brooks ve arkadaşları ise havzayı, bir dere sistemi ile suları boşaltılan ve topografik olarak sınırlandırılmış bir alan, dere veya nehir üzerindeki

hidrolojik bir birim, akarsu kesitine suların boşaltıldığı tüm alan şeklinde tanımlamaktadır [52].

“Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği’nde havza: “bir akarsu, göl, baraj rezervuarı veya yeraltı su haznesi gibi bir su kaynağını besleyen yeraltı ve yüzeysel suların toplandığı bölgenin tamamı” olarak tanımlanmıştır. Su toplama havzası ise: “göllerde ve rezervuarlarda su kaynağını besleyen yeraltı ve yüzeysel suların toplandığı bölgenin tamamı” olarak ifade edilmiştir. İSKİ yönetmeliğinde ise havza, “içme ve kullanma sularının temin edildiği ve edileceği yüzeysel ve yeraltı suyu kaynaklarının tabii su toplama alanı” olarak tanımlanmaktadır” [51].

Akarsu havzası, bir akarsu ve onun kollarının drenaj alanlarının oluşturduğu alan olarak tanımlanmakta, bu alan içindeki tüm unsurlar birbirine bağlı bir sistem oluşturmakta ve aynı zamanda hidrolojik döngünün de bir parçası olmaktadır. Havza, doğal sınırları içinde iklim, jeoloji, topografya, toprak, flora ve faunanın havza suları ile etkileşim içinde olduğu, bu faktörlerden herhangi birinde doğal olarak ya da insan etkisiyle meydana gelecek bir değişikliğin, diğer faktörleri ve havzanın tümünü etkilediği bir birim oluşturmaktadır. Akarsu havzası fiziksel bir birim olarak, iklim ve bitki bölgeleri gibi diğer doğal bölgelerle de bütünlük göstermektedir. Bu özellikleri ile havza doğal sınırları içinde bir ekosistem oluşturmaktadır [53].

Havza tanımlamaları çerçevesinde üzerinde en çok tartışılan hidrografya havzalarıdır. Başta akarsu havzaları olmak üzere, göl ve deniz havzaları, havza gelişim planlaması ve yönetimi yaklaşımları çerçevesinde son yıllarda büyük önem kazanmış, havzalar bir planlama ve yönetim birimi olarak benimsenmeye başlanmıştır.

Ancak tez çalışmasına temel teşkil eden ‘Havza Tanımı’ konusunu Atabay’ ın Peyzaj Planlama kitabında [54] tanımladığı şekilde ele alarak konuya ilişkin irdelemeleri ve yorumlamaları yönlendirilmeye çalışılmıştır.

Havzayı Atabay kitabında şöyle tanımlamaktadır; “Havza bölgenin fizyografik yapısının ortaya koyduğu ve birbiriyle fiziksel, biyolojik ve ekolojik ilişkilerin ve etkileşimlerin bulunduğu doğal kaynaklar bütününün yer aldığı bir yüzey birimidir. Başka bir anlatım ile havza; içinde barındırdığı doğal kaynakların her birinin kendine özgü fiziksel-biyolojik ve ekolojik özellikleri ile bunlarla ilişkili olan çevresel ve antropojen etkilerin bir arada

oluşturduğu, makro-mikro ölçekte çevresindeki diğer ekosistemlerle etkileşim içinde olan jeomorfolojik, hidrolojik, topografik, biyolojik ve ekolojik bir yüzey parçasıdır. Havza bulunduğu coğrafi bölgenin makro ve mikro boyuttaki jeomorfolojik, litolojik, limnolojik, meteorolojik ve biyolojik çeşitlilik özelliklerine sahiptir" [54]. Yakın ve uzak çevresindeki farklı özelliklere sahip diğer havzalarla biyolojik – ekolojik ilişki ve etkileşim bağıyla birbirlerine bağlı olmaları nedeniyle havzaların kaynak potansiyellerinin sürdürülebilirliğinin sağlanmasında kaynaklara ilişkin fiziksel – biyolojik ve ekolojik özelliklerin, hassasiyetlerin ve ilişkilerin analizi önem taşımaktadır [55].

Havzayı oluşturan doğal öğeler; coğrafi konum, topografya, jeolojik yapı, hidrolojik yapı, toprak yapısı, iklim yapısı, flora ve fauna, tarım arazileri, akarsular, göller, barajlar, deniz kıyıları, sulak alanlar, sazlıklar, bataklıklar, kumul alanlar ve kayalık - taşlık alanlardır. Havzayı oluşturan bu doğal kaynak öğelerinin fiziksel, mekânsal ve biyolojik ilişkilerinin önemi Atabay' ın havza tanımında ortaya konmuştur.

3.1.1 Planlama Birimi Olarak Havza

Atabay'ın havza tanımından yola çıkarak planlama; havzayı oluşturan doğal öğelerin fiziksel, biyolojik ve ekolojik özellikleri doğrultusundaki analizi ve bulgulara dayalı kararların fiziki mekâna yansıtılmasıdır.

Her havzanın doğal kaynak bileşenleri ve gerek diğer havzalar ile gerekse doğal kaynakları arasındaki ilişki derceleri farklıdır. Bazı havzalarda doğal kaynak bileşenlerinin bir bütüncül ekosistem olmasına bağlı olarak diğer havzalar ile ilişki derecesi çok yüksek iken, bazı havzalarda da doğal kaynak bileşenleri ve ilişki derecesi göreceli olarak az olabilmektedir. Bu noktadan yola çıkarak her bir çalışma alanı için kendi fiziksel özelliklerine bağlı olarak içinde bulunduğu havza ve alt havza sınırlarına bağlı olarak planlama yapılması söz konusudur [56].

Kendine özgü karmaşık bir ekosisteme sahip olan havzalar, fizyografik, iklimsel, toprağa ilişkin öğeler ve her tür biyotik öğeden oluşan bir bütün olarak karşımıza çıkmaktadır. Farklı bilim dalları tarafından tanımlandıktan sonra planlama birimi olarak değerlendirilmesi doğal dengenin devamı için gerekli olan havzalar, sürdürülebilirlik kavramıyla birlikte daha da önem kazanmıştır. Kalkınma-koruma ikileminin en fazla

sorgulandığı bu alanlarda korumanın birinci ilke olarak kabul edilmesi gerekliliği ortaya çıkmış [57],[58],[59], etkin kullanım, etkili yönetim ve optimum gelişim ilkeleriyle en uygun planlama biriminin havza olduğu vurgulanmıştır. Burada dikkat çeken bir nokta genel kabullerin ön planda olmasına rağmen gelişmekte olan ülkelerin halen havza kavramını kalkınma odaklı alanlar olarak algılamalarıdır.

Son yıllarda önemi daha fazla vurgulanan ekosistem yaklaşımlı planlama ise, ekolojik koruma ve sıhhileştirme ile insan gereksinimlerinin entegrasyonunu sağlayarak ekonomik ve sosyal refahı güçlendiren ve çevresel korumayı sağlayan bölgesel düzeyde kapsamlı bir yaklaşım olarak tanımlanmaktadır [60].

Bu yaklaşımın iki temel özelliği vardır:

1. Hem sosyal hem de çevresel bilimleri içeren kapsamlı ve disiplinlerarası araştırma, planlama, değerlendirme ve yönetim yaklaşımını gerektirmektedir.

2. Sistemin tüm bileşenleri birbirine bağımlılıdır.

Ekosistem yaklaşımlı planlama, ekolojik, ekonomik ve sosyal sistemlerin uzun dönemli sürdürülebilir etkileşimiyle ilgili olup, idari sınırlar yerine ekolojik sınırları baz alan planlamadır. Ekosistemler hem biyo-fiziksel hem de sosyo kültürel sistemlerden oluşur. Başarılı ekosisteme dayalı yönetim sosyal, ekonomik ve kurumsal etkileşimlerle sağlanır. Bu planlama yaklaşımı için, sıradüzen yapısı, ekolojik sınırlar, ekolojik bütünlük, veri/envanter toplama, izleme, uygulanabilir yönetim, kurumlar arası işbirliği, yönetimsel işleyişteki değişim, insanı doğanın içine yerleştirmek ve değerler olmak üzere on temel kavram bulunmaktadır [61], [62],[63].

Havza planlaması ve yönetiminde gelinen noktada, teknolojik, sosyo-ekonomik, çevresel ve insan sağlığı faktörlerini bütünleştiren, dinamik, etkileşimli ve çok sektörlü bir yönetim yaklaşımını benimseyen, toplumun gereksinimlerine ve halk katılımına dayanan bir planlama sürecine sahip, kurumsal, yasal ve mali mekanizmaların sürdürülebilir sosyal gelişme ve ekonomik kalkınma yönünde politikalarla güçlendirilmesi gibi temel hedefleri benimsemiş bütüncül bir planlama yaklaşımı olarak kabul edilebilir [64].

3.2 Kirlilik Risk Değerlendirmesi Modelleri

Gelişmiş ülkelerde hızlı endüstrileşmeye bağlı olarak çevre kirliliğindeki artış, çevre yönetimi çalışmalarında kirlilik kontrol çalışmalarının kirlenmenin ardından yapılan temizleme çalışmalarından daha ucuza mal olduğu gerçeğini ortaya çıkarmıştır [65]. Bu gerçekten yola çıkarak Ekolojik Risk Değerlendirmesi 1980'li yılların sonunda çevre yönetiminde bir araç olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu araç, insan faaliyetleri ile bu faaliyetler sonucu oluşan olumsuz ekolojik etkiler arasındaki ilişkileri anlamak ve tahmin etmek için kullanılmaktadır. Bu sayede Ekolojik Risk Değerlendirmesi; çevre yönetimindeki kararların alınmasına dayanak oluşturur ve bu kapsamda mevcut veriler, tahminler, belirsizlikler sistematik bir şekilde değerlendirilir [66].

Ekolojik Risk Değerlendirmesi temelini "Çevresel Risk Değerlendirmesi" metodundan almaktadır [67]. Tüm Çevresel Risk Değerlendirme modellerinde ortak olan bazı yönler bulunmaktadır. Bunlar:

1. Problemin Tespiti
2. Zararların Tanımlanması
3. Yayılmanın Değerlendirilmesi
4. Etkilerin Değerlendirmesi
5. Bulguların Değerlendirmesi
6. Risk Tahmini

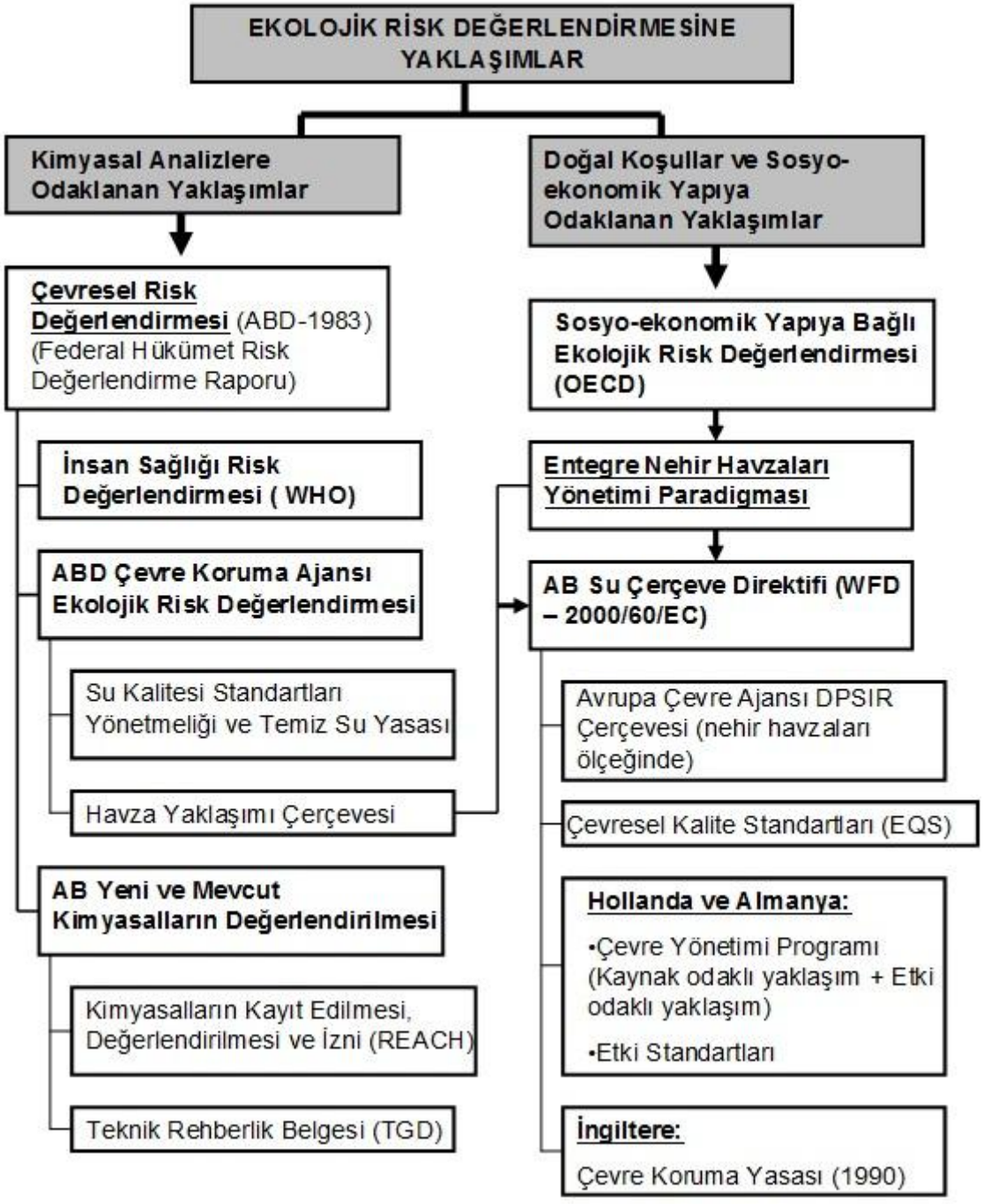
Farklı ülkelerde özelliklerine göre birçok Ekolojik Risk Değerlendirmesi modeli geliştirilmiştir. Bu modelleri incelediğimizde metodolojik olarak birbirinden farklı özellikler gösteren iki üst başlıkta bir sınıflandırma yapılabilir (bkz. Şekil 3.1):

1) Kimyasal analizlere odaklanan Ekolojik Risk Değerlendirme modelleri

2) Kimyasal analizlerin yanında doğal koşullar ve sosyo-ekonomik etkilerin de değerlendirildiği modeller

Çevresel Risk Değerlendirmesi (Environmental risk assessment) çalışmaları sanayi tesislerinden çıkan kimyasalların insan sağlığı üzerinde oluşturduğu riskleri belirlemek için Ulusal Bilim Akademisi (National Academy of Sciences - NAS) tarafından

Amerika'da 1983'de yapılmış ve bir model geliştirilmiştir. Bu metot Avrupa Birliği'nin Yeni ve Mevcut Kimyasallar (New and Existing Chemical Substances) mevzuatı temel alınarak geliştirilmiştir. Aynı zamanda insan sağlığı risk değerlendirmesinin (Human Healt Risk Assessment) alana ve yapılan işleme özel risk değerlendirme metodolojisinin geliştirilmiş halidir [68],[69].



Şekil 3.1 Ekolojik risk değerlendirmesine yaklaşımlar

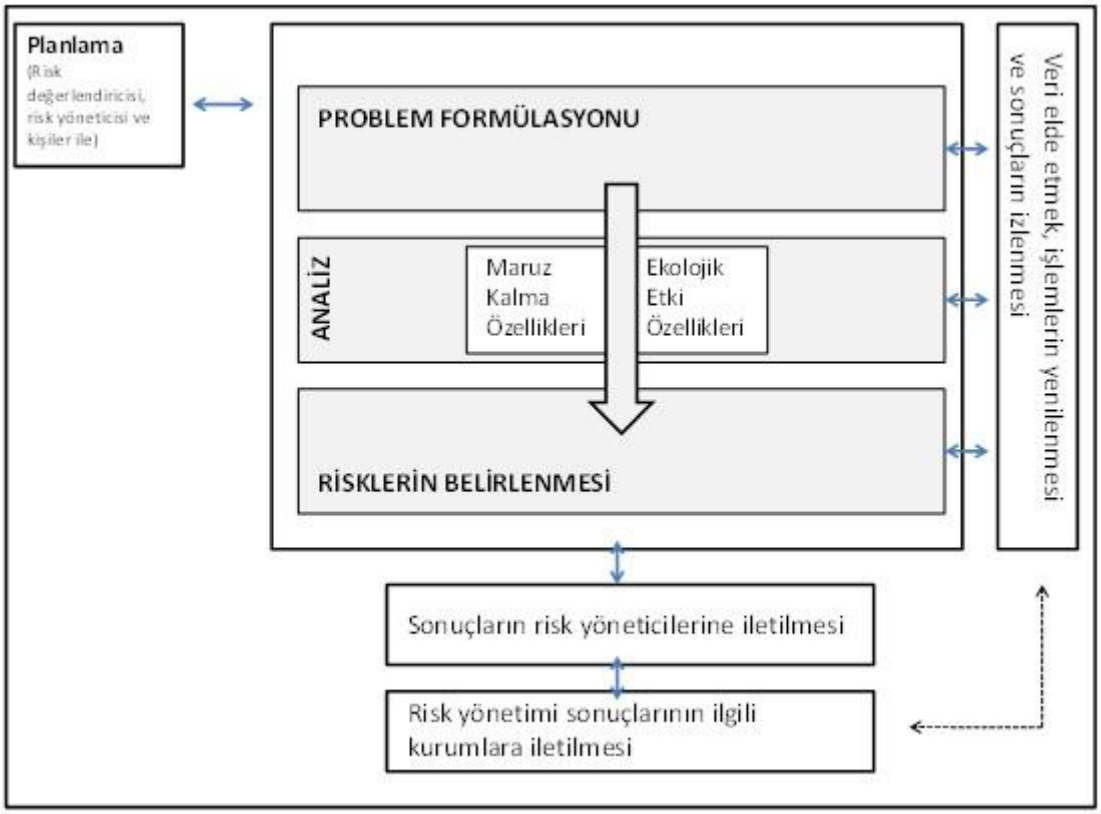
Ekolojik Risk Değerlendirmesi sürecini tanımlayan ve ortaya koyan ilk dökümanlar Amerikan Çevre Koruma Ajansı (EPA-Environmental Protection Agency) tarafından hazırlanan: Guidelines for Ecological Risk Assessment [6], Ecological Risk Assessment Guidance for Superfund [7] ve Ecological Risk Assessment and Risk Management Principles for Superfund Sites'dır. Aynı zamanda Suter'in (1996) "Risk Characterization for Ecological Risk Assessment of Contaminated Sites" [70] ve "Guide for Developing Conceptual Models for ERA" başlıklı kitapları da Ekolojik Risk Değerlendirmesi literatüründe önemli bir yer edinmiştir.

Amerikan Çevre Koruma Ajansı (EPA), Ekolojik Risk Değerlendirmesi'nde kimyasal analizler üzerinde yoğunlaşmaktadır. Özellikle kirlilik risk değerlendirmesi çalışmalarına yoğunlaşan EPA metodolojisi kimyasalların organizmalar üzerinde oluşturduğu riskleri değerlendirmektedir. Aynı zamanda Amerikan çevre mevzuatında yer alan Su Kalitesi Standartları Yönetmeliği (Water Quality Standarts Regulations) ve Temiz Su Yasası (Clear Water Act)'na bağlı olarak risk değerlendirmesi yine kimyasal analizlere odaklanarak yapılmaktadır.

Amerikan Çevre Koruma Ajansı Ekolojik Risk Değerlendirmesi metodolojisi genel hatları ile aşağıdaki gibidir:

Ekolojik Risk Değerlendirmesi bir veya birden fazla olumsuz ekolojik etkiye maruz kalınıyor olma veya maruz kalınabilme olasılığını değerlendiren bir süreçtir [71]. Çevresel karar verme süreci için; verileri, varsayımları, belirsizlikleri ve olumsuz etki kaynağı ile ekolojik etkiler arasındaki ilişkileri sistematik olarak saptar ve değerlendirir. Değerlendirme kimyasal, fiziksel ve biyolojik olumsuz etki kaynaklarını içerebilir, bir veya birden fazla olumsuz etki kaynağı değerlendirilebilir. Ekolojik risk değerlendirmesinde 3 temel aşama vardır; problemin tanımlanması, analiz ve riskin belirlenmesi (Şekil 3.2).

Aşağıda EPA'nın Ekolojik Risk Değerlendirmesi metodolojisinde kimyasal analizlerin parametrik ölçütlere dayalı değerlendirilmeleri söz konusudur. Elde edilen sonuçlar risk yöneticileri (ilgili kamu kurum ve kuruluşları ile belediyeler) ile tartışılarak yönetim kararlarında etkili olmakta, planlamayı şekillendirmekte ve sonuçta oluşturulan politikaları yönlendirmektedir.



Şekil 3.2 Ekolojik Risk Değerlendirmesi yapısı [71]

Kimyasal analizlere odaklanan Amerikan Çevre Ajansı'nın Ekolojik Risk Değerlendirme metodolojisini kullanan bazı çalışmalar ele alındığında;

Amerika'da Minneapolis / St. Paul Metropolitan bölgesinde 8 eyalette gerçekleştirilen "Fiziksel Bozulmaların Su Kalitesi Üzerindeki Etkileri ve Su Kalitesinin İyileştirilmesinde Kentsel Sulak Alanların İşlevi" [16] başlıklı çalışmada Ekolojik Risk Değerlendirmesi metodları ile 33 sulak alanda su kalitesi üzerindeki insan kaynaklı fiziksel ve kimyasal etkiler neden-sonuç ilişkileri çerçevesinde değerlendirilmiş ve bir kavramsal model ile kontrol listesi kurgulanmıştır.

Bunun yanında Amerika Kaliforniya'da yapılan "Bolsa Chica Ovası'nda Ekolojik Risk Değerlendirmesi" [18] başlıklı çalışmada su kalitesindeki değişimlerin kara, deniz ve geçiş ekosistemleri ve ekosistem fonksiyonları üzerinde oluşturduğu riskler ile bu risklerin havzada balık popülasyonunu nasıl etkilediği ortaya konulmuştur. Sonuçta elde edilen veriler, kirliliklerin azaltılması hedefinde olup risk yönetimi sürecinin geliştirilmesi ile planlamaya dahil edilmiştir.

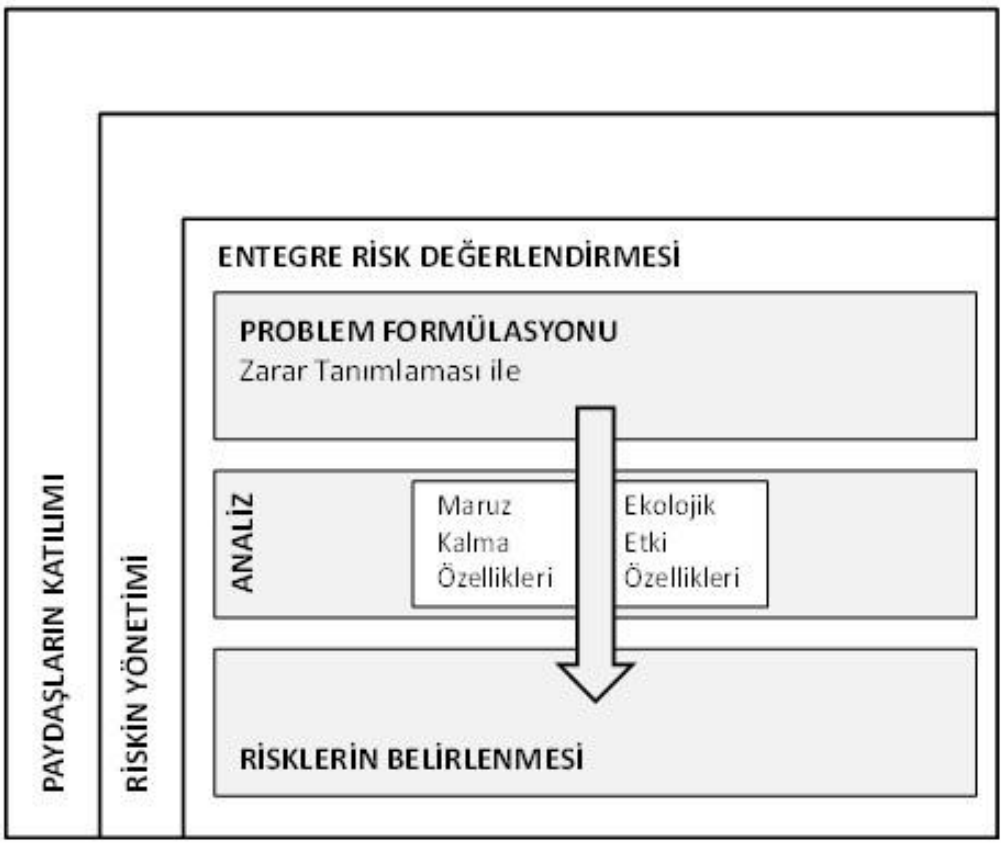
Türkiye'den bir örnekte ise: "Su Havzalarının Kirlenme Durumlarının İncelenmesi ve Havzalarda Kalite Sınıflarının Tespiti Projesi" [31] kapsamında Meriç, Marmara, Susurluk ve Kuzey Ege havzalarında kirlenme durumlarının incelenmesi ve su kalitesi sınıflarının tespiti yapılmıştır. Havzalardaki su kalitesi Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'nde belirtilen kalite kriterlerine uygun olarak oluşturulmuş ve bilgisayar programı yardımıyla elde edilen analiz sonuçları değerlendirilmiştir. Havzalardaki kirletici kaynaklar endüstri, nüfus ve tarım olarak üç grupta incelenmiş ve kirlilik yükleri tespit edilmiştir. Çalışmanın sonucunda yer seçimi ve arazi kullanımın havza su kalitesinde direk belirleyici bir etken olduğu ortaya konulmuştur.

Kimyasal analizlere odaklanan bu çalışmalar ile ilgili; su havzalarında [22],[8], nehirler [72], sulak alanlar [73], tarım arazileri, kimyasal atıkların yoğun tehditi altında olan alanlar, kontrolsüz kentleşme sonucu doğal özelliklerini kaybeden alanlar, ormanlar [74], koylar [17], vadiler [9], sel ve taşkın alanlarında [21],[30],[75],[76],[77] birçok uygulama örneklerine rastlanılmaktadır.

Görüldüğü gibi doğal kaynaklar üzerinde oluşan ekolojik risklerin tüm bileşenleri ile değerlendirilmesi sürecinde EPA metodolojisinde eksiklikler mevcuttur. Bu eksikliklerden yola çıkarak AB ülkeleri ve bazı uluslararası organizasyonlar kendi risk değerlendirmesi metodolojilerini geliştirmişlerdir.

Amerikan Çevre Koruma Ajansı'nın geliştirmiş olduğu ekolojik risk değerlendirmesi metodolojisi kimyasal analiz odaklı olmasına rağmen daha sonra geliştirilen benzer metodolojilere temel oluşturmuştur. Eksik görülen yanlarının tamamlanması ve yeni bakış açılarının eklenmesi ile birçok farklı ekolojik risk değerlendirmesi metodolojisi geliştirilmiştir.

Bunlardan Dünya Sağlık Örgütü (WHO) EPA çerçevesini insan sağlığı ve ekolojik risk değerlendirmesi bağlamında yeniden değerlendirmiştir (Şekil 3.3),[70],[78]. Bu çerçevenin EPA çerçevesinden farkı risk yöneticileri ile paydaşların katılımının risk değerlendirmesi süreci ile paralel olarak gerçekleştirilmesidir. Her bir süreç kendi iç dinamiklerinde işlevini gerçekleştirirken herhangi bir noktada iki süreç arasında etkileşim geri dönüş ve bağlantılar söz konusu olabilmektedir [79]. Aynı şekilde sosyo-ekonomik yapının, Ekolojik Risk Değerlendirmesi aşamasında paralel olarak ele alınması üzerine kurgulanan OECD modeli de WHO modeli benzer bir yapı sergilemektedir.



Şekil 3. 3 Dünya Sağlık Örgütü'nün entegre sağlık ve ekolojik risk değerlendirmesi yapısından uyarlanmıştır [78]

Avrupa Birliği ülkelerinde ise iki yaklaşım birbirini takip etmektedir. Yeni ve Mevcut Kimyasalların Değerlendirilmesi (Şekil 3.4) ile ilgili AB mevzuatında Ekolojik Risk Değerlendirmesi kimyasal analiz odaklı olmakla birlikte ardından kabul edilen WFD[1] yi temel alan DPSIR[2] çerçevesi nehir havzaları ölçeğinde, diğer doğal koşulları ve sosyo-ekonomik yapıyı risk değerlendirmesine dahil etmektedir.

AB komisyonu insan sağlığı ve çevreyi kimyasalların tehlikelerinden koruma amacı ile "Yeni Kimyasallar Politikası" nı geliştirmiştir [80]. 40 adet mevcut yasanın yerini alarak ve tüm kimyasal maddeler için tek bir sistem yaratmak amacı ile REACH[3] geliştirilmiştir. Bu sistem, 1981 tarihini baz alarak; "mevcut" ve "yeni" kimyasallar olarak bilinen maddeler için geçerli mevcut kimyasal mevzuatından farklılık göstermektedir. 1981'den önce piyasaya sürülen 100.106 adet kimyasal madde "mevcut" kimyasal olarak tanımlanmaktadır. 1981' den sonra tanıtılan (4300 üzerinde) kimyasallar "yeni" olarak

[1] Water Framework Directive (Su Çerçeve Doğrudanifi)
[2] Driving Forces, Pressures,States, Impact and Risk, Response (Baskılar, Etkiler ve Tepkiler)
[3] REACH' in (**R**egistration; **E**valuation **A**uthorisation of **CH**emicals) açılımı şu şekildedir: Kimyasalların (of **CH**emicals) Kayıt Edilmesi (**R**egistration); Değerlendirilmesi (**E**valuation) ve İzni (**A**uthorisation).

ifade edilmektedir. Yeni kimyasallara; mevcut yasa kapsamında oldukça sıkı testler uygulanması zorunluyken, mevcut kimyasallar için bu çeşit önlemler bulunmamaktadır [81].



Şekil 3. 4 Avrupa Birliği yeni ve mevcut kimyasallar risk değerlendirme süreci [82]

Avrupa Birliği'nde çevre ile ilgili yasal mevzuat 1973 yılında Avrupa Topluluğu Çevre Hareketi (European Community Enviromnental Action) ile başlamıştır [83]. Bu tarihten itibaren risk yönetimi ve risk değerlendirmesi çerçevesi Avrupa Komisyonu'nda (EC) birçok yönetmelik ile belirlenmiştir. Aynı zamanda Teknik Rehberlik Belgesi (Technical Guidance Documents -TGD) ile kirleticilerin değerlendirilme kriterleri belirlenmiş ve 1995 yılından itibaren de tüm AB üye ülkeleri tarafından kabul edilmiştir.

Avrupa Birliği risk değerlendirmesi çerçevesi Amerikan Ulusal Araştırma Konseyi (U.S. National Research Council) tarafından Kırmızı Kitap (Red Book) olarak ta bilinen "Federal Hükümet Risk Değerlendirmesi: Süreç Yönetimi" adlı rapora dayandırılmaktadır [84]. Bu çerçeve ilk olarak insan sağlığı değerlendirmesi için yapılmış olsa da ardından Ekolojik Risk Değerlendirmesi'ne adapte edilmiştir [71],[85],[86]. Teknik Rehberlik Belgesi; bilimsel, siyasi ve toplumsal parametreleri genel değerlendirme sürecinin önemli bir parçası olarak tanımlamaktadır.

Maruz kalma (exposure) durumu farklı ülkelerde örneğin topografik ve klimatolojik farklılıklardan dolayı büyük değişiklikler gösterebilmektedir [87]. Bu noktada AB ülkeleri için ortalama çevresel özellikleri ve olası maruz kalma durumları göz önüne alınarak standartlar geliştirilmiştir. Uygun ölçülebilir veriler, alana özel emisyon ölçümleri ile de bu standartlar (Çizelge 3.1) çalışma alanına özel olarak yeniden gözden geçirilebilir.

Çizelge 3.1 Avrupa Birliği mevcut ve yeni kimyasallar yönetmeliği [88]

	Yeni Kimyasallar	**Mevcut Kimyasallar**
Yeni ve Mevcut Kimyasalların Tanımlaması	1981'den önceki 10 yıl içinde Avrupa Birliğinde bulunmayan	Avrupa Ticari Kimyasal Maddeleri İçinde Bulunan
Temel Yönetmelik	Doğrudanif 92/32/EC (EC, 1992)	Konsey Yönetmeliği (EC), 793/93 (EC, 1993c)
Risk Değerlendirme Mevzuatı	Doğrudanif 93/67/EC (EC, 1993b)	Komisyon Yönetmeliği (EC), 1488/94 (EC, 1994b)
Teknik Rehberlik Belgesine Bağlı Risk Değerlendirme Mevzuatı	EC, 1993b ve Teknik Rehberlik Belgesi Birlikte (EC, 1996)	EC, 1994 ve Teknik Rehberlik Belgesi Birlikte (EC, 1996)

Su Çerçeve Doğrudanifi (WFD) (2000/60/EC) ise sucul ekosistemlerde risk oluşturan kimyasallar ve türleri ile ilgili Çevresel Kalite Standartları'nı (Environmental Quality Standarts- EQSs) belirleyen temel AB mevzuatı olup akarsu havzaları ölçeğinde risk yönetimi konularını içerir. Avrupa genelinde Su Çerçeve Doğrudanifi, entegre nehir havzaları yönetimi (integreted river basin management - IRBM) pardigması çerçevesinde şekillenmiştir [89],[90].

Su Çerçeve Doğrudanifi'ne göre AB ülkeleri 2015 yılına kadar su yüzeylerinin çevresel kalite standartlarını belli bir standarta getirecek ve iyileşme sağlayacaktır. Su kaynakları kalitesi çok çeşitli baskı unsurlarından etkilenmektedir. Bunlar; noktasal kaynaklı boşaltımlar, noktasal olmayan yaygın kaynaklı boşaltımlar, su soyutlaması (water abstractions), akış düzeni, morfolojik bozulmalardır.

Su Çerçeve Doğrudanifi'ne göre 3 risk sınıfı tanımlanmıştır:

1) su yüzeyi risk altında değil (baskı/etki analizine göre WFD kalite standartları sağlanıyorsa),

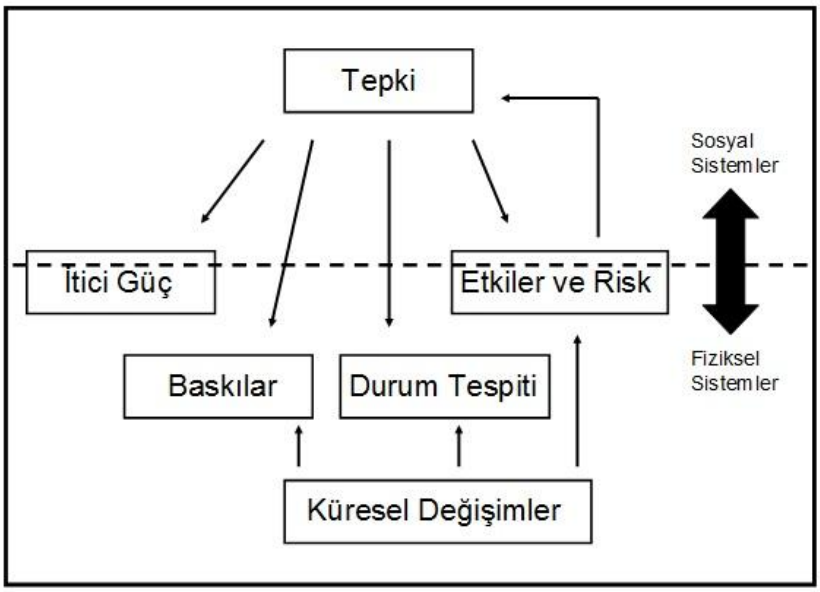
2) su yüzeyi olası risk altında (yeterli veri yoksa),

3) su yüzeyi risk altında (baskı/etki analizine göre WFD kalite standartları sağlanmıyorsa)

Tüm bu baskılar ve neden oldukları etkiler dört risk kategorisinde toplanmıştır:

1) Organik kirlilik
2) Zararlı maddeler
3) Besleyici (nutrient) maddeler
4) Hidromorfolojik değişim/bozulma

Su Çerçeve Doğrudanifi'ni temel alan ve uygulama alanlarını ve yöntemini, tanımlayan DPSIR çerçevesi (driving forces, pressures, state, impacts, responses) Avrupa Çevre Ajansı tarafından geliştirilmiştir [82]. DPSIR çerçevesinin ilk aşamasında itici güç (driving force) ve baskıların (pressures) tanımlanması ve sebep oldukları potansiyel etkiler (hazard) ortaya konulur. Bu amaçla sosyo-ekonomik veriler, eğilimler, çevresel veriler, mevcut su kalitesi verileri ve hassasiyet gösteren bölgeler belirlenir. İkinci aşamada mevcut kimyasal su kalitesi verileri Çevresel Kalite Standartları (Environmental Quality Standats) çerçevesinde değerlendirilir. Üçüncü aşamada etkiler (impacts) ve nedensel ilişkiler ortaya konularak değerlendirilir. Farklı kalite verileri (biyolojik, fiziko-kimyasal, kimyasal ve hidromorfolojik veri) entegre edilir. Son aşamada tepkiler (responses) değerlendirilir. Su kalitesinin iyileştirilmesi veya korunması amacıyla alınması gereken teknik önlemler ve politikalar ortaya konulur.



Şekil 3.5 DPSIR çerçecevesi [82]

Bu aşamada Ekolojik Risk Değerlendirmesi metodoloji açısından ülkeler genel olarak ele alındığında; Hollanda'da risk yönetimi yaklaşımı ilk olarak 1986-1990 yıllarında Alman Hükümeti'nin Çevre Yönetimi Programı'ndan (Programme for Environmental Management of the Dutch Government) yararlanılarak geliştirilmiştir. Bu konsepte göre risk yönetiminde kaynak odaklı yaklaşıma (emisyon standartları) ek olarak etki odaklı yaklaşımın (çevresel kalite standartları ve etki standartları) önemi üzerinde durulmuştur. Daha önce yapılan risk değerlendirmeleri yalnız kimyasal analizlere dayalı olarak yapılmaktaydı [91].

İngiltere ve Kanada'da kendi ekolojik risk değerlendirmesi modellerini oluşturmuşlardır [92]. İngiltere Ekolojik Risk Değerlendirmesi modeli potansiyel kirlilik riski altındaki araziler ile yasal mevzuatın (Çevre Koruma Yasası) birlikte değerlendirilmesi üzerine kurgulanmıştır [93],[94],[95].

NRC komitesi tarafından belirtilen: "Risk değerlendirmesi ve risk yönetimi süreci analitik olarak birbirinden bağımsız olmasına rağmen pratikte birbiri ile etkileşim içindedir ve olmalıdır. Birbirinden bağımsız ve ayrı olarak ilerlerse risk yöneticisinin zamanında doğru kararlar alması zorlaşır." [84] düşüncesini temel alan Amerikan risk değerlendirme modelindeki bu bakış açısının tem tersi Kanada modelinde görülmektedir. Bu modelde risk değerlendirmesi ve yönetimi süreçleri ayrı ayrı düzenlenir. Aynı zamanda Kanada modeli Amerika ve AB modelinden sürecin sıralaması olarakta zıtlık içermektedir. Kanada modelinde risk yönetimi ilk adım olup ardından risk değerlendirmesi yapılmaktadır. Amerika ve AB modellerinde ise risk değerlendirmesi ilk adımdır.

Avustralya ise çok yönlü karma bir yaklaşım metodunu uygulamaktadır. Kimyasal analizlerin yanında veri durumuna göre doğal kaynak analizlerini birlikte değerlendirmektedir.

Amerikan Çevre Koruma Ajansı'nın Ekolojik Risk Değerlendirme süreci; risk yönetimi ile teknik değerlendirme süreçlerini ayrı ayrı ele alır. Tamamen teknik bir değerlendirme olan risk değerlendirmesini takiben risk yönetimi aşamasında paydaşlar (endüstri, sivil toplum örgütleri ve kamu kuruluşları) ile görüşmelere olanak sağlar. Diğer çerçevelerde ise; yeniden tanımlanmış olan NRC çerçevesi [96], Yeni ve Mevcut Kimyasallar için Avrupa Birliği Risk Değerlendirme Çerçevesi [88] ve gıda katkı

maddeleri için FAO/WHO'nun (Gıda ve Tarım Örgütü/Dünya Sağlık Örgütü) risk değerlendirmesi ve yönetimi çerçevelerinde [97] risk yöneticileri ve paydaşların talepleri risk değerlendirmesinde daha büyük ve önemli bir rol oynar. Eğer risk yöneticileri ve paydaşlar sürece yakından dahil olurlarsa, senaryolar, model seçimi ve parametrelerin seçiminde etkili rol alabilirler. Diğer taraftan eğer sürece dahil edilmezler ise risk değerlendirmesi sürecinde yanlış kritik kararlar verilebilir.

Risk yönetimi ve paydaşlar ile etkileşim derecesi dışında tüm risk değerlendirme paradigmaları temelde aynı mantığı takip eder. İnsan sağlığı ve Ekolojik Risk Değerlendirmesi süreçleri arasındaki temelde terminolojik bir farklılık vardır. Önemli bir fark zarar tanımlaması (hazard identification) sürecinde görülür. Zarar tanımlaması NRC ye göre [84] problem formülasyonunun verilerin değerlendirilmesi ve olumsuzluk kaynaklarının seçilmesi aşamasında kullanılıyorken, diğer çerçevelerde etkilerin karakterizasyonu içinde (characterization of effects - effects assessment) olumsuzluk etkilerinin tanımlanması ve olumsuzluğa neden olma kapasitelerinin değerlendirildiği aşamada kullanılmaktadır [88],[97],[98].

Noktasal kirlilik kaynaklarının neden olduğu çevre sorunlarına bağlı olarak yapılan risk değerlendirmelerinde büyük bir gelişme gözlenmektedir. Çevresel gelişim için noktasal olmayan (yaygın) kirlilik kaynaklarının kontrol altına alınabilmesi önem kazanmaktadır [8]. Kirlilik ve habitat bozulması sorunlarının çözülebilmesi için herbir su kaynağı veya kirlilik kaynağının tek tek değerlendirilmesi yerine havza yaklaşımı benimsenmelidir. Havza Yaklaşımı Çerçevesi (The Watershed Approach Framework) doğal kaynaklar (coğrafi veriler) ile halk ve özel sektör faaliyetlerinin etkileşimi (yerüstü ve yeraltı su sistemi üzerindeki insanların olumsuz etkileri gibi) ortaya koyar.

Amerikada birçok eyalet Temiz Su Eylem Planı (Clean Water Action Plan) çerçevesinde bir strateji geliştirerek havzalarını rehabilite etmektedir. Havza bazında yapılan bu yaklaşımda sadece bir ortam (su, hava v.s) değerlendirilmez, bu ortamlar arasındaki ilişkiler de değerlendirilir [99],[100],[101].

Aynı şekilde Avrupa Birliği ülkelerinde de su yönetimini temellendiren yasal mevzuatın (Water Eramework Directive) uygulama alanında yerel ölçekten havza ölçeğine doğru bir değişim yaşanmaktadır [102],[103].

Farklı baskılar (kirlilik, morfolojik baskılar, iklimsel değişimler, bölgesel ve küresel ekonomik yapı v.s) farklı ekosistemleri farklı şekillerde etkilemektedir. Bu sebeple karmaşık bir yapı sergileyen ekosistemin nesne olarak kullanıldığı risk analizi modelleri değişmez bir şablon şeklinde tüm zamanlar, durumlar ve mekânlar için uygulanabilir olmaktan uzaktır. Her mekân-zaman ikilisinin kendine has baskı durumlarına göre değişiklikler içerir ve yeniliklere açık esnek bir yapı sergilemelidir.

Ekolojik Risk Değerlendirmesi'ne eleştirel olarak yaklaşan bazı yazarlara göre [25] Ekolojik Risk Değerlendirmesi; gerek ekosistemlerin işleyişinin tam olarak anlaşılamaması ve bu işleyişin parametreleri arasında düzenli ilişkiler kurulamamasından dolayı, gerekse değerlendirmede yasal, teknik veya sosyo-ekonomik bağlamlardan hangisinin değerlendirmede öncelikli olacağının tartışılmasından dolayı birçok belirsizliklere sahiptir. Ayrıca yazarlar başka bir çalışmalarında [24] Amerika Çevre Koruma Ajansı'nın bilimsel yaklaşıma sahip olabilmek için kimyasal analizlere odaklanan ve risk yönetimini tali bir süreç gibi değerlendiren Ekolojik Risk Değerlendirmesi çerçevesi ile risk yönetimini risk değerlendirmesi sürecinin merkezine koyan Kanada çerçevesi arasındaki farkları tartışmıştır.

Başka bir yazara göre [104] risk değerlendirmesi; çevre hareketindeki zıtlık ve karşıtlıkların üstesinden gelebilmek için risk değerlendiricileri tarafından risk yönetiminin bir parçası olarak geliştirilmiştir. Çevreciler risk değerlendirmesinin insan ve ekosistemler üzerindeki çevresel zararların ve tehlikelerin özelliklerinin tam olarak ortaya konmasında yeterli olamayacağına inanmaktadırlar. Çevrecilere göre risk değerlendirmesi; risklerin ortadan kaldırılması yerine risklerin sadece sayısallaştırılması ve sıralanması çabasıdır. Ayrıca risk değerlendirmesindeki belirsizliklerin başarıyla ortadan kaldırılamayacağı ve risk değerlendirmesinin değerlendiricinin bakış açısına göre manipüle edilebileceğine inanmaktadırlar. Buna rağmen yazar bazı çevreci grupların bu bakış açısından uzaklaştığı ve risk değerlendirmesi bakış açısını kabul ettiklerini de eklemektedir.

Çevre hareketinin risk değerlendirmesi için sahip olduğu bu olumsuz bakış açısına rağmen Ekolojik Risk Değerlendirmesi birçok ülke tarafından bakış açısı, öncelikleri ve metodolojik yaklaşımlarında farklılıklar olmasına rağmen kabul edilmekte ve başarı ile uygulanmaktadır.

Yukarıdaki eleştiriler değerlendirildiğinde; ekosistemlerin işleyişinin tam olarak anlaşılamaması, bu işleyişi oluşturan alt bileşenler arasında nedensellik ilişkilerinin ortaya konulamayacağı anlamına gelmemektedir. Alt bileşenler arasındaki ilişki demeti ne derece karmaşık olursa olsun bu ilişliklerin etki derecelerinin ölçülmesi, sayısallaştırılması ve değerlendirilmesi mümkündür. Belirsizliklerin ölçülebilir ve değerlendirilebilir hale gelmesi bir zaman, imkan ve teknoloji sorunudur.

Bunun yanında kimyasal analizlere odaklanan US – EPA çerçevesi ile risk yönetimi odaklı Kanada çerçevesi [105] ve doğal koşullar ve sosyo-ekonomik yapının değerlendirmeye katıldığı AB-WDF çerçevesi arasında metodolojik farklılıklar mevcuttur. Ekolojik risk değerlendirmesinin yapılacağı araştırma alanına göre hangi bakış açısının seçileceği belirlenmelidir. Ayrıca bu tez çalışmasında olduğu gibi birden çok risk değerlendirmesi çerçevesinin araştırma alanına uygun güçlü yönlerinin bir arada değerlendirildiği (Çizelge 3.2) karma bir bakış açısı da kabul edilebilir.

Çizelge 3.2 Ekolojik Risk Değerlendirmesi güçlü ve zayıf yönleri

GÜÇLÜ YÖNLERİ	**ZAYIF YÖNLERİ**
Ekolojik risk değerlendirmesinde değerlendirmeler havza ölçeğinde yapılır	Risk analizi modelleri değişmez bir şablon şeklinde tüm zamanlar, mekânlar ve durumlar için uygulanabilir olmaktan uzaktır.
Doğal kaynak bileşenleri ve baskı türleri arasındaki ilişkilerin ortaya konularak değerlendirilebilmesine olanak sağlar	Yalnızca noktasal kirlilik kaynaklarının tek tek değerlendirilmesi havza yaklaşımına uygun değildir. Yaygın kirlilik kaynaklarının değerlendirilmesi gerekmektedir.
Risklerin sayısallaştırılarak karşılaştırılabilir ve ölçülebilir olmasına olanak sağlar	Belirsizlikler (değerlendirmedeki önceliklerin değişmesi)
Güncel kirliliklerin ortaya konulması ve geleceğe dair risklerin belirlenmesini sağlar	Farklı ülkelerde farklı metodolojik yaklaşımlara sahip ekolojik risk değerlendirmesi kalıplarının bulunması ve aralarındaki metodolojik ve terminolojik uyumsuzluklar
Coğrafi Bilgi Sistemleri ile analiz ve değerlendirme yapılarak bulguların görselleştirilmesine olanak tanır	Değerlendirme sürecine dahil edilmesi gereken birçok bilim dalından uzmana ihtiyacın olması
Çevre yönetiminde kararların alınmasına dayanak oluşturur. Risk yöneticileri (ilgili kamu kurum ve kuruluşları ile belediyeler) ile tartışılarak planlamayı yönlendirir.	

BÖLÜM 4

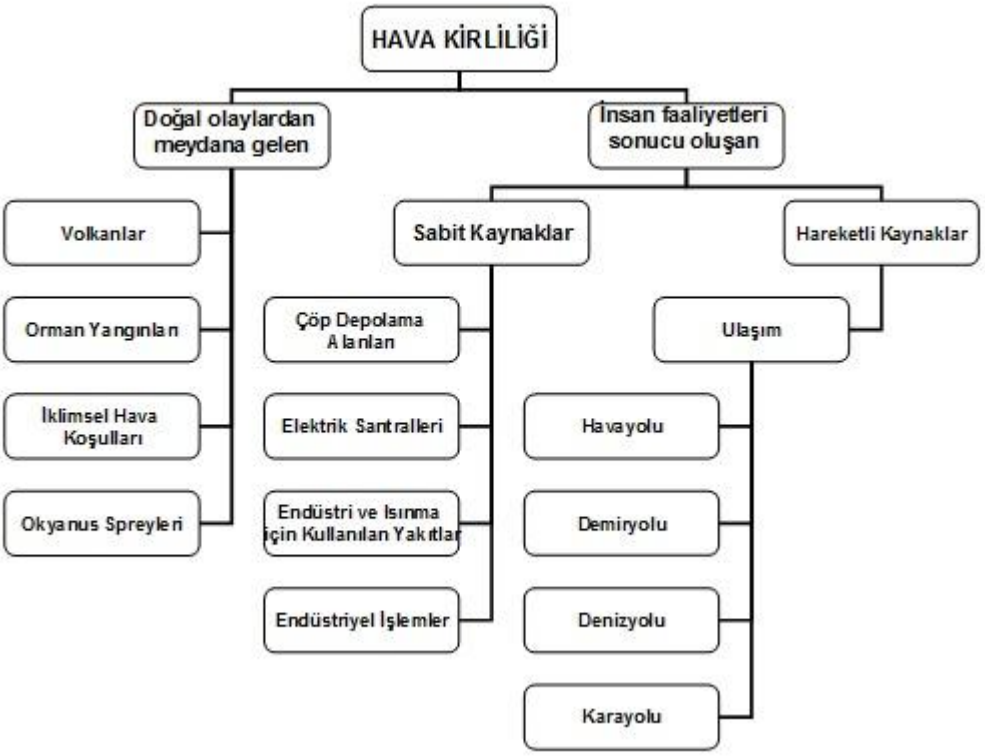
KİRLİLİK PARAMETRELERİ

Havza içinde arazi kullanıma bağlı olarak meydana gelen kirlilikleri değerlendirebilmek için öncelikle evrensel kirlilik parametrelerinin ortaya konulması ve uluslararası standartlar ile Türkiye'de uygulanan standartların karşılaştırılarak havzaya bakılması gerekmektedir.

4.1 Hava Kirliliği Parametreleri

Hava kirliliği parametrelerini değerlendirirken hava kirliliği kaynakları, hava kalitesi sınır değerleri ve hava kirletici maddeler irdelenmiştir. Hava kirliliğine neden olan kirleticiler, kaynaklarına göre sınıflandırıldığında; doğal olaylardan meydana gelen kirleticiler ve insan faaliyetleri sonucu oluşan suni kaynaklardan meydana gelen kirleticiler olmak üzere iki sınıfa ayrılır.

Toz, duman, polen ve rüzgârla sürüklenen tozlar, orman yangınları ve volkanlar doğal hava kirleticileridir. Bu tez çalışmasında hava kirliliği; tabii kirlilik kaynaklarından çok insan faaliyetlerinden, suni kaynaklardan meydana gelen, özellikle büyük yerleşim merkezleri ve sanayi alanlarındaki hava kirliliği olarak değerlendirilmektedir. İnsan faaliyetleri sonucu oluşan kirlilik kaynakları ise ulaşım, katı yakıtlar, elektrik santralleri, endüstri ve ısınma için kullanılan yakıtlar ve endüstriyel işlemler şeklinde sayılabilir.



Şekil 4.1 Hava kirliliği kaynakları

Çarpık ve hızlı kentleşme hava kirliliğinin artmasının nedenlerinden birisidir. Kentlerdeki kirliliğin de büyük ölçüde ısıtma sistemlerinde, yakma tekniği ve yakıt kalitesinden, ayrıca motorlu taşıtlardan kaynaklandığı bilinmektedir. Bunlar yanında da kentlerin meteorolojik ve topografik şartlara göre yanlış yer seçimi ve yeşil alanların azlığı kirliliğe etki etmektedir.

Sanayi kaynaklı kirlilik, bir yandan endüstri kuruluşlarının yanlış yer seçimine, diğer yandan da üretim süreçleri ve yanma sonucu ortaya çıkan atık gazların yeterli teknik önlemler alınmadan havaya bırakılmasına bağlanabilir. Eski teknolojilerin kullanıldığı fabrikalar, önemli kirletici kaynaklarıdır. Kükürt oranı yüksek ve düşük kaliteli yakıtların kullanıldığı yakma tesislerinden yayılan kükürtdioksit atıkları havayı kirletmektedir. Hava kirliliğine neden olan bazı önemli sanayi sektörlerini şu şekilde sıralamak mümkündür: Petrol Rafinerileri, Petrokimya Entegre Tesisleri, Kimya Sanayi ve Tarımsal Mücadele İlaçları, Enerji Üretimi (Termik Santrallar), Selüloz ve Kağıt Sanayi, Demir-Çelik Sanayi, Çimento Sanayi, Gübre Sanayi, Şeker Sanayi, Deri Sanayi, Taş-Toprak Sanayi, Tekstil Sanayi, Lastik Sanayi vb [107].

“Kirleticilerin atmosferde taşınmasında, periyodik rüzgârlar, bölgenin özellikleri ve diğer meteorolojik şartlar son derece etkilidir. Örneğin karaların su yataklarına nazaran erken ısınıp, erken soğumaları neticesinde, sahil bölgelerinde sürekli rüzgârlar meydana gelir. Sahil rüzgârları geceleri denize doğru, gündüzleri ise denizden sahile doğru eser. Büyük şehirlerde binalar ve diğer beton yapılar gündüzleri ortamdaki ısıyı absorbe ederek bünyelerinde tutarlar. Bu olay geceleyin daha sıcak bir bölge olarak ısı adacıklarını ortaya çıkarır. Isı adacığı üzerindeki hava bir takke gibi bölgenin atmosferini kaplar ve kararlı bir durum alır. Bu durumdaki atmosferdeki kirleticiler ortamı terk edemez ve bölge uzun süre bu kirleticilere maruz kalır” [108].

Havadaki kirleticiler çökme, çözünme ve adsorpsiyon gibi işlemlerle suya ve toprağa ulaşmakta ve kirletmektedir. Bugün çok önemli bir çevre problemi olan ve özellikle insan sağlığını etkileyen hava kirliliği ilk olarak atmosfer bileşiklerinin değişmesiyle başlamaktadır. Atmosfer, genellikle içerisine karışan toksinli maddeleri eriterek etkisiz hale getirmesine rağmen meteorolojik ve topografik şartlara bağlı olarak devamlı bir şekilde kirlenmektedir.

“Saf hava”, basta azot ve oksijen olmak üzere argon, karbon dioksit, su buhari, neon, helyum, metan, kripton, hidrojen, azot monoksit, karbon monoksit, ksenon, ozon, amonyak ve azot dioksit gazlarının karışımından meydana gelmiştir [109].

Çizelge 4.1’de verilen gazların temiz havayı teşkil ettiği kabul edilirse, bu çizelgede bulunmayan herhangi bir maddenin atmosferde bulunması kirlilik olarak adlandırılabilir.

Çizelge 4.1’de verilen bileşenler dışında havada; %1-3 oranında su buharı ve çok düşük konsantrasyonlarda kükürtdioksit, formaldehit, iyot, sodyum klorür, amonyak, karbon monoksit, toz ve çiçek tozları da bulunur.

Çizelge 4.1 Temiz kuru havanın doğal bileşimi [110]

Bileşen	%	ppm
N_2	78,0840±0,004	780800,00
O_2	20,9546±0,002	209546,00
Ar	0,9340±0,001	9340,00
CO_2	0,0330±0,001	330,00
Ne		18,00
He		5,20
CH_4		1,20
Kr		0,50
H_2		0,50
Xe		0,08
NO_2		0,02
O_3		0,01-0,04

Hava kirliliğinin ortaya çıkması ve değerlendirilmesinde 3 faktör etken olarak rol oynar. Bunlar; kaynak, ortam ve alıcıdır. Hava kirliliğinin değerlendirilmesi hava kirliliği sınır değerleri[1] ile karşılaştırılarak yapılmaktadır.

Hava kirliliği için referans değerler, hem ulusal hem de uluslararası düzeydeki sınır değerler aşağıdaki gibidir:

Çizelge 4.2 Kükürtdioksit ve partikül madde açısından hava kalitesi sınır değerleri

SINIR DEĞERİ KOYAN OTORİTE	KÜKÜRTDİOKSİT SO_2			PARTİKÜL MADDE PM_{10}		
	Günlük (24 saat) Ortalama Sınır Değer (KVS)	Kış Sezonu Ortalama Sınır Değeri (Ekim-Mart)	Yıllık Ortalama Sınır Değer (UVS)	Günlük (24 saat) Ortalama Sınır Değer (KVS)	Kış Sezonu Ortalama Sınır Değer (Ekim-Mart)	Yıllık Ortalama Sınır Değer (UVS)
WHO (1)	125	-	50	-	-	-
EPA (2)	365	-	80	150	-	50
EU (3)	125	-	20	50	-	40
BENELUX (4)	400	-	-	-	-	-
HKKY (5)	**400**	**250**	**150**	**300**	**200**	**150**

Birim : (mg/m^3)

Endüstriyel faaliyet türlerine göre etkili olan hava kirliliği parametreleri;

[1] Hava kalitesi sınır değerleri, hava kirleticilerin düşük miktarlarının uzun sürede solunmasıyla ortaya çıkan kronik etkiler için verilen üst sınır değerleri gösteren "uzun vadeli sınır değerler" (UVS) ve kısa sürede hava kirleticilerin yüksek derişimlerinin solunmasıyla ortaya çıkan kısa süreli akut etkiler için verilen sınır değerleri gösteren "kısa vadeli sınır değerler" (KVS) olmak üzere iki başlık altında değerlendirilmektedir.

Çizelge 4.3 Endüstriyel faaliyet türlerine göre etkili olan hava kirliliği parametreleri [111]

	Hava Kirliliği Parametreleri										
Faaliyet Türü	Ağır Metaller	CO - COx	NHx	NOx	SOx	H2S	Florür	Hidrokarbon	Koku	Duman	Diğ. Org. Kim.
Rafineriler				X	X						X
Termik Santraller	X	X		X	X			X			
Kimya Sanayi		X	X	X	X	X		X	X	X	X
Kağıt Sanayi			X	X	X	X			X		
Demir-Çelik Sanayi		X	X	X	X	X		X	X	X	X
Çimento Sanayi					X						
Gübre Sanayi		X	X	X	X	X		X	X		X
Şeker Sanayi		X		X	X					X	X
Et Entegre Tesisi									X		
Deri Sanayi			X		X				X		X
Alüminyum Maden İşletmesi							X				
Bakır Maden İşletmesi			X		X		X				
Kurşun - Çinko Maden İşletmesi				X							
Taş Toprak Sanayi					X		X				
(Kaynak: TOBB, 1993)											

Hava kirleticiler başlıca altı grupta sınıflandırılır:

Ulaşımdan Kaynaklanan Hava Kirliliği

Hava kirliliğini oluşturan kaynakların başında ulaşım gelmektedir. Ulaşımdan kaynaklanan kirlilik; kara, deniz, hava taşıtlarının egzoz gazlarıdır. Ulaşımdan kaynaklanan hava kirliliğinin değerlendirmesinde araştırma alanında ulaşım yolları güzergâhları çevresindeki hava kalitesi ölçümleri kullanılmaktadır.

Karayolu Ulaşımı

Benzin ve dizel taşıtların çıkardığı egzoz gazlarında bulunan zararlı maddelerin özellikle nüfus ve trafiğin yoğun olarak yaşandığı kent merkezinde çevreye ve insan sağlığına verdiği zararlar oldukça fazladır. Tüm karbon monoksit (CO) emisyonlarının % 70 - 90'indan, azotoksit (NO_x) emisyonlarının % 40 - 70'inden, hidrokarbon (HC) emisyonlarının yaklaşık % 50'sinden ve şehir bazında kurşun emisyonlarının % 100'ünden özellikle motorlu taşıtlar sorumludur [112].

"Egzoz emisyon kontrol sistemi bulunmayan bir taşıtın 50 litrelik benzin sarfiyatı ile 5-7,5 kg CO, 0,15-0,3 kg HC, 15 gr SO_2, 30 gr inorganik katı madde ve 12 gr asidi atmosfere bıraktığı yapılan deneyler ile tespit edilmiştir. Bir insanın günde yaklaşık 15 m^3 lük taze havaya ihtiyacı olduğu düşünülürse, sadece tek bir araç 15 dakikalık süre içerisinde bu havayı teneffüs edilmesi sakıncalı hale getirebilir" [113].

Çizelge 4.4 Benzinli motorda egzoz gazı bileşenleri [114]

BİLEŞİK	HACİM KISMI (%)
N_2	71
CO_2	18,1
H_2O	9,2
O_2 VE Asal Gazlar	0,7
Kirleticiler	1

Çizelge 4.5 Egzoz gazında bulunan kirleticilerin yüzdeleri [114]

Kirletici	Yüzde
Karbon monoksit	0,85
Hidrokarbon	0,05
Azot oksit	0,08
Katı Parçacıklar	0,005

Çizelge 4.5'te de görüldüğü gibi içten yanmalı motorlu araçların egzoz gazlarında en fazla miktarda bulunan kirletici gaz CO'dur.

Egzoz emisyonlarındaki değişimler ayrıca aracın hızına bağlıdır.[1]

Motorlu taşıt araçlarından kaynaklanan hava kirliliği bileşenleri

Motorlu taşıtlardan kaynaklanan çevre kirleticilerini şöyle özetleyebiliriz [115];

Nitrojen oksitler (NOx): Nitrojen oksitlerin kirliliğinin %50'si taşımacılıktan kaynaklanmaktadır ve bu oksitler asit yağmurlarının ana nedenidir. Karayolu taşıtları bu oranın hemen hemen tamamını üretmektedir ve bu oranın yüzde 80'i kentiçindedir.

Araçların yaydığı NO_x miktarını etkileyen çok çeşitli faktörler vardır.[2] NO ve NO_2 gün boyunca güneş radyasyonu, meteorolojik şartlar ve trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişiklikler gösterir.[3]

[1] Motor hızı arttığında egzoz gazındaki HC konsantrayonlarında azalma meydana gelmektedir. Motorlu kara taşıt araçlarının egzozlarından atık gaz çıkışları yer seviyesine çok yakındır. Bu nedenle atmosfere atık gaz emisyonu yapan diğer kirletici kaynaklara kıyasla çok daha büyük zararlara yol açarlar. Karayollarında ulaşılan tipik atık gaz seyrelme oranları 1/1000 iken, konut bacalarından çıkan gazlar için seyrelme oranları 1/50000, endüstriyel kuruluşların bacalarından çıkan atık gazlar için ise 1/1000000 seviyesindedir. [116]

[2] NO_x yanma boyunca oluşan kimyasal reaksiyonlar sonucu meydana gelir. Aracın hızlandığı anda, yüksek basınç ve sıcaklıkta, azot ve oksijen atomlarının reaksiyonu sonucu oluşur ki bunlara termik azot oksitler adı verilir. Azot oksit konsantrasyonları hızlanma ve seyir esnasında en yüksek değerlere ulaşmaktadır.

[3] Gün ışımadan önce NO ve NO_2 konsantrasyonu nispeten düşük seviyeli ve kararlı haldedirler. Güneş ışığı arttıkça, özellikle otomobiller kullanılmaya başlandıkça NO konsatrasyonu hızla artar. Güneş ışınları arttıkça aşağıdaki reaksiyonlar meydana gelir. (Peavy, 1985) Bunun sonucunda NO_2 konsantrasyonu en yüksek seviyeye ulaşır. Daha sonra foto kimyasal oksidantlar birikmeye başladığı için azalır. Foto kimyasal oksidantlar (özellikle O_3) öğlen vakti en yüksek değere ulaşır. Maksimum NO konsantrasyonu genellikle sonbahar sonlarında ve kış aylarında oluşur. Bunun nedeni ısıya ihtiyaç duyulduğu için sabit yakma sistemlerinin fazlaca kullanılmasıdır. Ayrıca bir diğer etki ise rüzgâr hızının düşük ve güneş radyasyonunun az oluşudur [113]. Araçlardan kaynaklanan azot oksitler güneş ışığının etkisiyle özellikle yaz aylarında reaksiyona girerek fotokimyasal smog oluşumuna neden olurlar.

Gaz Haline Gelen Organik Bileşimler (VOCS) : Karayolu taşıtlarınca hidrokarbonların %37'si yayılmaktadır. Güneş ışığının eşliğinde bu VOCS'ler NO_x ile etkileşime (reaksiyona) geçerek bir tür ozon oluşturmaktadır.[1]

Karbonmonoksit (CO) : Karayolu taşıtları karbon monoksitlerin yaklaşık yüzde 90'ını yaymaktadır. Egzoz gazındaki CO miktarını etkileyen birçok faktör vardır. Bu faktörler; yol, hava ve araç motorunun verimli çalışma durumu ile ilişkilidir.[2]

Karbondioksit (CO_2) : CO_2 hacim olarak sera etkisine neden olan en önemli gazdır. Karayolu taşımacılığı bu gazın oluşumunun yaklaşık yüzde 20'sinden ve de son yıllardaki hızlı artışından doğrudan sorumludur.

Zerreler (partiküller) : Büyük bir bölümü dizel yakıtının yanmasıyla ortaya çıkan zerreler bina yüzeylerinin kirlenmesine neden olmakta, yüksek düzeylere çıktığında da kanserojen etkisi yaratmaktadır.

Diğer kimyasal kirleticiler : Bu kirleticiler dizellerin yanmasıyla ortaya çıkan sülfür dioksit, kanserojen benzen, özellikle küçük çocukların beyinlerine zarar veren kursun olarak sıralanabilir. Gelişmiş ülkelerde kurşunsuz benzinin piyasaya çıkartılması ile kursun emisyonunda azalma görülmektedir.

Egzoz kaynakli kirleticilerden hidrokarbonlar[3], azot oksit[4], karbon monoksit[5], karbon dioksit, kükürt dioksit[6] ve katı parçacıkların[7] insan sağlığı üzerinde önemli etkileri vardır. Bir örnek vermek gerekirse: yapılan bir matematiksel model bir saatte trafiğin yoğun olduğu bir caddede CO konsantrasyonunun 48 mg/m³ (55 ppm) değerine kadar ulaşabileceğini göstermiştir. Böyle bir yolda bir insan bir saat kadar kaldığında kandaki

---

[1] Bu ozonun belirli bir düzeyin üstüne çıkması ile solunum sorunlarının ortaya çıktığı, hassas sebzelerin bozulduğu görülmektedir.

[2] Araç ilk kalkışta ve rölanti durumunda çalışırken çok fazla CO üretir. Bu sebeple gidilen yol üzerindeki sinyalizasyon sistemi egzoz gazındaki CO miktarını arttırır. Soğuk havalarda araç çalıştırıldığında motor ısınıncaya kadar belirli bir süre geçer. Bu aşamada CO miktarı yine fazladır. Ayrıca yüksek hızda yapılan ani ivmelenmeler CO miktarını arttırmaktadır.

[3] Yer seviyesi ozonunun oluşması, birçok sağlık problemine, madde bozulmalarına, canlı ve bitki örtüsünde zararlara sebebiyet vermektedir

[4] NO_x canlılar için zehirlidir. Göz ve kulak rahatsızlığı yapar, sinir sistemini etkiler [110].

[5] Kapalı bir ortamda çalışan bir otomobilin egzozundan çıkan karbon monoksit orada bulunanlar için öldürücüdür. Karbon monoksit, kanda oksijeni bağlayan ve dokulara taşıyan hemoglobin ile kalıcı bileşikler oluşturur [110].

[6] Egzoz gazlarında bulunan partiküllerle beraber etkisi güçlenerek, solunum yollarında tahribata ve gözlerde yanmalara neden olmaktadır. Özellikle yeşil yapraklı bitkiler kükürt dioksite karşı çok duyarlıdır [114].

[7] Küçük boyutlu partiküller, nefes alındığında derinlere gider ve birikirler, solunum yolu ile akciğere kadar giderek orada yerleşirler.Solunum yolları duyarlılığında artış, bronş artması ve kronik solunum yolları hastalıklarına neden olurlar. Özellikle dizel motorlarda görülür [114].

COHb seviyesi %2-3 değerine yaklaşır. Bu oran merkezi sinir sistemini etkiler, zamanı algılama, görme duyusunu azaltır [110].

4.2 Toprak Kirliliği Parametreleri

Günümüzde, tarımsal üretimin miktar ve kalitesini arttırmak icin çeşitli gübre ve pestisitlerin kullanılması, katı ve sıvı atıkların detarjı, atık çamur uygulamaları, düşük kalitedeki suların tarımsal sulamalarda kullanılması, atmosferik çökelmeler gibi girişimlerin yol açtığı çevre kirliliği toprakları tehdit etmektedir.

Topraklara madencilik, maden ergitme, zenginleştirme, ticari gübreler, tarımsal zararlılarla savaşta kullanılan toksik kimyasal maddeler ve diğer antropojenik etkilerle doğrudan ve dolaylı pek çok değişik nitelikte maddeler sürekli olarak katılmaktadır. Gübre, pestisit, hormon, ağır metaller, hidrokarbonlar doğrudan veya dolaylı olarak bitki yetiştirme ortamını ve çevrenin diğer unsurlarını olumsuz etkileyebilmektedir. Ayrıca özellikle atmosfere salınan SO_X, NO_x, HF, HCI, HNO_3 gibi gazlardan oluşan asit yağışları toprağın kimyasal yapısını bozmaktadır [117].

Ülkemiz topraklarının kirlenmesine etki eden diğer faktörleri ise; erozyon, termik santraller (uçucu küller, baca emisyonları ve depolama yerleri), endüstriyel ve kentsel kaynaklı arıtma çamurlarının toprağa gelişigüzel bırakılması ya da gübreleme amacıyla kullanılması, çarpık kentleşme, uygun olmayan arazilere kurulan endüstri kuruluşları (1. ve 2. sınıf tarım toprakları gibi), tuğla ve kiremit sanayi kuruluşları, kirlenmiş sularla tarımsal sulama yapılması şeklinde sıralayabiliriz.

Sadece topraklar üzerindeki kimyasal uygulamalar değil bunun yanında atmosfer ve su kirlenmesinden gelen olumsuzluklar da topraklarda ve dolaylı olarak bitki ve toprak ekolojisinde çesitli sorunların ortaya çıkmasında önemli etkenlerdir. Etkiler kısa ve uzun vadeli olarak farklı niteliklerde ortaya çıkabilirler. Örneğin atmosferik kirlenme oluşturan bazı gazlar kısa vadede (emisyon değerlerine bağlı olarak) bitki zararları oluştururken, uzun vadede toprak niteliğini etkileyebilir ve toprağın üretim potansiyelinde bozulmalar oluşabilir [118]. Çesitli kaynaklardan topraklara ulaşan ağır metal türünden kirleticilerin özel bir önemi olup, bunların topraklarda birikimi geri dönüşümsüz niteliktedir. Bu nedenle çesitli kaynaklardan topraklara katılan ağır

metaller gerek doğal ekosistemde ve gerekse tarımsal ekosistemlerde sürekli artış eğilimindedir.

Kirleticilerin alıkonması veya immobilite edilmesi veya onların alınabilirliğinin sınırlanması toprakta bulunan çesitli kolloidal maddelerin ve biyokütlenin fonksiyonu olarak gerçekleşir. Toprakların bu özelliği ekosistemin "tamponlama kapasitesi" olarak da değerlendirilebilir. Topraklar bünyelerine ulaşan çeşitli kirleticilere karşı tamponlama gücü yüksek olan sistemlerdir. Ancak uzun süreli kirlilik yüklenmesime ve çevre koşullarının değişmesi sonucunda gerek çevrenin diğer unsurlarına kirleticilerin etkisi bakımından ve gerekse topraklarda cereyan eden mineralizasyon ve biyolojik döngüler yönünden önemli aksaklıklar ortaya çıkabilmektedir.

Toprak reaksiyonu mineral elementlerin çözünürlüğüne ve onların bitkilerce alınımına etki eder. Çok asitli veya çok alkali toprak koşulları bir elementin bitkilere toksik olabileceği düzeyde çözünürlülüğüne neden olabilir veya elementin çözünürlüğünü sınırlayarak bitki gelişmesini ve sağlığını kısıtlayabilir [119], [120],[121],[122],[123].

Topraklar özellikle sanayi tesisleri yakınlarında asidik, sanayi tesislerinden uzaklaştıkça Ph değerleri artarak alkali özellik gösterir. Makro element konsatrasyonları bakımından ise N ve SO_4 konsantrasyonlarının sanayi bölgelerinde yüksek iken, P ve K konsantrasyonları sanayi bölgelerinde düşüktür. [124].

Ağır Metal - Flora Etkileşimleri ve Besin Zinciri Üzerindeki Etkileri

Bitkiler, toprağa bulaşan zararlı elementleri artan derişimlerine bağlı olarak artan miktarlarda biriktirme eğilimindedirler. Toprakta biriken ağır metallerin zararlı etkileri bitki çeşidine, elementin topraktaki kimyasal şekline, diğer elementler ile etkileşimine ve topraktan alınabilirlik koşullarına bağlı olarak değişir.

Elementlerin bitkiler tarafından alınabilirliği pH, toprak tekstürü, toprağın mineral bileşimi, organik madde miktarı, toprak nemi ve sıcaklığı ile biyolojik aktiviteye bağlı olarak değişir. Elementlerin topraktaki alınabilir derişimleri belli bir eşik değerin üzerine çıkarsa olumsuz tepkiler gözlenmeye başlar.

Tarımsal Alanlara Atmosferik Birikim ile Ağır Metal Girdileri

Atmosferde özellikle troposferde meydana gelen antropojenik yüklenmelerin sonucunda kirletici unsurların bir kısmı kuru veya yaş depolama şeklinde yeryüzüne dönmektedir [125].

"Atmosferdeki insan kaynaklı kirliliklerin çökelme yolu ile toprakta biriktiğini gösteren çalışmaların sonuçları incelendiğinde kurşun, bakır ve nikel gibi metallerin topraktaki derişimlerinin çoğunlukla toprağın üst 5 cm' sinde yüksek olduğu görülmektedir. Aynı zamanda topraklarda yapılan geçmişe dönük araştırmalar toprakların kurşun, kadmiyum ve arsenik gibi ağır metaller bakımından zenginleştiğini göstermektedir" [126],[127].

Gübreler

Ticari gübreler olarakta bilinen azot, fosfor ve potasyum içeren mineral kökenli gübrelere son yıllarda sıvı gübreler ve humat gübreler de eklenmiştir. Gübreler toprak kirliliğine iki şekilde neden olurlar: ilki yanlış teknikle aşırı gübreleme yapma sonucu bitki besini olarak kullanılması ve özellikle azot kirliliğine neden olması, diğeri ise mineral kökenli gübrelerin farklı yöntemlerle elde edilirken, uygulanan işlem ve ham madde niteliğine bağlı olarak değişik bileşimler içermeleri sonucu oluşan ağır metal kirliliğidir. Tarımsal topraklarda en fazla ağır metal kirlenmesine neden olan kaynakların sulama ve gübreleme amacı ile kullanılan atık sular ve arıtma çamurları ile fosfatlı gübreler, ağır metallerce zenginleşmiş hayvan dışkıları ve çiftlik gübresi oldugu söylenebilir [128],[129].

Tarımda azotlu gübrelerden sonra en önemli gübre olan fosforlu gübreler başta kadmiyum olmak üzere çeşitli ağır metalleri içerirler. Fosforlu gübrelerin içermiş oldukları kadmiyumun yaklasik % 80'nin bitkilerce alinabilir olduğu ve fosforlu gübre üretiminde kullanilan pek çok ham fosfatin 5-100 ppm düzeyinde kadmiyum içerdigi belirtilmektedir [117].

Azot (NO_3) Kirliliği

Tarımsal faaliyetlerde kısıtlayıcı en önemli faktörlerden birisi de azot miktarıdır.[1] Normal koşullarda verimli topraklarda pulluk derinliğine kadar olan yerdeki toplam azot miktarı genellikle bitki ihtiyacını karşılayacak miktarda olmakla beraber (4000 kg/ha) toprağın tarıma açılmasından sonra bu oran, toprak ve iklim özellikleri yanında uygulanan tarım sistemlerine de bağlı olarak normal ihtiyacın altına düşmektedir.

Toprağa ilave edilen azotun ancak % 50'si bitkiler tarafından kullanılabilmektedir ve geriye kalan % 50'lik kısım çesitli şekillerde çevreye yayılmaktadır. Bu yayılma sınucunda yeraltı suları ve yüzeysel sular kirlenmekte ve toprakta asitlenme gözlenmektedir.

Pestisitler

Bitki hastalıkları ve bitki zararlılarına karşı kullanılan pestisitler yağmur, rüzgâr gibi çeşitli abiyotik etkenlerle toprağa dolaylı yolla ulaşabilmektedir. Topraktaki zararlı böceklere, nematodlara ve tohum ilaçlamaları sırasında tohuma uygulanan pestisitler ise doğrudan toprağa karışmaktadır. Bu şekilde toprakta devamlı birikim halinde olan pestisitler tüketilen ürünler aracılığı ile insan, evcil hayvanlar ve yaban hayatına ulaşarak çevre sağlığına olumsuz yönde etkileyebilmektedir.

Pestisitlerin toprakta kalıcı (persistent) olması, kullanılan ilacın grubuna, formülasyon şekline, toprak tekstürüne, ilacın absorbe edilme durumuna, toprak nemi ve sıcaklığına, ilacın yağmur, sulama veya drenaj suları ile yıkanma özelliğine göre değişmektedir.[2]

Bunun yanında; pestisit kalıntıları ile bulaşmış topraklarda yetiştirilen ürünlerin, ilaçları topraktan bünyelerine aldıkları belirlenmiştir.[3] Yapılan çeşitli araştırmalar, yıllar önce yasaklanmış olmasına rağmen DDT'nin bazı topraklardaki miktarında henüz bariz bir azalmanın olmadığını ortaya koymaktadır. Bu kalıntılar, yarılanma ömrü uzun olan bazı pestisitlerin toprakta hareketsiz ve depolanmış halde kaldığını göstermektedir.

---

[1] Bitki için gerekli 16 elementten azot önemi açisindan 4. sirada yer almaktadir ve bitkide biyolojik kütlenin %1-2 kadarini azot olusturmaktadır.

[2] Örneğin dekara 1.12 kg lindane uygulanmış gübreli humuslu topraklardaki kalıcılık, kumlu topraklardan çok daha fazla olmaktadır. Bazı granül ilaçların da emülsiyon formülasyonlarına oranla daha kalıcı oldukları anlaşılmıştır.

[3] Örneğin aldrin ile ilaçlanmış tarlalarda yetiştirilen patates ve havuçta aldrin kalıntısı, yoğun aldicarbe uygulanmış topraklarda yetiştirilen karpuzlarda ise aldicarbe kalıntısı görülmüştür.

4.3 Su Kirliliği Parametreleri

Çeşitli insan aktiviteleri sonucunda oluşan ve çok değişken yapıya sahip olan atıksular nehir, göl ve deniz gibi alıcı ortamlara boşaltıldıklarında ortam suyunun fiziko-kimyasal ve biyolojik yapısını önemli ölçüde değiştirmektedir. Su kirliliğinin kaynakları; evsel ve endüstriyel boşaltımlar, zırai mücadele ilaçları, yapay ve doğal tarımsal gübreler, yağlar, sentetik boşaltımlar, ölmüş hayvanlar, bitki ve tarımsal artıklar radyoaktifler, inorganik tuzlar ve atık ısıdır [110],[130].

Araştırma alanında su kirliliği açısından önemli olan başlıca yayılı kirletici kaynaklar aşağıda sıralanmaktadır;

- Tarım alanlarında kullanılan sulama suyu geri dönüş suları,
- Orman alanlarından yüzeysel akışla taşınanlar,
- Hayvancılık faaliyetlerinden kaynaklanan kirleticiler,
- Yağış suları ve yıkama suları gibi yüzeysel akışla taşınanlar,
- Atmosferden taşınım yoluyla su ve toprağa taşınan kirleticiler,
- Kentsel ve kırsal yerleşim alanlarından gelen kontrolsüz yağış suları,
- Kirlenmiş nehir ve derelerin doğal ortama yayılımı,
- Katı atık düzensiz depolama alanlarından, maden sahalarından ve fosseptiklerden yeraltı sularına karışan sızıntı sularıdır.

"Bir havzadaki akarsular, göller ve sulak alanlar *noktasal kaynak kirliliği* ve *noktasal olmayan kaynak kirliliği* olarak başlıca iki kirlilik türünden etkilenmektedir. Noktasal kaynak kirliliği belirli bir "nokta"dan boşalan kentsel ve endüstriyel atıksu nedenli kirliliktir. Kanalizasyon çıkışı buna basit bir örnektir. Noktasal olmayan kaynak kirliliği ise tarım, kentsel gelişim, inşaat ve ormancılık gibi çok çeşitli arazi/havza kullanım etkinliklerine bağlı olduğundan kolaylıkla belirli bir yerle konumlandırılamaz" [131].

"Bazı kirleticilerin sızma ile yeraltısuyuna karışabilme olasılığı da bulunduğundan noktasal olmayan kaynak kirliliği, yüzey suları kadar, yeraltısuyunu etkileme potansiyeline de sahiptir. Dolgular, işletmeden çıkan maden şantiyeleri, yeraltı biriktirme tankları ve bakteri üretilebilecek tüm sistemler olası yeraltısuyu kirliliği kaynaklarıdır" [131].

Akarsularla taşınan çözünmüş ve askıdaki maddelerin miktarının önemli bir bölümü erozyon ve kimyasal çözünme sonucu oluşur. Bu girdilerde arazi kullanımındaki değişim ve yağmurun asitlenmesi gibi nedenlerle artış olabilir. Su sistemlerine gelen kirleticilerin büyük bir kısmı akarsular, endüstriler ve drenaj yoluyla taşınmasına karşılık

atmosferle kirlilik taşınımı da oldukça önemlidir. Atmosfer çeşitli maddelerin (kükürt ve azotoksitleri, hidrokarbonlar, endüstri gaz atıkları, vb) uzun mesafelere taşınımını sağlar.

Çözünmüş oksijen (ÇO) konsantrasyonu suyun kirlenme derecesini, sudaki organik madde konsantrasyonunu ve suyun kendi kendini ne derece temizleyebileceğini ifade eder. Su ekosisteminde fosfor, çok yönlü ve karmaşık biyo-kimyasal ve kimyasal dengenin anahtar elemanlarındadır. Özellikle fotosentez yapan ototrof ve heterotrof organizmaların büyümelerinde sınırlayıcı olan fosfor suda yeterli miktarda bulunmuyorsa bu organizmaların büyümeleri engellenir.

Yüzeysel sulara karışan nitrat ve fosfor gibi kirleticiler temel olarak doğal, evsel, endüstriyel ve tarımsal kaynaklardan ileri gelmektedir. Deterjan gibi temizlik maddelerinde bulunan fosfor bileşikleri suyun yüzey gerilimini değiştirerek biyolojik aktiviteleri olumsuz yönde etkilemektedir.

Alıcı su ortamlarına evsel ve endüstriyel atıksularla taşınan askıda katı maddelerin (AKM) yanı sıra, erozyon nedeniyle toprak örtüsünün yok olması ile verimli toprak üst katmanları su ortamlarına taşınarak, bu ortamlarda AKM yükü olarak ortaya çıkmaktadır. AKM'ler suyun bulanıklığını arttırırlar ve ışık geçirgenliğini azaltırlar. Güneş ışınlarının su bitkilerine ulaşmasını engelleyerek fotosentezi etkileyerek sudaki ÇO'nun azalmasına neden olurlar. Ayrıca dibe çökerek tabanda yaşayan bentik canlıların yaşam ortamlarını olumsuz etkilerler.

İz Elementler ve Kaynakları

İz elementler çevrede doğal olarak veya insan faaliyetleri sonucu bulunabilir. İz elementler organik ve inorganik iz elementler olmak üzere ikiye, inorganik iz elementleri de metaller ve ametallar olmak üzere ikiye yarılırlar [132]. Metallerin büyük bir bölümü biyolojik ortamda birikim yapar. Birikim sonucu bulundukları ortamlarda veya oradan geçen canlıların bünyesinde yoğunlaşan bu elementler, etkili dozlara ulaştıklarında ciddi hastalıklara hatta ölümlere neden olabilirler.

Sucul bir ortamda organizmalar için toksisite, metalin tür ve konsantrasyonuna, organizmanın türüne, suyun fiziksel ve kimyasal özelliklene bağlı olarak değişir [132].

Doğal dolaşım mekanizmalarına giren ağır metallerin çevreye giriş rotalarını belirleyebilmek için, yer kabuğu, deniz ortamı ve atmosferde araştırmalar yapılmaktadır. Denizde yapılan araştırmalar; selenyum, demir, mangan, kobalt gibi elementlerin doğal olarak yer kabuğundan sulara karıştığını, magnezyum, potasyum, kalsiyum elementlerinin deniz suyunun doğal bileşenleri olup hava ortamına denizden geçtiğini ortaya koymuştur. Buna karşılık çinko, bakır, kadmiyum, civa, antimon, gümüş, arsenik, kurşun, krom ve selenyum gibi kronik ve akut zehirliliği yüksek elementlerin insan faaliyetleri sonucunda oluşup, atmosfere ve alıcı ortamlara ulaştıklarını ortaya koymaktadır. Kanalizasyon sistemlerindeki ağır metal kaynakları; endüstriyel atıksular, su dağıtım şebekelerindeki korozyon ve kentsel yağmur sularıdır. Endüstriyel atıksu içindeki ağır metaller endüstrinin kategorisine göre farklılık gösterir. Tekstil endüstrisi atıksuları; krom, çinko, kadmiyum, kurşun, deri endüstrisi atıksuları; krom, metal endüstrisi atıksuları; krom, bakır, demir, nikel, kalay, siyanür, çinko, kadmiyum, kurşun, gümüş gibi ağır metalleri içermektedir [133].

Bunun yanı sıra organizmaların büyümesi için demir, çinko ve mangan gibi bazı iz elementlere ihtiyaç vardır. Bu elementler bazı enzimlerde kofaktör olup metabolizmayı düzenleyici rol oynarlar. Bazı özel durumlarda gerken iz elementler ise; bakır, kobalt, molibden, sodyum, klorür, kalsiyum, nikel ve selenyumdur [133].

Zehirli etkileri nedeni ile kanalizasyon sistemine boşaltımı sınırlandırılmış ağır metaller ve boşaltım sınır değerleri Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6 Bazı ağır metallerin kanalizasyona boşaltım değerleri

Ağırmetal	BUSKİ Atıksu Deşarj Yönetmeliği (Tablo 1) (mg/L)	Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (Tablo 25) (mg/L)
Gümüş	5	5
Arsenik	3	3
Bor	3	-
Kadmiyum	2	2
Toplam Krom	5	5
Bakır	3	2
Nikel	5	5
Kurşun	3	3
Antimon	3	-
Kalay	5	5
Çinko	5	10

Farklı kaynaklara göre ham atıksulardaki ortalama metal konsantrasyonuna bakmak gerekirse;

Çizelge 4.7 Ham atıksulardaki ortalama metal konsantrasyonları [133]

Parametre	Nejmeddine ve ark.,2000	Drora ve ark. ,1987	Lester, 1983
Kadmiyum	0,017	0,002	0,002 – 0,024
Bakır	0,034	0,034	0,030 - 0,660
Kurşun	0,070	0,054	0,010 - 0,630
Çinko	0,549	0,224	0,060 - 8,940

Su kalitesinin bozulmasına neden olan kirletici kaynaklar genellikle evsel, endüstriyel ve tarımsal olarak üç ana grupta toplanırlar. Bunlara bakmak gerekirse:

Evsel Atıksular

Evsel atıksular insanların yaşamsal faaliyetlerindeki ihtiyaç ve kullanımları sonucu oluşur ve yaygın olarak yerleşim bölgelerinden (konutlar, okul, hastane ve otel gibi işletmeler) kaynaklanırlar. İklimsel şartlar, yaşam standartları ve kültürel alışkanlıklar atıksu özelliğini önemli ölçüde etkiler. Çizelge 4.8'de tipik ham (arıtılmamış) evsel atıksu özellikleri verilmektedir. Çizelgeden de görüleceği gibi, evsel atıksular büyük oranda karbon, azot, fosfor gibi bileşiklerden oluşmaktadır.

Atıksuların arıtılmadan doğrudan alıcı ortam olarak isimlendirilen kıta içi su ortamlarına verilmesi halinde (akarsular, göl gibi) atıksu içindeki karbon esaslı organik bileşikler, biyolojik mekanizmalar yolu ile parçalanıp karbondioksit ve suya dönüşerek sudaki mevcut oksijeni tüketirler. Oksijenin tükenmesini takiben parçalanma farklı fazda (anaerobik) devam eder. Anaerobik koşullarda ise karbondioksitin yanı sıra metan, hidrojensülfür gibi gazların oluşumu gerçekleşir ve alıcı ortam (su kaynakları) septik hale gelir ve kullanım dışı kalır. Öte yandan atıksudaki azot ve fosfor gibi maddeler de besin maddesi (nutrient) görevi görerek alıcı ortamdaki birincil (primer) canlıların (alg, yosun vb) hızlı büyümesine ve su ortamının hızla bu tür canlılarla kaplanmasına neden olurlar (ötrofikasyon).

Ayrıca atıksular içinde önemli düzeyde hastalık yapıcı (patojenik) mikroorganizmalar da bulunmaktadır. Bunlar alıcı ortamlarda insanlarla temas etmesi durumunda önemli sağlık riskleri oluşturabilirler. Araştırmalara göre evsel atık su miktarı günlük kişi başına 200 lt civarındadır.

Çizelge 4.8 Evsel atıksuların özellikleri [133]

Kirletici	Konsantrasyon (mg/L)			Atıkta bulunan miktar (g/kişi/gün)
	Zayıf	Orta	Kuvvetli	
BOI_5	110	220	400	45-54
KOİ	250	500	1000	1.6-1.9xBOI_5
TOK	80	160	290	0.6-1.0x BOI_5
AKM	100	220	350	70-145
Toplam N	20	40	85	6-12
Organik N	8	15	35	~0.4x toplam N
Serbest NH_4-N	12	25	50	~0.6x toplam N
Toplam P	4	8	15	0.6-4.5
Organik P	1	3	5	~0.3x toplam P
İnorganik P	3	5	10	~0.7x toplam P
Klorür	30	50	100	4-8
Alkalinite ($CaCO_3$)	50	100	200	20-30
Toplam Koliform (koliform/100 mL)	**10^6-10^7**	**10^7- 10^8**	**10^7- 10^9**	**10^9- 10^{10}**

Endüstriyel Atıksular

Endüstriyel atıksular herhangi bir ticari veya endüstriyel faaliyetin yürütüldüğü alandan, evsel atıksu ve yağmur suyu dışında boşaltılan atıksu olarak tanımlanabilir. Endüstriyel üretim süreci sonucunda oluşan atıksuların yanı sıra soğutma suları, katı atık bertaraf tesisi atıksuları (sızıntı suları), rejenerasyon tesisi atıksuları, içme suyu filtreleri, geri yıkama suları da endüstriyel nitelikli atıksu olarak kabul edilmektedir [134].

Endüstriyel atıksuların özellikleri, endüstri türüne bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. Ayrıca aynı sektörde faaliyet gösteren endüstrilerde kullanılan ham meddeler ve uygulanan işlemlerin farklılığı oluşan atık suyun özelliklerine yansıyabilmektedir. Kirlilik bileşenlerinin farklı olması nedenyle her endüstrinin çevreye etkileri de farklı olmaktadır. Buna rağmen endüstri türüne bağlı olarak, sektörlerin atıksularının bazı ortak özellikleri bulunmaktadır. Örneğin, gıda sanayi atık sularının yüksek organik kirlilik (genellikle $BOİ_5$ cinsinden) içerdiği söylenebilir. Tekstil sanayindeki ana kirlilikler ise boya işlemlerinden kaçan boyalar, bunların neden olduğu renk ve işleme esnasında kostik kullanılması sonucu oluşan yüksek pH'dır. Kimya sanayi atıksuları yağ emisyonları, sülfit ve fenoller, makine yağları, katı maddeler, yüksek pH, fosfatlar ve indirgenemeyen organik maddeler içerebilirler. Metal sanayinden kaynaklanan atıksuda Cr, Cd, CN-, Zn metal kirlilikleri görülebilir. Tabakhanelerden

kaynaklanan tıksuların tipik özellikleri arasında kıl, katı madde, $BOİ_5$, azot, krom, sülfit, yüksek pH ve koku olarak sayılabilir.

Çizelge 4.9 Endüstriyel sektörlerden kaynaklanan kirleticiler [91]

Kirleticiler	Tekstil End.	Deri End.	Metal End.	Gıda End.	Plastik-Kauçuk End
Organik Kirlilik	x	x		x	x
pH	x		x		
Sıcaklık	x				
Katı Madde	x	x		x	x
Alkalinite	x				
Yağ-Gres	x	x	x	x	x
Deterjan,Sabun	x				
Krom ve Türevleri	x	x	x		
Bakır			x		
Demir			x		
Nikel			x		
Kalay			x		
Siyanür			x		
Çinko	x		x		
Sülfür	x	x			
Tuzluluk		x			
Organik-İnorganik Asitler		x			
Alkali ve Asidik Boyalar	x	x			
Solventler		x			x
Selüloz,Silikat, Polimer,Fenol, Katalist					x

Tarımsal Atıksular

Yeraltı ve yer üstü sularının kirlenmesinin nedenlerinden biri de tarım ilaçları ve gübrelerin bilinçsiz kullanımıdır. Zirai mücadele için kullanılan ilaçlamalarda havadaki ilaç zerrelerinin rüzgârla sulara taşınması sonucunda su kaynakları pestisitlerle kirlenmektedir. Toprağa düşen ilaç toprak tipi, çözünebilirlik, kalıcılık ve iklim özelliklerine bağlı olarak zaman içinde hareket ederek yüzey veya yeraltı sularına sürüklenir ve ötrofikasyona neden olur [135]. Tarla, bahçe veya orman ağaçlarının hastalık veya zararlılara karşı ilaçlanması sırasında ilaç zerreleri havaya, toprağa topraktan yağmurlarla yeraltı sularına ve dolayısıyla su ekosistemine karışabilmektedir. Bitkiler üzerindeki kalan pestisit kalıntıları ise besin yoluyla insan ve faunaya geçmekte, zehirlenmelere ve genetik yapıyı etkileyerek kansere sebep olabilmektedir.

Tarımsal sulama sularının kalite açısından önemi, kullanıldıktan sonra tekrar su ortamına verilmeleri ile kendini gösterir. Bir başka değişle, sulama ile toprağa verilen

suların bitki tarafından tutulmayan fazla kısmı yüzey üstünden ve/veya altından drenaj sistemine katılır. Yüzey altına giden sular zemin cinsine bağlı olarak belli seviyede yeraltısuyuna, yüzey üstünden de akarsu, dere gibi yüzeysel sulara ulaşır. Tarımsal faaliyetlerde kullanılan tarım ilacı (pestisitler), gübre vb. kimyasalların bu geri dönüş sularına karışması su kaynaklarının kirlenmelerine neden olmaktadır. Tarımsal mücade ilaçlarının toprağa, bitki ve/veya tohum üzerine uygulanması sonucunda toprak tipi, çözünebilirlik, kalıcılık ve iklim faktörlerine bağlı olarak zaman içinde hareket ederek yüzey ve yeraltı sularına taşınması mümkündür. Pestisit kalıntılarının yanı sıra toprağın verimini arttırmak amacı ile uygulanan tabii ve sentetik gübreler de sulama suyunda bulunabilmekte ve yüzey sularına ulaşması sonucunda ötrofikasyona ve toksisiteye neden olabilmektedir.

Yüzey sularında ötrofikasyona neden olan azotun, kaynağı kanalizasyon ve en önemlisi azotlu gübrelerdir. Gübrenin içindeki fosfat da önemli bir kirleticidir. Azot ve fosfat, bitkiler ve sucul canlılar için önemli bir besin kaynagıdır olmasına rağmen suda belirli konsantrasyonların üzerinde olması su kirliliğinin belirtisidir. Sucul yaşam için kirlilik alt sınırı nitritlerde 10-20 mg/lt, nitratlarda 100-300 mg/lt arasındadır. İçme suyu için izin verilen maksimum değer nitrit için 0,1 mg/lt, nitrat için 50 mg/lt'dir.

Ayrıca sulama suyunun içindeki mineral tuzların toprakta tutulması doğrudan su kirliliği yaratmasada, toprakta tuzlanmaya neden olmakta ve yağışların akışa geçmesi ile su kirliliğine katkıda bulunmaktadır. Tuzlanma yetersiz drenaj sonucunda sulama ve yağışlar ile toprağa verilen suların topraktaki geçirimsiz veya az geçirimli bir katmanda birikerek taban suyunu oluşturmaları ile başlar. Taban suyunun doğrudan veya kılcal yükselişle kök bölgesine ulaşması, bitki gelişimini olumsuz biçimde etkilediği gibi, tuzlu ve alkali toprakların oluşmasına neden olmaktadır [136].

Sulama sularında genellikle sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum tuzları bulunur. Sodyum içeriği yüksek sularla sulama yapıldığında sodyum, kalsiyum ve magnezyumla yer değiştirerek toprağın yapısını ve geçirimliliğini olumsuz yönde etkiler ve alkali toprakların oluşmasına yol açar. Bir su kaynağının sulama amaçlı kullanılabilirliğinin değerlendirilmesinde en uygun parametre sodyum adsorpsiyon oranı (SAR)'dır.

Sulama suları insan ve hayvanlara patojen etkisi olan birçok mikroorganizmayı da taşıyabilir ve sağlık üzerinde olumsuz etki yaratabilir. Aşırı su kullanımına yol açan

sulama yöntemleri ile toprağın en verimli olan üst tabakasının aşınıp taşınması da bir başka sorundur [137]. Bu durum sediment taşınmasını (erozyon) arttırmakta ve su kalitesini bozmaktadır.

Tanımlanması ve ölçülmesi güç olan tarımsal kaynaklardan gelen kirlilik süreci, havzalardaki su kirliliğinde çoğu kez "noktasal olmayan veya yaygın kaynak" kirliliği olarak isimlendirilir.

Yukarıda değinildiği üzere, su kaynaklarının kirliliğine etki eden unsurlar arasında kentleşme, sanayileşme ve tarımsal faaliyetler başta gelmektedir. Bunların yanı sıra sanayileşme ve kentleşmenin arttırdığı ulaşım faaliyetlerinin de suların kirlenmesinde payı azımsanmayacak düzeydedir. Kara ve deniz yolu ile taşınan milyonlarca ton madde doğrudan (kaza vb. nedenlerle) veya dolaylı olarak su kaynaklarının kalitesine zarar verebilmektedir. Örneğin kara/deniz/hava yolu taşıtlarının seyahatleri sırasında çevreye bıraktıkları kirletici maddelerin (yakıt atıkları, egzoz gibi) su kaynaklarına ulaşması sonucunda dolaylı olarak kirlenme gerçekleşmektedir. Diğer yandan taşınan tehlikeli maddelerin kaza vb. yollarla doğaya salınması sonucunda da doğrudan kirlenme riski bulunmaktadır.

Öte yandan sanayiler ve konutlardan atmosfere bırakılan zehirli gazlar (kükürt gibi) asit yağmuru şeklinde deniz ve tatlı sulara karışmaktadır. Taşıtların egzozu ve sabit yakma tesislerinden azotoksitler salınarak atmosfere yayılmaktadır. Bu gazlar atmosferde doğal gaz çevrimine girerek, nitrikasit (HNO_3) oluşumu ile sonuçlanan zincirleme reaksiyonları tamamlarlar ve asit yağmuru olarak yeryüzüne düşer. Asit yağmuru toprağın yapısını etkiliyerek kalsiyum, magnezyum gibi elementlerin yıkanarak taban suyuna taşınmasına, toprağın asitleşmesine ve tarımsal verimin düşmesine neden olmaktadır. Tüm bu süreçler doğal olarak su kaynağına ulaşır ve su kalitesinin olumsuz olarak etilenmesine neden olurlar.

Su Kalitesi

Su kaynağının kalitesi, kullanım amacına göre değişiklik göstermektedir. Kullanım amacına uygun su kalitesinin belirlenmesi için 04.09.1988 tarihli "Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği"ndeki [134] "Kıtaiçi Yüzeysel Suların Kalitesine Göre Sınıflandırılması"

çizelgesinden faydalanılır. Bu yönetmelikteki ilgili çizelgede 4 grupta (A, B, C, D) ayrı ayrı 4 sınıf su kalite sınıfı (I, II, III, IV) belirtilmiştir.

Çizelge 4.10 Su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri

	Su Kalite Sınıfları			
Su Kalite Parametreleri	**I**	**II**	**III**	**IV**
A) Fiziksel ve İnorganik –Kimyasal Parametreler				
1. Sıcaklık ^{0}C)	25	25	30	>30
2. Ph	6.5-8.5	6.5-8.5	6.0-9.9	6.0-9.0 dışında
3. Çözülmüş oksijen (mg 0.2/l)	8	6	3	>3
4. Oksijen doygunluğu (%)	90	70	40	40
5. Klorür iyonu (mg Cl/l)	25	200	400[b]	>400
6. Sülfat iyonu (mg SO_4/l)	200	200	400	>400
7. Amonyum azotu (mg NH_4/1)	0.2[c]	1[c]	2[c]	>2
8. Nitrit azotu /mg NO_2/l)	0.02	0.01	0.05	>0.05
9. Nitrat azotu (mg NO_3/l)	5	10	20	>20
10. Toplam fosfor (mg PO_{43}/l)	0.02	0.16	0.65	>0.65
11. Toplam çözünmüş madde (mg/l)	500	1500	5000	>5000
12. Renk (Pt-Co birimi)	5	50	300	>300
13. Sodyum (mg Na^-1)	125	125	250	>250
B) Organik Parametreler				
1. KOI (mg/l)	25	50	70	>70
2. BOI (mg/l)	4	8	20	>20
3. Organik karbon (mg/l)	5	8	12	>12
4. Toplam Kjeldahl azotu (mg/l)	0.5	1.5	5	>5
5. Emulsifiye yağ ve greş (mg/l)	0.02	0.3	0.5	>0.5
6. Metilen mavisi aktif maddeleri MBAS (mg/l)	0.05	0.2	1	>1.5
7. Fenolik maddeler (uçucu) (mg/l)	0.002	0.01	0.1	>0.1
8. Müneral yağlar ve türevleri ((mg/l)	0.02	0.1	0.5	>0.5
9. Toplam pestisit (mg/l)	0.001	0.01	0.1	>0.1
C) İnorganik Kirlenme Parametreleri				
1. Civa (µg Hg/l)	0.1	0.5	2	>2
2.Kadmiyum (µg Cd/l)	3	5	10	>10
3. Kurşun (µg Pb/l)	10	20	50	>50
4. Arsenik (µg As/l)	20	50	100	>100
5. Bakır (µg Cu/l)	20	50	200	>200
6. Krom (toplam) (µg /Cr/l)	20	50	200	>200
7.Krom (µg Cr^{+6}/l) Ölçülemeyecek kadar az	20	50		>50
8. Kobalt (mg Co/l)	10	20	200	>200
9. Nikel (µg Ni/l)	20	50	200	>200
10. Çinko (mg Zn/l)	200	500	2000	>2000
11. Siyanür (toplam) (µg CN^-/l)	10	50	100	>100
12. Florür (mg F^-/l)	1000	1500	2000	>2000
13. Serbest Klor (µg Cl_2/l)	10	10	50	>50
14. Sülfür (µg $S^=$/l)	2	2	10	>10
15. Demir (µg Fe/l)	300	1000	5000	>5000
16. Mangan (µg Mn/l)	100	500	3000	>3000
17. Bor (µg B/1)	1000[e]	1000	1000[e]	>1000
18. Selenyum (µg Se/l)	10	10	20	>20
19. Baryum (µg Ba/l)	1000	2000	2000	>2000
20. Alüminyum (µg Ag/l)	0.3	0.3	1	>1
21. Radyoaktivite (pCi/l)				
Alfa aktivitesi	1	10	10	>10
Beta aktivitesi	10	100	100	>100
D) Bakteriyolojik Parametreler				
1. Fekol koliform (EMS/100 ml)	10	200	2000	>2000
2. Toplam koliform(EMS/100 ml)	100	20000	100000	>100000

a) Konsantrasyon veya doygunluk yüzdesi parametrelerinden sadece birisinin sağlanması yeterlidir.
b) Klorüre karşı hassas bitkilerin sulanmasında bu konsantrasyon limitini düşürmek gerekebilir.
c) pH değerine bağlı olarak serbest amonyak azotu konsatrasyonu 0.02 mg NH_3-N/1 değerini geçmemelidir.
d) Bu gruptaki kriterler parametreleri oluşturan türlerin toplam konsantrasyonlarını vermektedir.
e) Bora karşı hassas bitkilerin sulanmasında kriteri 3000 µg/l'ye kadar düşürmek gerekebilir.

4.5 Bölüm Değerlendirmesi

Türkiye'de uygulanmakta olan kirlilik sınır değeri standartlarının AB ve ABD sınır değeri standartlarına göre daha geniş aralıkta olduğu (Çizelge 4.11) ve özellikle hava ve su kirliliği standartlarına göre yüksek kirlilik değerlerini kabul edilebilir saydığı görülmektedir.

Çizelge: 4.11 Hava, su ve toprak kirliliğinin kaynakları, kirleticiler ve uluslararası standartların karşılaştırılması

Kirlilikler	Kaynaklar		Kirleticiler	Sınır Değerler TC	EPA	EU	Birim
Hava Kirliliği	Yerleşim						
	Endüstri	Isınma için kullanılan yakıtlar	SO2 (Kükürtdioksit)	150	80	20	µg/m³
		Endüstriyel işlemler					
		Elektrik Santralleri	Partikül Madde	150	50	40	µg/m³
			CO (Karbonmonoksit)	10000			µg/m³
			HC (Hidrokarbonlar)	140			µg/m³
			NO (Azotmonoksit)	200			µg/m³
			NO2 (Azotdioksit)	100			µg/m³
			Pb (Kurşun bileşikleri)	500			mg/m²gün
	Ulaşım		Partikül Madde	150			µg/m³
	Tabi Kaynaklar		Volkanlar, Tozlar, Orman Yangınları, Buharlaşma, Okyanus Spreyleri				
Toprak Kirliliği	Evsel atıklar		Kurşun	50			mg/kg
	Tarımsal aktiviteler	Gübreler	Kadmiyum	1			mg/kg
		Pestisitler, Fungusitler, Herbisitler	Krom	100			mg/kg
		Kirli sularla yapılan sulamalar	Bakır	50			mg/kg
		Erozyon	Nikel	30			mg/kg
	Endüstriyel atıklar		Çinko	150			mg/kg
	İnversiyon						mg/kg
	Asit yağmurları		Civa	1			mg/kg
Su Kirliliği	Evsel deşarjlar		pH	6-9	6,5-9	5,5-9	
	Endüstriyel deşarjlar		Sıcaklık	25-30	20-30	<25	C
	Zirai mücadele ilaçları		Çözünmüş Oksijen	8-3	>4	8-5	mgO2/L
	Gübreler		(BOİ) Biyolojik Oksijen İhtiyacı	4-20	5-10	5-7	mg/L
	Katı atık depolama alanları		(KOİ) Kimyasal Oksijen İhtiyacı	25-70	20-50	<40	mg/L
	İnversiyon		Demir	0,3-5	<1	0,2-2	mg/L
			Bakır	0,02-0,2	<1	0,05-1	mg/L
			Kadmiyum	0,003-0,01	<0,003	<0,005	mg/L
			Çinko	0,2-2	<0,5	0,3-1	mg/L
			Kurşun	0,01-0,05	<0,05	<0,05	mg/L
			Krom	0,02-0,2	0,02-0,2	<0,05	mg/L
	Atık ısı						

Hava kirliliği kirlilik parametrelerinden SO_2 için sınır değer Türkiye'de 150 µg/m³iken, ABD'de 80 µg/m³, AB'de 20 µg/m³ olarak kabul edilmektedir. AB ile Türkiye arasında SO_2 hava kirliliği parametresi açısından 7,5 kat fark görülmektedir. Aynı şekilde hava kirliliği parametrelerinden Partikül Madde (PM) için sınır değerler karşılaştırıldığında Türkiye ABD'den 3 kat fazla, AB'den ise 3,5 kat fazla maksimum PM sınır değerine sahiptir.

Su kirliliği parametreleri açısından karşılaştırdığımızda; sıcaklık parametresi açısından Türkiye'de 25-30 C aralığı kabul edilmekte iken AB'de 25 C'den küçük değerler kabul

edilmektedir. Çözünmüş oksijen varlığı açısından Türkiye'de 8-3 mg O_2/lt aralığı kabul edilmekte olup, ABD'de 4 mg O_2/lt'den küçük, AB' de de 5 mg O_2/lt'den küçük değerler sınır değer aralığının dışında kabul edilmektedir. $BOİ_5$ açısından sınır değerler Türkiye'de 4-20 mg/L iken, ABD ile 2 kat, AB ile 3 kat bir fark göze çarpmaktadır. Aynı şekilde KOİ sınır değerinde üst limit Türkiye'de 70 mg/L iken, ABD'de 50 mg/L, AB'de ise 40 mg/L'den küçük değerler kabul edilmektedir. Bunların dışında demir, kadmiyum ve çinko üst sınır değerleri Türkiye'de daha yüksek olup ABD ve AB'de daha düşük değerler üst sınır değer olarak kabul edilmektedir.

BÖLÜM 5

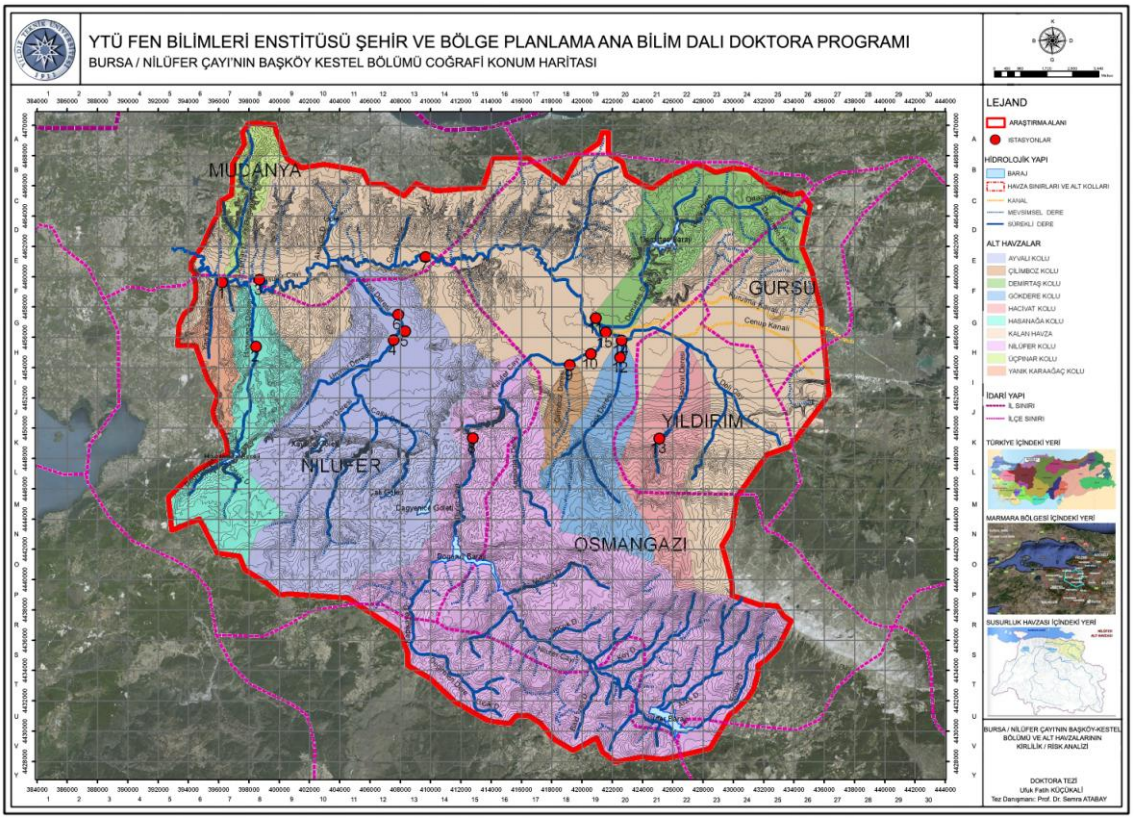
ARAŞTIRMA ALANINA İLİŞKİN COĞRAFİ ÖZELLİKLER

Araştırma alanınına ilişkin coğrafi özellikler incelenirken coğrafi konum, jeomorfolojik özellikler, jeolojik özellikler, hidrolojik yapı, toprak yapısı, iklim durumu ve bitki örtüsünün değerlendirilmesi gerekmektedir.

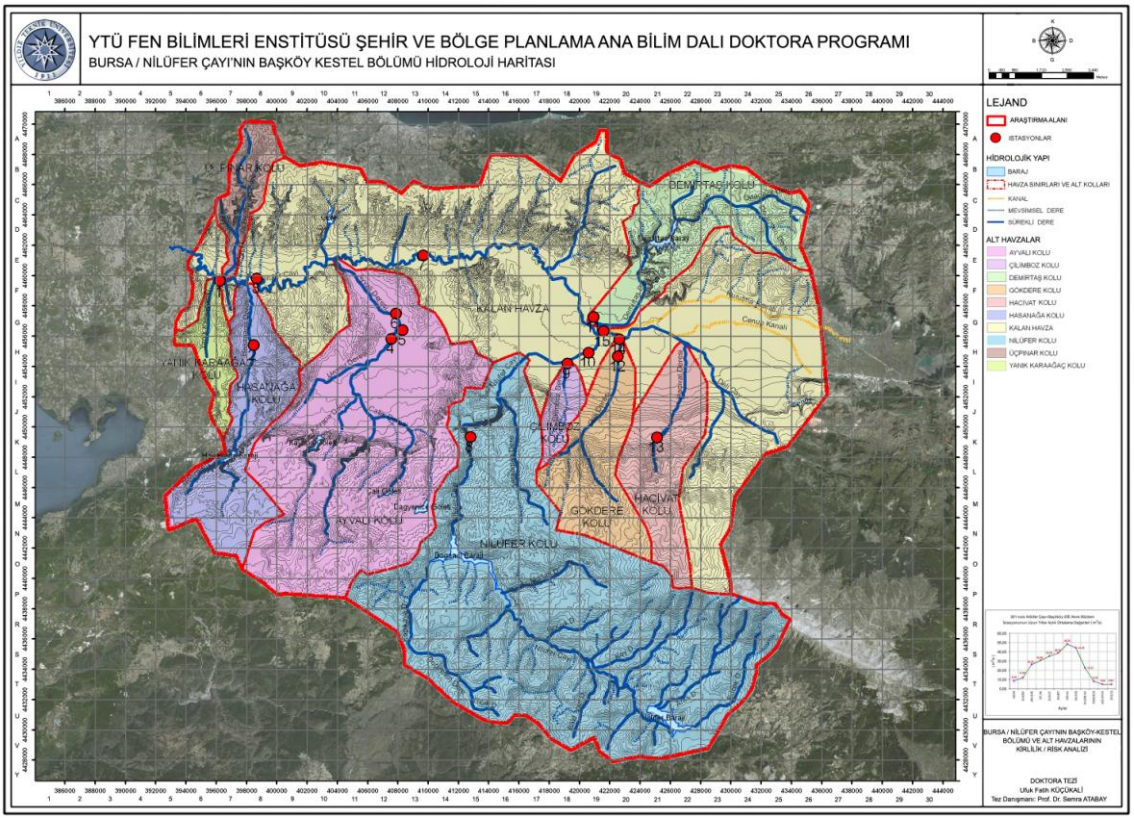
5.1 Coğrafi Konum

Bursa ili Türkiye'nin kuzey batısında; 28°10' ve 30°00' kuzey enlemleri ile 40°40' ve 39°35' doğu boylamları arasında yer almaktadır (Şekil 5.1). Bursa ili Türkiye'nin en gelişmiş bölgesi olan Marmara Bölgesi içerisinde, Doğu Marmara'da yer almakta olup 10.819 km² yüzölçümüne sahiptir. Araştırma alanı ise 1.288,96 km² yüzölçümüne sahiptir.

Araştırma alanı, Bursa İli'nin Yıldırım, Nilüfer, Osmangazi, Gürsu ve Kestel ilçelerinin bir kısmını kapsamaktadır. Nilüfer Çayı Havzası gerek metodolojik yaklaşım açısından gerekse kirlilik ölçüm istasyonlarının konumları ve Nilüfer Çayı'nın kaynaktan mansaba akışı ile üst havzalardan alt havzalara doğru drenaj koşulları ve su bölümü çizgileri göz önünde bulundurularak 9 alt havzaya bölünmüştür. Bu alt havzalar; Nilüfer Çayı Kolu Alt Havzası, Ayvalı Deresi Kolu Alt Havzası, Cilimboz Deresi Kolu Alt Havzası, Gökdere Kolu Alt Havzası, Hacivat Deresi Kolu Alt Havzası, Demirtaş Deresi Kolu Alt Havzası, Hasanağa Deresi Kolu Alt Havzası, Üçpınar Deresi Kolu Alt Havzası ve Karaağaç Deresi Kolu Alt Havzası'dır (Şekil 5.2). Coğrafi konumun belirlediği en önemli öğe iklimdir. Bulunduğu coğrafi konuma göre havza, makro ve mikro iklime sahiptir. İklimsel parametreler ise; toprak yapısı, hidrolojik yapı, flora-fauna durumu ve erozyon üzerinde belirleyici etkiye sahiptir.



Şekil 5.1 Araştırma alanının coğrafi konumu



Şekil 5.2 Nilüfer Çayı Başköy – Kestel bölümü alt havzaları

5.2 Jeomorfolojik Özellikler

Fizyografik yapının havzanın makro-mikro iklimi üzerinde belirleyiciliği; havzanın hangi morfolojik oluşum biçimlerini içerdiği ile doğru orantılı olarak değişir [138].

Bursa Ovası'nın denizden yüksekliği ortalama 100 – 150 metre arasında olduğu ve Bursa'nın yüzey şekillerinin çöküntü alanları ve dağlardan oluşan eşikler ile birbirinden ayrıldığı görülmektedir. Bursa ili topraklarının yaklaşık %35'ini dağlar kaplamaktadır.[1] Araştırma alanının güneyinde yer alan en belirgin eşik olan jeomorfolojik oluşum Uludağ'dır. Çöküntü alanlarının başlıcalarını İznik ve Uluabat gölleri ile Yenşehir, İnegöl ve Bursa Ovaları oluşturmaktadır.

"Bursa Ovası, Marmara Bölgesi'nin Güney Marmara Bölümü sınırları içersinde yer alır. Ovayı güney yönünde Marmara Bölgesi'nin en yüksek doruğunu taşıyan Uludağ (2543 m) ile kuzey yönünde Mudanya Tepeleri ve Katırlı Dağı sınırlar. Doğu yönünde ise İnegöl Havzası'nı Bursa Ovası'ndan ayıran Aksu-Kazancı Bayırı eşiği ile Yenişehir Ovası'ndan ayıran ve 400 m'ye varan Turan (Boşnak) Köyü eşiği, batı yönünde ise Ulubat Gölü ve Karacabey Ovası'nı ayıran 237 m'lik bir eşik sahası sınırlandırır. Bursa Ovası belirtilen sınırlar içinde, 200 m eş yükselti eğrisi esas alındığında 530 km² , 100 m eş yükselti eğrisi esas alındığında ise 295 km² yüzölçümündedir. Bununla birlikte bazı yerel çalışmalarda Bursa Ovası'nın yüzölçümü 392,2 km² olarak verilmektedir. Ova tanımına ilişkin parametreler dikkate alındığında ise Bursa Ovası'nın yaklaşık 400 km² yüzölçümüne sahip olduğu kabul edilebilir" [139].

"Bursa Ovası'nın denizden yüksekliği ova tabanında 50 m, kenarlarında ise 200 m kadardır. Ovanın kuzey kenarından Marmara Denizi'ne olan uzaklığı ise sadece 6 km'dir. Bursa Ovası'nı denizden ayıran Mudanya Tepeleri'nin en yükseği 600 m'yi aşmamakta, su bölümü çizgisi ise genellikle 300-400 m yükseltilerini takip etmektedir. Bu durum Bursa Ovası'nın, âdeta bir deniz iklimine sahip olması sonucunu doğurmuş ve tarımsal açıdan büyük bir değer taşımasını sağlamıştır" [139].

Jeomorfolojik oluşumlardan dağlar çok yüksek eğim değerlerine bağlı olarak yağış sularının veya kirlilik boşaltımlarının toprak tarafından infiltrasyona geçmesi

[1] Dağlar genellikle doğu-batı yönünde uzanan sıradağlar şeklindedir. Bunlar, Orhangazi'nin batısından Gemlik Körfezi'nin batı ucunda bulunan Bozburun'a doğru uzanan Samanlı Dağları, Gemlik Körfezi'nin güney yüzünü kaplayan ve Bursa ovasını denizden ayıran Mudanya Dağları, İznik gölünün güneyi ile Bursa ovasının kuzey kesimlerinde yer alan Katırlı dağları, Mudanya dağlarının uzantısı olan Karadağ ve Marmara Bölgesinin en yüksek dağı olan Uludağ'dır.

süreçlerinde düşük yeraltı ve yerüstü su kirliliği riskine sahiptir. Bu değerler eğim özelliklerinin belirlediği drenaj özelliklerine bağlı olarak platolarda orta, ovalarda ise yüksek risk göstermektedir.

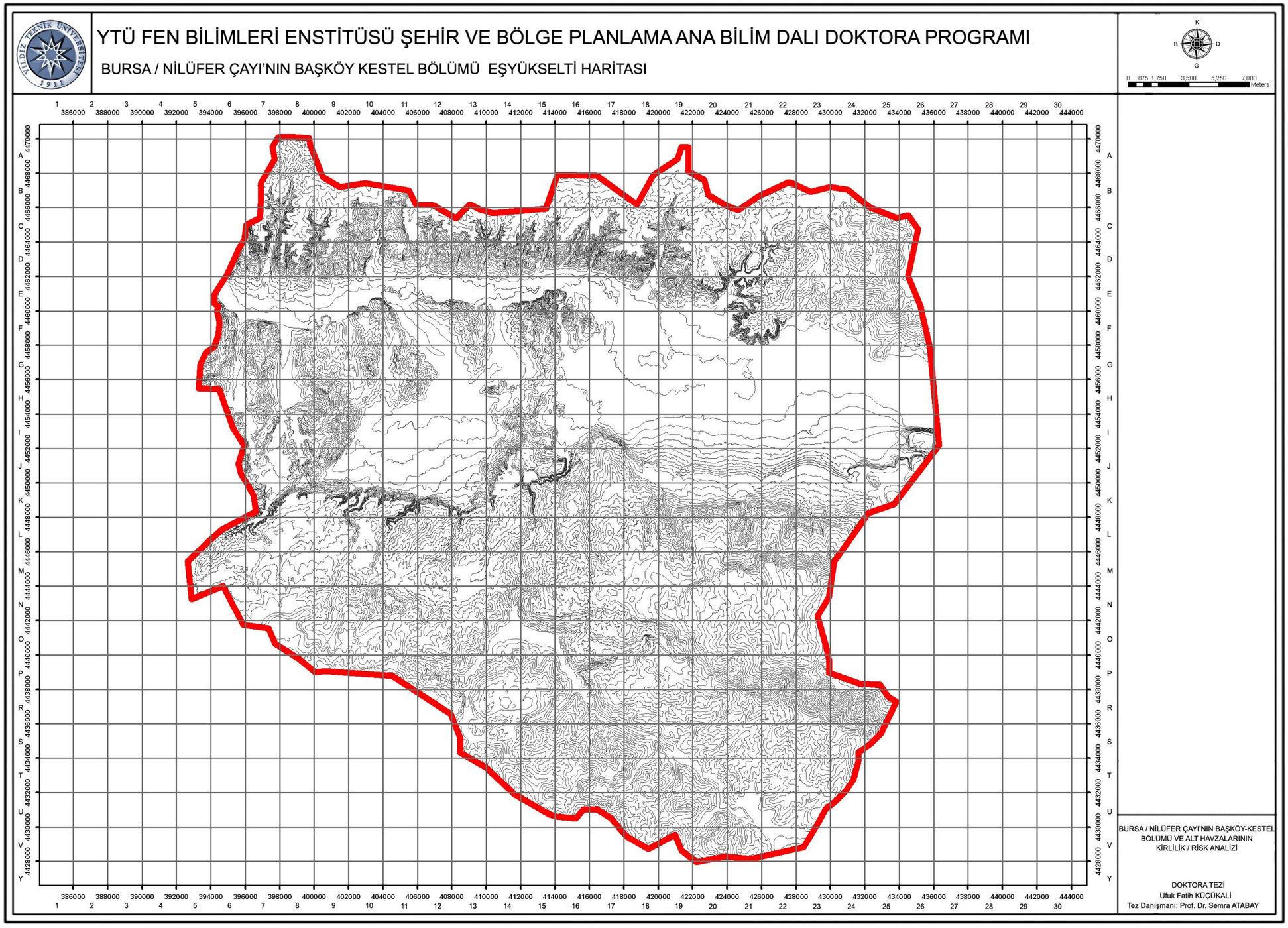
5.2.1 Sayısal Yükselti Modeli (DEM)

Sayısal yükselti modeli; bir sisteme bağlı veya rastgale olarak, arazideki ölçmelerle belirlenen nokta yükseklik değerlerinin birleştirilmeleri ile tanımlanan, yükselti ve/veya seviyelerin sayısal tasarımı olarak tanımlanabilir [140]. Çalışmada mevcut topografik haritalar köşe kenar koordinat sistemleri tanımlandıktan sonra sayısallaştırılarak yükselti eğrileri çizilmiştir (Şekil 5.3). Daha sonraki aşamada ise bu yükselti eğrileri ArcView programı aracılığıyla düzensiz üçgenlendirilmiş ağ (TIN) sistemine ve daha sonra ise yine aynı program yardımıyla raster veriye çevrilerek sayısal yükselti modeli (SYM) üretilmiştir (Şekil 5.4). Çalışmada sayısal yükselti modelinden yararlanarak eğim ve bakı haritaları da üretilmiştir.

5.2.2 Eğim Özellikleri

Eğim derecelerine göre sınıflandırma yapılırken eğim koşullarına bağlı olarak suyun drenaj ve hareket özellikleri göz önüne alınmıştır. Literatür taraması sonucunda suyun hareketi ile eğim arasında ilişki kuran sel ve taşkınlar ile ilgili çalışmalardan [43],[76] yararlanılmıştır. Araştırma alanının güney kesimleri olan Nilüfer Çayı Kolu Alt Havzası ve Uludağ'ın kuzey yamaçları hariç araştırma alanında çok belirgin dikliklere rastlanmamaktadır. Yamaç eğimleri 2°-15° civarında olup genellikle simetrik ve birbirine benzeşen özelliklere sahiptir.

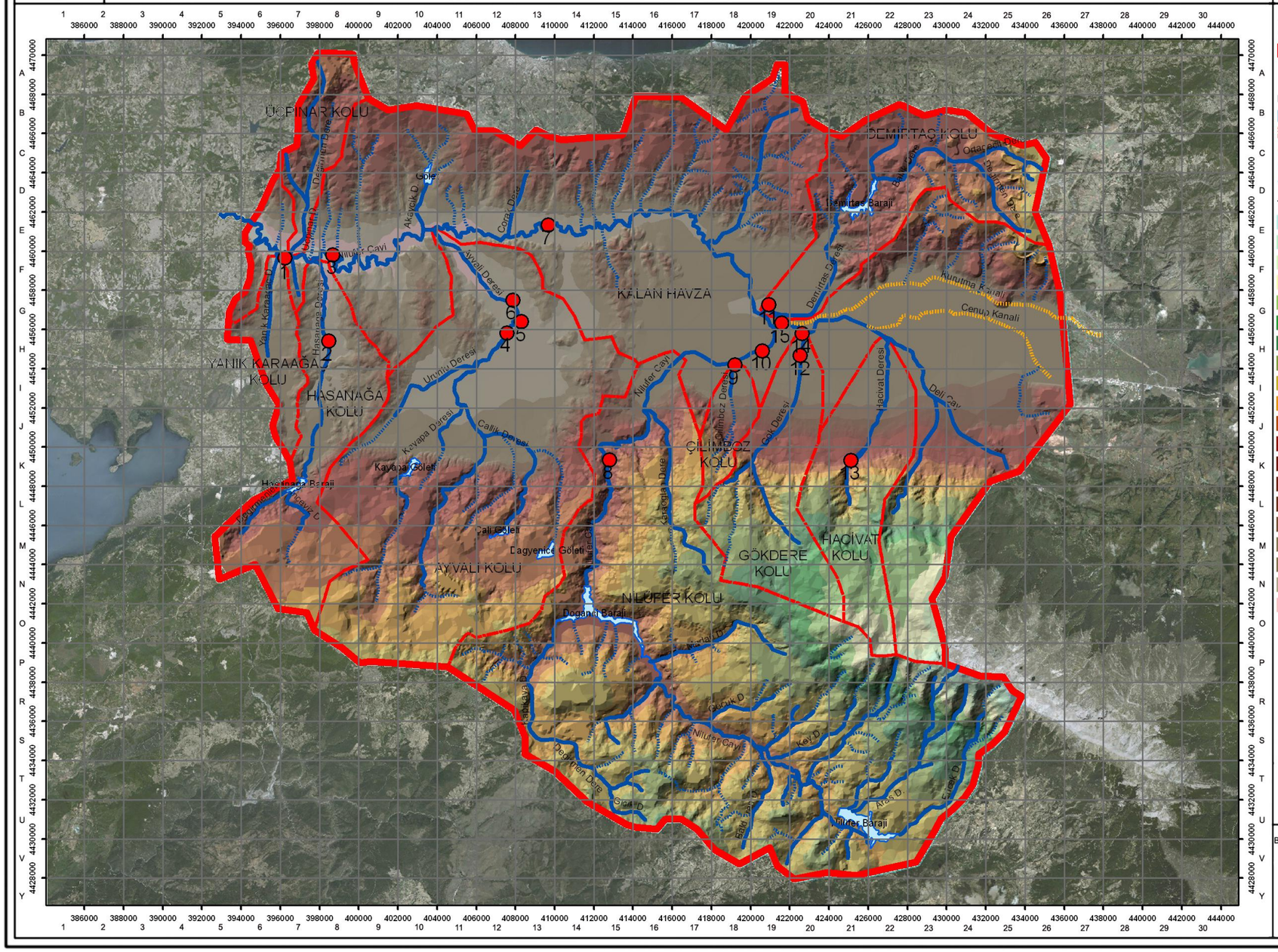
Eğim özelliklerinin düz ve düze yakın değerler göstermesi suların göllenmesine zemin hazırlar. Bu sebeple araştırma alanında 0°- 2 ° eğime sahip araziler toprak kirliliği riski taşıyan jeomorfolojik birimlerdir. Buraları genellikle vadi tabanları olup araştırma alanının %39,36'sını kaplamaktadır. Eğim değerlerinin 2° ve üstünde olduğu araziler su hareketinin ve buna bağlı olarak kirliliklerin taşınarak Nilüfer Çayı'na ulaşmasının nispeten kolay olduğu arazilerdir.



Şekil 5.3 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü eşyükselti haritası

YTÜ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANA BİLİM DALI DOKTORA PROGRAMI

BURSA / NİLÜFER ÇAYI'NIN BAŞKÖY KESTEL BÖ LÜMÜ SAYISAL YÜKSELTİ MODELİ (DEM)



LEJAND

- ARAŞTIRMA ALANI
- ISTASYONLAR

HİDROLOJİK YAPI

- BARAJ
- HAVZA SINIRLARI VE ALT KOLLARI
- KANAL
- MEVSİMSEL DERE
- SÜREKLİ DERE

YÜKSEKLİK ANALİZİ

- 2400 - 2500
- 2200 - 2400
- 2000 - 2200
- 1800 - 2000
- 1600 - 1800
- 1400 - 1600
- 1200 - 1400
- 1000 - 1200
- 800 - 1000
- 600 - 800
- 400 - 600
- 200 - 400
- 180 - 200
- 160 - 180
- 140 - 160
- 120 - 140
- 100 - 120
- 80 - 100
- 60 - 80
- 50 - 60
- 50

0 875 1,750 3,500 5,250 7,000 Meters

BURSA / NİLÜFER ÇAYI'NIN BAŞKÖY-KESTEL BÖLÜMÜ VE ALT HAVZALARININ KİRLİLİK / RİSK ANALİZİ

DOKTORA TEZİ
Ufuk Fatih KÜÇÜKALİ
Tez Danışmanı: Prof. Dr. Semra ATABAY

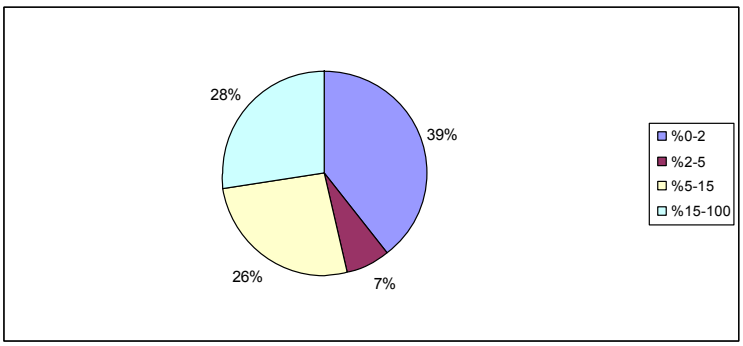
Şekil 5.4 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü sayısal yükselti modeli (1/100.000 topografya haritasından yararlanarak hazırlanmıştır)

Yerçekimine bağlı olarak malzemelerin taşınması tamamen eğimin denetlediği süreçlerle gerçekleşir. Eğim havzada özellikle erozyon, heyelan hareketleri ve buna bağlı olarak toprak yapısı ve arazi kullanımı üzerinde etkiye sahiptir. Eğim ayrıca arazi üzerine düşen radyasyon oranını da belirler. Hidrolojik yapı üzerinde de yüzeysel akış etki derecesi, buna bağlı olarak da toprak kabiliyeti ve vejetasyonda değişimi söz konusudur.

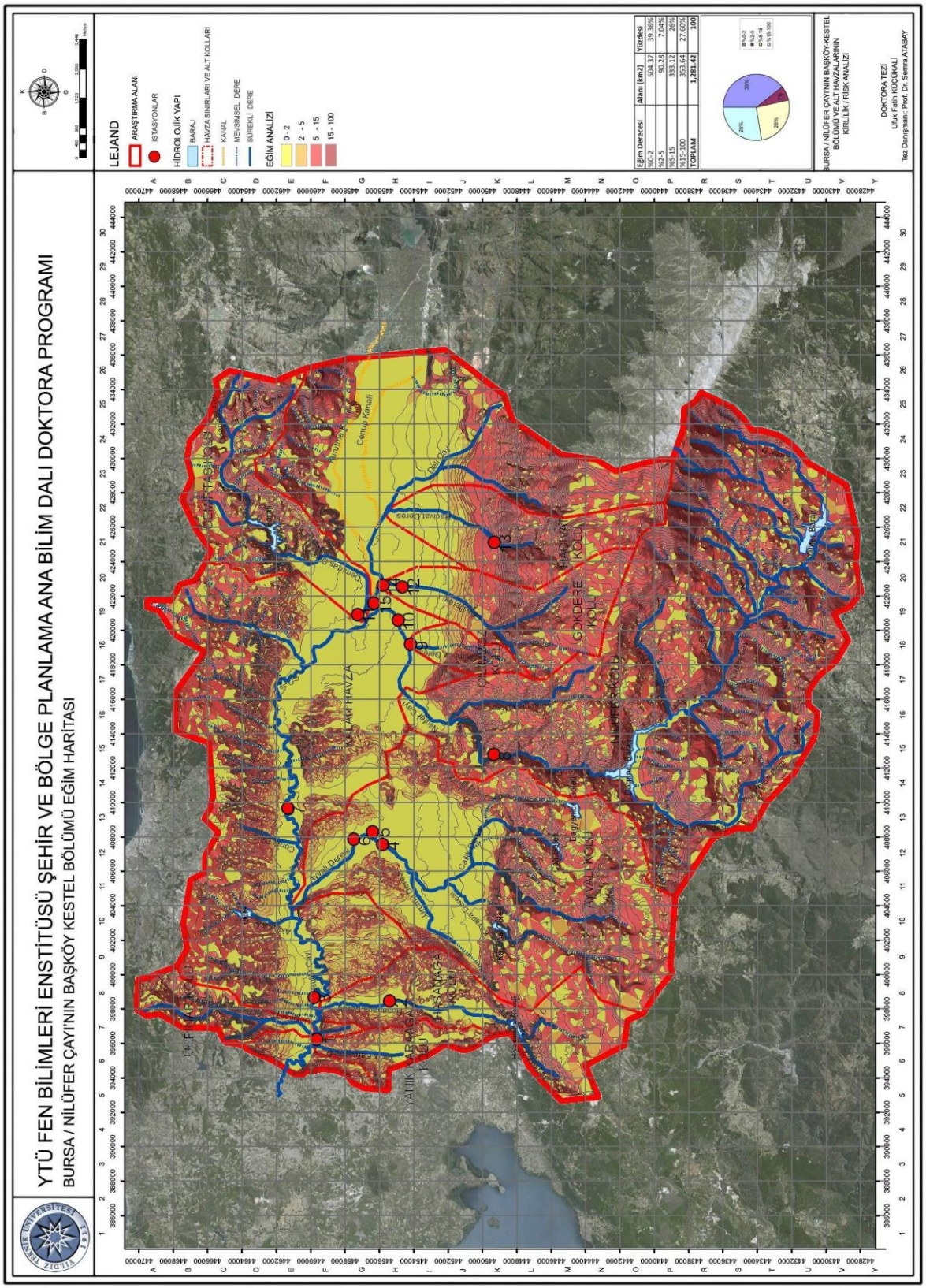
Çizelge 5.1 Araştırma alanı eğim değerleri

Eğim Derecesi	Alanı (km2)	Yüzdesi
%0-2	504,37	39,36%
%2-5	90,28	7,04%
%5-15	333,12	26%
%15-100	353,64	27,60%
TOPLAM	**1.281,42**	**100**

Araştırma alanında eğim derecelerine göre yüzölçümleri ve yüzdesel değerleri incelendiğinde araştırma alanının büyük bir kısmının %39,36'lık oran ile düz veya düze yakın 0° - 2° eğime sahip olduğu görülmektedir. Ardından %7,04 oranı ile 2° - 5° aralığında eğime sahip alanlar gelmektedir. Eğimin 5° - 15° geçtiği alanlar ise 333,12 km² ile tüm araştırma alanının %26'sını oluşturmaktadır. Eğimin 15° 'den büyük olduğu alanlar ise araştırma alanının %27,60'ını oluşturmaktadır (Şekil 5.6). Bu alanlarda erozyon ve heyelan riski bulunmaktadır. Özellikle Alacahırka, Demirkapı ve Mollaarap'ta %45'ten fazla eğimden kaynaklanan heyelanlar görülmektedir. Araştırma alanının güney kesimleri olan Nilüfer Çayı Kolu Alt Havzası ve Uludağ'ın kuzey yamaçları hariç araştırma alanında çok belirgin dikliklere rastlanmaz. Yamaç eğimleri 2°-15° civarında olup genellikle simetrik ve birbirine benzeşen özelliklere sahiptir.



Şekil 5.5 Araştırma alanı eğim derecelerine göre yüzdesel dağılımı



Şekil 5.6 Araştırma alanı eğim haritası

5.2.3 Bakı Özellikleri

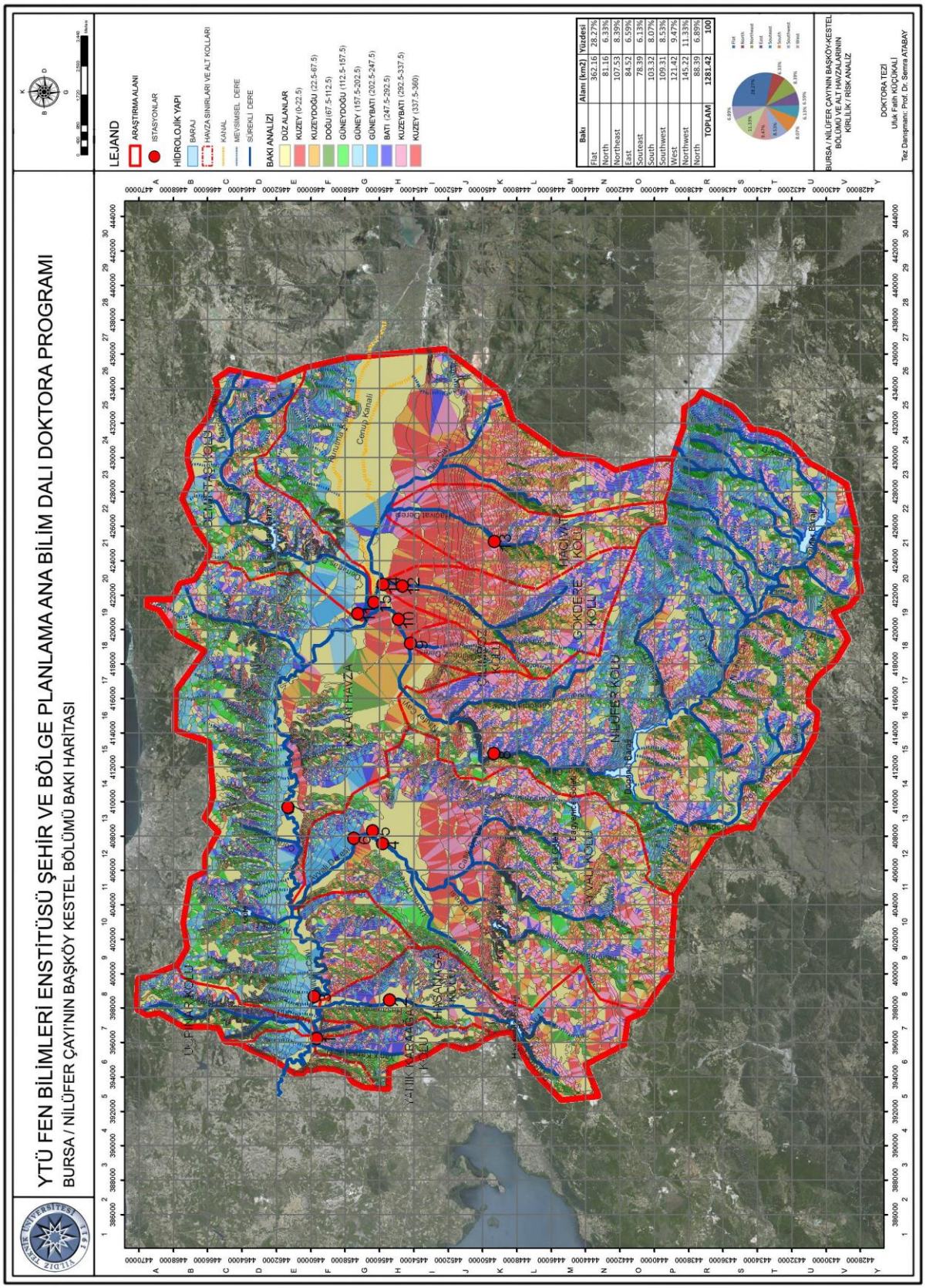
Bakı; havzanın güneşlenme süresi, frekansı, şiddeti ile yağış durumu ve vejetasyon üzerinde etkilidir. Bakı özelliklerine göre toprağın suya doygunluğu farklıdır. Kuzeye bakan yamaçlar güneye bakan yamaçlara oranla daha az güneşlenmekte, buna bağlı olarak kuzeye bakan yamaçlarda toprağın suya doygunluğu fazla güneye bakan yamaçlarda ise daha azdır. Toprak suya doygunsa drenaj suları toprak tarafından infiltrasyona uğramandan yüzeysel akışa geçer. Buna bağlı olarak suya doygun olmayan topraklarda toprak kirliliği ve yeraltı suları kirliliği riski daha yüksektir.

Araştırma alanında bakı yönleri yüzölçümleri ve yüzdesel değerleri incelendiğinde araştırma alanının büyük bir kısmının %28,27'lik oran ile düz olduğu görülmekte olup bu alanlarda toprak ve yeraltı suyu kirliliği riskleri en yüksektir. Düz alanların ardından araştırma alanındaki en çok yüzölçüme sahip bakı değeri ise %13,22'lik oranı ile kuzey bakısına sahip alanlar olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.2 Araştırma alanı bakı değerleri

Bakı	Alanı (km2)	Yüzdesi
Düz Alanlar	362,16	28,27%
Kuzey	81,16	6,33%
Kuzeydoğu	107,53	8,39%
Doğu	84,52	6,59%
Güneydoğu	78,39	6,13%
Güney	103,32	8,07%
Güneybatı	109,31	8,53%
Batı	121,42	9,47%
Kuzeybatı	145,22	11,33%
Kuzey	88,39	6,89%
TOPLAM	**1281,42**	**100**

Bu alanlarda toprağın suya doygun olmasından dolayı toprak ve yeraltı su kirliliği riski diğer bakılara göre daha düşüktür. Bunun yanında kuzey bakılarda kirlilik boşaltımlarının yağış sularının ile birlikte toprağa sızmadan yüzeysel akışa geçmeleri neticesinde Nilüfer Çayı üzerinde su kirliliği riski oluşturma olasılığı yüksektir. Diğer tüm yönlerde ise araştırma alanının bakısı açısından dengeli bir dağılım olduğu görülmektedir.



Şekil 5.7 Araştırma alanı bakı haritası

5.3 Jeolojik Yapı

Araştırma alanında jeolojik yapı ile ilgili litoloji ve tektonizma özellikleri incelenmiştir. Litolojik ve stratigrafik özellikler sıcaklık – soğuma farkından dolayı oluşan çatlaklar ve horizonlaşmayı, kayaçların dağılışlarına bağlı olarak drenaj koşullarını, akışa geçen su fazlasıyla, zeminin sızdırma yeteneği ve geçirimlilik özelliğini belirlediği için önem kazanmaktadır. Tektonik özellikler, havzanın hem morfolojisinin gelişimi üzerinde hem de hidrografik özellikler üzerinde etkilidir.

Mevcut jeolojik yapı araştırma alanının gerek doğal kaynak yapısı gerekse kirliliklerin taşınma özellikleri üzerinde belirleyici rol oynamaktadır. Havzada yer alan kayaç türlerinin dağılımı, bu kayaçların boşluklu yapıya sahip olup olmamaları, levha hareketleri ve seizma durumu araştırma alanındaki kirliliklerin yeraltı suyuna karışmasında etkili olan infiltrasyon durumunu ve yeraltı suyu hareketlerinin güzergâhlarını belirlemektedir.

5.3.1 Litoloji

Araştırma alanındaki farklı litolojik formasyonların ortaya koyduğu riskler değişiklik arzetmektedir. Havzada yer alan kayaç türlerine göre toprağın oluşumuna bağlı olarak toprak türü ve yeraltı-yüzeysel sular arasındaki hidrolojik ilişkileri toprakta suyun hareketini sağlayan süreçler (infiltrasyon, perkolasyon, permeabilite) farklılık göstermektedir. Büyük boşluklu yapıya sahip kayaçların olduğu alanlarda infiltrasyon yüksektir. Buna bağlı olarak toprak ve yeraltı suyu kirliliği riski de yüksektir. Araştırma alanında bulunan bu özellikteki formasyonlar; alüvyon, kumtaşı – çamurtaşı – kireçtaşı, gnays, traverten ve volkanit çökelti kayaçlarıdır.

Küçük boşluklu yapıya sahip kayaçların olduğu alanlarda ise infiltrasyon düşük olup kirlilik boşaltımları ve yağış suları yeraltına sızmadan gerek bu kayaçlardan meydana gelen toprak yüzeyinden yüzeysel akış ile gerekse toprak horizonu ile ana kayanın birleştiği horizon doğrultusunda drenaj sistemine katılırlar. Böylece bu alanlarda toprak ve yeraltı su kirliliği riski düşüktür. Araştırma alanında bulunan bu özellikteki formasyonlar; metamorfik kayaçlar, metakırıntılı kayaçlar ve metavolkanitlerdir. Bu litolojik birimlerin detaylı özellikleri aşağıda anlatılmaktadır.

Litoloji havzanın morfolojik gelişimini belirleyerek [141] bir önceki bölümde anlatılan tüm özellikler üzerinde doğrudan ya da dolaylı olarak etkili olur. Havzadaki toprak yapısında, heyelan ve kitle hareketleri ile erozyon durumunda da belirleyicidir.

Litolojinin hidrolojik yapıda sebep olduğu değişimler ise; yeraltı suyu oluşumu, termal sular, kaynak suları, akiferler, sediment durumu, bulunuş şekilleri ve yaşları, hareket ve depolanma durumlarını ve yeraltı – yüzeysel sular arasındaki hidrolojik ilişkileri belirler.

Araştırma alanı ve yakın çevresinin litolojik yapısı çeşitli yaşta kütlelerden oluşmaktadır. Bursa il merkezinin güneydoğusunda yer alan Uludağ'ın temelini Paleozoik granit (magnetik kütle) ile granitin yüksek sıcaklık ve basınç altında değişime uğraması sonucu oluşan gnays ve kil taşı gibi başkalaşım kütleleri oluşturmaktadır. Bu kütleler üzerindeki mermerler, dağın kuzey eteklerinde bir şerit halinde yayılmıştır. Keles Neojen döneminde oluşuklarla kaplı olup, Uludağ sisteminin uzantısı olan Tepedağ yöresinde yer yer anakayaya ait şistler ortaya çıkarmaktadır [142].

İnegöl çevresinde geniş bir alanı kapsayan Neojen kireç taşları (tortul kütle), granit ve gnayslardan oluşan Paleozoik kütle içine sokulmuştur. Mudanya'da da kumtaşı ve kireçtaşı gibi Neojen tortul kütleler çok geniş bir alanı kaplamaktadırlar. Yenişehir Ovası'nın çevresi Neojen tepeleri ile kaplı olup batı bölümünde Paleozoik şist (kolayca ayrılabilen kil taşı) ve kireçtaşları ile Mezozoik kireçtaşları görülmektedir [142].

Bursa Ovası tipik bir çöküntü alanıdır olup ovanın tabanı alüvyonlardan oluşmuştur. Genel eğim doğudan batıya doğrudur ve ana kollarını Uludağ'dan alan Nilüfer Çayı tarafından drenajı sağlanmaktadır. Bu akarsu Nişan Tepe'nin (148 m) batısından itibaren yatağına gömülmekte ve gömük menderesler oluşturmaktadır. Bursa Ovası'nın kuzey ve güney kenarı, doğu-batı doğrultulu faylarla sınırlanmıştır. Bu nedenle belirtilen faylar boyunca, yer yer sıcak sular çıkmış ve Bursa'yı bir kaplıca yöresi haline getirmiştir. Ova ile dağlık-tepelik saha arasına faylardan çıkan sıcak suların çökelttiği traverten depoları yerleşmiş bulunmaktadır [142].

Nilüfer Çayı Havzası'nda yer alan litolojik formasyonların (Şekil 5.8) kapladıkları alan, araştırma alanı içindeki yerleri ve genel özellikleri aşağıda belirtilmektedir (MTA):

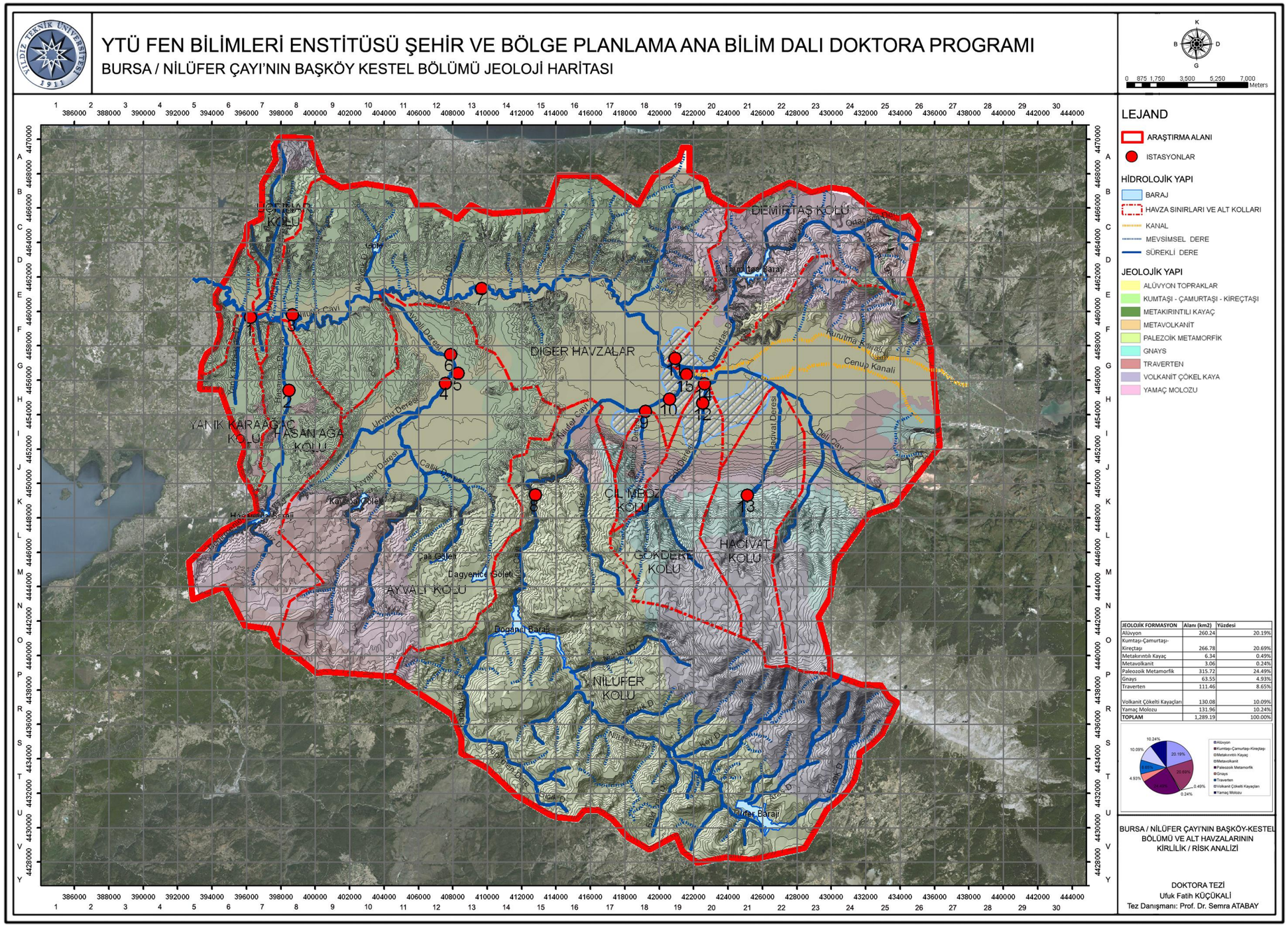
Çizelge: 5.3 Nilüfer Çayı Havzası'ndaki litolojik formasyonların yüzdesel dağılımları

JEOLOJİK FORMASYON	Alanı (km2)	Yüzdesi
Alüvyon	260,24	20,19%
Traverten	111,46	8,65%
Yamaç Molozu	131,96	10,24%
Kumtaşı-Çamurtaşı-Kireçtaşı	266,78	20,69%
Paleozoik Metamorfik	315,72	24,49%
Gnays	63,55	4,93%
Metakırıntılı Kayaç	6,34	0,49%
Metavolkanit	3,06	0,24%
Volkanit Çökelti Kayaçları	130,08	10,09%
TOPLAM	1.289,19	100,00%

Alüvyon

Toplam kapladığı alan 260,24 km² olup araştırma alanının %20,19'unu oluşturmaktadır. Alüvyonlar birçok yerde vadi tabanlarını kaplamaktadır. Nilüfer Çayı'nın aşağı çığırında vadi tabanın genişleyerek eğimin azalmasına bağlı, olarak alüvyonların birikimi ve kalınlığı artmıştır. Alüvyonlar ile kaplı olan arazinin büyük bir kısmı ova koruma alanları içinde kalmaktadır. Alüvyonların ince tekstürlü yapılarına bağlı olarak üzerilerine boşaltılan sanayi, yerleşim veya tarımsal kaynaklı kirlilikler kısa sürede yeraltı suyuna karışmaktadır. Hidrolojik çevrim süreci içine giren bu yabancı maddeler su döngüsü sürecinin her aşamasında kirliliklerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bütün bu alanlarla ilgili olarak; Bursa Büyükşehir Belediyesi jeolojik- jeofizik- jeoteknik değerlendirme raporuna [143] göre aşağıdaki sonuçlara varılmıştır:

- Jeolojik olarak, bu alanlarda bulunan alüvyon çok heterojen olup, yatayda ve düşeyde farklı yayılımlar göstermektedir.
- Yeraltı su seviyesi, 0.50 m – 8.50 m arasında değişmektedir.



Şekil 5.8 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü jeoloji haritası (MTA 1/100.000 jeoloji haritasından yararlanarak hazırlanmıştır)

Traverten

Kireçli suların içindeki kireç ve su ile sürüklenmiş bitki ve hayvan artıklarının birlikte çökelmesi sonucu oluşan travertenler gevşek yapılı, gevrek, çabuk dağılan, gözenekli ve boşluklu yapıdadırlar. Travertenlerden balçık ve killi balçık bünyeli topraklar oluşur. Araştırma alanında bol gözenekli, çatlaklı özellik gösteren ve yer yer ayrışmış olan travertenlerin yayılış gösterdiği toplam alan 111,46 km² olup araştırma alanının %8,65'ini oluşturmaktadır. Bursa Büyükşehir Belediyesi jeolojik- jeofizik- jeoteknik değerlendirme raporuna [143] göre aşağıdaki sonuçlara varılmıştır:

- Bu alanlardaki zeminlerin taşıma potansiyeli yüksek olup sıvılaşma özellikleri bulunmamaktadır.
- Çekirge Caddesi üzerinde trvaerten taraçalarından blok düşmeleri şeklinde dökülmelere rastalanmaktadır.

Yamaç Molozu

Yamaç eteklerinde düşerek ve kayarak oluşmuşan yamaç molozu iri taneli zemin sınıfındadır. Yatay ve düşeyde çok kaba boylanma gösterir. Genellikle tabanda iri ve köşeli kuvarsit, arkoz, kumtaşı, kireçtaşı, şeyl blok ve çakıldan oluşan materyal bulunur. Üste doğru malzeme boyutunda küçülme görülmekle beraber, her seviyede farklı boyutta malzeme görülebilir. İri taneli malzeme arasında aynı türden daha ince malzemeler bulunur. En üst seviyelerde silt ve kızıl kahverenkli killer bulunur. Yamaç molozlarının kalınlıkları eğim yönünde artar. En kalın oldukları yerler, tepelerin etek kısımlarıdır. Topografyaya bağlı olarak kalınlıklarında sıklıkla değişim gözlenir. Sertlikleri derinlikle beraber artar ve çoğu zaman kazılmayacak derecede sıkıdırlar. Yeraltı ve yüzey suları ile çok çabuk ayrışırlar. Bu ayrışma sonucu heyelan meydana getirme riskleri vardır [144].

Yamaç molozlarının yayılış gösterdiği toplam alan 131,96 km² olup araştırma alanının %10,24'ünü oluşturmaktadır. Araştırma alanında Uludağ'ın kuzey yamaçlarında gnays formasyonundan sonra (İ18-23) ve Demirtaş Kolu Alt Havzası'nın büyük bir kısmı (Şekil 5.8: C21-25, D21-25, E21-25) ile Ayvalı Kolu Alt Havzası'nın güney kısımlarında Kuruçeşme, Üçpınar beldelerinde (N9-11) görülmektedir.

Kumtaşı – Çamurtaşı – Kireçtaşı

Yayılış gösterdiği toplam alan 266,78 km² olup araştırma alanının %20,69'unu oluşturmaktadır. Araştırma alanının kuzey batısında ve kuzeyinde Dereköy, Hasköy, Bademli ve Çağlayan beldeleri ile (E7-18) Yanık Karaağaç Kolu Alt Havzası, Hasanağa Kolu Alt Havzası ve Ayvalı Kolu Alt Havzas'ının kuzey kesimlerinde (Şekil 5.8: F7-10, G7-10, H7-10, I7-10, İ7-10) kumtaşı-çamurtaşı-kireçtaşı formasyonu görülmektedir.

"Kumtaşı – Çamurtaşı – Kireçtaşı formasyonu içerisinde en yaygın görülen birim kireçtaşıdır. Kırmızı, düzenli ve ince – orta tabakalı, yer yer kumlu, gevrek yapılı, kırıntılı ve yer yer marn arakatkılıdır. Kumtaşı – Çamurtaşı - Kireçtaşı, formasyonunun kalınlığı 100 – 300 m.'ler arasında değişmektedir. Kumtaşının kalınlığı ise 40 – 60 m arasın da değişmektedir. Bu formasyon Senomaniyen – Kampaniyen yaşındadır ayrıca pelajik ve denizaltı volkanizmasının etkin olduğu bir ortamda çökelmiştir" [144].

Kumtaşı anakayaları kaba bünyeli su tutma kapasitesi zayıf, drenajı iyi derin fakat besin maddesi açısından fakir toprakları oluştururlar. Kireçtaşı toprakları kilce zengin, sığ, orta derin ve iskeletçe zengindir. Bu nedenle geçirgen topraklardır ve kirliliklerin iletimi ile ilgili alüvyonlar ile aynı riskleri taşımaktadır.

Kireçtaşları bol kırıklı ve yer yer erime boşluklu olması nedeniyle önemli miktarda su taşıma kapasitesine sahiptir. Yüzeysel suların (yağmur-akarsu) yeraltısuyuna iletiminde oldukça yararlıdır. Bu birim bölge genelinde yüksek kotlarda ve geçirimsiz formasyonlar ile çevrili olduğundan lokâl akiferler olup, kırık ve çatlaklarından boşalan çok sayıda kaynak bulunmaktadır.

Metamorfik

Yayılış gösterdiği toplam alan 315,72 km² olup araştırma alanının %24,49'unu oluşturmaktadır. Metamorfik kayaçlar alt ve üst seri diye ikiye ayrılmaktadır [145]. Alt seri; metavolkanit, gnays ve granitoitlerden, üst seri ise, mikaşist, kuvarsit ve mermerlerden oluşmaktadır. Araştırma alanının güney kısımlarında Doğancı ve Nilüfer Barajlarını kapsayacak şekilde ve Uludağ'ın güney yamaçlarında Paleozoik Metamorfik kayaçlar yer almaktadır. Metamorfik kayaçlar olan gnays, metakırıntılı kayaçlar ve

metavolkanitlerin araştırma alanında kapladığı yerler ve özellikleri aşağıda verilmektedir:

Gnays

Gnays, magmatik veya tortul kayaçların başkalaşıma uğramasından dolayı meydana gelen bileşiminde kuvars, feldispat ve mika bulunan metamorfik kayaçtır. Şistik yapısından dolayı kolay parçalanır. Kaba bünyeli, asit özellikli, su tutma kapasitesi ve besin içeriği zayıf, iyi drenajlı topraklar oluştururlar [144]. Yayılış gösterdiği toplam alan 63,55 km² olup araştırma alanının %4,93'ünü oluşturmaktadır. Araştırma alanında Uludağ'ın kuzey yamaçlarını (Şekil 5.8: F18-24, G18-24, H18-24, I18-24İ) kaplamaktadır.

Metakırıntılı Kayaç

"Metakırıntılı kayaçların ortalama 0.1 - 0.5 mm boyutlu tanelerden meydana gelir ve çoğunlukla metaşeyl, şeyl olarak adlandırılabilecek özellikler gösterdiklerirler. Esas bileşenler olarak kuvars, feldispat ve mika mineralleri izlenir. Bunların dışında kil, opak mineraller ve nadiren izlenen pirit bileşime giren diğer mineralleri oluşturmaktadır. Ortalama % 5-8 oranlarında temsil edilen mikalar çoğunlukla serisitleşmiş ve kloritleşmiştir" [146]. Yayılış gösterdiği toplam alan 6,34 km² olup araştırma alanının %0,49'unu oluşturmaktadır. Araştırma alanının kuzey doğusunda Demirtaş Kolu Alt Havzası'nda Katır Dağı'nin güneydoğu yamaçlarında (E25) yer almaktadır.

Metavolkanit

Temelinde yüksek basınç düşük sıcaklık metamorfizması geçirmiş şist, fillit, metaofiyolit yer alır. Formasyonun egemen kaya türü mika şist, kuvars, fillit ve mermerlerdir. Özellikle mermerler, metavolkanit formasyonunun kuzeyinde geniş bir dağılım gösterirler [146]. Yayılış gösterdiği toplam alan 3,06 km² olup araştırma alanının %0,24'ünü oluşturmaktadır. Araştırma alanının kuzeyinde Dürdane Tepesi'nin güney yamaçlarında (Şekil 5.8: A19, B19) yer almaktadır.

Volkanit Çökelti Kayaçları

Magmanın, yer kabuğunun kırık ve çatlaklarından yeryüzüne çıkarak soğumasıyla oluşan taşlardır. Volkanik patlamayla çıkan materyaller havayla temas ederek hızla soğur. Bu taşlardan bir kısmı volkanik faaliyet sırasında çevreye yayılan lavların, bir kısmı volkanik küllerin, bir kısma da iri parçaların (volkan bombası) soğumasıyla oluşur.

Hızlı soğuduklarından ince tanecikli yapıdadırlar ve en bilinenleri bazalt ve andezittir. Andezit anakayalar feldispat, mika, hornblent, ojit minerallerinin birleşmesi ile oluşmuştur. Bunlardan meydana gelen topraklar ağır bünyeli, nötr özellikli, sığ-orta derinlikte, kötü drenajlı, su tutma kapasiteleri yüksektir. Bazalt ise kalsiyumca zengin feldispat, ojit ve olivin minerallerinden oluşur. Ağır bünyeli, genellikle sığ, su tutuma kapasiteleri yüksek ve kötü drenajlı topraklar oluştururlar [144].

Yayılış gösterdiği toplam alan 130,08 km² olup araştırma alanının %10,09'unu oluşturmaktadır. Araştırma alanında Uludağ kütlesinin zirveye yakın kısımlarından başlayarak güneyde metamorfik formasyona kadar, kuzeyde ise gnays formasyonuna kadar (Şekil 5.8: L19-25, M19-25, N19-25, O19-26, Ö19-26) yer almaktadır.

Nilüfer Çayı Havzası'nda yer alan jeolojik formasyonların kapladıkları alan, araştırma alanı içindeki yerleri ve genel özellikleri alt havzalar temelinde aşağıda belirtilmektedir:

Araştırma alanında alüvyonlar; Bursa Ovası ve ovadan sonra mansaba doğru Nilüfer Çayı yatağı ile Ayvalı Kolu Alt Havzası'nda bulunmaktadır. Kumtaşı-çamurtaşı-kireçtaşı formasyonu ise araştırma alanında Yanık Karaağaç Kolu Alt Havzası, Hasanağa Kolu Alt Havzası ve Ayvalı Kolu Alt Havzası'nın kuzey kesimlerinde görülmektedir. Metakırıntılı Kayaç formasyonu Demirtaş Kolu Alt Havzası'nda; Metamorfik Kayaç formasyonu Nilüfer Kolu Alt Havzası'nda ve Ayvalı Kolu Alt Havzası'nın güneydoğusunda bulunmaktadır. Gnays formasyonu Gökdere Kolu Alt Havzası ve Hacivat Kolu Alt Havzası'nda yer almaktadır. Traverten formasyonu Ayvalı Kolu Alt Havzası, Demirtaş Kolu Alt Havzası ve Hasanağa Kolu Alt Havzası'nda bulunmakta; Volkanik Çökelti formasyonu ise Nilüfer Kolu Alt Havzası, Gökdere Kolu Alt Havzası ve Hacivat Kolu Alt Havzası'nda Uludağ'ın zirvesine doğru yer almaktadır. Yamaç molozu formasyonu ise; Ayvalı Kolu Alt Havzası'nın güneyinde, Demirtaş Kolu Alt Havzası'nın tamamına yakın kısmında ve Uludağ'ın kuzey kesimlerinde yer alan diğer Alt Havzalarda yer almakta olup km² cinsinde kapladıkları alanlar aşağıda Çizelge 5.4'de verilmektedir.

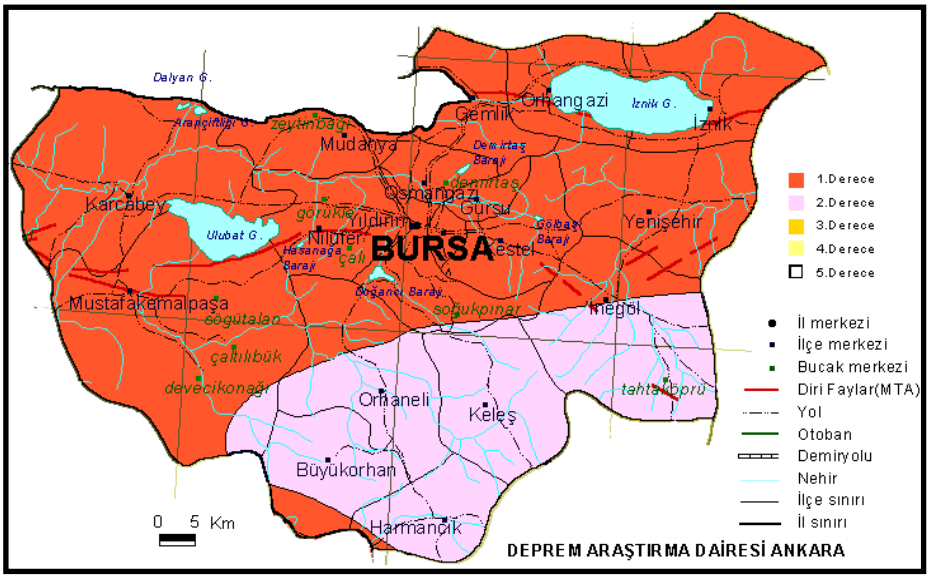
Çizelge 5. 4 Nilüfer Çayı alt havzalarının jeolojik formasyonları

ALT HAVZALAR	JEOLOJİK FORMASYON									Toplam ALAN (km2)
	Alüvyon	Kumtaşı-Çamurtaşı-Kireçtaşı	Metakırıntılı Kayaç	Metavolkanit	Paleozoik Metamorfik	Gnays	Traverten	Volkanit Çökelti Kayaçları	Yamaç Molozu	
AYVALI	48,54	48,69			44,76		35,46		34,13	211,58
ÇİLİMBOZ	2,74				0,21	4,63	4,12		0,24	11,95
DEMİRTAŞ	11,47	0,14	4,52				13,03		42,98	72,14
DİĞER HAVZALAR	172,40	158,43	1,82	3,06	10,96	24,52	19,01	15,99	27,92	434,14
GÖKDERE	9,25				3,79	16,99	5,82	15,54	2,59	53,99
HACİVAT	9,01				0,94	13,84	5,89	20,10	3,25	53,03
HASANAĞA	1,00	28,58					18,81		17,50	65,90
NİLÜFER	2,82	2,09			254,49	3,55	6,65	75,63	1,86	347,09
ÜÇPINAR	2,15	14,67			0,56			2,82	1,49	21,68
YANIK KARAAĞAÇ	0,86	14,18					2,66			17,70
TOPLAM (km2)	260,24	266,78	6,34	3,06	315,72	63,55	111,46	130,08	131,96	**1.289,19**

5.3.2 Tektonik Özellikler

Bursa'nın önemli bir bölümünü kaplayan ovalar Kuvaterner alüvyonlarla kaplıdır. Bölgede çeşitli jeolojik zamanlar boyunca oluşan orojenik (dağ oluşumu) ve epirojenik (yerkabuğunun çok yavaş, düşey veya düşeye çok yakın yükselme ve alçalmaları) hareketlerinden geniş çapta etkilenmiş, kıvrılmış ve kırılmıştır. Bugünkü şeklini Kuvaterner döneminde almıştır. Bursa'nın batısındaki Manyas Havzası'nda başlayan ve doğusunda Yenişehir Havzası'na uzanan, doğu-batı yönlü bir tektonik hat vardır. Ayrıca Gemlik'ten başlayıp İznik üzerinden geçen tektonik açıdan aktif ikinci bir bölge daha görülmektedir [146].

Depremsellik açısından bakıldığında Bursa ve çevresini birinci derecede etkileyecek bir depreme kaynak olabilecek en önemli fay Bursa Fayı'dır. Bu fay hem Bursa bölgesinin merkezinde hem de Bursa ve yakın çevresi için önem kazanmaktadır. Bursa ili genel olarak Kuzey Anadolu Fayı'nın etkisindedir. Batıya doğru bir sıkışma sonucu kuzey-güney doğrultulu bindirmeler ve doğu-batı doğrultulu normal faylarla, kuzey-güney yönünde açılmaya başlamıştır. Bursa ovası, kireçtaşı ve alüvyonla örtülmüş bir tektonik çöküntü alanıdır. Dolayısı ile Bursa ovası içinde kireçtaşı ve alüvyon birimlerin altında yer alan kayaçlarda fay oluşumları mevcuttur. Bölgede genel olarak İnönü-Eskişehir Fay Zonu ve onun güney-güneybatısında kalan birkaç fay dışındaki faylar, Kuzey Anadolu Fay Sisteminin batı uzantısını oluşturur ve bunlar Marmara bölgesinin depremselliğine kaynaklık eder [146].



Şekil 5.9 Bursa İli deprem bölgeleri haritası [143]

5.4 Hidrolojik Yapı

Nilüfer Çayı Havzası'nın hidrolojik yapısı başlığı altında; hidrografik özellikleri ortaya koyan yüzeysel sular ve yeraltı suları incelenmiştir. Hidrolojik yapının tez kapsamındaki önemi iki şekilde ortaya çıkmaktadır:

Birincisi; araştırma alanının sınırlarını ortaya koyan havza ve alt havzalar su bölümü çizgileri ve doğal akış (drenaj) özellikleri göz önünde bulundurularak belirlenmiştir. Bu noktada Nilüfer Çayı'nın drenaj özellikleri, debisi ve akım frekansı değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmelere bağlı olarak yerleşim, tarım, sanayi ve ulaşım kaynaklı kirliliklerin Nilüfer Çayı'na ulaşması ve Nilüfer Çayı güzergâhındaki arazi kullanım ile ilişkisi ve kirliliklerin taşınması süreçleri ilerideki bölümlerde ortaya konulacaktır.

İkinci olarak; yüzeysel sular ve doğal akım yönünde drenaj ile taşınan kirliliklerin neden olacağı toprak ve yeraltı su kirliliği risklerinin belirlenmesi aşamasında ilgili süreçlerin detaylı bir şekilde anlatılması gerekmektedir.

Tez kapsamında toprak ve yeraltı su kirlilik riski belirlenirken kullanılan en önemli temel faktör; yeryüzüne düşen yağışın, yüzeysel akışa geçen miktarını belirleyen infiltrasyon kapasitesidir. Ayrıca intersepsiyon, transmisyon ve evoporasyon ile de kayıplar olmasına karşın bunların toplam miktarı infiltrasyon kadar etkili olmamaktadır.

Hidrolojik yapı toprağın kimyasal (besin tuzları, tuzluluk, alkalilik, iyonlar) ve fiziksel (tekstür, strüktür) özelliklerini etkiler. Taban suyu etkisindeki topraklarda ve toprakta suyun hareketini sağlayan süreçlerle birlikte yetişen vejetasyon ve tür dağılımı farklılık

gösterir. Erozyon ve heyelan durumunda da etkili olan hidrolojik yapı, sektörler için arazi seçiminde ve tarım faaliyetlerinde de belirleyicidir.

Bursa ilindeki su kaynakları; Nilüfer Çayı, yeraltı suları, Deliçay, Aksu Deresi ve Orhaneli Çayı'dır. Kaynakların su potansiyelleri Çizelge 5.35'te verilmiştir:

Çizelgedan da görüldüğü gibi Nilüfer Çayı yıllık 212.600.000 m³ yıllık ortalama su potansiyeli ile araştırma alanında yapılan tarımsal faaliyetlerde sulama amaçlı kullanım için en önemli su kaynağıdır. Ardından 118.000.000 m³ yıllık ortalama su potanaiyeli ile Bursa Ovası yeraltı suları gelmektedir.

Çizelge 5.5 Nilüfer Çayı Havzası'ndaki su kaynaklarını su potansiyeli [147]

Kaynak Adı	Yıllık Ortalama Su Potansiyeli 10^6 m³/yıl
Nilüfer Çayı	212,6
Bursa Ovası Yeraltı Suyu	118,0
Deliçay	100,4
Aksu Deresi	17,8
Orhaneli Çayı	743,4
TOPLAM	1192,2

5.4.1 Yeraltı Suları

Araştırma alanındaki yeraltı sularının kirlenmesinin en büyük nedeni, evsel kaynaklı atıksulardır. Kanalizasyon alt yapısı eksik olan yerleşmelerde foseptik çukurlarından kaçak olarak sızan sular yeraltına taşınmaktadır. Mikroorganizmalar yeraltı suyuna taşınım sırasında doğal olarak temizlenmeye uğrarken, deterjan gibi parçalanmaya karşı dayanıklı bileşikler yeraltı suyuna ulaşarak içme suyu su kalitesi açısından sorun yaratmaktadır.

Araştırma alanında yeraltı suyu kirlenmesinde etkili olan bir diğer unsur da, endüstriden kaynaklanan kirliliktir. Endüstri kuruluşları çoğunlukla alüvyal topraklardan oluşan Bursa Ovası'nda kurulmuştur. Gevşek kayaç özelliklerine sahip alüvyal sahalarda yüzeye bırakılan atıklar kısa zamanda yeraltına sızarak kirlenmeye neden olmaktadır.

Ayrıca yeraltı sularının kirlenmesinde tarımda kullanılan ve son 25-30 yılda hızla miktarları artan tarım ilaçları, doğal ve yapay gübrelerin miktarındaki hızlı artış etkili olmaktadır. Buna paralel olarak da Bursa Ovası yeraltısularında nitrat, azot ve pestisit oranlarının arttığı tespit edilmiştir [148].

Yeraltı suyunun kirlenmesinin diğer önemli nedenlerinden biri de aşırı su çekimidir. Aşırı çekim yeraltı suyundan fazla miktarda tatlı su alınması, özellikle tatlı su basıncının düşmesi sonucu tuzlu suyun yeraltındaki o bölgeye ulaşmasıdır. Bunun bir sonucu olarak deniz suyu çok miktarda karalara sokulmaktadır.

Yeraltı suları yukarıda bahsedilen nedenlerden dolayı kirlenebileceği gibi yeraltı suları, yeraltına temas ettikleri kayaçlardaki radyoaktif elementleri bünyesine alarak doğal olarak da kirlenebilmektedir.

Bursa Ovası genelde serbest yeraltı suyu ve artezyen akiferler içerdiği için ovada yeraltı suyu temini sığ kuyulardan sağlanmaktadır. Derin yeraltı suları 50 m derinlikte artezyen basıncına sahiptir. Kimyasal olarak sular içilebilir durumda olup, endüstriyel kullanıma da uygundur. Bursa Ovası'ndan sonra yeraltı suyu rezervi sırasıyla Mustafa Kemal Paşa ve Karacabey Havzaları'ndan sağlanır.

Bursa Ovası'nın büyük kısmı artezyen sahasıdır. Ovada halk tarafından basit usullerle açılan kuyuların derinlikleri 5-150 m arasında değişmektedir. Artezyen basıncına genel olarak 50 m'den derin kuyularda erişilmektedir. Bursa Ovası'nda 1966 yılında 2,4 – 5,1 lt/s debilerinde ve derinlikleri 20-300 m arasında değişen kuyular açılmıştır. Bu kuyulardan elde edilen sular merkezi bir üniteden Çekirge'nin güneyindeki depolara sevk edilmekte ve buradan şehre verilmektedir. Şehrin temiz su ihtiyacı büyük oranda Doğancı, Demirtaş ve Hasanağa Barajları'ndan sağlanmaktadır.

Bursa Ovası'nda yılda $118x10^6$ m^3 işletme rezervine sahip yeraltı suyunun hangi amaçla tahsis edildiği Çizelge 5.6'da verilmiştir:

Çizelge 5.6 Bursa Ovası'ndaki yeraltı suyu tahsisleri [147]

Yeraltı Suyunu İşleten Kurum	Yeraltı Suyunun Kullanım Amacı	Yapılan Tahsis 10^6 m^3/yıl
Bursa Büyükşehir Belediyesi	İçmesuyu	33
Çeşitli Sanayi Kuruluşları	Sanayi Suyu	36
Narlı-Dudaklı Sulama Kooperatifi	Sulama	6
DSİ Yeniceabat YAS Sulaması	Sulama	17
Münferit Sulamalar	Sulama	20
Demirtaş Belediyesi	İçme+Sulama Suyu	6
TOPLAM		118

Çizelge 5.6 incelendiğinde Bursa Ovası'nda yeraltı suyunu en çok sanayi kuruluşlarının kullandığı, ardından içme suyu olarak kullanıldığı görülmektedir.

5.4.2 Yüzeysel sular

Araştırma alanı içinde yer alan ve araştırmayı yönlendiren yüzeysel sular akarsulardır. Nilüfer Çayı Havzası'nın karakteristik yapısını belirleyen Nilüfer Çayı'nın hidrolojik özellikleri aşağıda incelenmektedir.

5.4.2.1 Akarsular

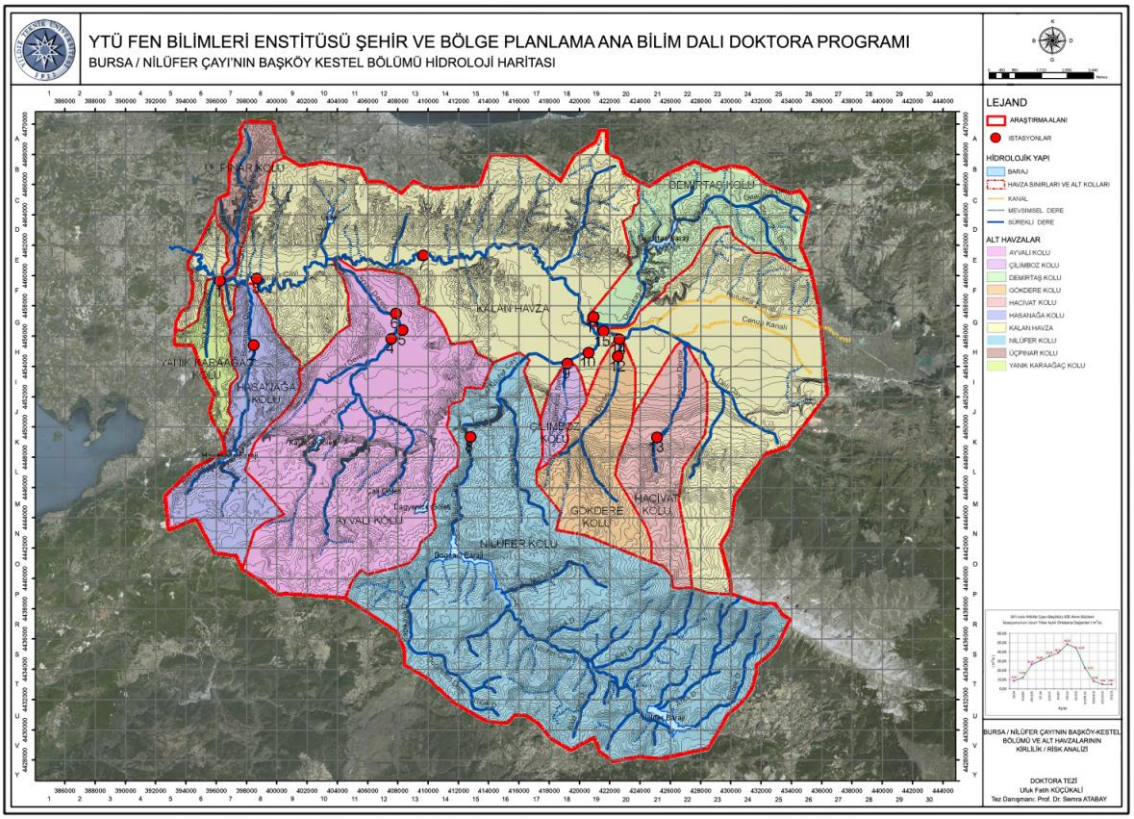
Araştırma alanı içinde Susurluk Çayı'nın kolu olan Nilüfer Çayı ve alt kolları yer almaktadır.

Nilüfer Çayı

Keles ilçe merkezinin 10 km kuzeydoğusundaki Tepel Dağı'nın (2012 m) güneybatı yamaçlarından doğan Nilüfer Çayı, Uludağ'ın güneybatı etekleri boyunca uzanır. Misi Köyü kesiminde akışı kuzeye yönelerek Bursa Ovası'na girer. Ovayı ıslah edilmiş bir yatakla güneyden kuzeye geçerek Dereçavul Köyü'nün kuzeyinde batıya yönelir. Bu arada Bursa Ovası'nın güneyinden ve Uludağ'ın kuzey yamaçlarından inen başlıca Aksu, Kestel, Deliçay ve Gökdere adlı dereleri ile ovaya kuzeyden inen Narlıdere, Sarpdere ve Kelesen derelerinin sularını tahliye eden birleşik kolu alır. Bundan sonra daima batıya akan çaya Göbelye Köyü kesiminde Çakırköy Ovası'ndan gelen Ayvalı Dere kavuşur.

Nilüfer Çayı buradan itibaren tekrar geniş bir vadi içinde akarak Hayırlar Köyü yakınlarında Susurluk Çayı'na mansab olur. Eğimi genel olarak %2'yi geçen Nilüfer Çayı'nın uzunluğu ~168 km, ortalama su hacmi 458.848.800 m^3/yıl, su toplama havzası 680 km^2, yıllık ortalama debisi 16,77m^3/sn dir [147].

Nilüfer Çayı'nın seviyesinde yıl içinde çok fazla değişim görülmekte olup düzensiz bir rejime sahiptir. Nilüfer Çayı'nın debisi 1,13 m^3 /s ile 55 m^3 /s arasında değişmektedir (Çizelge 5.7).



Şekil 5.10 Araştırma alanı hidrografya haritası

Nilüfer Çayı Bursa'nın önemli su kaynaklarından biridir. Şehrin içme ve kullanma suyu temininin yanı sıra Nilüfer Çayı'nın geçtiği ovalarda sulamalar da kısmen Nilüfer ve kollarından yapılmaktadır. Nilüfer Çayı gerek evsel gerekse endüstriyel atık suların büyük çoğunluğunun doğrudan boşaltımına maruz kalmaktadır. 1997 yılına kadar havzada bulunan yerleşimlerin büyük kısmının evsel atık suları Nilüfer Çayı'na boşaltılmıştır. Halen kentin batı bölgesinde Ürünlü, Tahtalı, Çalı, Demirci, Kayapa, Yaylacık ve Alaadinbey yerleşim yerlerinin atık suları DSİ Sulama kanalları ve Ayvalı Deresi vasıtasıyla Nilüfer Çayı'na ulaşmaktadır. Ayrıca Nilüfer Çayı Havzası'nda yer alan çeşitli sanayi tesisleri de atık suları ile havzayı kirletmektedirler [36].

Nilüfer çayı kent geçisinde arıtma tesisi boşaltımlarından aldığı ortalama atıksu miktarı 370.000 m^3/gün mertebesinde olup, 4,2 m^3/s değerine karşılık gelmektedir [149].

Çizelge 5. 7 2004 yılında Nilüfer Çayı'ndan geçen su miktarları [41]

Akımlar 1 Ekim 2003'ten, 30 Eylül 2004'e kadar m³/sn olarak												
	E	K	A	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E
1	1,85	1,85	2,7	23,0	16,5	25	23	26	13	6	1,95	1,3
2	1,85	1,85	5,3	12,0	18,0	23	23	28	12,5	6	1,95	1,6
3	1,85	1,85	11,5	9,4	15,0	23	23	29	11,5	5,3	2,8	1,7
4	1,85	1,85	7,8	7,8	17,5	23	23	28	11	4,6	2,4	1,85
5	1,85	1,85	5,8	7,8	27,0	28	26	27	11	4,6	2,1	1,85
6	1,85	1,85	4,3	9,4	21,0	27	25	26	10	4,1	1,85	1,70
7	1,85	1,85	3,6	8,2	20,0	27	25	25	9,4	3	1,6	1,50
8	1,85	1,85	6,0	7,4	17,5	25	34	25	9,4	3	1,5	1,5
9	1,85	1,85	7,0	6,7	17,0	26	49	25	9,4	3	1,3	3,2
10	1,85	1,85	6,0	6,4	13,0	24	42	24	9	3	1,2	5
11	1,85	1,85	5,0	6,2	12,0	21	36	23	9	2,7	1,1	4,1
12	1,85	1,95	4,1	6,2	11,0	19	32	26	9	2,2	1,1	3,6
13	1,85	1,95	3,6	6,0	9,8	19	32	26	8,6	2,2	1,1	3,4
14	1,70	1,95	3,6	6,4	9,4	17,5	32	22	8,2	2,2	1,5	3,6
15	1,95	1,95	3,6	7,8	14,0	16,5	40	28	8,2	2,1	1,5	3,2
16	2,2	1,95	3,6	9,4	17,0	15,5	38	28	7,8	2,1	1,5	3
17	1,95	2,2	3,6	8,6	14,0	18	37	26	7,8	2,1	1,5	3,2
18	1,95	2,2	3,6	8,2	12,0	17	33	24	7,4	2,1	1,4	3,6
19	1,95	3,4	3,6	8,2	12,0	16,5	40	21	7,4	1,85	1,5	3,6
20	1,95	15,0	3,6	8,2	12,0	17,5	38	21	7,4	1,70	1,5	3,4
21	1,85	7,8	3,6	7,4	20,0	17	34	21	7,4	1,70	1,5	3,4
22	1,85	3,3	3,6	9,4	38,0	22	31	17,5	7	1,85	1,95	3
23	1,85	3,6	3,6	11,0	31,0	34	29	17,5	6,4	1,85	2,6	3
24	1,85	3,0	3,6	11,0	26,0	25	28	18	5,8	1,85	2,2	3,2
25	1,85	2,7	3,4	10,5	24,0	46	26	19	5	1,85	1,6	3,4
26	1,85	2,6	3,2	12,5	22,0	44	25	17	4,3	1,70	1,5	3,2
27	1,85	2,6	5,8	12,0	20,0	55	24	15	4,1	1,70	1,5	3
28	1,85	3,6	7,8	12,0	26,0	42	24	14,5	4,1	1,70	1,5	2,8
29	1,85	3,6	6,0	10,5		37	25	14,5	4,6	1,85	1,5	2,7
30	1,85	3,0	5,3	9,8		32	25	14,5	5,3	1,85	1,5	3
31	1,85		12,0	14,0		27		15,5		1,85	1,4	4,6
Top.	58,05	88,7	155,8	293,4	512,7	849,5	922	692	241	83,6	51,1	91,2
Ort.	1,873	3,032	5,11	9,465	20,17	27,40	30,73	22,32	8,033	2,790	1,648	2,920

5.4.2.2 Barajlar

Bursa'nın su ihtiyacı Doğancı Barajı'ndan karşılanmaktadır. Ayrıca bu amaçla Nilüfer Çayı üzerinde bulunan ve hali hazırda su tutma aşamasında olan Nilüfer Barajı vardır. Nilüfer Barajı ile mevcut Doğancı Barajları müşterek işletildiğinde yılda yaklaşık 170 hm³ içme suyu sağlanabilecektir. Doğancı Barajı'ndan çekilebilecek su miktarı 120 hm³ olup Nilüfer Barajı'nın payı da yılda 50 hm³ tür.

Doğancı Barajı Osmangazi ilçesinde, Nilüfer Çayı üzerinde (Şekil 5.10), şehire içme suyu temin etmek amacıyla 1975-1983 yılları arasında inşa edilmiştir. Toprak ve kaya gövde dolgu tipi olan barajın gövde hacmi 2.520.000 m³ , akarsu yatağından yüksekliği 65,00 m, maximum su kotunda göl hacmi 43,30 hm³, normal su kotunda gölalanı 1,55 km²'dir. Yılda 125 hm³ içme suyu sağlamaktadır [41].

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre Doğancı Barajı sıcaklık, çözünmüş oksijen, klorür, sülfat, amonyum azotu, toplam çözünmüş katı madde, demir, mangan, ve fekal

koliform açısından I. Sınıf su kalitesine; nitrit azotu, nitrat azotu ve fosfat açısından ise II.sınıf su kalitesine sahiptir [147]. Nilüfer Barajı, Bursa Nilüfer Çayı üzerinde (Şekil 5.10) 2007 yılında faaliyete geçmiştir. Yıllık 60 milyon metreküp su kapasitelidir. Toprak ve kaya gövde dolgu tipi olan barajın gövde hacmi 3.550.000 m^3, akarsu yatağından yüksekliği 93,00 m, normal su kotunda göl hacmi 39,50 hm^3, normal su kotunda göl alanı 1,47 km^2'dir. Baraj yıllık 60 hm^3 'lük içme suyu sağlamaktadır.

Demirtaş Barajı; Ballıkaya Deresi üzerinde (Şekil 5.10), sulama amacı ile 1983 yılında faaliyete geçmiştir. Toprak ve kaya gövde dolgu tipi olan barajın gövde hacmi 1.780.000 m^3, akarsu yatağından yüksekliği 54 m, normal su kotunda göl hacmi 14,48 hm^3 , normal su kotunda göl alanı 2,50 km^2'dir. Baraj 2.160 hektarlık bir alana sulama hizmeti vermektedir.

Hasanağa Barajı; Hasanağa Deresi üzerinde, sulama amacıyla 1985 yılında faaliyete geçmiştir. Toprak ve kaya gövde dolgu tipi olan barajın gövde hacmi 873.000 m^3, akarsu yatağından yüksekliği 37 m, normal su kotunda göl hacmi 3,71 hm^3, normal su kotunda göl alanı 0,31 km^2'dir. Baraj 715 hektarlık bir alana sulama hizmeti vermektedir [147].

5.5 Toprak Yapısı

Toprak yapısını tez çalışması çerçevesinde büyük toprak grupları ve arazi yetenek sınıfları olarak iki üst başlıkta değerlendirilmiştir. Araştırma alanındaki farklı toprak türleri ve arazi yenek sınıfları ortaya koyduğu riskler açısından farklılıklar arzetmektedir. Toprak; topografya, jemorfolojik yapı, jeolojik yapı ve hidrolojik yapı özelliklerine bağlı olarak gelişim gösterir. Toprağın killi ya da kumlu yapıya sahip olması da erozyon, kitle ve heyelan hareketleri ile yüzeysel akışı ve toprakta suyun hareketini sağlayan süreçleri (infiltrasyon, perkolasyon, permeabilite) etkiler. Toprağın fiziksel özellikleri ve toprak yüzeyi, toprak nemi, toprakların ıslanma yeteneği, sıcaklık ve toprak suyunun akışkanlığı, bitki örtüsü gibi özellikler infiltrasyon kapasitesini belirleyen faktörlerdir. Kumlu topraklarda infiltrasyon çok yüksek, yüzeysel akış düşüktür. Buna bağlı olarak toprak ve yeraltı suyu kirliliği riski de yüksektir. Araştırma alanında bulunan bu özellikteki toprak türleri; alüvyal ve kolüvyal topraklardır. Killi topraklarda ise infiltrasyon çok düşük, yüzeysel akış yüksektir. Kirlilik boşaltımları ve

yağış suları yeraltına sızmadan gerek toprak yüzeyinden yüzeysel akış ile gerekse toprak horizonu ile ana kayanın birleştiği horizon doğrultusunda drenaj sistemine katılırlar. Böylece bu alanlarda toprak ve yeraltı su kirliliği riski düşüktür. Araştırma alanında bulunan bu özellikteki toprak türleri kırmızı kahverengi akdeniz toprakları, kireçsiz kahverengi orman toprakları, kahverengi orman toprakları, rezdina ve vertizol topraklardır. Bu toprak türlerinin detaylı özellikleri aşağıda anlatılmaktadır.

Toprağın oluşumu anakaya özellikleri, jeomorfolojik özellikler ve iklim gibi fiziki coğrafya özelliklerine bağlı olarak şekillensede, toprak türü ve arazi yetenek sınıfı ile araştırma alanındaki beşeri coğrafya özelliği olan arazi kullanım arasında bir ekolojik etkileşim sözkonusudur. Orman alanlarında orman ölüörtüsünün neden olduğu organik materyallerin birikimi sonucunda toprak özellikleri ve buna bağlı olarak toprak tekstür, strüktür ve infiltrasyon özellikleri değişmektedir. Aynı şekilde tarım alanlarında tarımsal faaliyetler sonucunda toprak fiziksel ve kimyasal özellikleri değişmektedir. Arazi yetenek sınıfı ve toprak türüne uygun olarak yer seçimi yapılması gerekirken, arazi kullanımıda toprak özelliklerini değiştirmekte ve kirlilik riskleri üzerinde belirleyici olmaktadır.

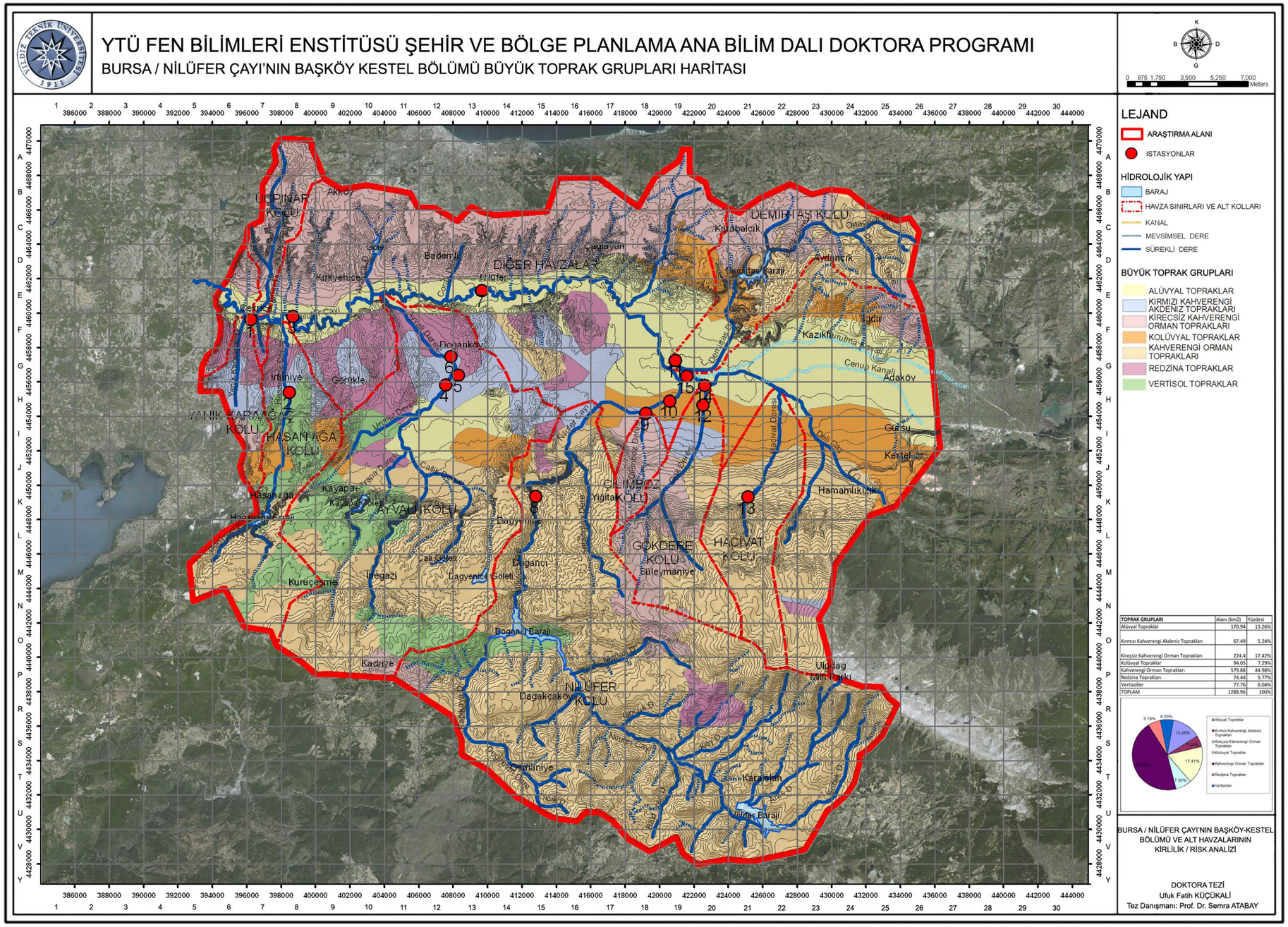
Araştırma alanında yeralan başlıca büyük toprak gruplarının özellikleri, yüzölçümleri ve yüzdesel dağılımları değerlendirildiğinde (Şekil 5.11 - Şekil 5.12);

Alüvyal Topraklar

Alüvyal topraklar akarsuların denize ulaştığı yerlerde ve akarsu boyunca görülür. Üst havzalardan taşınan, farklı özellikteki taşların ufalanmasıyla oluşan bu topraklar mineral yönünden zengin, infiltrasyon kapasitesi yüksek ve çok verimli olup Bursa Ovası'nın genelinde ve Nilüfer Çayı'nın mansabına doğru çay boyunca yer almaktadır. Ayrıca Ayvalı Kolu Alt Havzası'nda Beşevler, Ertuğrul ve Alaaddinbey yerleşimlerinde görülmektedir. Nilüfer Çayı Havzası'nın %13,26'sını kaplayan alüvyal toprakların alansal miktarı 170,94 km² dir.

YTÜ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANA BİLİM DALI DOKTORA PROGRAMI

BURSA / NİLÜFER ÇAYI'NIN BAŞKÖY KESTEL BÖLÜMÜ BÜYÜK TOPRAK GRUPLARI HARİTASI



TOPRAK GRUPLARI	Alanı (km2)	Yüzdesi
Alüvyal Topraklar	170.94	13.26%
Kırmızı Kahverengi Akdeniz Toprakları	67.49	5.24%
Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları	224.4	17.42%
Kolüvyal Topraklar	94.05	7.29%
Kahverengi Orman Toprakları	579.88	44.98%
Redzina Toprakları	74.44	5.77%
Vertisoller	77.76	6.04%
TOPLAM	1288.96	100%

BURSA / NİLÜFER ÇAYI'NIN BAŞKÖY-KESTEL BÖLÜMÜ VE ALT HAVZALARININ KİRLİLİK / RİSK ANALİZİ

DOKTORA TEZİ

Ufuk Fatih KÜÇÜKALİ

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Semra ATABAY

Şekil 5.11 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü büyük toprak grupları haritası (KHGM 1/100.000 büyük toprak grupları haritasından yararlanarak hazırlanmıştır)

Kırmızı Kahverengi Akdeniz Toprakları

Demiroksitler bakımından zengin olan kırmızı kahverengi akdeniz topraklarının kalkerler üzerinde oluşanlarına "terra rosa" denilmektedir [150]. Araştırma alanında bu topraklar Yanık Karaağaç Kolu Alt Havzası ve Hasanağa Kolu Alt Havzası'nın kuzey kesimlerinde, Ayvalıderesi Kolu Alt Havzası'nda Nilüfer Organize Sanayi Bölgesi ve Özlüce Köyü civarında görülmektedir. Ayrıca Hamitler Katı Atık Depolama Merkezi ve Çukurca Köyü'de bu topraklar üzerinde yer almaktadır. Nilüfer Çayı Havzası'nın %5,24'ünü kaplayan kırmızı kahverengi akdeniz topraklarının alansal miktarı 67,49 km² dir.

Kireçsiz Kahverengi OrmanToprakları

Kireçsiz kahverengi orman toprakları ana materyalin granit, silisli şist, andezit gibi silisli olan ormanlar altında gelişme gösterirler. Besin maddeleri bakımından fakir olan bu topraklar yıkanmanın fazla olmasından dolayı hafif asit reaksiyon gösterirler. Bu toprakların katılaşım kayaçlarının ürünü olmaları sebebi ile katılaşım kayaçlarının ayrışması sonucu meydana gelen geçirimsiz unsurların ağırlıklı olarak yer aldığı bir toprak tekstür ve strüktürüne sahiptir [151]. Araştırma alanında Cilümboz Kolu Alt Havzası'nın tamamında, Demirtaş Kolu Alt Havzasının kuzey kesimlerinde, Gökdere Kolu Alt Havzası'nın güneybatı kesimlerinde (Bursa kent merkezi) ve araştırma alanının Nilüfer Çayı'nın kuzeyinde kalan kısımlarında görülmektedir. Bu topraklar Nilüfer Çayı Havzası'nın %17,42'sini kaplamakta olup, alansal miktarı 224,4 km²'dir.

Kolüvyal Topraklar

Kolüvyal topraklar dağların dik eğimli yamaçların eteklerinde yerçekimi, toprak kayması, yüzey akışı gibi faktörlerin etkisiyle oluşmuş genç topraklardır. Eğim genelde toprağı oluşturan materyalin geldiği yöne doğru artmaktadır [152]. Drenaj özellikleri açısından iyi olan bu topraklar Nilüfer Çayı Havzası'nın %7,29'unu kaplamakta olup alansal miktarı 94,05 km²'dir. Bu topraklar araştırma alanında Uludağ'ın kuzeye bakan yamaçlarında görülmektedir.

Kahverengi Orman Toprakları

Koyu renkli olan bu topraklar orman örtüsü altında geliştiği için toprak organik madde bakımından zengindir. Yağışın fazla olduğu eğimli alanlarda toprak asitli reaksiyon

göstermektedir. Bu toprakların toprak tane boyutları, strüktürü, horizonlaşma özelliği, ıslanma, şişme ve su tutma özellikleri gibi karakteristikleri infiltrasyon kapasitesini azaltıcı yöndedir. Dolayısıyla sızdırma özellikleri çok zayıftır. Nilüfer Çayı Havzası'nın %44,98'ini kaplayan kahverengi orman topraklarının alansal miktarı 579,88 km²'dir. Bu topraklar araştırma alanında Nilüfer Kolu Alt Havzası'nın bütününe yakın kısmında, Ayvalı Kolu Alt Havzası, Hasanağa Kolu Alt Havzası, Hacivat Kolu Alt Havzası'nın güney kısımlarında ve Demirtaş Kolu Alt Havzası'nın doğu kısımlarında görülmektedir.

Rendzina Toprakları

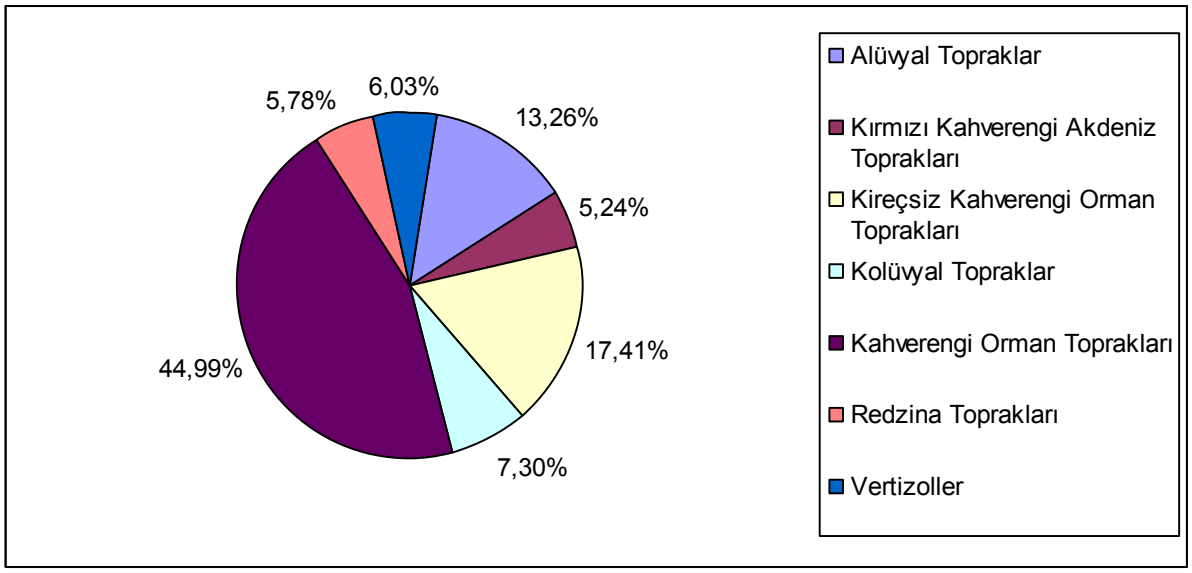
Rendzina topraklar kireçli ve koyu renklidir. Organik ve mineral maddeleri bakımından zengin olan rendzina toprakları Nilüfer Çayı Havzası'nın %5,77'sini kaplamakta olup, alansal miktarı 74,44 km²'dir. Araştırma alanında Nilüfer Kolu Alt Havzası'nda Soğukpınar Köyü ve çevresi redzina topraklar üzerindedir.

Vertisol Topraklar

Vertisol topraklarda kil oranı oldukça fazladır ve yaz aylarında toprağın kurumasına bağlı olarak derin çatlaklar oluşabilir. Koyu renkli olan vertisol toprakların üst kısımları organik madde bakımından zengin olmalarına rağmen tarım için elverişli değildir. Yüksek su tutma kapasitesine sahiptir [153]. Nilüfer Çayı Havzası'nın %6,04'ünü kaplayan vertisol toprakların alansal miktarı 77,76 km²'dir. Araştırma alanında Hasanağa Kolu Alt Havzası ve Ayvalı Kolu Alt Havzası'nın güney kesimlerinde görülmektedir.

Çizelge 5.8 Nilüfer Çayı Havzası toprak gruplarının yüzölçümü ve yüzdesel dağılımı

TOPRAK GRUPLARI	Alanı (km²)	Yüzdesi
Alüvyal Topraklar	170,94	13,26%
Kırmızı Kahverengi Akdeniz Toprakları	67,49	5,24%
Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları	224,4	17,42%
Kolüvyal Topraklar	94,05	7,29%
Kahverengi Orman Toprakları	579,88	44,98%
Redzina Toprakları	74,44	5,77%
Vertizoller	77,76	6,04%
TOPLAM	1288,96	100%



Şekil 5.12 Nilüfer Çayı Havzası toprak gruplarının yüzdesel dağılımı [154]

Yukarıdaki şekilden anlaşılacağı gibi araştırma alanını topraklarının %79,45'ini kırmızı kahverengi akdeniz, kireçsiz kahverengi orman, kahverengi orman, redzina ve vertisol toprakları oluşturmaktadır. Bu toprak türlerinin ortak özelliliği infiltrasyon kapasitesinin düşük olmasıdır. Başka bir ifade ile havzanın hemen hemen %80'ini kaplayan topraklar, toprak yüzeyine düşen suyun doğrudan akışa geçmesini sağlayan özelliklere sahiptir. Bu alanlarda toprak kirliliği ve yeraltı suyu kirliliği riski düşük olmasına rağmen yüzeysel su kirliliği riski yüksektir.

Araştırma alanında yeralan başlıca toprak gruplarının özellikleri, yüzölçümleri ve yüzdesel dağılımları alt havzalar temelinde değerlendirildiğinde; alüvyal topraklar Bursa Ovası, Nilüfer Çayı yatağı boyunca, Ayvalı Kolu Alt Havzası ve Demirtaş Kolu Alt Havzası'nda görülmektedir. Kırmızı kahverengi akdeniz toprakları Ayvalı Kolu Alt Havzası'nda; kireçsiz kahverengi orman toprakları Demirtaş Kolu Alt Havzası, Nilüfer Kolu Alt Havzası ve Üçpınar Kolu Alt Havzası'nda; kolüvyal topraklar Ayvalı Kolu Alt Havzası, Demirtaş Kolu Alt Havzası ve Hacivat Kolu Alt Havzası'nda; kahverengi orman toprakları Nilüfer Kolu Alt Havzası ve Ayvalı Kolu Alt Havzası'nda; redzina toprakları Ayvalı Kolu Alt Havzası'nda; vertisoller ise Ayvalı Kolu Alt Havzası ve Hasanağa Kolu Alt Havzası'nda görülmekte olup kapladıkları alanlar ve yüzdesel dağılımları Çizelge 5.9'da verilmektedir.

Çizelge 5.9 Nilüfer Çayı Havzası Alt havzalarının toprak gruplarının yüzölçümü

ALT HAVZALAR	TOPRAK GRUPLARI							Toplam ALAN (km2)
	Alüvyal Topraklar	Kırmızı Kahverengi Akdeniz Toprakları	Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları	Kolüvyal Topraklar	Kahverengi Orman Toprakları	Redzina Toprakları	Vertizoller	
AYVALI	18,66	20,12	2,92	10,02	96,72	22,31	40,8	211,55
CILIMBOZ		0,68	11,18		0,08			11,94
DEMIRTAS	9,43		24,21	8,92	29,57			72,13
GOKDERE	0,32	5,17	21,8	4,14	22,55			53,98
HACIVAT	1,35			9,22	42,46			53,03
HASAN AGA	1,53	4,86	0,16	6,8	24,17	5,23	23,08	65,83
NILUFER		2,34	13,33	1,78	308,11	10,14	12,29	347,99
UCPINAR	1,21		19,91					21,12
YANIK KARAAGAC	0,67	7,04	2,65	2,21		3,75	1,36	17,68
DİĞER HAVZALAR	137,77	27,28	128,24	50,96	56,22	33,01	0,23	433,71
TOPLAM	170,94	67,49	224,4	94,05	579,88	74,44	77,76	**1288,96**

Arazi Yetenek Sınıfları

Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan Bursa ili arazi yetenek sınıfları haritasının sayısallaştırılması ve araştırma alanı ölçeğinde alt havzalar bazında değerlendirilmesi sonucunda Nilüfer Çayı Havzası arazi yetenek sınıfları yüzölçümleri ve yüzdesel dağılımları belirlenmiştir (Şekil 5.13 - Şekil 5.14).

1. Sınıf Topraklar: Toplam kapladığı alan 60,58 km² olup araştırma alanının %4,70'ini oluşturmaktadır. Bu sınıfa giren topraklar araştırma alanı ekolojik koşullarında tüm kültür bitkilerinin yetiştiriciliğine elverişli olan arazileridir. Kullanılmalarını engelleyen sınırlayıcı faktörler oldukça azdır. Bu topraklar düz veya düze yakın, erozyon tehlikesi çok az, iyi drenaj özelliklerine sahip kolayca işlenebilir topraklardır. Araştırma alanında Bursa Ovası'nda, Ayvalı Kolu Alt Havzası'nda Beşevler ve Ertuğrul beldelerinde, Demirtaş'ın batısında Dereçavuş ve Çağlayan köylerinde görülmektedir.

2. Sınıf Topraklar: Toplam kapladığı alan 164,87 km² olup araştırma alanın %12,79'unu oluşturmaktadır. Bu topraklar araştırma alanında Bursa Ovası'nda, Demirtaş Kolu Alt Havzası'nın güneyinde, Hasanağa Kolu Alt Havzası'nın ve Yanık Karaağaç Kolu Alt Havzası'nın kuzeyinde yeralmaktadır.

3. Sınıf Topraklar: Toplam kapladığı alan 42,75 km² olup araştırma alanının %3,32'sini oluşturmaktadır. Bu topraklar araştırma alanında Hasanağa Kolu Alt Havzası ile Ayvalı Kolu Alt Havzası arasında Görükle'de yer almaktadır.

5. Sınıf Topraklar: Toplam kapladığı alan 88,94 km² olup araştırma alanının %6,90'ını oluşturmaktadır. Bu topraklar araştırma alanında Ayvalı Kolu Alt Havzası'nda Ürünlü beldesinde, Hasanağa Kolu Alt Havzası'nda Hasanağa Barajı'nın güneyinde, Nilüfer Kolu Alt Havzası'nda Doğancı Barajı'nın güneyinde ve Nilüfer ilçe merkezi ile batısında Bademli Köyü'nde yer almaktadır.

6. Sınıf Topraklar: Toplam kapladığı alan 106,17 km² olup araştırma alanının %8,24'ünü oluşturmaktadır. Bu topraklar araştırma alanında Ayvalı Kolu Alt Havzası'nda Kayapa Göleti'nin batısında, Hasanağa Kolu Alt Havzası'nda Hasanağa Barajı'nın kuzeyinde ve araştırma alanının kuzeyinde Akköy, Mürselköy, Bademli ve Çağrısan Köyleri'nde yer almaktadır.

7.Sınıf Topraklar : Toplam kapladığı alan 721,80 km² olup araştırma alanının %55,99'unu oluşturmaktadır. Bu topraklar araştırma alanında Nilüfer Kolu Alt Havzası'nın tamamında, Demirtaş Kolu Alt Havzası'nın kuzey batısında, Gökdere Kolu Alt Havzası ve Hacivat Kolu Alt Havzaları ile Ayvalı Kolu Alt Havzası'nın güneyinde yer almaktadır.

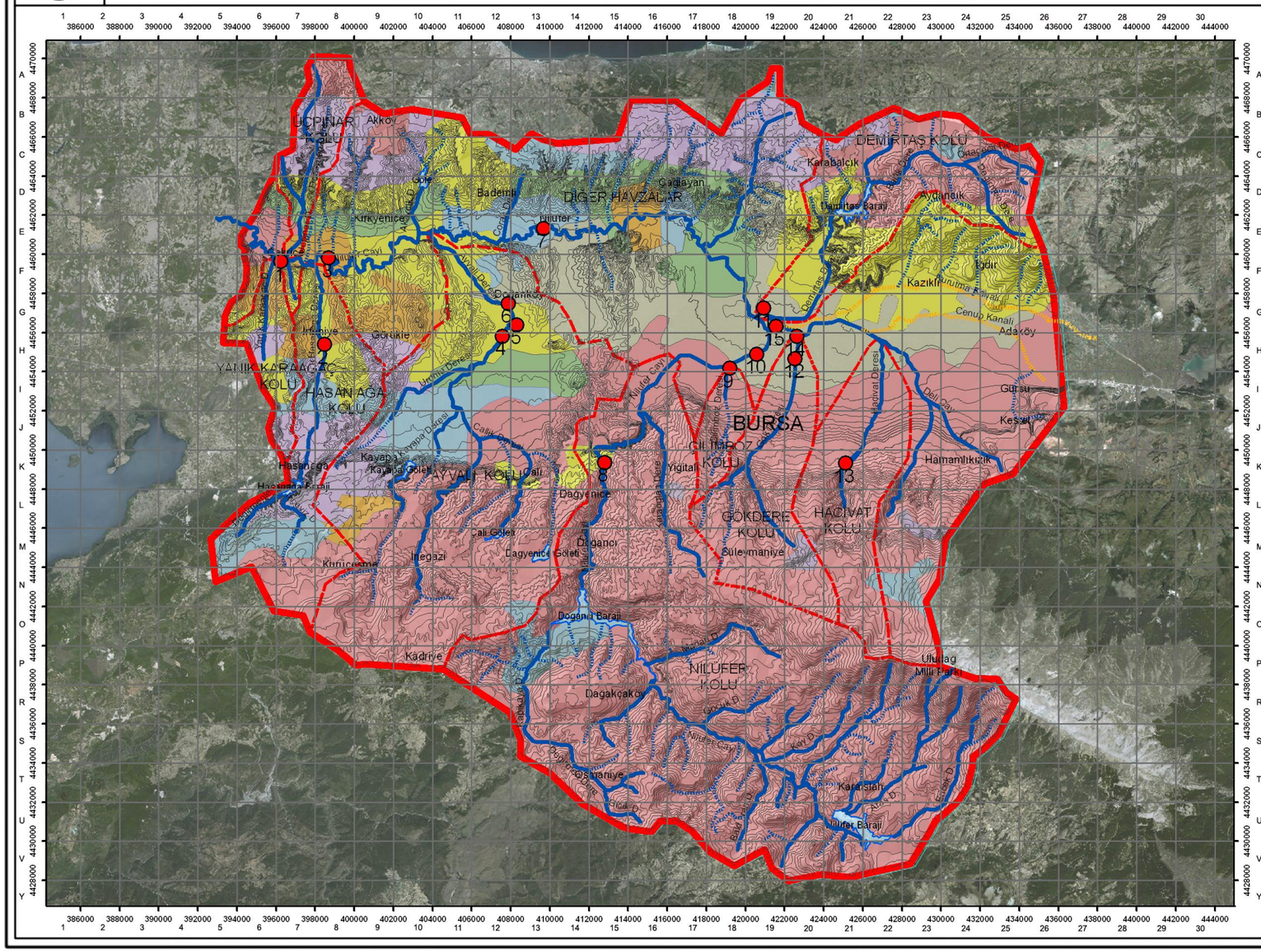
Çizelge: 5. 10 Nilüfer Çayı Havzası arazi yetenek sınıfları yüzölçümü ve yüzdesel dağılımı

TOPRAK YETENEK SINIFLARI	**Alanı (km²)**	**Yüzdesi**
1. Sınıf Toprak	60,58	4,70%
2. Sınıf Toprak	164,87	12,79%
3. Sınıf Toprak	42,75	3,32%
5. Sınıf Toprak	88,94	6,90%
6. Sınıf Toprak	106,17	8,24%
7. Sınıf Toprak	721,80	55,99%
Yerleşim	104,08	8,07%
TOPLAM	**1.289,19**	**100,00%**

Çizelge 5.10'da görüldüğü gibi 7. sınıf topraklar araştırma alanının %55,99'unu kaplamakta olup yetenek sınıfları içinde üst değeri oluşturmaktadır. Alt değeri ise %3,32'lik oranı ile 3. sınıf topraklar oluşturmaktadır. Tarımsal ve ekolojik öneme sahip olan 1. sınıf toprakların oranı ise %4,70 ile alt sınır değerine yakın bir değerdedir. Bursa Ovası ise 1. sınıf ve 2. sınıf toprak kabiliyetinde olup ova alanının büyük kısmı yerleşim ve sanayi tarafından kullanılmakta, tarım alanları her geçen yıl azalmaktadır.

YTÜ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANA BİLİM DALI DOKTORA PROGRAMI

BURSA / NİLÜFER ÇAYI'NIN BAŞKÖY KESTEL BÖLÜMÜ ARAZİ YETENEK SINIFLARI HARİTASI



K
B D
G

0 875 1.750 3.500 5.250 7.000 Meters

LEJAND

- ARAŞTIRMA ALANI
- ISTASYONLAR

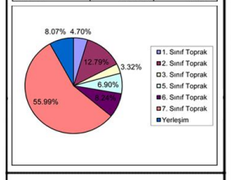
HİDROLOJİK YAPI

- BARAJ
- HAVZA SINIRLARI VE ALT KOLLARI
- KANAL
- MEVSİMSEL DERE
- SÜREKLİ DERE

TOPRAK KABİLİYETİ

- 1. SINIF TOPRAK
- 2. SINIF TOPRAK
- 3. SINIF TOPRAK
- 5. SINIF TOPRAK
- 6. SINIF TOPRAK
- 7. SINIF TOPRAK
- YERLEŞİM ALANI

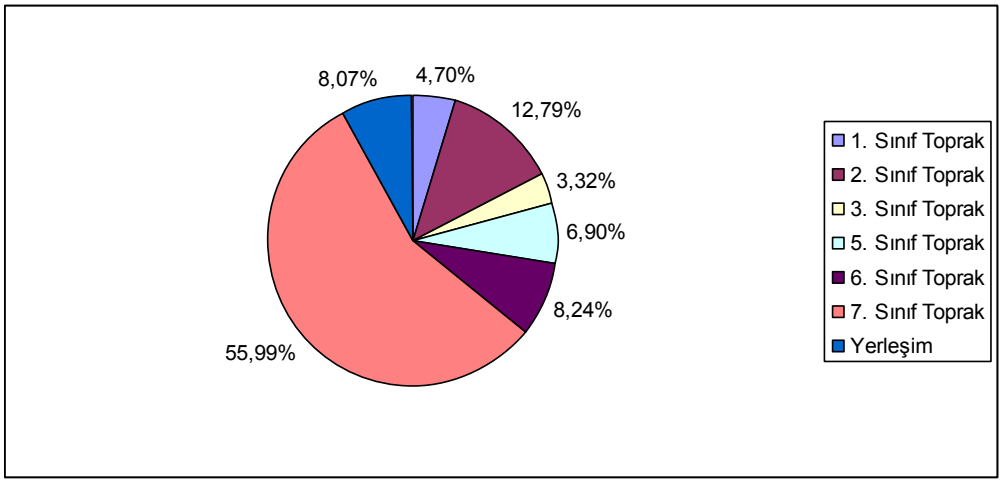
TOPRAK KABİLİYET SINIFLARI	Alanı (km2)	Yüzdesi
1. Sınıf Toprak	60.58	4.70%
2. Sınıf Toprak	164.87	12.79%
3. Sınıf Toprak	42.75	3.32%
5. Sınıf Toprak	88.94	6.90%
6. Sınıf Toprak	106.17	8.24%
7. Sınıf Toprak	721.80	55.99%
Yerleşim	104.08	8.07%
TOPLAM	1,289.19	100.00%



BURSA / NİLÜFER ÇAYI'NIN BAŞKÖY-KESTEL BÖLÜMÜ VE ALT HAVZALARININ KİRLİLİK / RİSK ANALİZİ

DOKTORA TEZİ
Ufuk Fatih KÜÇÜKALİ
Tez Danışmanı: Prof. Dr. Semra ATABAY

Şekil 5.13 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü Arazi Yetenek Sınıfları Haritası (Bursa İl arazi Varlığı, 1995 den yararlanarak hazırlanmıştır)



Şekil 5.14 Nilüfer Çayı Havzası arazi yetenek sınıflarının yüzdesel dağılımı [154]

Araştırma alanında yeralan başlıca arazi yetenek sınıflarının yüzölçümleri ve yüzdesel dağılımları alt havzalar temelinde değerlendirildiğinde; 1. sınıf toprakların Bursa Ovası ve Ayvalı Kolu Alt Havzası'nda; 2. sınıf toprakların Demirtaş Kolu Alt Havzası ve Ayvalı Kolu Alt Havzası'nda; 3. sınıf toprakların Hasanağa Kolu Alt Havzası'nda; 5. sınıf toprakların Ayvalı Kolu Alt Havzası, Hasanağa Kolu Alt Havzası ve Nilüfer Kolu Alt Havzası'nda; 6. sınıf toprakların Hasanağa Kolu Alt Havzası, Ayvalı Kolu Alt Havzası ve Üçpınar Kolu Alt Havzası'nda; 7. sınıf toprakların ise Nilüfer Kolu Alt Havzası, Ayvalı Kolu Alt Havzası, Gökdere Kolu Alt Havzası ve Hacivat Kolu Alt Havzası'nda yer aldığı görülmekte olup kapladıkları alanlar ve yüzdesel dağılımları Çizelge 5.11'de verilmiştir.

Çizelge 5.11 Nilüfer Çayı Havzası Alt Havzalarının toprak arazi yetenek sınıflarının yüzölçümleri

ALT HAVZALAR	TOPRAK KABİLİYET SINIFLARI							Toplam ALAN (km2)
	1. Sınıf Toprak	2. Sınıf Toprak	3. Sınıf Toprak	5. Sınıf Toprak	6. Sınıf Toprak	7. Sınıf Toprak	Yerleşim	
AYVALI	12,53	28,55	4,35	24,87	13,22	120,36	7,70	211,57
ÇİLİMBOZ						11,73	0,21	11,95
DEMİRTAŞ		23,72		1,46	3,18	39,85	3,90	72,11
DİĞER HAVZALAR	46,81	92,37	25,77	30,97	52,99	100,14	84,62	433,67
GÖKDERE					1,97	46,65	5,36	53,99
HACİVAT				0,53	0,17	50,04	2,29	53,03
HASANAĞA		9,80	6,80	18,01	17,77	13,49		65,86
NİLÜFER		2,03		11,20	0,91	334,04		348,18
ÜÇPINAR	1,24	2,74	1,01		10,75	5,38		21,12
YANIK KARAAĞAÇ		5,66	4,82	1,90	5,20	0,12		17,71
TOPLAM (km2)	60,58	164,87	42,75	88,94	106,17	721,80	104,08	**1.289,19**

5.6 İklim Durumu

İklim durumu tez çalışması çerçevesinde makro iklim ve mikro iklim olarak iki üst başlıkta değerlendirilmiştir. Araştırma alanındaki farklı iklim özelliklerine bağlı olarak ortaya çıkan kirlilik riskleri farklılık göstermektedir. Havzanın iklim durumunu belirleyen

sıcaklık, bulutluluk, nem, yağış ve rüzgâr özelliklerine göre; yeraltı - yüzeysel sular arasındaki hidrolojik ilişkiler ve toprakta suyun hareketini sağlayan süreçler (infiltrasyon, perkolasyon, permeabilite) farklılık göstermektedir. Çok yağış alan ve yüksek nem oranına sahip alanlarda toprağın suya doygunluğu yüksek olup toprak ve yeraltı suyu kirliliği riski düşüktür. Tam tersi yeterli yağışa sahip olmayan alanlarda infiltrasyon yüksektir. Buna bağlı olarak toprak ve yeraltı suyu kirliliği riski de yüksektir. İklimi oluşturan ve kirlilik riski açısından önem taşıyan elemenlar aşağıda detaylı olarak değerlendirilmektedir:

Yükseltileri birbirinden farklı iki saha sıcaklığı etkileyen diğer faktörler bakımından benzer şartlarda olsalar bile aynı derecelerde ısınmazlar. Dağlık alanlarla eteklerdeki düzlükler arasında büyük sıcaklık farkları oluşur. Yükselti özellikleri açısından Bursa'ya baktığımızda yükselti değerleri Bursa merkezinde ortalama 100 m'yi, Uludağ'ın doruğunda ise 2543 m'yi bulmaktadır. Bursa'nın genelinde yükseltinin kısa mesafelerde sık sık önemli ölçülerde değişmesi yağış ve sıcaklık koşullarınında buna paralel olarak değişmesine sebep olmaktadır. Örneğin ortalama yükseltinin 100 m olduğu Bursa merkezde 14,5 °C olan yıllık ortalama sıcaklık yükseltinin 1063 m olduğu Keles'te 9,5 °C'dir. Yine aynı sebebe bağlı olarak Uludağ'a düşen yıllık ortalama yağıs miktarının ancak yarısı kadarı Bursa Ovası'na düşmektedir [148].

Dağların uzanış yönleri ve bakı faktörününde Bursa ikliminin oluşmasında önemli birer rolü vardır. Bursa ve çevresindeki dağlar Türkiye'nin genelinde olduğu gibi doğu-batı yönünde uzanmaktadırlar. Böylece ilin kuzeyindeki Marmara Denizi'nden ve daha kuzeydeki Karadeniz'den gelen nemli hava kütleleri taşıdıkları nemi çoğu kez yöre dağlarının yüksek kesimlerine yağış olarak bırakmaktadır. Dağlar kuzeydeki denizlere paralel olarak uzandığından nemli hava kütlelerinin iç kesimlere gitmesi engellenmekte ayrıca denize uzak olan diğer yamaçlarda fön etkisine neden olmaktadırlar. Dağların uzanısının rüzgârların sapma ve kanalize olmalarındaki etkisi düşünüldüğünde; Bursa'daki hakim rüzgâr yönünün kuzeydoğu sektörlü olması daha iyi anlaşılacaktır.

Bakı, güneşten gelen enerjinin alınmasında çok önemli bir faktör olup, dağların güneye bakan yamaçları kuzeye bakan yamaçlarına göre çok daha fazla radyasyon almakta ve bundan dolayı da daha fazla ısınmaktadır. Özellikle güneye bakan eğimli yamaçlar eğim durumuna göre daha fazla enerji almakta olup, buna karsılık kuzeye bakan yamaçlar

daha az ısındıkları için nemli özellik gösterirler. Bu durum bitkilerin dağılışını, yerleşme ve tarımsal faaliyetleri doğrudan etkilemektedir. Örneğin Uludağ'ın Bursa merkezine bakan kuzey yamaçlarında kırsal yerleşme sayısı güney yamaçlara göre nemin fazlalığından dolayı çok daha fazladır. Çünkü nemin fazlalığı yağışı arttırmakta, bu durum tarımsal şartları olumlu etkilemektedir.

Havzanın morfolojisi; sıcaklık değişimleri ve don olayları; toprak yapısı, erozyon ve heyelan hareketlerini belirleyen bir yapıya sahiptir. İklim yapısı ayrıca havzadaki hidrolojik ilişkileri de belirlerek yüzeysel akış ve permeabiliteyi etkiler. Ayrıca havzadaki makro-mikro iklim yapısı flora ve fauna üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Sıcaklık, nem, rüzgâr, don olayları gibi parametreler floranın tür dağılımı ve tolerans aralıklarını da belirlemektedir.

5.6.1 Makro İklim

Marmara Denizi kıyı şeridinde yer alan Bursa'da genellikle Akdeniz iklimi yaygın olup; yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlıdır. Denizden uzaklaştıkça iç kısımlarda yarı karasal iklim görülmektedir. Bursa'da yağışın büyük bir kısmı yağmur şeklinde olmakla birlikte yükseltinin arttığı yerlerde kara dönüşmektedir. En sıcak aylar temmuz, ağustos, en soğuk aylar ise ocak ve şubat ayıdır. Yağışın en yoğun olduğu aylar ise kasım ve aralık aylarıdır (Çizelgelar 30 yıllık iklim verilerine göre yapılmıştır).

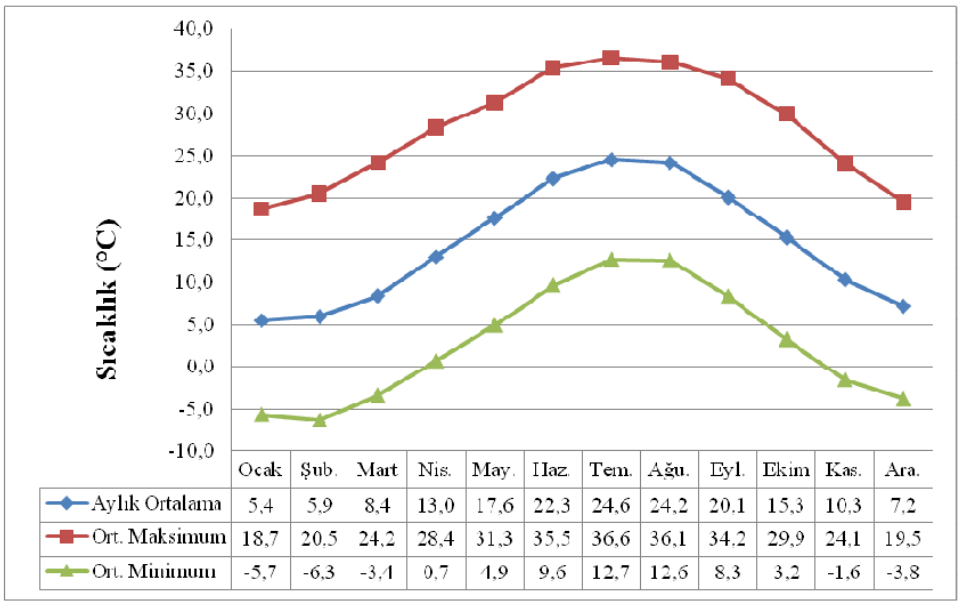
Sıcaklık

Bursa Meteoroloji istasyonundan alınan verilere göre en yüksek sıcaklık 21 Ağustos 1945'te 42,6 ºC, en düşük sıcaklık ise 9 Şubat 1929'da – 25,7 ºC olarak ölçülmüstür. Bursa kent merkezinde (Osmangazi, Nilüfer, Yıldırım, Kestel ve Gürsu ilçeleri) sıcaklık yılda ortalama 60,5 gün 30 ºC'nin üstüne çıkmakta, ortalama 34 gün ise 0 ºC'nin altına düşmektedir.

Bursa' da en sıcak ay ortalama 24,6 ºC ile temmuz ayı iken en soğuk ay 5,4 ºC ile ocak ayı olmustur. Günlük ortalama sıcaklık yaz aylarında sık sık 35 ºC'nin üstüne çıkmakta iken kış aylarında nadiren -7 ºC'ye düşmektedir (Şekil 5.16). Bursa ve çevresinde yapılan ölçümlere göre ortalama toprak sıcaklıkları toprak yüzeyinde (0 cm) 16,4 ºC olup en düşük değer olarak -8,0 ºC tespit edilmiştir. [155]



Şekil 5.15 Türkiye iklim haritası [156]



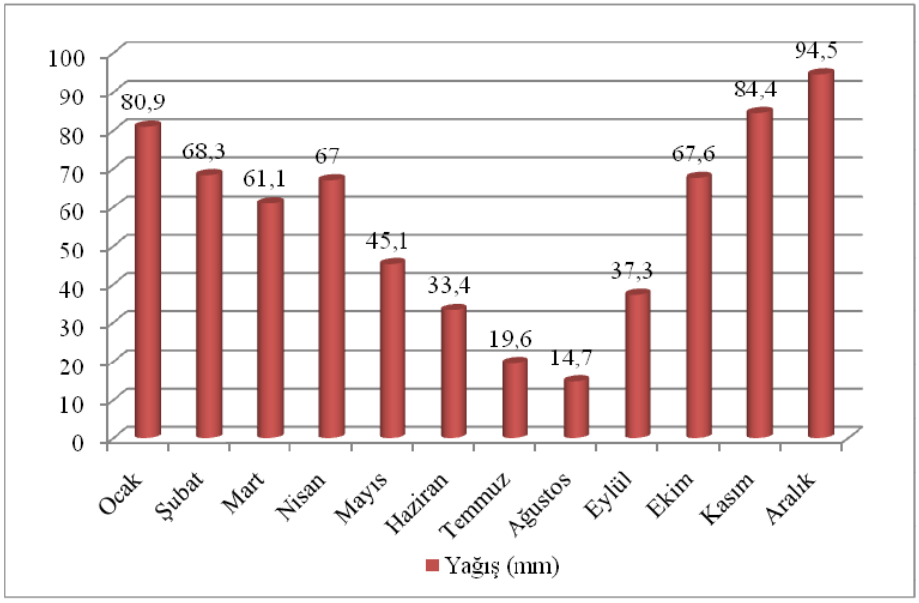
	Ocak	Şub.	Mart	Nis.	May.	Haz.	Tem.	Ağu.	Eyl.	Ekim	Kas.	Ara.
Aylık Ortalama	5,4	5,9	8,4	13,0	17,6	22,3	24,6	24,2	20,1	15,3	10,3	7,2
Ort. Maksimum	18,7	20,5	24,2	28,4	31,3	35,5	36,6	36,1	34,2	29,9	24,1	19,5
Ort. Minimum	-5,7	-6,3	-3,1	0,7	4,9	9,6	12,7	12,6	8,3	3,2	-1,6	-3,8

Şekil 5.16 Bursa meteoroloji istasyonuna ait aylık ortalama, aylık ortalama maksimum ve aylık ortalama minimum sıcaklık değerlerinin 32 yıllık (1975-2006) ortalaması [155]

Ortalama maksimum değerlere bakıldığında aylık ortalama değerler ile uyumlu olarak en yüksek değeri 36,6 ºC ile temmuz ayında görülmekte olup en düşük ortalama maksimum değeri ise 18,7 ºC ile ocak ayında görülmektedir. Ortalama minimum değerlere bakıldığında ise yine aylık ortalama değerler ile uyumlu olarak en yüksek değeri 12,7 ºC ile temmuz ayında, en düşük ortalama minimum değeri ise -5,7 ºC ile ocak ayında görülmektedir.

Yağış

Akdeniz ve Karadeniz iklimlerinin özelliklerini taşıyan Bursa'ya en çok yağış kış ve ilkbahar aylarında düşmektir. Bu nedenle, yaz döneminde de yağış almasına karşın ilde yağış rejimi bakımından Akdeniz ikliminin egemen olduğu söylenebilir. Bursa ve çevresindeki yağış rasatı yapan istasyonlardan alınan verilere göre; yıllık ortalama en az yağış 456,2 mm ile Yenisehir'de, yıllık en fazla yağış ise 782,9 mm ile Keles'te kaydedilmektedir. İl merkezinin yıllık yağış ortalaması ise 713,1 mm'dir. Bursa ve civarında en yağışlı ay aralık ayıdır (94,5 mm) iken en az yağışlı ay ağustos (14,7 mm) ayıdır (Şekil 5.17). Bursa'da gözlenen en şiddetli yağış 2 Ağustos 1942'de 180 dakika boyunca süren bir sağnak neticesinde meydana gelmiş ve bu sürede toplam 200,9 mm yağış düşmüştür [148].



Şekil: 5.17 Bursa Meteoroloji İstasyonu'na ait aylık ortalama yağış değerleri [155]

Bursa ilinde kar örtülü gün sayısı yılda 10 gündür. Yıllık ortalama kar örtüsü kalınlığı 66 cm'dir. Dolu yağışı pek görülmemekle birlikte, ortalama dolulu gün sayısı 0.7'dir.

Bursa ve çevresi, adveksiyon sisleri ile soğuk ve bulutsuz gecelerde meydana gelen radyasyon sis faaliyetlerine sahne olmaktadır. Marmara Denizi'nin nemli ve sıcak havasını getiren kuzey rüzgârları Bursa ve çevresinde özellikle ilkbahar aylarında sis olusumuna sebep olurlar. Sisin en fazla olduğu aylar şubat ve aralık aylarıdır. Bu aylarda en az 3 en fazla 10 gün sisli geçer.

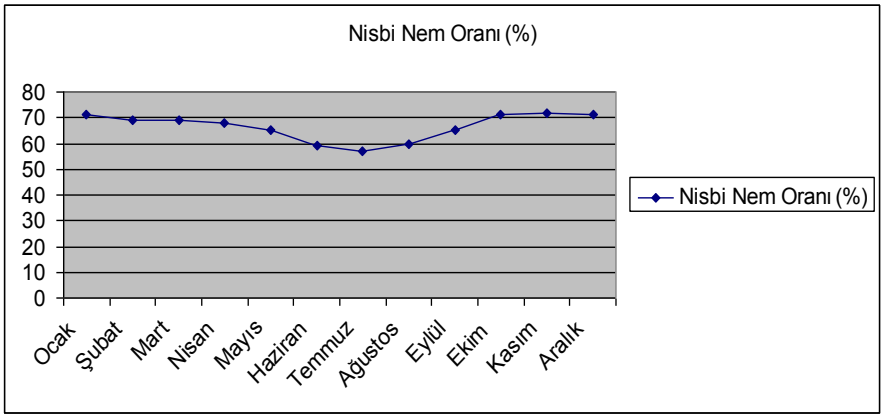
Çizelge 5.12 Kar, dolu, sis, kırağı [155]

Met. Ele.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Yıllık
KÖGS[1]	3.6	4.3	1.1	-	-	-	-	-	-	-	0.1	1.7	**10.8**
EYKÖK[2] **(cm)**	28.0	66.0	21.0	-	-	-	-	-	-	-	2.0	13.0	**66.0**
OSGS[3]	3.1	2.7	2.2	1.6	1.1	0.3	0.1	0.3	0.8	2.9	4.0	3.8	**22.6**
ODGS[4]	-	0.0	0.1	0.1	0.2	0.0	0.0	-	-	0.1	-	0.1	**0.7**
OKGS[5]	6.0	5.2	4.7	1.0	0.1	-	-	-	-	0.4	4.1	5.4	**26.7**
OOGS[6]	0.3	0.4	0.8	1.9	3.1	3.6	1.8	1.8	1.7	1.6	1.0	0.7	**18.7**

Nem

Bursa'da ortalama nispi nem değeri %66'dır. Sıcaklık yükseldikçe nispi nem azaldığından yaz mevsiminin başlaması ile haziran, temmuz ve ağustos aylarında nemde belirgin bir düşme olmakta, eylül ayından itibaren ise sıcaklık düşmeye baslayınca nispi nemde de bir artış görülmektedir (Şekil 5.18). Bursa'da nisbi nem kuzeyden güneye doğru gidildikçe topoğrafya faktörlerine bağlı olarak artmaktadır.

Çizelge 5.13'deki 1975-2006 yılları arasında yapılmış olan aylık ortalama nisbi nem ölçümlerine bakıldığında; en yüksek aylık ortalama nisbi nem kasım ayında %72 olarak ölçülmüş olup, ardından ocak, ekim ve aralık aylarında %71 değerindedir. En düşük aylık nisbi nem değeri ise %58 ile temmuz ayındadır.



Şekil 5.18 Nisbi nem oranı [155]

[1] KÖGS: Kar örtülü günler sayısı
[2] EYKÖK:En yüksek kar örtüsü kalınlığı
[3] OSGS: Ortalama sisli gün sayısı
[4] ODGS: Ortalama dolulu gün sayısı
[5] OKGS: Ortalama kırağılı gün sayısı
[6] OOGS: Ortalama orajlı gün sayısı

Çizelge 5.13 Bursa Meteoroloji İstasyonu'na ait 32 yıllık (1975-2006) nisbi nem değerleri [155]

Rasat Say.	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
32	71	70	68	67	65	59
Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık Ort.
58	60	65	71	72	71	66

Rüzgâr

Meteorolojinin 30 yıllık ölçümlerine göre rüzgârlar ağırlıklı olarak kuzey, doğu, kuzeydoğu ve güneybatı yönlerinden esmekte olup, kuzeydoğu rüzgârları Bursa'da hâkim rüzgârlar olarak görülmektedir. Hakim rüzgâr yönü 1. derecede kuzeydoğu, 2. derecede doğu ve 3. derecede doğu - kuzeydoğudur. 1. derecede hakim rüzgâr yönünde ortalama rüzgâr hızı 2,7 m/sn, 2. derece hakim rüzgâr yönünde ortalama rüzgâr hızı 2,6 m/sn, 3. derece hakim rüzgâr yönünde ortalama rüzgâr hızı 2,4 m/sn'dir

Kuzeyden esen yıldız rüzgârı en çok temmuz ve ağustos aylarında, güneyden esen kıble en çok kasım, aralık, ocak, şubat aylarında, batıdan esen günbatısı en çok mart ve nisan aylarında, doğudan esen gündoğusu en çok ocak, şubat ve kasım aylarında, kuzeybatıdan esen karayel en çok temmuz ve ağustos aylarında, güneydoğudan esen keşişleme en çok kasım ayında, kuzeydoğudan esen poyraz en çok temmuz ve eylül aylarında, güneybatıdan esen lodos ise en çok nisan ve mayıs aylarında etkili olmaktadır.

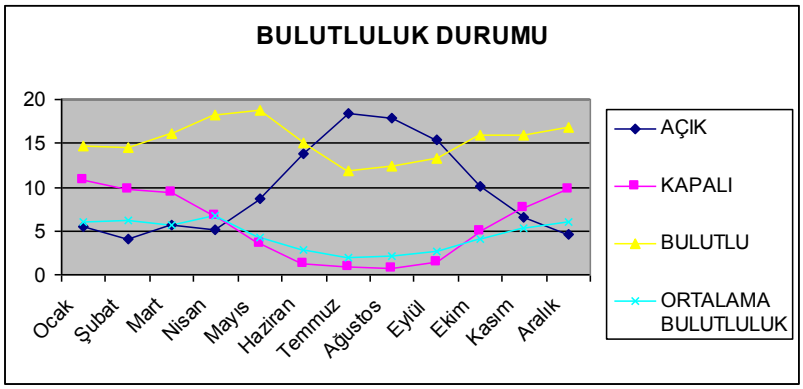
Kuzeydoğudan esen poyraz rüzgârı yıl boyunca etkili olmakla birlikte ildeki hâkim rüzgârdır. Güney ve güneydoğudan esen rüzgârlar ise ilde çok etkisizdir.

Bulutluluk

Meteorolojiden alınan bilgilere göre Bursa'da havanın en fazla açık olduğu ay 18,4 gün ile temmuz ayı; havanın en fazla kapalı olduğu ay 10,8 gün ile ocak ayıdır. Bulutluluk ve sıcaklık arasındaki bağlantıyı iki parametreninde maksimum ve minimum yaptığı ayların dağılımından görülebilmektedir (Şekil 5.19) [155].

Çizelge 5.14 Bulutluluk durumu

AYLAR	AÇIK	KAPALI	BULUTLU	ORTALAMA BULUTLULUK
Ocak	5,5	**10,8**	14,7	6
Şubat	4	9,8	14,5	6,2
Mart	5,6	9,3	16,1	5,7
Nisan	5,1	6,7	18,2	6,7
Mayıs	8,6	3,6	18,8	4,2
Haziran	13,8	1,2	15	2,8
Temmuz	**18,4**	0,8	11,8	2
Ağustos	17,9	0,7	12,4	2,1
Eylül	15,4	1,4	13,2	2,6
Ekim	10,1	5	15,9	4,1
Kasım	6,5	7,6	15,9	5,3
Aralık	4,6	9,7	16,8	6
Yıllık	115,5	66,6	183,3	4,5



Şekil 5.19 Bulutluluk durumu

Basınç

Bursa Meteoroloji İstasyonu'ndan alınan basınç verileri incelendiğinde; basıncın genellikle yaz aylarının kış ve ilkbahar aylarına göre daha düşük değerler gösterdiği görülmüştür. Yaz ayları ile kış ayları arasındaki basınç farklılığı çok açıktır. Karaların iç kısımları ilkbahar ve yaz aylarında ısınmaya başlar. Böylelikle yüksek basınç yerini konvektiv faaliyetlere bırakır. İlkbaharda Bursa ve çevresi daha çok Balkanlar'dan ve Romanya üzerinden gelen barometrik asgarilerin etkisi altına girer. İngiltere'nin güneydoğusundaki Gaskonya Körfezi'nde oluşarak doğuya doğru ilerleyen depresyonlar Orta Avrupa'yı aşıp Akdeniz'e inmektedirler. Aynı depresyonlar Cenova Körfezi'nde parçalanarak Yunanistan'a ve Ege Denizi'ne inerler, burada iki kola ayrılan depresyonların bir kısmı Akdeniz'i bir kısmı ise Karadeniz ve Marmara Bölgeleri'ni etkisi

altına alır. Yaz mevsiminde ölçülen basınç değerleri ise Tibet kaynaklı olup, Irak üzerinden gelen termik alçak basıncın bölgeyi etkilemesinden kaynaklanmaktadır. Böylece bu mevsimde Bursa ve çevresinde hava genelde açık olur. Kış mevsiminde Bursa ve çevresi Doğu Anadolu Bölgesi'ne yerleşen antisiklon sahasından güneydeki siklon sahasına doğru akan hava hareketlerinin tesirinde kalır [155].

Çizelge:5.15 Bursa Meteoroloji İstasyonu'na ait 32 yıllık (1975-2006) basınç değerleri [155]

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
Ort. Yerel Basınç (mb)	1007,7	1006,7	1005,1	1002,2	1002,7	1001,5
En Yüksek Yerel Basınç (mb)	1028	1025,4	1026,8	1019,4	1012,4	1011,6
En Düşük Yerel Basınç (mb)	977,4	980,2	981,1	984,3	989,3	988,3
	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Ort. Yerel Basınç (mb)	1000,3	1000,9	1004,1	1006,9	1007,5	1007,6
En Yüksek Yerel Basınç (mb)	1009,6	1010,4	1015,7	1017,9	1022,6	1023,7
En Düşük Yerel Basınç (mb)	989,8	989,7	990,4	992,3	986,7	979,5

Çizelge 5.15'te de görüldüğü gibi ortalama en yüksek yerel basınç 1007,7 mb ile ocak ayında, ortalama en düşük yerel basınç ise 1000,3 mb ile temmuz ayında görülmektedir.

Bütün parametreler incelendiğinde Bursa Ovası'nın, bir yandan Akdeniz, bir yandan iç bölgelerin karasal step iklimi, diğer yandan da Karadeniz ikliminin değişik oranlarda etkisinde kalan, geçiş tipi bir iklime sahip olduğu anlaşılır.

5.6.2 Mikro İklim

Bursa kent merkezi ılıman bir iklime sahip olmasına rağmen, Marmara Denizi'ne yakın olması, dağların denize paralel olarak uzanması, dağlarla çevrili geniş çukurlukların varlığı, kuzeyden gelen Avrupa ve Karadeniz kökenli hava akımlarına açık olması, dağlık alanların özellikle Uludağ'ın önemli bir yer kaplaması ayrıca yükselti farklılıkları gibi etkenlerden dolayı ilin genelinde iklim çesitliliği görülmektedir. Yer yer kısa mesafelerde iklim elemanlarının özelliklerinde büyük farklılıklar görülebilmektedir.

Bursa il merkezi ve çevredeki diğer meteoroloji istasyonlarının iklim elemanlarına ait ortalama kayıtlarına bakıldığında Akdeniz ikliminin hakim olduğu görülür. Ancak tipik

Akdeniz iklimi özelliği gösteren yörelerde bile bazı yıllarda çok farklı iklim tiplerinin etkileri kendini hissettirir. Akdeniz, Karadeniz ve step iklim tipleri, bazı yıl ve mevsimlerde egemen oldukları belli alanlardan komşu alanlara doğru taşarak Marmara Bölgesi ve Bursa iklimine daha değişken bir karakter kazandırırlar [157]. Böylelikle Bursa'nın iklimi, Marmara Bölgesi'nin geçiş şartlarını yansıtır.

Uludağ'ın ise kendine has, Bursa il merkezi ve çevre ilçelerden çok daha farklı bir iklimi vardır. [157]'ye göre dağ iklimi adı verilen bu iklim tipi Marmara Bölgesi'nde yalnızca Uludağ'da görülmektedir. Uludağ'da yıllık sıcaklık ortalamaları (4,6 ºC) Bursa il merkezinden yaklaşık 9,8 ºC daha düşüktür. Uludağ'da ortalama en yüksek sıcaklık 8,1 ºC, ortalama en düşük sıcaklık ise 1,5 ºC'dir. Yıllık sıcaklık farkı oldukça önemli olup 20 ºC'ye kadar varmaktadır. Ancak Uludağ Meteoroloji İstasyonu'nda kaydedilen aylık ortalama sıcaklıkların Bursa sıcaklıklarındaki azalma ve çoğalmalar ile paralel bir ilişki gösterdiği görülmektedir. Uç değerler de bile bu paralelliği görmek mümkündür [157]. Yükselti sebebiyle yağışlar 1000 - 1600 mm ortalama ile neredeyse Bursa'nın iki katı kadardır. Bursa'da sonbaharın ilkbahardan daha yağışlı geçmesine karsılık Uludağ'da ilkbahar yağışları daha önemlidir. Rüzgâr rejimi bakımından hakim yönler sırasıyla kuzeydoğu (%26) ve güneybatı (%23,3)'dır.

Ortalama nisbi nem Uludağ'da % 70'tir. Nisbi nemin en fazla olduğu ay % 82 ile şubat, en düşük olduğu aylar ise % 57 ile temmuz ve aralık aylarıdır. Uludağ'da ortalama bulutluluk 5, ortalama açık gün sayısı 120, ortalama bulutlu gün sayısı 19, ortalama kapalı günler sayısı ise 86'dır. Gerek depresyonik hava hareketleri, gerekse engebeli yersekilleri Uludağ'da yağışın fazlaca düşmesine neden olmaktadır. Uludağ'da ortalama yıllık yağış miktarı 1541,5 mm'dir. Bu yağışların % 45'i kış mevsiminde, % 26'sı ilkbaharda, % 17'si sonbaharda ve % 12'si ise yaz mevsiminde düşmektedir. Kar yağışının en çok aralık ve ocak aylarında görüldüğü Uludağ'da yerin karla örtülü kaldığı günlerin yıllık ortalaması ise 171'dir [157].

5.7 Bitki Örtüsü

Flora havzadaki hidrolojik yapı üzerinde etkilidir. Evapotransprasyon oranı vejetasyonun kapalılığıyle doğru orantılıdır. Flora yeraltı - yüzeysel suların bilançosu ve kimyasal içeriğinde de değişime neden olur. Vejetasyon toprak içindeki su

hareketlerinde özellikle yüzeysel akış, perkolasyon ve permeabilite oranları üzerinden etkiye sahiptir.

Floraya bağlı olarak toprağı kaplayan ölü örtünün sağladığı organik materyal toprak kimyasında değişime neden olur. Ayrıca bitki köklerinin mekanik etkisi de toprak tekstrüründe değişime sebep olurken kökler ile toprak tanecikleri arası oluşan kimyasal değişimler sonucunda toprak suyu ve toprak havasında farklılıklar gözlenir. Flora iklimde yumuşamaya neden olur. Ormanlık alanlardaki iklim olayları (nem, güneşlenme, solar radyasyon, rüzgâr durumu) birbirinden farklıdır. Floradaki tüm değişimler de doğrudan ya da dolaylı olarak faunayı da belirler.

Bursa bitki coğrafyası bakımından Akdeniz ve Karadeniz iklimleri arasında geçiş zonunda yer almaktadır. Bu durumun doğal sonucu olarak bölgede, bitki örtüsü açısından bu iki farklı iklim özellikleri bir arada bulunur. Genel olarak Bursa ili, yüksekliğe bağlı ağaç zonasyonunda, 200 m'ye kadar Akdeniz elemanları olan zeytin, kızılçam ve maki elemanları, 200 m ile 500 m arası kestane, karaçam, 800 m'den sonra Karadeniz elemanı olan kayının ve 1200 m'den sonra da karışık ve saf göknar toplulukları yer alır. Orman yönünden zengin olan Bursa'da dağların kuzeye bakan yamaçlarında Karadeniz'in nemcil özelliği görülür.

Araştırma alanının florası incelendiğinde türleri, familyaları ve nisbi bolluk derecelerine göre aşağıdaki çizelgede verilmektedir:

Araştırma alanında bulunan endemik türler ile, risk altında bulunan ya da yok olma tehlikesi ile karşı karşıya olan türler[1] incelendiğinde Avrupa ve Türkiye endemik türleri içinde çok önemli bir yere sahip olduğu ve biyolojik çeşitliliğin korunmasına yönelik uluslararası anlaşmalarca ortaya konulan bitki türlerini de içerdiği görülmektedir.

[1] Campanula ıyrata ssp. Iyrata (Çan çiçeği), Ballota nigra ssp. anatolica (ball boğagillerden) Stachys cretica ssp. anatolica (ballı boğagillerden), Astragalus prusianus (geven), Onobrychic armena (Korunga), Trifolium caudatum (üçgül, tırtıl), Eryngium bithynicum (maydanozgillerden), Ferulago silaifolia (maydanozgillerden) [158]

Çizelge 5.16 Nilüfer Çayı Havzası florası [158]

Türler	Familya	Nisbi Bolluk	Türler	Familya	Nisbi Bolluk
Achillea nobilis	Compositae	Orta derecede bol	**Ononis spinosa**	Leguminosae	Orta derecede bol
Amygdalus orientalis	Rosaceae	Nadir	**Origanum onites**	Labiatae	Nadir
Anthyllis harmanniae	Leguminosae	Nadir	**Platanus orientalis**	Platanaceae	Bol
Arbutus unedo	Ericaceae	Nadir	**Paliurus aculeatus**	Rhamnaceae	Orta
Artemisia santonicum	Asteraceae	Orta derecede bol	**Paliurus spinachristi**	Rhamnaceae	Bol
Asparagus acutifolius	Liliaceae	Nadir	**Phillyrea latifolia**	Oleaceae	Bol
Calycotome villosa	Leguminosae	Nadir	**Phillyrea media**	Oleaceae	Bol
Celtis australis	Ulmaceae	Nadir	**Phlomis cretica**	Labiatae	Bol
Ceratonia siliqua	Caesalpiniaceae	Bol	**Pinus nigra**	Pinaceae	Bol
Cichorium intybus	Asteraceae	Bol	**Pistacia palaestina**	Anacardiaceae	Bol
Cirsium arvense	Compositae	Nadir	**Pistacia terebinthus**	Anacardiaceae	Orta derecede bol
Cistus creticus	Cistaceae	Nadir	**Potentilla reptans**	Rosaceae	Orta derecede bol
Cistus parviflorus	Cistaceae	Bol	**Pyrus amygdaliformis**	Rosaceae	Nadir
Cornus mas	Cornaceae	Orta derecede bol	**Pyrus salicifolia**	Rosaceae	Nadir
Colhum temulentuna	Gramineae	Nadir	**Quercus coccifera**	Fagaceae	Çok bol
Coridothymus capitatus	Labiatae	Nadir	**Quercus infectoria**	Fagaceae	Bol
Crataegus monogyna	Rosaceae	Bol	**Rhamnus alaternus**	Rhamnaceae	Nadir
Cynadan dactylon	Gramineae	Nadir	**Rhus coriaria**	Anacardiaceae	Nadir
Daphne serrica	Thymelaeceae	Nadir	**Rosmarinus officinalis**	Labiatae	Bol
Doronicum orientale	Compositae	Nadir	**Rubus canescans**	Rosaceae	Bol
Erica manipuliflora	Ericaeae	Nadir	**Salvia triloba**	Labiatae	Nadir
Euphorbia hierosolymitan	Euphorbiaceae	Nadir	**Sarcopoterium spinosu**	Rosaceae	Nadir
Filipendula vulgaris	Rosaceae	Nadir	**Scilla bifolia**	Liliaceae	Orta derecede bol
Fontanesia philiraeoides	Oleaceae	Orta derecede bol	**Sideritis virgata**	Labiatae	Nadir
Fumana arabica	Cistaceae	Bol	**Smilax asperna**	Smilacaceae	Nadir
Genista acanthoclada	Leguminosae	Orta derecede bol	**Spartium junceum**	Leguminosae	Nadir
Inula heterolepis	Compositae	Nadir	**Spiraea crenata**	Roseceae	Nadir
İnula viscosa	Compositae	Orta derecede bol	**Stachyi palustris**	Labiatae	Nadir
Lactuca serriola	Compositae	Nadir	**Styrax officinalis**	Styracaceae	Nadir
Lamium amplexicaule	Labiatae	Bol	**Tamus communis**	Dioscoreaceae	Nadir
Lavandula stoechas	Labiatae	Nadir	**Teucrium chamaedrys**	Labiatae	Nadir
Legousia speculum-venei	Campanulaceae	Nadir	**Teucrium polium**	Labiatae	Nadir
Linum stictum	Linaceae	Nadir	**Thymbra spicata**	Labiatae	Nadir
Matricaria chamomilla	Asteraceae	Bol	**Thymelaea passerina**	Thymelaeaceae	Nadir
Medicago marina	Fabaceae	Orta derecede bol	**Trifolium campestre**	Fabaceae	Nadir
Morina persica	Dipsacaceae	Nadir	**Veronica verna**	Scrophulariaceae	Orta derecede bol
Muscari rasemosum	Liliaceae	Bol	**Vitex agnus-castus**	Verbenaceae	Nadir

Bursa'daki yaban hayatı, Türkiye geneline paralel olarak, fazlaca zarar görmüş olup; karacanın, geyiğin ve yerli sülünün nesli hemen hemen tükenme noktasına gelmiş, alınan koruma ve üretim tedbirleri ile neslin yok olması şimdilik önlenmiştir. İnegöl-Boğazova ve Uludağ silsilesinin doğuya doğru uzantısında halen bir miktar geyik ve ayı; Karacabey, Karadağ, Paşalar ve Sarnıç mıntıkalarında karaca; Çamlıca Köyü kuzeyinde bir miktar yerli sülün bulunmakta ve zaman zaman görülen yavrularla üreme olduğu tespit edilmektedir. Keklik, çil ve tavşan bilhassa av koruma alanlarında ve ağaçlandırma sahalarında üremekte ise de usulsüz avlanmalar önlenemediğinden yeterli düzeyde korunamamaktadır. Çakal ve yaban domuzu tüm ormanlık alanlarda bol miktarda bulunmaktadır. Ayrıca yaşama alanlarının yok edilmesi ile birey sayısı çok azalmış olan yaban kedisinin Uludağ havalisinde ve Karadağ'da bulunduğu tespit edilmiştir [148].

Birey sayısı çok azalan ve koruma altına alınan sakallı akbaba ve apollon kelebeği de Uludağ Milli Parkı'nda bulunmaktadır. Bursa İli sulak alanları özel fauna varlığına

sahiptir. Uluabat Gölü göçmen kuşlar için önemli bir konaklama yeri teşkil etmektedir. Gerek sonbahar gerekse ilkbahar göçlerinde yoğun kuş topluluklarının barınması ve beslenmesine olanak sağlamaktadır. Bursa'da görülen kürklü hayvanlar olarak tavşan, tilki ve ayı sayılabilir. Bursa -Karacabey İlçesi ova korusu bölgesinde 50 dekar doğal ormanlık arazide, ayılar Turizm Bakanlığı'nın katkısıyla oluşturulan bir proje ile korunmaya alınmışlardır. Bursa Ovası'nda nadir bulunan hayvanların listesi[1] (Bern sözleşmesi) incelendiğinde bu türlerin bütün Türkiye için de nadir olduğu, büyük oranda aşırı avlanma sonucu azaldığı görülmektedir[148].

Ormanlar

Bursa ilinin genel alanı 1081,95 km²'dir. Bu alanın 490,32 km²'si (% 45,3) ormanlık alan olup geri kalan 591,63 km²'si ise (% 54,7) açıklık alandır. Bursa İli Orman Bölge Müdürlüğü'nün 2010 yılı verilerine göre ormanların genel durumu aşağıda verilmiştir.

Araştırma alanı içindeki ormanlarda; bazı yerlerde Meşe, Kayın, Karaçam gibi tek bir ağaç türünün oluşturduğu saf meşcereler şeklinde, çoğunlukla da iki veya daha fazla sayıda ağacın katılımıyla oluşan karışık meşcereler şeklinde yayılış göstermektedir.

Çizelge 5.17 Bursa İli'nde yer alan ormanların genel durumu [148]

Orman Türü	Yüzölçümü (km2)	Toplam (km2)
Normal Koru	238,09	
Bozuk Koru	114,37	
Toplam Koru		**352,46**
Normal Baltalık	61,84	
Bozuk Baltalık	76,02	
Toplam Baltalık		**137,86**
Toplam Orman Alanı		**490,32**
Toplam Verimli Orman	299,94	
Toplam Bozuk Orman	190,38	
Toplam Orman Alanı		**490,32**

Çizelge 5.18 Nilüfer Çayı Havzası alt havzaların orman varlıkları

Orman alanları (km2)										
Ayvalı Kolu	Cilimboz Kolu	Demirtaş Kolu	Gökdere Kolu	Hacivat Kolu	Hasanağa Kolu	Nilüfer Kolu	Üçpınar Kolu	Y. Karaağaç Kolu	Diğer Havzalar	TOPLAM
104,76	4,69	33,60	35,08	30,24	36,05	327,58	8,16	0,61	88,48	**669,25**

[1] Alectoris chukar (kınalı keklik), Falko peregrinus (doğan), Phalacrocorax corbo (karabatak), Picus viridis (yeşil ağaçkakan), Podiceps cristatus (tepeli batağan), Streptopelia turtur (üveyik), Upupa epops (ibibik), Lepus europaeus (yabani tavşan), Meles meles (porsuk)

Çizelge 5.18'de de görüldüğü gibi alt havzalar bazında en büyük yüz ölçüme sahip orman alanı bulunan alt havza Nilüfer Kolu Alt Havzası olup ardından Ayvalı Kolu Alt Havzası gelmektedir.

Bursa ormanlarını oluşturan asli ağaç türleri, yayılış alanları ve il orman alanına oranları aşağıda verilmiştir [148]:

Çizelge 5.19 Bursa ormanlarının türleri, yayılış alanları ve alansal yüzdeleri

Ağaç Türü	Yayılış Alanı (km^2)	Yüzdesi %
Kızılçam	98,68	20,2
Karaçam	120,48	24,6
Sarıçam	1,35	0,3
Göknar	5,99	1,2
Fıstıkçamı	4,87	0,9
Sahilçamı	5,79	1,2
Kayın	104,68	21,4
Meşe	144,04	29,3
Kavak	0,16	0
Kestane	0,47	0,1
Ihlamur	3,81	0,8
TOLPLAM	490,32	100

Bursa ormanlarının ana yayılış alanı, kuzeybatı Anadolu'nun en yüksek dağı olan ve güney Marmara boyunca doğu-batı istikametinde uzanan Uludağ'dır. Ayrıca araştırma alanının kuzey sınırlarını oluşturan Samanlı Dağları ve orta kesimlerde yer alan Katırlı Dağları'da önemli bir orman varlığına sahiptir. Uludağ barındırdığı çok sayıda endemik bitki türünün yanı sıra kendi adıyla literatüre giren Uludağ Göknarı'nın da vatanıdır. Uludağ'ın bir diğer özelliği ise; 150 m'den başlayıp kısa mesafede 2500 m rakıma ulaşan yükselti ve buna bağlı olarak değişen iklimsel özelliklerinin getirdiği zengin biyolojik çeşitliliktir.

5.8 Doğal Çevre Sorunları

Erozyon Durumu

Doğal yapı özellikleri olan iklim durumu, topografik yapı, orman durumu ve akarsuların hidrolojik özelliklerine bağlı olarak erozyon oluşmaktadır. Bunun yanında sosyo-ekonomik faktörler açısından yanlış arazi kullanımı, aşırı otlatma, orman kesimi ve çarpık kentleşme de erozyona sebep olmaktadır.

Araştırma alanında en sık karşılaşılan erozyon türleri oluk ve oyuntu erozyon şekillerindeki su erozyonudur. Daha hafif düzeylerde rüzgâr erozyonu ve heyelan erozyonu ile karşılaşılabilmektedir. Araştırma alanı topraklarının %59'u şiddetli erozyona, %13,1'i orta derecede erozyona, % 2,7'si çok şiddetli erozyona uğramış alanlardır. %15,2'si ise hiç erozyona uğramamış alanlardır. Orta derecede erozyona uğramış toprakların %44'ü kuru tarım, %4'ü sulu tarım, %7'si bağ-bahçe, %5'i özel ürün, % 3'ü çayır-mera, %33'ü orman ve kalan % 4'lük kısmı diğer kullanım alanı olarak değerlendirilmektedir [148].

Araştırma alanında yağış rasatı yapan istasyonlardan alınan verilere göre; yıllık ortalama en az yağış 456,2 mm ile Yenişehir'de, yıllık en fazla yağış ise 782,9 mm ile Keles'te kaydedilmektedir. İl merkezinin yıllık yağış ortalaması ise 713,1 mm'dir. Araştırma alanının güneyinde denize paralel uzanan ve doğal bir eşik olan Uludağ'ı aşarak güneye geçmek isteyen nem yüklü hava kütleleri yükselmek durumunda kaldığından yağış bırakmakta ve araştırma alanının en eğimli bölgelerinin en çok yağış alan bölgeler olduğu görülmektedir. Bu durumun erozyona neden olması beklenmekte iken Uludağ'daki orman alanları erozyonu kısmen engelleyen bir yapı sergilemektedir.

Araştırma alanının jeomorfolojik yapısı erozyon durumu üzerinde belirleyici bir özellik taşımaktadır. Yerçekimine bağlı olarak malzemelerin taşınması tamamen eğimin denetlediği süreçlerle gerçekleşir. Eğim havzada özellikle erozyon, heyelan hareketleri ve buna bağlı olarak toprak yapısı ve arazi kullanımı üzerinde etkiye sahiptir. Araştırma alanında eğim derecelerine göre yüzölçümleri ve yüzdesel değerleri incelendiğinde eğim derecelerinin araştırma alanı içindeki yüzdesel dağılımı ve eğimli alanların lokasyonları ile erozyon durumu arasında doğru orantı olduğu görülmektedir. Araştırma alanının büyük bir kısmının %46,49'luk oran ile düz veya düze yakın 0-5 derece eğime sahip olmasına rağmen, %30'luk kısmında orta derecede erozyon görülmektedir. Ardından 15-40 derece aralığında eğime sahip alanlar %26,70 değeri ile gelmekte olup orta ve şiddetli derecede erozyona uğramış alanları temsil etmektedir. Eğimin 40 dereceyi geçtiği alanlar ise 11,67 km² ile tüm araştırma alanının %0,92'sini oluşturmakta olup bu alanlarda çok şiddetli erozyon görülmektedir (Şekil 5.4).

Araştırma alanında orman alanlarının güncel arazi kullanımında diğer arazi kullanımlar içindeki yüzdesel oranları incelendiğinde; araştırma alanında %52,09 ile orman alanları

en yüksek değere sahiptir. Orman alanlarının dağılımını alt havzalar açısından değerlendirdiğimizde en çok 327,58 km² ile Nilüfer Kolu Alt Havzası'nda, ardından 104,76 km² ile Ayvalı Kolu Alt Havzası'nda orman alanı bulunmaktadır. Doğal yapı açısından araştırma alanının güney kısımlarında yer alan Nilüfer Kolu Alt Havzası'nın Uludağ'ın güney yamaçlarını içine alması ve jeomorfolojik yapının orman gelişimine uygun bir iklim ve toprak özellikleri ortaya koymasına, aynı şekilde eğim değerlerinin genelde 40 derecenin üzerinde olmasına bağlı olarak bu alanlar orman alanı olarak kalmıştır ve buralarda orta şiddette erozyon görülmektedir.

Heyelanlı Sahalar

Özellikle Alacahırka, Demirkapı ve Mollaarap'ta %45'ten fazla eğimden kaynaklanan heyelanlar görülmektedir [143].

BÖLÜM 6

ARAŞTIRMA ALANININ ARAZİ KULLANIMI VE NAZIM İMAR PLANLARI

Bursa Nilüfer Çayı Başköy – Kestel Bölümü ve alt havzalarının kirlilik ve risk analizinin yapıklabilmesi için Bursa'da tarihsel perspektifte yapılmış olan nazım imar planlarının ve mevcut imar planlarının getirdiği kararlar, uygulamalar ve arazi kullanımdaki yansımalarının incelenmesi gerekmektedir.

6.1 Tarihsel Süreçte Bursa Kentinin Mekânsal Oluşumu

Bursa kentinin tarihsel süreçte nasıl bir gelişim çizgisine sahip olduğunun analizi, 21. yüzyıl Bursa'sının kent mekânındaki oluşumları anlayabilmek için önemlidir. Tarihsel süreçte Bursa kentindeki değişimler iki ayrı dönemde ele alınacaktır: 1980'li yıllara kadar olan dönemde Bursa'da kentsel değişim ve 1980'den günümüze Bursa'da kentsel değişim.

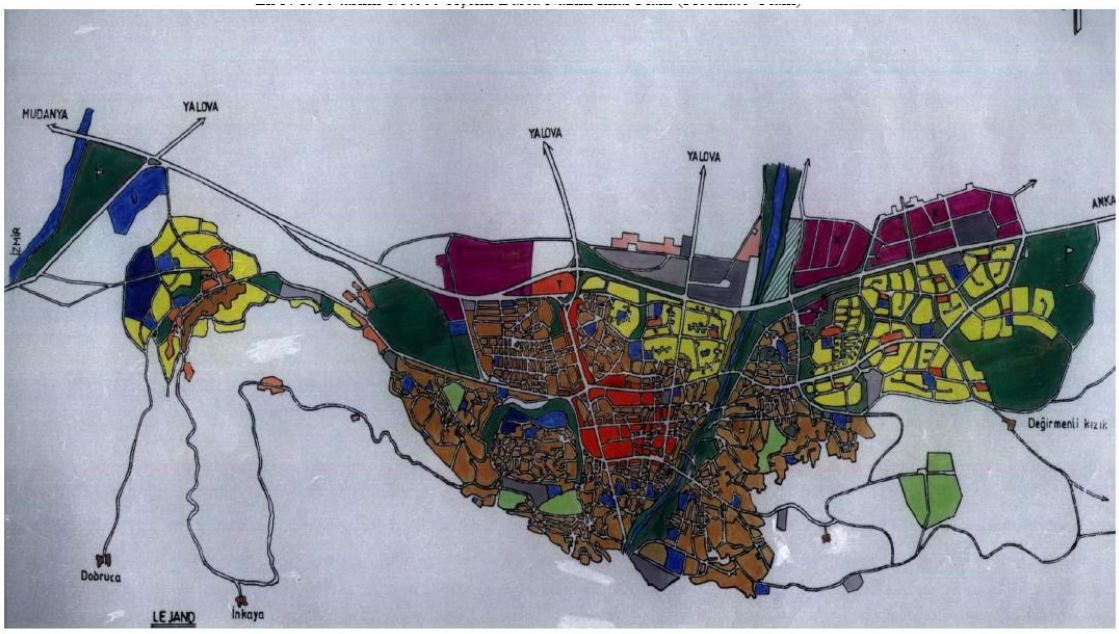
1980'li Yıllara Kadar Olan Dönemde Bursa'da Kentsel Değişim

1980'li yıllara kadar olan dönemde Bursa'ya bakıldığında Osmanlı Devleti'nde olduğu gibi Türkiye Cumhuriyeti Devleti'nde de sosyal ve ekonomik unsurlar açısından oldukça önemli bir yere sahip olduğu görülmektedir. Cumhuriyet döneminde Bursa'ya verilen önem, kentte yapılan planlarda görülmektedir [159].

Bursa kentinin ilk planlama çalışması, 1924 yılında Karl Löcher tarafından yapılmıştır. Bu plan, o dönemin 'bahçe – kent akımı' etkisinde kalarak mevcut arazi kullanımları tamamen yok sayan bir anlayışa sahip olup Bursa kentsel mekânının şekillenmesinde bir etkiye sahip olmamıştır.

1938 – 1944 yılları arasında Bursa'nın planlama çalışmalarını yürüten Henri Prost ise, Baron Haussmann'ın Paris'te uyguladığı aksiyel (doğrusal) planlama anlayışına benzer bir yaklaşımı benimsemiştir. Prost'un planına bağlı olarak Bursa'nın güncel ulaşım kademelenmesinin temeli atılmıştır. Bu anlayışa göre kentin motorlu araç trafiğine uygun hale getirilmesi amaçlanmış, 1. ve 2. kademe yol güzergâhlarının belirlenmesinde etkili olmuştur. Özellikle Altıparmak Caddesi'nin genişletilmesi ve kent merkezi ile Çekirge'nin birbirine bağlanması'na bağlı olarak kentin araç trafiğinin yoğunlaşması neticesinde yol güzerahları üzerindeki ulaşıma bağlı hava kirliliği riskine neden olmuştur. Bu hava kirlilğinin yol güzerahları üzerindeki tarım alanları üzerinde çökelmesi neticesinde toprak kirliliği ve buna bağlı olarak su kirliliği riskleri oluşturduğu ve günümüzde yapılan kirlilik analizleri neticesinde bu yol güzergâhları üzerinde kirlilik olgularının tespit edildiği görülmektedir.

1960 yılında Luigi Piccinato danışmanlığında 1/5.000 ölçekli Bursa Nazım İmar Planı (Şekil 6.1) yapılmıştır. Piccinato kentin Ankara – Bursa – Mudanya yolu üzerinde, yani doğu – batı ekseninde lineer bir biçimde gelişmesini önermiştir. Bu gelişmeyi desteklemek için kentin doğu ucu olan Ankara yolu üzerinde küçük sanayinin gelişmesini planlarken, Mudanya yolu üzerinde de bir Organize Sanayi Bölgesi'nin kurulmasını önermiştir [160]. Piccinato'nun önerisi doğrultusunda Türkiye'deki ilk Organize Sanayi Bölgesi 1966 yılında Bursa'da açılmıştır.



Şekil 6.1 1960 tarihli 1/5.000 ölçekli Bursa Nazım İmar Planı (Piccinato Planı)

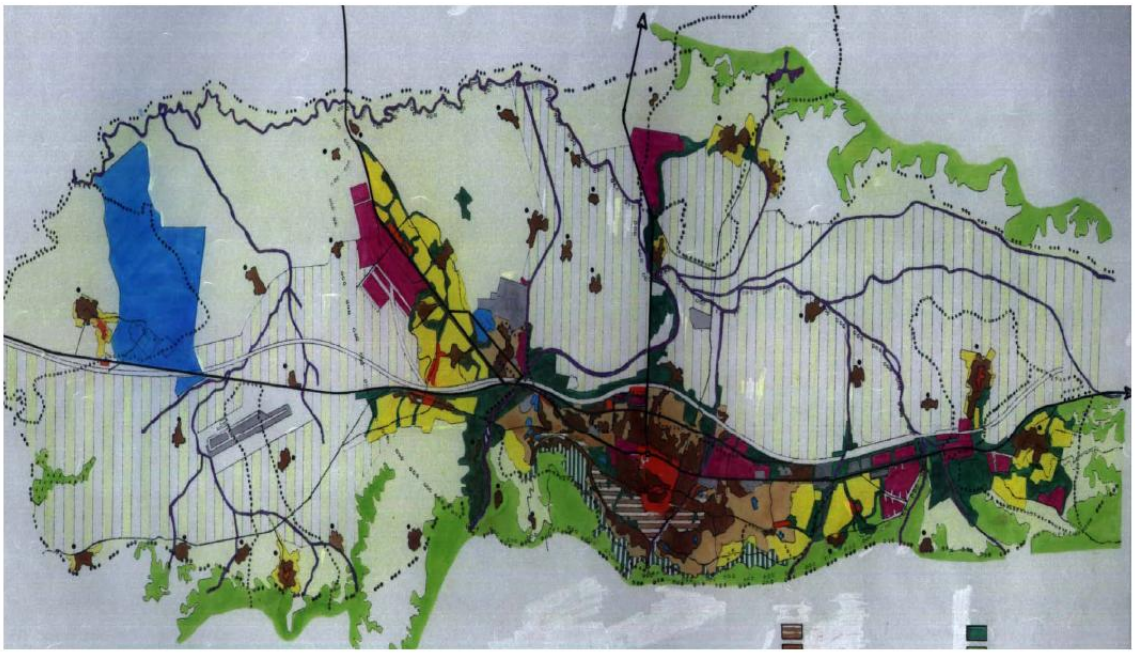
Organize Sanayi Bölgesi'nin kurulmasının da etkisiyle kentte yönelen aşırı göçlerin yarattığı baskı, Piccinato planındaki nüfus ve yoğunluk projeksiyonlarını geçersiz kılmıştır. Piccinato Planı'nın nüfus hedefi, 1980 yılında 250.000 olarak belirtilmiş fakat 1975'te kent nüfusu 350.000'e ulaşmıştır [161].

Bu durum kentin fiziki yapısını etkilemiştir. Mudanya Caddesi'nde yeni fabrikalar kurulmuş ve kent batı yönünde gelişim göstermiştir. Büyük sanayi kuruluşları kentin batı yönündeki gelişiminin habercisi olmuşlardır. Renault, Sönmez Filament ve Nergis fabrikalarının Mudanya Caddesi üzerinde yer almalarına bağlı olarak bölgede yeni konut alanları oluşturulmuştur. Bunun dışında Yalova Yolu üzerinde yer alan Tofaş, İzmir yolu üzerinde Karsan, Ankara yolu üzerinde bulunan Yeşim de yine kentsel mekânın dışında ana yollar üzerinde inşa edilmişlerdir. 1970'lerde kentteki sanayinin çeşitlenmesi ve yoğunluğunun artmasıyla birlikte Bursa Ovası'nda, kuzeye ve doğuya doğru kaçak yapılaşmalar görülmeye başlanmıştır. Bu dönemde 1977 tarihli 'Ova Koruma Protokolü' hazırlanarak, Bursa Ovası'nın korunacak kesimleri belirlenmiş, ancak bu protokol gerek kaçak yapılar, gerekse sanayi kuruluşlarının ovaya yayılmasını önleyememiştir [162].

Bursa'da 1960 yılından sonra Nazım Plan Bürosu tarafından birçok nazım plan ve revizyon planları yapılmıştır (Çizelge 6.1). 1976 tarihli Nazım Planı (Şekil 6.2) kenti desantralize etmeyi amaçlayan bir plan olmuştur. Plan önerilerinin hemen hemen tamamı belediye sınırları dışında olmuştur. Bu planda Bursa'nın yakın çevresinde bulunan Demirtaş, Kestel, Gürsu, Görükle, Çalı, Kayapa, Hasanağa ve Akçalar Belediyeleri de ele alınmıştır. Bursa kent bütününe ait makroform ve gelişme yönleri 1976 planıyla belirlenmiştir [163].

Çizelge 6.1 Bursa'da 1960 yılından sonra yapılan nazım planlar ve revizyon planları [163]

Plan Adı	Ölçek	Hazırlanış Tarihi	Hazırlayan Kurum
Nazım Plan (Piccinato Planı)	1/5000, 1/10.000	1960	İmar ve İskan Bakanlığı
Nazım Plan	1/25.000	1976	Bursa Nazım Plân Bürosu
Nazım Plan	1/5000	1984	Bursa Nazım Plân Bürosu
Nazım Plan (Revizyon)	1/25.000,1/5000	1990	Bursa Büyükşehir Belediyesi
Kıyı Bölgesi Çevre Geliştirme Planı	1/25.000	1990	Bursa Büyükşehir Belediyesi
Nazım Plan (Revizyon)	1/25.000, 1/1000, 1/5000	1995	Bursa Büyükşehir Belediyesi
Batı Planlama Bölgesi Nazım Planı	1/25.000	1997	Bursa Büyükşehir Belediyesi
Kayapa Toplu Konut Alanı Nazım Planı	1/5000	1997	Büyükşehir Belediyesi
Çevre Düzeni Planı	1/100.000	1997-1998	Bayındırlık İl Müdürlüğü ve Büyükşehir Belediyesi
Merkez Planlama Bölgesi Nazım Planı	1/25.000	1998	Bursa Büyükşehir Belediyesi



Şekil 6.2 1976 tarihli Nazım Planı [163]

1980'den Günümüze Bursa'da Kentsel Değişim

1980 yılından itibaren gerek kaçak yapılaşmalar gerekse büyük bir hızla artan kent nüfusundan dolayı ihitiyaç duyulan konut alanlarına bağlı olarak daha önce hazırlanan planlar geçerliliklerini kaybetmiş ve planların yenilenmesini zorunlu hale gelmiştir. Bunun sonucunda hazırlanan 1984 Nazım Planı ile kentin kuzeyde, ova alanında genişlemesinin önüne geçilmek amaçlanmıştır. Plana göre yeni ova koruma alanları belirlenmiş ve ova koruma protokolleri imzalanmıştır. Ayrıca plan çalışmalarının İnegöl, Mustafa Kemalpaşa, Karacabey, Mudanya, Gemlik, Yenişehir ilçelerini de kapsaması öngörülmüş ve bir 'Bursa Metropoliten Bölgesi' tanımlanmıştır. Merkez ile bütünleşme sürecine giren, batıda Görükle, Kayapa, Hasanağa, Çalı ve Akçalar, Gürsu ve Kestel, kuzeyde Demirtaş belediyelerini de içeren bir 'Bursa Kent Bütünü' kavramı oluşturulmuştur. Bu plan çerçevesinde, batıda Fethiye, Beşevler, İhsaniye Ataevler; doğuda da Kaplıkaya'da dar ve orta gelir grupları için konut alanları açılmıştır [164]. Bu konut alanlarının alt yapı çalışmaları hazırlanmadan ve özellikle verimli tarım arazileri üzerinde planlaması sonucunda tarım alanlarında kayıplar yaşanmış, anakaya özelliklerine göre infiltrasyona bağlı olarak yeraltı sularının kirlenmesi ve yüzeysel akış ile evsel kaynaklı kirliliklerin nilüfer çayına boşaltılması riski ortaya çıkmıştır. 1984 yılında alınan planlama kararlarına göre ortaya çıkan su kirliliği riski güncel kirlilik analizlerinin değerlendirilmesi sonucunda doğrulandığı görülmektedir.

1976'dan itibaren hemen her 5 yılda bir Bursa'da nazım planlar, plan revizyonları yapılmış ve kentsel büyüme, yeni alanlar açılarak kontrol edilmek istenmiştir. 1990 yılında Bursa Büyükşehir Belediyesi'nce Nazım Plan Revizyonu (1/25.000 ve 1/5000) yapılmış ve kentin batısında 1970 hektarlık bir ek konut alanı önerilmiştir. Bu planla 1976 planı nüfusuna, ilave olarak 240.000 kişilik bir alan açılmış ve kent bütününde 1.2 milyon nüfusa yetecek konut alanları önerilmiştir. 1995 yılında bir defa daha Nazım Plan Revizyonu yapılmıştırak 1500 hektarlık bir ilave alan ile 420.000 nüfusu alabilecek kapasitede yoğun konut alanları önerilmiştir. Aynı şekilde bu alanlarda da tarım ve orman alanları kayıpları yaşanmıştır. Aynı zamanda jeolojik açıdan sıvılaşma problemi yaşanan alanlarda yanlış arazi kullanımlarının önü açılmıştır. 1985 tarihli İmar Yasası'yla (3194 sayılı İmar Yasası) çevre belediyeler kendi imar planlarını yapma ve onama yetkisine kavuşmuşlardır. Böylece Bursa Nazım Planları dışında Demirtaş, Görükle,

Kayapa, Kestel Belediyeleri tarafından imar planları yapılmış ve yeni alanlar açılmıştır [165]. İmar Yasası'na bağlı olarak belediye sınırları içinde, havza sınırları ile uyumsuz olarak yapılan bu planlar, parçacıl bir bakış açısı ile planlama yapıldığını göstermektedir. Yapılmış olan planlar ile güncel arazi kullanım arasındaki uyumsuzluklar planların ya tamamen geçersiz kaldığı ya da çok kısa süre geçerliliğini koruyabildiğini göstermiştir. Bu nedenle makro ölçekte stratejilerin ve planlama kararlarının belirlendiği Çevre Düzeni Planı yapılması gerekliliği görülmüştür.

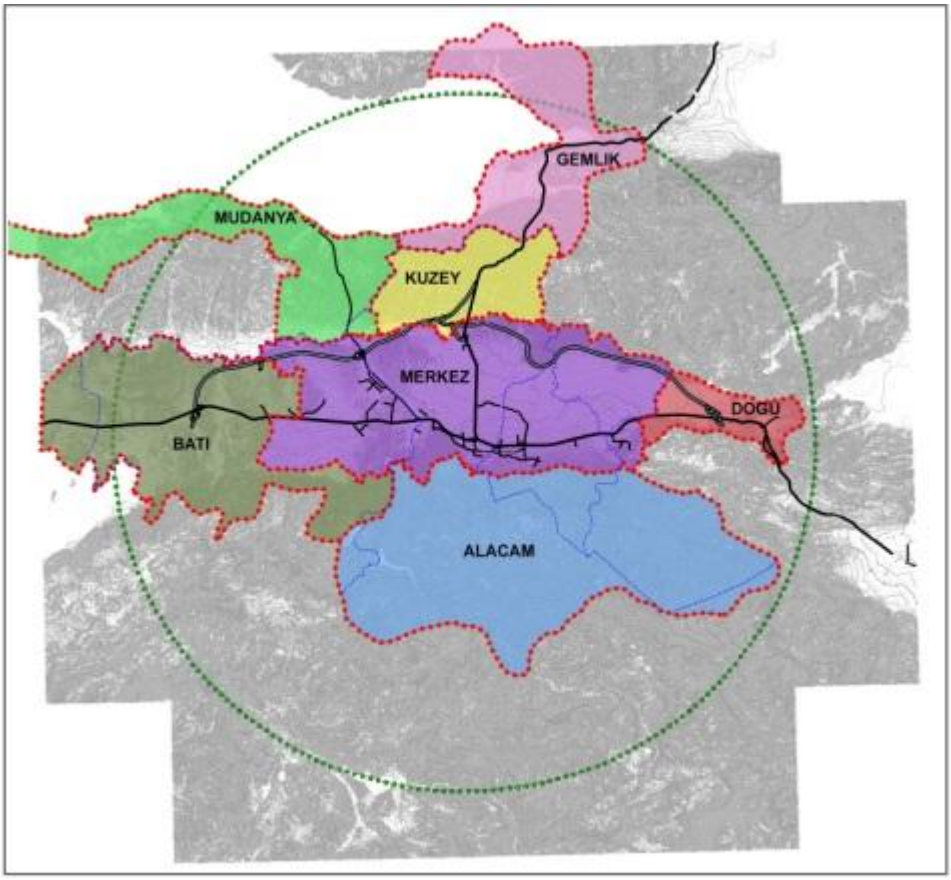
1997 yılında Bayındırlık ve İskân İl Müdürlüğü ile birlikte 1/100.000 ölçekli, "Bursa İli 2020 Çevre Düzeni Strateji Planı" hazırlanmış ve bakanlıkça 1998'de onaylanmıştır. 1/100.000 ölçekli Bursa İli 2020 Çevre Düzeni Strateji Planı'nın hedefi; 2020 yılına kadar sürdürülebilir, yaşanabilir bir çevre yaratılması, Bursa'nın tarihsel kimliğinin korunması doğrultusunda ve Türkiye'nin kalkınma planı içinde Bursa ilinin sektörel gelişme hedeflerini, planlama ilkelerini belirleyerek, bu ilkeler doğrultusunda sağlıklı gelişmesini ve büyümesini temin etmektir [166]. 1/100.000 ölçekli Bursa İli 2020 Çevre Düzeni Strateji Planı'nın planlama hedefi doğrultusunda planlama ana ilkesi, koruma ve geliştirme ilkelerinin birbirine üstün gelip Bursa'nın sadece sanayi veya tarım kenti olmamasıdır. Bursa Büyükşehir Nazım Plan Bürosu, 1998 yılında onaylanan 2020 yılı 1/100.000 ölçekli Bursa İli Çevre Düzeni Strateji Planı'na uygun olarak 1/25.000 ölçekli Merkez Bölgesi Nazım Planı'nı üretmiş ve onaylamıştır. 2004 yılında Bursa metropoliten alan sınırları 30 kilometre yarıçapında genişletilmiştir. Yeni Bursa metropoliten alan sınırları içinde; 3 merkez ilçe (Osmangazi, Yıldırım, Nilüfer), 4 ilçe (Mudanya, Gemlik, Gürsu ve Kestel) ve 17 ilk kademe belediyesi (Akçalar, Hasanağa, Kayapa, Çalı, Göknükbelen, Kirazlı, Barakfaki, Görükle, Emek, Demirtaş, Ovaakça, Güzelyalı, Kurşunlu ve Umurbey) bulunmaktadır. Bursa Büyükşehir Belediyesi mücavir alanı 300.000 hektardır ve nüfusu 1.528.720'e yükselmiştir [167].

6.2 Mevcut İmar Planları

Bursa Büyükşehir Belediyesi sınırları en son 5216 sayılı yasa kapsamında belirlenmiş ve en geniş haline kavuşmuştur. Kanun kapsamında 30 km yarıçaplı bir daire ile tanımlanan alanın sınırları yaklaşık 300 km²'lik bir alanı kaplamaktadır. Bursa İl genelini kaplayan alanda Bayındırlık ve İskân Bakanlığı tarafından onaylanan "Bursa 2020 yılı 1/100 000 ölçekli Çevre Düzeni Planı" mevcuttur. Çevre Düzeni Planı kapsamında

gelişme eğilimleri de dikkate alınarak bazı tanımlar getirmiştir. Tanımlamalardan birisi de “Bursa Metropoliten Alanı”dır. Bursa Metropoliten Alanı kapsamında yedi adet alt planlama bölgesi tanımlanmıştır. Bu Bölgeler;

- Merkez Bölgesi Planı
- Batı Bölgesi Planı
- Mudanya Bölgesi Planı
- Kuzey Bölgesi Planı
- Gemlik Bölgesi Planı
- Doğu Bölgesi Planı
- Alaçam (Uludağ) Bölgesi Planı’dır.



Şekil 6.3 Bursa Metropolitan Alanı planlama bölgeleri

1/25.000 Nazım İmar Planı planlama bölgeleri belirlenirken yalnız yönetsel sınırlar ve gelişme eğilimleri göz önünde bulundurulmuştur. Fiziksel yapı, doğal kaynak bileşenleri ve ekolojik ilişkilerin esas alındığı “havza” bazlı planlama Bursa’da yapılan planlama çalışmalarında yönlendirici / belirleyici olmamıştır.

Mevcut imar planlarının araştırma alanına getirdiği kararların ve uygulamaların olumlu ve olumsuz yönleri ile değerlendirilmesi gerekmektedir. Bunun için araştırma alanı içinde kalan planlama bölgelerinin değerlendirilmesi gerekir.

Araştırma alanı olan Nilüfer Çayı Havzasısınırları içinde kalan planlama bölgeleri: Merkez Bölgesi Planı, Batı Bölgesi Planı, Doğu Bölgesi Planı ve Alaçam (Uludağ) Bölgesi Planı'nın bir kısmını içermektedir.

Bursa Büyükşehir Belediyesi sınırları üst ölçek planda tanımlanan planlama bölgelerini kapsamaktadır. Bu planlama bölgeleri yaklaşık 300 km²'lik bir alana sahip Bursa Büyükşehir Belediyesi sınırlarının yaklaşık 170 km²'lik kısmına karşılık gelmektedir. Planlama alanları belirli ulaşım aksları ile belirlenen kentsel mekânlar ile bu kentsel mekânların makro formunu oluşturan alanlardır. 170 km²'lik alanın dışında kalan alanlar ise genelde geniş orman alanları ve tarımsal nitelikli kullanımı olan alanlardır.

Merkez Bölgesi Planı

Büyükşehir Belediyesi belediye sınırı ile Gürsu, Kestel ve Demirtaş Belediyeleri belediye sınırları, Adaköy, Hasanköy, Cambazlar, Ağaköy, Kumlukalan, Doğanköy, ve Yolçatı Köyleri'nin tapulama sınırları ile Çayırköy Ovası'nı kapsayan planlama bölgesi olarak tanımlanır.

1/25.000 ölçekli Merkez Bölgesi Nazım Planı'nın hedefi; Bursa 2020 yılı 1/100.000 ölçekli Çevre Düzeni Planı'nı hedef alarak, Büyükşehir Belediye ve mücavir alan sınırları içerisinde tespit edilen yedi planlama bölgesinde 'sürdürülebilir, yaşanabilir bir çevre yaratılmasını ile tarımsal, turistik, tarihsel kimliğin korunması, koruma-kullanma dengesinin sağlanması ve Türkiye'nin kalkınma politikaları kapsamında sektörel gelişme hedeflerine uygun olarak belirlenen planlama ilkeleri doğrultusunda sağlıklı kentsel gelişme ve büyüme hedeflerini gerçekleştirmektir [168].

Plan raporunda planlamayı yönlendiren ana kriterlerlerin aşağıdaki başlıklardan oluştuğu görülmektedir;

- Nüfus yapısı - projeksiyonları
- Mevcut arazi kullanım kriterleri ve mevcut oluşum
- Mevcut imar planları (koruma planları, tasdikli planlar, plan tadilatları vb.)
- Mülkiyet yapısı

- Resmi kurum yazıları ve görüşleri
- Arazinin genel yapısı morfolojisi ve jeolojik yapısı
- İklim ve diğer veriler

Yukarıda belirtilen planlamayı yönlendiren kriterlerde görüldüğü gibi mevcut arazi kullanım kriterleri, sosyo-ekonomik veriler ve gelişme eğilimleri ana kriterler olarak planlamayı yönlendirmekteyken, doğal yapı özellikleri içinde yalnızca morfoloji, jeoloji ve iklim durumu değerlendirilmekte ve planlamaya sadece veri girdisi veren tâli kriterler olarak değerlendirilmektedir. Havza yaklaşımına sahip planlama anlayışında ise tüm doğal yapı bileşenleri aralarındaki ilişki derecelerine göre ağırlıklandırılarak planlamayı yönlendirmelidir. Bu olgudan ve Bursa'daki mevcut planlama anlayışı araştırma alanında doğal kaynaklar üzerinde risklerin artarak devam edeceği görülmektedir.

6.2.1 Bursa'da Nüfus, Konut Olgusu ve Plansız Gelişme

Bursa merkezinin nüfusu 1935-1960 yılları arasında genel olarak düzenli artışlara sahiptir (Çizelge 6.2). Büyük oranlardaki nüfus artışının daha çok 1960'dan sonra meydana gelmesi, sanayi yatırımlarına bağlı olarak kentin aldığı göçlerle açıklanabilir. Yıllar itibari ile Bursa'daki nüfus hareketleri incelendiğinde, Bursa kent merkezi nüfusunun, 1960'lardan itibaren her on yılda ortalama iki katına çıktığını görülmektedir [169],[170]. 1960 sonrası nüfus yapısında görülen değişiklikler daha çok Bursa'nın ekonomik yapısındaki değişiklikleri yansıtır.

Çizelge 6.2 Bursa Merkez ilçede kentsel ve kırsal nüfus miktarının yıllara göre değişimi (1927-2007) [171]

Sayım yılları	Kent	Kır	Toplam
1927	-	-	127.251
1935	72.187	68.757	140.944
1940	77.598	71.410	149.008
1945	85.919	75.128	161.047
1950	103.812	79.993	183.745
1955	128.875	83.133	212.008
1960	153.866	113.018	266.884
1965	211.644	95.109	306.753
1970	275.953	103.531	379.484
1975	346.103	119.554	465.657
1980	445.113	162.108	607.221
1985	612.510	135.114	748.358
1990	834.576	67.284	901.860
2000	1.194.687	106.598	1.301.285
2007	1.431.172	131.656	1.562.828

Kırsal ve kentsel nüfustaki değişimler Bursa'da 1960 öncesinde güçlü bir kentleşme hareketinin bulunmadığını ve il dışına göçlerin yaşandığına işaret etmektedir. 1950'ler aslında Bursa ilinin göç verdiği ve net nüfus kaybına uğradığı bir dönemdir. Bu dönemde Bursa, diğer büyük kentlerden farklı olarak sanayileşme sürecinin dışında kalmış ve genelde ekonomisi tarıma dayanan geleneksel yapısını sürdürmüştür. Bursa'da gözlenen göç hareketlerinde kentteki yoğun sanayileşme hareketlerinin belirgin izleri bulunur. Örneğin 1950'li yıllarla 1960'lı yıllar arasında bu açıdan önemli farklar görülür. 1960'lara gelindiğinde Bursa'da göçün tümüyle nitelik değiştirdiği gözlenmektedir. Bu yıllardan itibaren ilin ekonomik yapısal özellikleri de bir değişim sürecine girmiştir. Sanayi etkinliklerinin, ölçek olarak büyümesinin yanı sıra, bu etkinliklere bağlı olarak ticaret ve hizmetler sektöründe meydana gelen canlılık, yoğun bir iş gücü talebi oluşturmaya başlamıştır [172].

1965 yılında Bursa'nın kır nüfusunda belirgin bir düşüş söz konusudur. Bunun nedeni, Bursa'nın kendi kırından Bursa kent merkezine yönelen göçlerin 1960'lı yıllarda artarak sürmesidir. Tarımda makineleşme ve kırsal kesiminde görülen yüksek nüfus artışı da, il içindeki kırsal alanlardan kent merkezine yönelen göçleri teşvik etmiştir. Bursa'nın 1970'lerin başından itibaren en az göç veren iller arasında ilk sıralarda alması kuşkusuz bu dönemde Organize Sanayi Bölgesi'nin kurulması ve otomotiv endüstrisinin kuruluş yeri olarak Bursa'nın seçilmesi ile yakından ilgilidir. Böylece kendi kırından Bursa'ya yönelen sınırlı göçler, 1970'lerden itibaren yerini yurt içinden gelen güçlü iç göçlere bırakmıştır. Bursa'da hane halkı büyüklüğü ortalama 4.0 olarak kabul edildiğinde, her yıl yaklaşık 1900 konut biriminin inşa edilmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır. Bu hesaplamaya göre, 1990 – 2000 yılları arasındaki konut üretimi, ihtiyacı karşılayamamıştır. 2000 – 2020 yılları arasında ise 550.000 konut biriminin üretimi gerekecektir [173].

Çizelge 6.4 1990 – 2020 döneminde Bursa'da konut ihtiyacı ve konut üretimi [173]

Yıllar	Konut İhtiyacı	Üretilen Konut Sayısı
1990-2000	192.341	68.552
2000-2020	550.000	-

1976 – 1997 arasında hazırlanmış planlardan ve haritalardan yararlanılarak CBS ile yapılan değerlendirmenin analizi Çizelge 6.4 ve Çizelge 6.5'te olduğu gibi özetlenebilir [163]:

Çizelge 6.4 Bursa'da plansız gelişme (1976 – 1997)

Gelişmenin Türü		Yasallaştırılmış (ha)	Yasallaştırılmamış (ha)	Toplam (ha) %
Plansız Gelişme	1/25.000 planı olan ancak herhangi bir uygulama veya nazım planı (1/5.000 veya 1/1.000 ölçekli) bulunmayan alanlardaki gelişme.	0	212	212 (9,1)
	1/5.000 planı olan ancak 1/1.000 imar planı bulunmayan alanlarda izinsiz gelişme.	244	139	383 (16.5)
	1/1.000 imar planı olan alan üzerinde plana aykırı gelişme	1522	204	1726 (74,4)
	Hiç plan yapılmamış alanda İzinsiz gelişmiş Toplam	0 1766	0 555	0 2321 (100.0)

Çizelge 6.5 Bursa'da plansız gelişme (1976 – 1997)

Gelişmenin Türü	Plan Türüne Göre Gelişme		Dolu Alanlar (ha)	Boş Alanlar (ha)	Toplam (ha)
Planlı Gelişme	İmar Planı Olan Alanlar (1/5.000 ve 1/25.000 planı olan alanlarda yer alan)	Parselasyon Uygulaması Yapılmış Alanlar	516	2017	2533 (54,8)
		Parselasyon Uygulaması Yapılmamış Alanlar	711	1116	1827 (39,5)
		Ara Toplam	1227	3133	4360 (94,3)
	Boş olduğu halde Islah Planı Uygulaması yapılmış alanlar		0	265	265 (5,7)
Toplam					4625 (100,0)

Çizelge 6.4 ve Çizelge 6.5'e göre; tümü planlanmış 6946 hektarlık kentsel alan içinde planlara göre gerçekleşmiş dolu alanların oranı %34,6 mertebesindedir. Diğer bir ifadeyle, planlı gelişmiş dolu alanın (1227 ha) planları olmasına rağmen, plansız gelişmiş dolu alanların (2321 ha) genel toplamına göre oldukça düşük seviyededir. Plansız gelişme analiz edildiğinde 555 hektarlık yapılaşma, 1986 yılına kadar gerçekleştirilen aflar ve ıslah – imar planlarına rağmen 1997 yılına kadar yaklaşık 10 yıl içerisinde gerçekleşmiştir. Bunların %62'si 1/5.000 ve 1/1.000 ölçekli nazım ve uygulama planı olan alanlarda gerçekleşmiştir. Tüm plansız gelişmelerin %74,5'inin 1/1.000 ölçekli uygulama planı olan alanlarda gerçekleşmiş olması, dikkate değer bir husustur [163].

1960'lı yıllarda Organize Sanayi Bölgesi'nin Bursa'da inşa edilmesiyle kente yönelen göçlere rağmen, kentsel gelişimin düzenli ve planlı bir şekilde gerçekleşebilmesi için çeşitli planlar yapılmıştır. Planlar, kısa zaman dilimleri içinde meydana gelen değişikliklere paralel olarak sürekli revize edilmiştir. Fakat bugün gözlemlendiğinde Bursa kentinin düzenli ve sağlıklı bir gelişim çizgisine sahip olmadığı görülmektedir. Bunun sebeplerinden birisi, Bursa'daki coğrafi yapıyla açıklanabilir. Bursa, 'radyal konsantrik' olarak ifade edilen, merkezden dışa doğru açılan yollarla gelişen bir kenttir. Yağ lekesi gibi, çevresine doğru gelişen bir kent. Bursa'nın çevresine doğru gelişme iki yönden sınırlıdır: bir yanda Uludağ, diğer yanda çok verimli Bursa Ovası. Uludağ kentsel gelişimin önünü tıkadığı, bir doğal eşik oluşturduğu için, ovaya doğru zorlamalar başlamıştır. Şehirciliğin ana prensibi olan, doğu – batı yönünde lineer (doğrusal) bir gelişme olmamış ve ovadaki verimli topraklar çok kısa sürede elden çıkmaya başlamıştır [163].

Bursa'da özellikle 1985'ten itibaren kentsel mekânda meydana gelen plansız oluşumların sebepleri şu şekilde özetlenebilir.

• Bursa'da, iç ve dış göçlerle gelen dar gelirli nüfus oranı büyümüştür, dolayısıyla bu kişilerin arsa ve konut talebi artmıştır.

• 1985'ten başlayarak belediyeler, plan yapma / onama yetkilerine (3194 sayılı İmar Kanunu'na göre) sahiptirler, fakat planları olmasına rağmen uygulama için politika geliştirememişlerdir ya da uygulamanın denetiminde etkisiz kalmışlardır.

• Toplumsal yapıda, imar affı yasalarının devam edeceğine ilişkin olarak hem dar gelirli nüfusun hem de hisseli parsel piyasasının beklenti düzeyi yüksek olmuştur

6.2.2 Ekonomik Yapı

Bursa'nın bugünkü ekonomik yapısı içerisinde, ülke ekonomisini temsil eder mahiyetteki temel sektörler, en önemli yeri işgal etmektedir. Ancak, Bursa sanayisinin ve ihracatının temelinde yatan ve "çekirdek sanayi sektörleri" olarak adlandırılan tekstil ve otomotiv sektörü, gerek üretim gerekse istihdam açısından hayati önem taşımaktadır.

Türkiye'nin ihracata yönelik konfeksiyon üretiminin % 60'ının, otomotiv ihracatının ise % 80'inin Bursa'dan yapıldığı bilinmektedir. Çizelge 6.6'da 31 Ocak 2010 itibariyle Bursa Ticaret ve Sanayi Odası'na (BTSO) kayıtlı üyelerin sektörel sınıflamaya göre sayıları yer almaktadır. Buna göre tekstil-konfeksiyon % 21,9 ile ilk sırada, inşaat % 18,6 ile ikinci, gıda da %13,6 ile üçüncü sırada yer almaktadır.

Çizelge 6.6 Bursa Sanayi ve Ticaret Odası'nda kayıtlı üyelerin sektörel sınıflamaya göre sayıları [174]

Sektörler	**Toplam**	**% Pay**
Tekstil ve Konfeksiyon	6.132	21,9
İnşaat ve Yapı Kooperatifleri	5.215	18,6
Gıda, Tarım, Hayvancılık	3.800	13,6
Otomotiv Ana ve Yan Sanayii	1.950	7,0
Makina ve Metal Sanayii	1.502	5,4
Elektrik ve Elektronik	949	3,4
Basın, Yayın, Matbaa ve Ambalaj	688	2,5
Nakliye ve Ulaştırma	1.182	4,2
Ağaç, Orman Ürünleri ve Mobilya	926	3,3
Sağlık	708	2,5
Plastik ve Kauçuk Sanayii	477	1,7
Deri, Kürk ve Ayakkabı	308	1,1
Çimento, Toprak Ürünleri Madencilik	231	0,8
Turizm	106	0,4
Diğer Sektörler	3.861	13,8
Toplam	**28.035**	100,0

Tarım sektörü; 1990'da, 1980 yılına göre; 1,03 oranında gelişme, 2000'de 1,07 oranında gelişme sağlamıştır. Sanayi sektörü 1990'da 1,8 oranında gelişme, 2000'de 2,3 oranında gelişme sağlamıştır. Hizmetler sektörü, 1990 yılında 1,5 oranında, 2000'de ise 2,2 oranında gelişme sağlamıştır.

Çizelge 6.7 Sektörlerin 2004-2005 yılları büyüme oranı [175]

Sektör	büyüme hızı (%)
Tekstil ve Konfeksiyon	% 0,6
İnşaat ve Yapı Kooperatifi	% 6,0
Gıda, Tarım ve Hayvancılık	% 6,7
Otomotiv ve Yan Sanayi	% 1,5
Makine ve Metal	% 4,5
Elektrik ve Elektronik	% 20,2
Basın, Yayın, Matbaacılık ve Ambalaj	% 4,9
Nakliye ve Ulaştırma	% 17,7
Ağaç, Orman Ürünleri ve Mobilya	% 26,8
Sağlık	% 17,7
Plastik ve Kauçuk	% 4,8
Deri, Kürk ve Ayakkabı	% 12,1
Çimento, Toprak Ürünleri ve Madencilik	% 3,3
Turizm	% 1,5
Diğerleri	% 5,5
Toplam	% 4,4

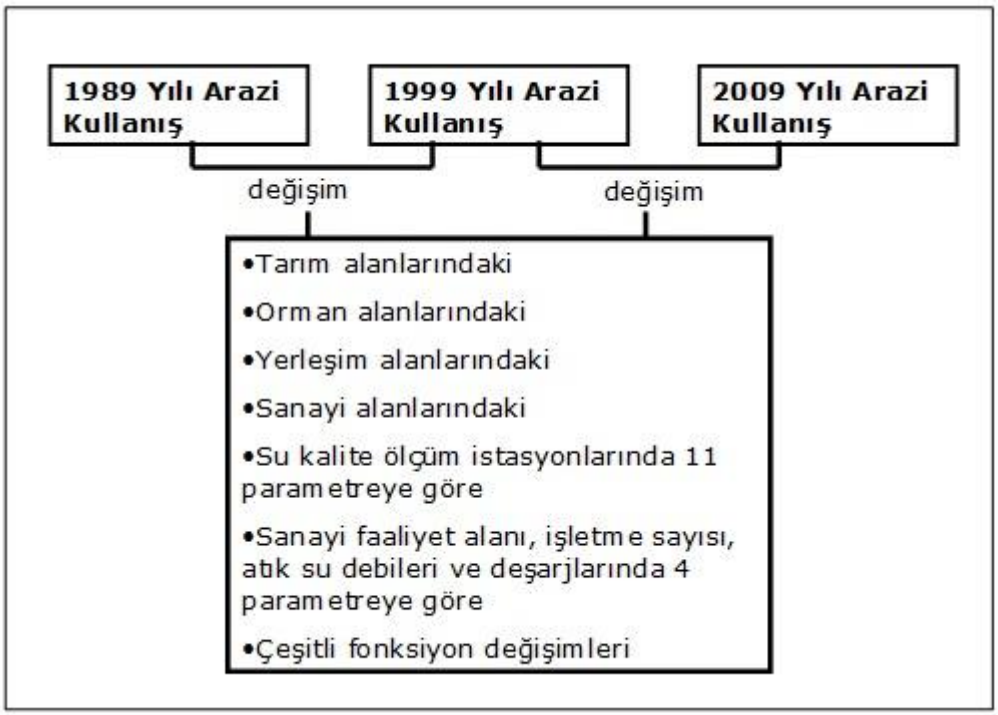
Bursa'da son yıllarda sektörel gelişime bakıldığında, tarımın istihdam kapasitesinin durağanlaştığı, imalat (sanayi) sektöründe çok yüksek artış olduğu, ancak hizmetler sektörünün istihdam kapasitesinin diğer sektörlerden hızlı geliştiği görülmektedir. Sanayi sektöründeki hızlı gelişme ve büyümeye rağmen ileri teknoloji, ya da diğer faktörlerden dolayı istihdamın gelişmesi aynı oranda olmamaktadır. Büyüme hızı açısından en yüksek büyüme hızına sahip sektör %26,8 ile ağaç, orman ürünleri ve mobilya sektörüdür. İkinci derecede yüksek büyüme hızı %20,2 ile elektrik ve elektronik sektöründe, üçüncü derecede yüksek büyüme hızı ise %17,7 ile nakliye ve ulaştırmadır.

Sektörlerin büyüme hızları göz önüne alındığında en yüksek büyüme hızına sahip ağaç, orman ürünleri ve mobilya sektörü ile araştırma alanındaki orman alanlarındaki kayıplar arasında nedensellik ilişkisi olduğu açıktır. Aynı şekilde üçüncü en yüksek büyüme hızına sahip nakliye ve ulaşım sektörü ile araştırma alanında yol güzergâhları üzerinde yapılan kirlilik ölçümleri arasındaki ilişki değerlendirildiğinde; hava, toprak ve su kirliliklerindeki artışların ulaşıma bağlı olarak artış eğilimi içinde oldukları görülmektedir.

6.3 Mevcut ve Geçmiş Arazi Kullanımlarının Ekolojik Açıdan Değerlendirilmesi

Arazi kullanımındaki değişimin ortaya konulması için; Bursa ilinde son yıllarda artan bir şekilde kentleşmenin baskısı altında olan araştırma alanında meydana gelen arazi kullanımdaki olumsuz değişimler, kırılma noktaları olan 1989, 1999 ve 2009 yıllarına ait sayısal ve basılı haritalar, görüntüler, uzaktan algılama ve CBS teknikleri yardımı ile analiz edilmiştir (Şekil 6.4). Buna göre 1989-2009 yılları arasındadki 20 yıllık sürede arazi kullanımdaki değişim; verimli tarım topraklarının 32,22 km² azalması, orman alanlarının 14,07 km² azalması, yerleşim alanlarının 29,92 km² artması ve sanayi alanların 14,06 km² artması şeklinde gerçekleşmiştir.

Araştırma alanı ve yakın çevresi uydu fotoğraflarından elde edilen sanayi ve yerleşim alanlarının yüzölçümü olarak artış miktarları incelendiğinde 1989 yılından günümüze kadar çok hızlı bir kentleşme sürecinin yaşandığını ve bu eğilimin 1/100.000 ölçekli 2020 Bursa Çevre Düzeni Planı ve 1/25.000 ölçekli Nazım İmar Planlarına bağlı olarak aynı hızla devam edeceği görülmektedir.



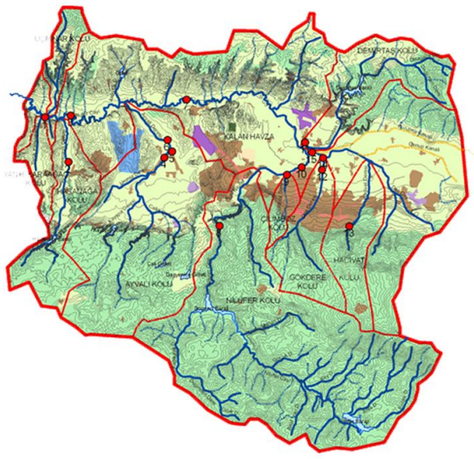
Şekil 6.4 1989 – 1999 – 2009 yıllarındaki arazi kullanımdaki değişim olguları

YTÜ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANA BİLİM DALI DOKTORA PROGRAMI

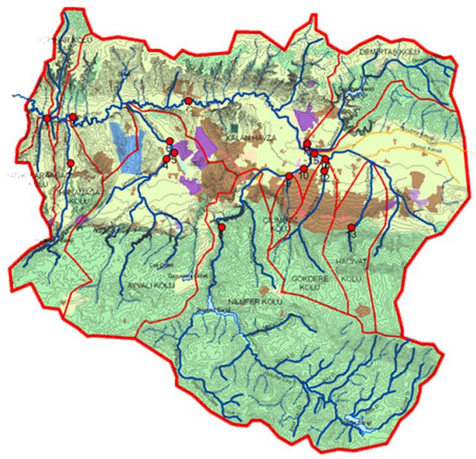
BURSA / NİLÜFER ÇAYI'NIN BAŞKÖY KESTEL BÖLÜMÜ 1989-1999-2009 YILLARI ARASINDA ARAZİ KULLANIŞTAKİ DEĞİŞİM HARİTASI

K B D G

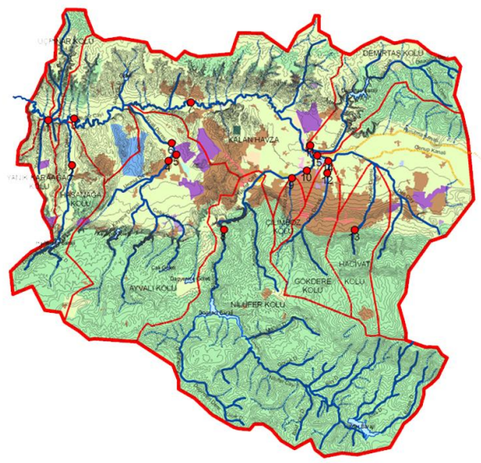
1989



1999



2009



LEJAND

ARAŞTIRMA ALANI

İSTASYONLAR

HİDROLOJİK YAPI

BARAJ

HAVZA SINIRLARI VE ALT KOLLARI

KANAL

MEVSİMSEL DERE

SÜREKLİ DERE

ARAZİ KULLANIMI

ARITMA

BUSKİ

BUTTİM

CEZAEVİ

HAVAALANI

HAYVANAT BAHÇESİ

KONUT DIŞI KENTSEL ÇALIŞMA

KONUT

MEZARLIK

ORMAN

OSB

SANAYİ

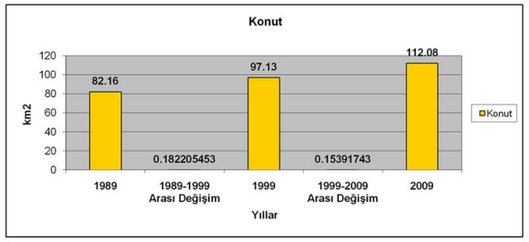
SPOR

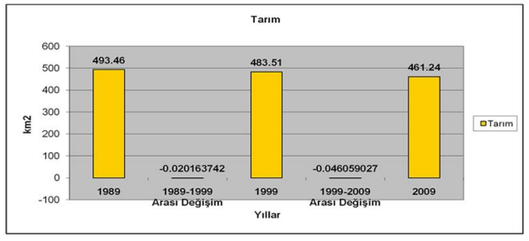
TARIM

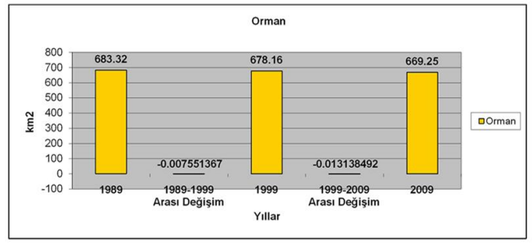
TİCARET

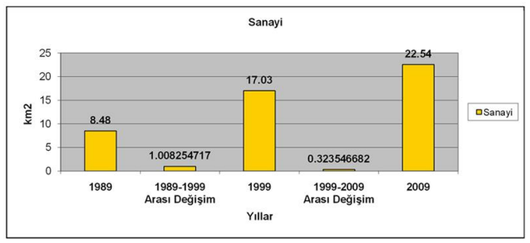
ÇÖP ALANI

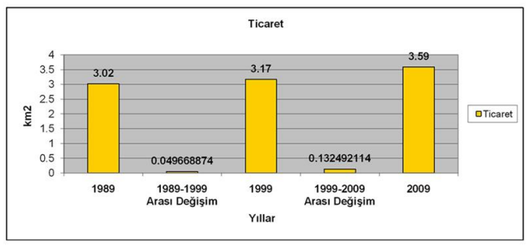
ÜNİVERSİTE











BURSA / NİLÜFER ÇAYI'NIN BAŞKÖY-KESTEL BÖLÜMÜ VE ALT HAVZALARININ KİRLİLİK / RİSK ANALİZİ

DOKTORA TEZİ

Ufuk Fatih KÜÇÜKALİ

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Semra ATABAY

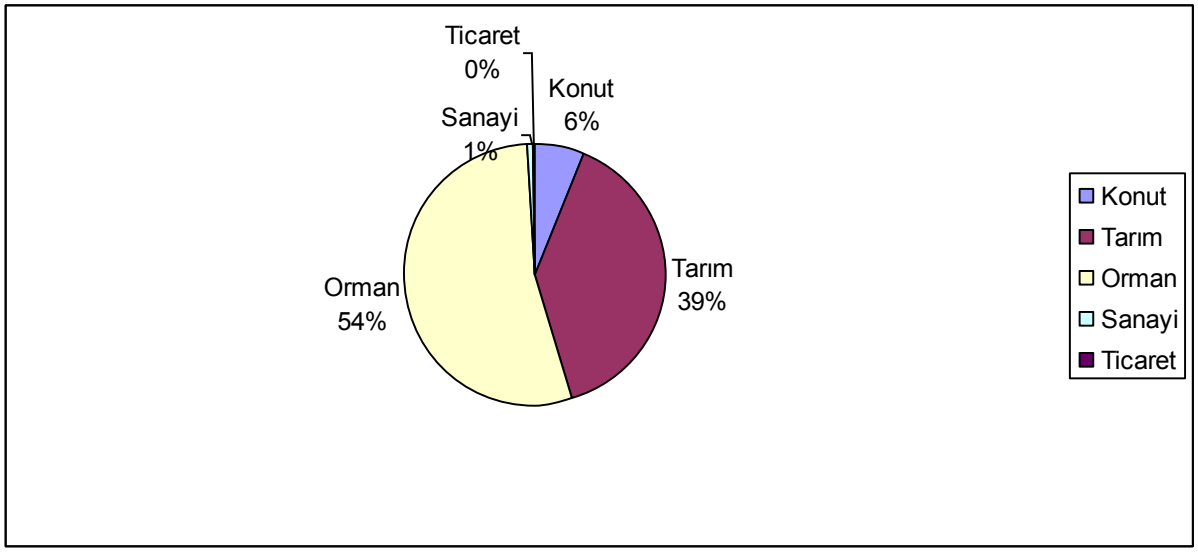
Şekil 6.5 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü 1989 - 1999 - 2009 yılları arasında arazi kullanıştaki değişim haritası (Ikonos ve Landsat uydu görütülerinden yararlanılmıştır)

Havzada arazi kullanımlarının 1989-1999-2009 yılları arasındaki değişimleri (Şekil 6.5) ortaya konulurken; yerleşim, tarım, orman, sanayi ve ticaret alanlarında meydana gelen değişimler 9 alt havza ve tüm araştırma alanı genelinde değerlendirilmiştir. Diğer arazi kullanımlarındaki değişimler 1989-1999-2009 yılları aralığında anlam ifade etmediği için değerlendirme dışında bırakılmış olup yalnızca "İmar Planlarına Bağlı Arazi Kullanımlarından Kaynaklanan Riskler" alt bölümünde (bkz.6.3.2) tüm arazi kullanımları yüzölçümü olarak değerlendirilmiştir.

1989 yılı arazi kullanımında diğer arazi kullanımlar içindeki yüzdesel oranları incelendiğinde (Şekil 6.6); araştırma alanında %54 ile orman alanları en yüksek değere sahip olup 683,32 km² alan kapladığı görülmektedir. Orman alanlarının dağılımını alt havzalar açısından değerlendirdiğimizde en çok 328,72 km² ile Nilüfer Kolu Alt Havzası'nda, ardından 107,24 km² ile Ayvalı Kolu Alt Havzası'nda orman alanı bulunmaktadır. Nilüfer Kolu Alt Havzası'nda bu oranın yüksek olmasında doğal yapının ve sosyo-ekonomik politikalara bağlı olarak planların etkili olduğu görülmektedir. Doğal yapı açısından araştırma alanının güney kısımlarında yer alan Nilüfer Kolu Alt Havzası'nın Uludağ'ın güney yamaçlarını içine alması ve jeomorfolojik yapının orman gelişimine uygun bir iklim ve toprak özellikleri ortaya koymasına bağlı olduğu görülmektedir. Aynı şekilde eğim değerleri de genelde 40 derecenin üzerinde olmasına bağlı olarak tarım, yerleşim gibi arazi kullanımların bu Alt Havzada yoğun olarak bulunmamaktadır. Kahverengi orman topraklarının yer aldığı Nilüfer Kolu Alt Havzası'nda olduğu gibi benzer özellikler Ayvalı Kolu Alt Havzası'nda da söz konusudur. Planlar açından değerlendirdiğimizde ise; gerek sosyo-ekonomik politikalar gerekse doğal yapıya bağlı olarak Nilüfer Kolu Alt Havzası için üst ölçekte 1/100.000 Bursa Çevre Düzeni Planı'nında orman alanı olarak karar üretilmiştir. Daha alt ölçekte ise Alt Havzayı kapsayan bir nazım imar planı yapılmamış olup planlama açısından öncelik Bursa şehir merkezi ve Bursa Ovası'nın yer aldığı Merkez Planlama Bölgesi ile Doğu-Batı Planlama Bölgeleri ile yakın çevresine verilmiştir.

Çizelge 6.8 Araştırma alanı alt havzalarının 1989 yılı arazi kullanımı yüzölçümleri

	Alt Havzalar (km2)										
Arazi Kullanış	Ayvalı Kolu	Cilimboz Kolu	Demirtaş Kolu	Gökdere Kolu	Hacivat Kolu	Hasanağa Kolu	Nilüfer Kolu	Üçpınar Kolu	Y. Karaağaç Kolu	Diğer Havzalar	TOPLAM
Konut	12,36	6,44	1,91	13,17	10,09	2,72	6,15	0,08	0,66	28,58	82,16
Tarım	84,99	0,19	31,16	4,70	9,62	26,00	9,46	12,86	15,17	299,31	493,46
Orman	107,24	4,79	38,18	35,24	32,85	36,87	328,72	8,17	1,15	90,11	683,32
Sanayi	1,49	-	-	-	-	-	-	-	-	6,99	8,48
Ticaret	-	0,52	-	0,88	0,58	-	0,21	-	-	0,83	3,02



Şekil 6.6 Araştırma alanı 1989 yılı arazi kullanımın yüzdesel oranı

1989 yılında araştırma alanında %39 ile tarım alanları en yüksek ikinci kullanıma sahip olup 493,46 km² alan kaplamaktadır. Tarım alanlarının dağılımını alt havzalar açısından değerlendirdiğimizde en çok 84,99 km² ile Ayvalı Kolu Alt Havzası'nda bulunmaktadır. Ayvalı Kolu Alt Havzası'nda bu oranın yüksek olmasında doğal yapının ve sosyo-ekonomik politikalara bağlı olarak planların etkili olduğu görülmektedir. Doğal yapı açısından araştırma alanının güney ve güneybatı kısımlarında yer alan Ayvalı Kolu Alt Havzası'nın tüm yüzeysel sularının drenajını sağlayan Ayvalı deresinin oluşturduğu jeomorfolojik yapı ve buna bağlı olarak tarım faaliyetlerine uygun bir iklim ve toprak özellikleri ortaya koymasına bağlı olduğu görülmektedir. Aynı şekilde eğim değerleri de alt havzanın güney kesimleri hariç genelde 0-5 derecenin üzerinde olmamasına bağlı olarak tarım alanlarının bu alt havzada yoğun olarak bulunduğu görülmektedir. Alüvyal topraklar ve redzina topraklarının yoğun olarak yer aldığı Ayvalı Kolu Alt Havzası'nda toprak kabiliyeti sınıfları açıısndan 1. sınıf ve 2. sınıf topraklar üzerinde tarım faaliyetleri gerçekleştirilmektedir. Planlar açından değerlendirdiğimizde ise; gerek sosyo-ekonomik politikalar gerekse doğal yapıya bağlı olarak Ayvalı Kolu Alt Havzası için üst ölçekte

1/100.000 Bursa Çevre Düzeni Planı'nında tarım alanı olarak karar üretilmiştir. Daha alt ölçekte ise alt havzanın kuzey kesimlerini kapsayan nazım imar planı olan Batı Planlama Bölgesi Nazım İmar Planına da göre alt havzada tarım faaliyetlerine uygun kararlar üretilmiştir.

1989 yılında araştırma alanında yerleşim alanları 82,16 km² alan kaplamakta olup alt havzalar açısından değerlendirdiğimizde şehir merkezi olan Bursa Ovası'nın güneyinde ve tüm araştırma alanına dağılmış bir şekilde tarım alanlarının ve orman alanlarının aralarında köy yerleşimleri olduğu görülmektedir. Alt havzalar açısından Cilimboz Kolu, Gökdere Kolu ve Hacivat Kolu Alt Havzaları'nın kuzey kesimlerinde ve Ayvalı Kolu Alt Havzası'nın doğu kesimlerinde yerleşimler yoğunlaşmaktadır. Doğal yapı ve planlar bu alanlarda yerleşimlerin yer seçiminde etkili olmuştur. Doğal yapı açısından morfolojik yapıya bağlı olarak düz veya düze yakın bir yapıya sahip Bursa Ovası gerek ulaşım akslarına yakınlığı, gerekse sanayi ve ticaret faaliyetlerinin ve tüm fonksiyonların bu alana yakın olarak yer seçmiş olmasından dolayı yerleşim ve konut alanı olarak kullanılmaktadır. Fakat araştırma alanının jeolojik yapısı incelendiğinde Bursa Ovası'nın büyük bir kısmının sıvılaşma tehlikesi olan alanlar üzerinde olduğu görülmektedir. Bu alanlarda yer seçen yerleşim ve konut alanları risk altındadır. Planlar açısından incelendiğinde; hızlı nüfus artışına bağlı olarak 1990-2000 yılları arasında yaklaşık olarak 190.000 konut ihtiyacı olacağı öngörüsüne bağlı olarak planlar yapılmış olsada uygulamada gerek imar afları, gerekse kaçak ve plansız yapılaşma, araştırma alanında yerleşim alanlarının hızla artmasına neden olmuştur. Altyapısı tamamlanmadan oluşan bu yerleşim bölgeleri gerek evsel nitelikli boşaltımlarını gerekse kanalizasyonlarını Nilüfer Çayı'na veya kuyular aracılığı ile yeraltı sularına boşaltmışlardır.

1989 yılında araştırma alanında sanayi alanları 8,48 km², ticaret alanları 3,02 km² alan kaplamaktadır. OSB'lerin kuruluş yeri kriterleri açısından doğal yapı özelliklerinden ziyade sosyo-ekonomik politikaların belirleyici olduğu bilinmektedir. OSB'lerin dışında kent içinde dağınık olarak yer seçmiş olan sanayi kuruluşları hiçbir arıtma faaliyetinde bulunmadan atıklarını Nilüfer Çayı veya yeraltına boşaltmışlardır. Bursa'da ticarette benzer şekilde yer seçimini önemli ulaşım aksları üzerinde yapmış ve gelişimini buna bağlı olarak sürdürmüştür.

1999 yılı arazi kullanımının diğer arazi kullanımlar içindeki yüzdesel oranları incelendiğinde (Şekil 6.7); araştırma alanında %53 ile orman alanları en yüksek değere sahip olup 678,16 km² alan kaplamaktadır. Orman alanlarının dağılımını alt havzalar açısından değerlendirdiğimizde en çok 328,19 km² ile Nilüfer Kolu Alt Havzası'nda, ardından 106,92 km² ile Ayvalı Kolu Alt Havzası'nda orman alanı bulunmaktadır. Nilüfer Kolu Alt Havzası'nda bu oranın yüksek olmasında doğal yapının ve sosyo-ekonomik politikalara bağlı olarak planların 1989 yılındaki parametrelere benzer şekilde etkili olduğu görülmektedir.

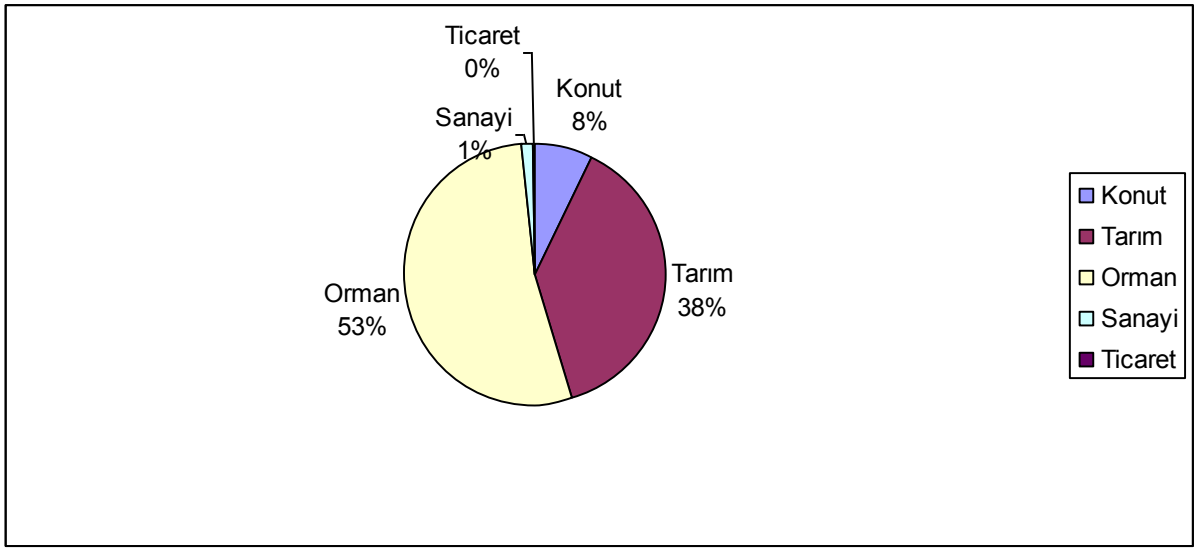
1999 yılında araştırma alanında %38 ile tarım alanları en yüksek ikinci kullanıma sahip olup 483,51 km² alan kaplamaktadır. Tarım alanlarının dağılımını alt havzalar açısından değerlendirdiğimizde en çok 82,05 km² ile Ayvalı Kolu Alt Havzası'nda bulunmaktadır. Ayvalı Kolu Alt Havzası'nda bu oranın yüksek olmasında doğal yapının ve sosyo-ekonomik politikalara bağlı olarak planların 1989 yılındaki parametrelere benzer şekilde etkili olduğu görülmektedir.

1999 yılında araştırma alanında yerleşim alanları 97,13 km² alan kaplamakta olup alt havzalar açısından değerlendirdiğimizde şehir merkezi olan Bursa Ovası'nın güneyinde ve tüm araştırma alanına dağılmış bir şekilde tarım alanlarının ve orman alanlarının aralarında köy yerleşimleri olduğu görülmektedir. Alt havzalar açısından Cilimboz Kolu, Gökdere Kolu ve Hacivat Kolu Alt Havzaları'nın kuzey kesimlerinde ve Ayvalı Kolu Alt Havzası'nın doğu kesimlerinde yerleşimler yoğunlaşmaktadır. Doğal yapı ve planlar bu alanlarda yerleşimlerin yer seçiminde etkili olmuştur. Planlar açısından incelendiğinde; hızlı nüfus artışına bağlı olarak 2000 - 2020 yılları arasında yaklaşık olarak 550.000 konut ihtiyacı olacağı öngörüsüne bağlı olarak planlar yapılmış olsada uygulamada gerek imar afları, gerekse kaçak ve plansız yapılaşma, araştırma alanında yerleşim alanlarının hızla artmasına neden olmuştur. Kent merkezinde altyapısı çalışmaları tamamlanan yerleşim bölgeleri gerek evsel nitelikli boşaltımlarını gerekse kanalizasyonlarını Nilüfer Çayı'na veya kuyular aracılığı ile yeraltı sularına boşaltmamakta olup BUSKİ kolektörlerine aktarmaktadırlar. Bunun yanında kent merkezinde halen atıksularını Nilüfer Çayı'na boşaltan yerleşimler bulunmakla birlikte özellikle kırsal yerleşimlerin altyapı ve denetim eksikliği nedeni ile atıksularını ve kanalizasyonlarını Nilüfer Çayı'na ve yeraltı sularına boşalttıkları bilinmektedir.

1999 yılında araştırma alanında sanayi alanları 17,03 km², ticaret alanları 3,17 km² alan kaplamaktadır. Kent içinde dağınık olarak yer seçmiş olan sanayi kuruluşlarının OSB'lere taşınması ve OSB'lerde arıtma tesislerinin kullanılmasına rağmen, Nilüfer Çayı kollarında yapılan su kalitesi gözlemlerine göre 11 parametre açısından kirlilikler artmış ve Nilüfer Çayı su kalitesi düşmüştür. Bunda arıtma tesislerinin tam kapasite ile ve gerektiği şekilde kullanılmaması ve kaçak boşaltımların etkisi büyüktür. Bursa'da ticarette benzer şekilde yer seçimini önemli ulaşım aksları üzerinde yapmış ve gelişimini buna bağlı olarak sürdürmüştür.

Çizelge 6.9 Araştırma alanı alt havzalarının 1999 yılı arazi kullanımı yüzölçümleri

	Alt Havzalar (km2)										
Arazi Kullanış	Ayvalı Kolu	Cilimboz Kolu	Demirtaş Kolu	Gökdere Kolu	Hacivat Kolu	Hasanağa Kolu	Nilüfer Kolu	Üçpınar Kolu	Y. Karaağaç Kolu	Diğer Havzalar	TOPLAM
Konut	14,08	6,45	1,94	13,66	12,34	2,73	6,41	0,08	0,67	38,77	**97,13**
Tarım	82,05	0,18	31,91	4,21	9,61	26,27	9,59	12,91	16,15	290,63	**483,51**
Orman	106,92	4,74	38,01	35,18	30,46	36,15	328,19	8,17	0,62	89,72	**678,16**
Sanayi	7,25	-	-	-	0,15	0,44	-	-	0,28	8,91	**17,03**
Ticaret	-	0,54	-	0,89	0,59	-	0,28	-	-	0,87	**3,17**



Şekil 6.7 Araştırma alanı1999 yılı arazi kullanımın yüzdesel oranı

1989, 1999, 2009 yılı Landsat ve İkonos uydu verileri kullanılarak elde edilen kent bütünü ve yakın çevresine ait haritalardan sanayi ve yerleşim alanlarının çoğunlukla Bursa' yı Ankara, İzmir, İstanbul ve Mudanya'ya bağlayan yollar ve tarımsal potansiyeli yüksek araziler üzerinde geliştiği saptanmıştır.

1989-1999-2009 yılları arasındaki arazi kullanımdaki değişim incelendiğinde (Şekil 6.5) özellikle kırılma noktası olarak seçilen 1989-1999-2009 yıllarında eksterm değişikliklerin

gerçekleştiği ve bunda doğal yapının yanında sosyo-ekonomik politikaların belirleyici olduğu görülmektedir.

Çizelge 6.10 Araştırma alanında 1989-1999-2009 yıllarındaki arazi kullanımları

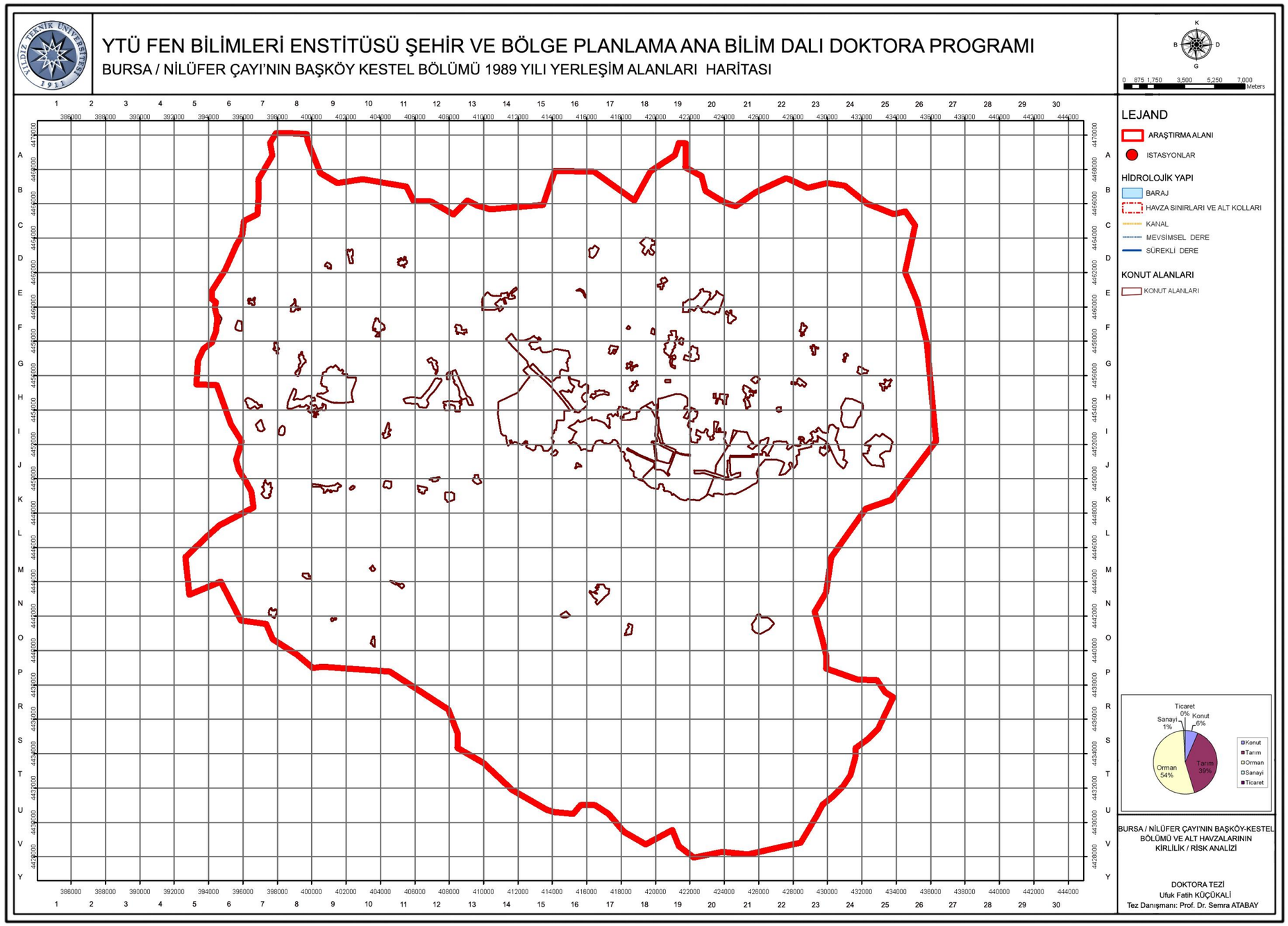
			Alt Havzalar										
		Yıl	Ayvalı Kolu	Cilimboz Kolu	Demirtaş Kolu	Gökdere Kolu	Hacivat Kolu	Hasanağa Kolu	Nilüfer Kolu	Üçpınar Kolu	Y. Karaağaç Kolu	Diğer Havzalar	TOPLAM
Arazi Kullanımı (km2)	Konut	1989	12,36	6,44	1,91	13,17	10,09	2,72	6,15	0,08	0,66	28,58	82,16
		1999	14,08	6,45	1,94	13,66	12,34	2,73	6,41	0,08	0,67	38,77	97,13
		2009	17,59	6,47	1,99	14,47	14,32	2,75	7,31	0,09	0,77	46,32	112,08
	Tarım	1989	84,99	0,19	31,16	4,70	9,62	26,00	9,46	12,86	15,17	299,31	493,46
		1999	82,05	0,18	31,91	4,21	9,61	26,27	9,59	12,91	16,15	290,63	483,51
		2009	75,22	0,16	35,78	2,89	8,32	26,19	8,98	12,75	14,79	276,16	461,24
	Orman	1989	107,24	4,79	38,18	35,24	32,85	36,87	328,72	8,17	1,15	90,11	683,32
		1999	106,92	4,74	38,01	35,18	30,46	36,15	328,19	8,17	0,62	89,72	678,16
		2009	104,76	4,69	33,60	35,08	30,24	36,05	327,58	8,16	0,61	88,48	669,25
	Sanayi	1989	1,49	-	-	-	-	-	-	-	-	6,99	8,48
		1999	7,25	-	-	-	0,15	0,44	-	-	0,28	8,91	17,03
		2009	8,11	-	0,01	0,45	0,16	0,49	-	-	1,53	11,79	22,54
	Ticaret	1989	-	0,52	-	0,88	0,58	-	0,21	-	-	0,83	3,02
		1999	-	0,54	-	0,89	0,59	-	0,28	-	-	0,87	3,17
		2009	-	0,57	-	0,98	0,68	-	0,43	-	-	0,93	3,59

Çizelge 6.11 Araştırma alanında 1989-1999-2009 yıllarındaki arazi kullanımlarının yüzdesel değişimleri

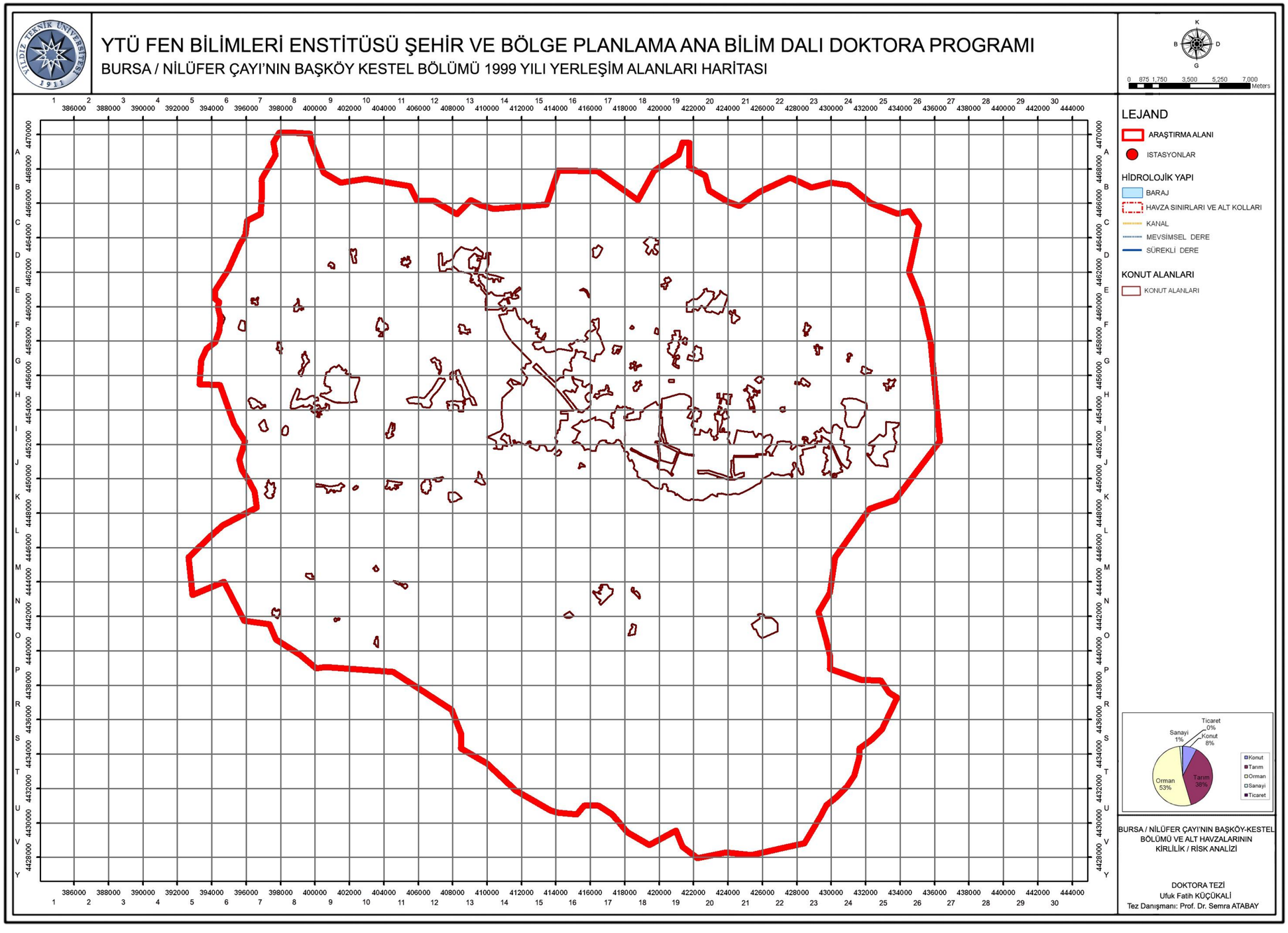
Arazi Kullanımı (km2)	TOPLAM	1989	1989-1999 Arası Değişim	1999	1999-2009 Arası Değişim	2009	1989-2009 Arası Değişim
	Konut	82,16	18,22%	97,13	15,39%	112,08	36,42%
	Tarım	493,46	-2,02%	483,51	-4,61%	461,24	-6,53%
	Orman	683,32	-0,76%	678,16	-1,31%	669,25	-2,06%
	Sanayi	8,48	100,83%	17,03	32,35%	22,54	165,80%
	Ticaret	3,02	4,97%	3,17	13,25%	3,59	18,87%

(1987 Landsat, 1999 Landsat ve 2009 İkonos uydu görüntülerinden yararlanılarak hazırlanmıştır.)

Çizelge 6.11 incelendiğinde; araştırma alanında 1989 - 1999 yılları arasında kentsel dokunun (Şekil 6.8 – Şekil 6.9) %18,22 artarak 82,16 km²'den 97,13 km²'ye ulaştığı, 1999 - 2009 (Şekil 6.9 - Şekil 6.10) yılları arasında ise %15,39 artarak 97,13 km²'den 112,08 km²'ye ulaştığı böylece toplamda 1989 – 2009 yılları arasında %36,42'lik artışla 20 yıllık süreçte amaç dışı kullanılarak konut alanlarına dönüştürülen verimli I. ve II. sınıf tarım arazilerinin 1999 yılında 14,97 km², 2009 yılında ise 29,92 km² olduğu görülmektedir.



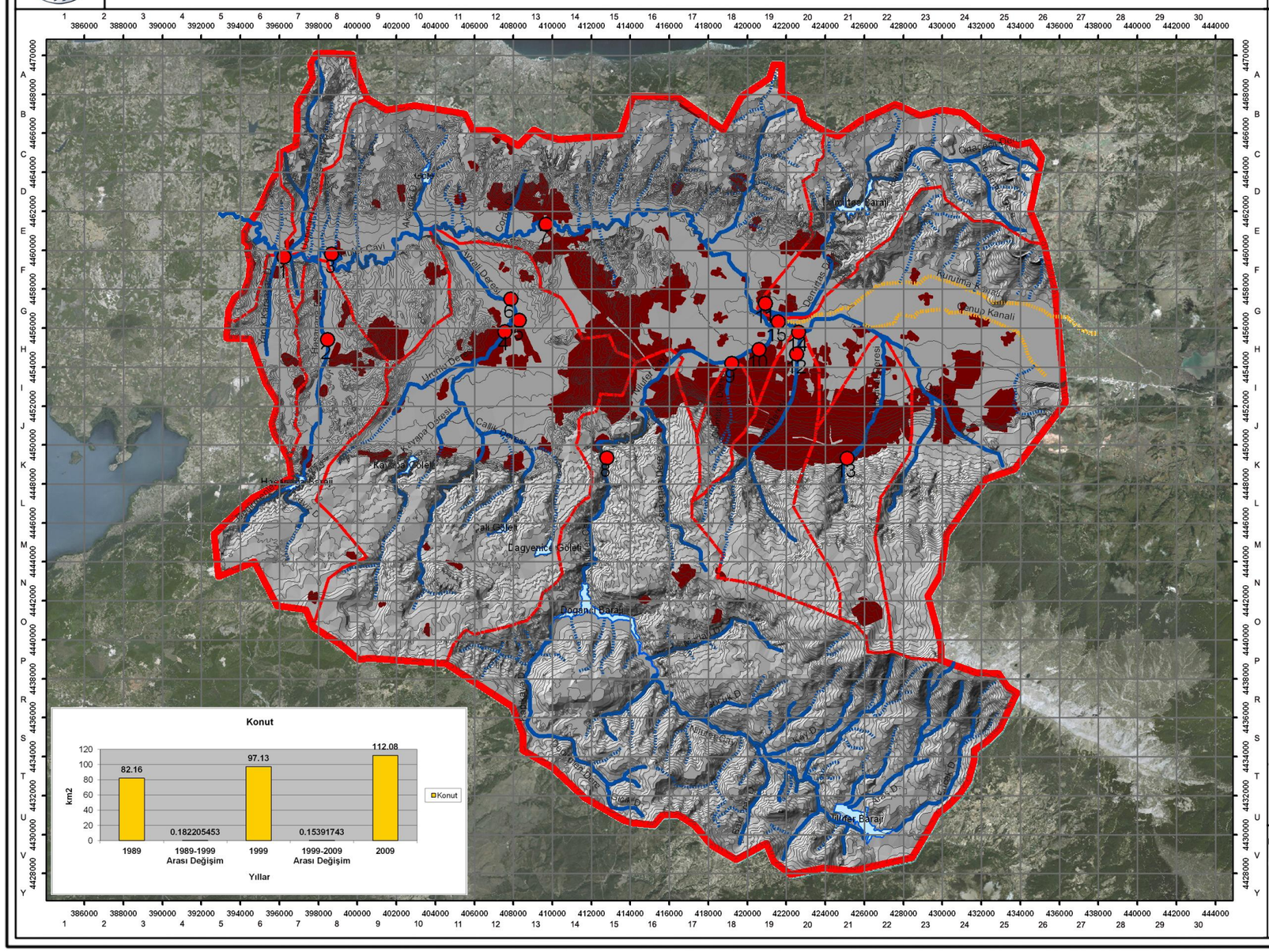
Şekil 6.8 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü 1989 yılı yerleşim alanları haritası

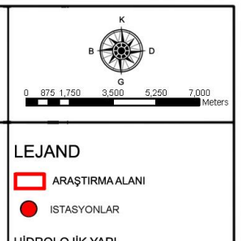


Şekil 6.9 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü 1999 yılı yerleşim alanları haritası

YTÜ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANA BİLİM DALI DOKTORA PROGRAMI

BURSA / NİLÜFER ÇAYI'NIN BAŞKÖY KESTEL BÖLÜMÜ 2009 YILI YERLEŞİM ALANLARI HARİTASI





LEJAND

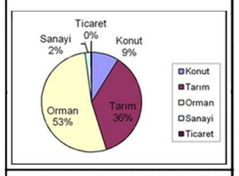
- ARAŞTIRMA ALANI
- ISTASYONLAR

HİDROLOJİK YAPI

- BARAJ
- HAVZA SINIRLARI VE ALT KOLLARI
- KANAL
- MEVSİMSEL DERE
- SÜREKLİ DERE

KONUT ALANLARI

- KONUT ALANLARI



BURSA / NİLÜFER ÇAYI'NIN BAŞKÖY-KESTEL BÖLÜMÜ VE ALT HAVZALARININ KİRLİLİK / RİSK ANALİZİ

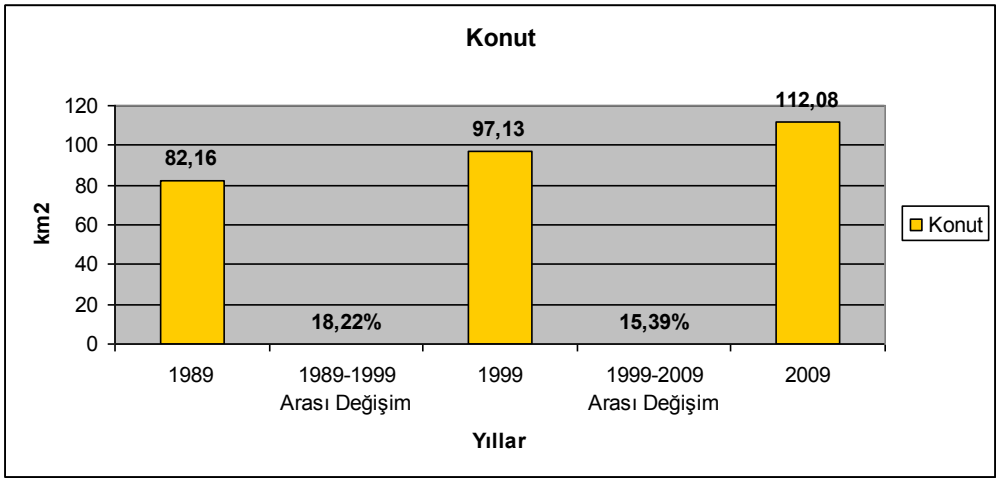
DOKTORA TEZİ

Ufuk Fatih KÜÇÜKALİ

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Semra ATABAY

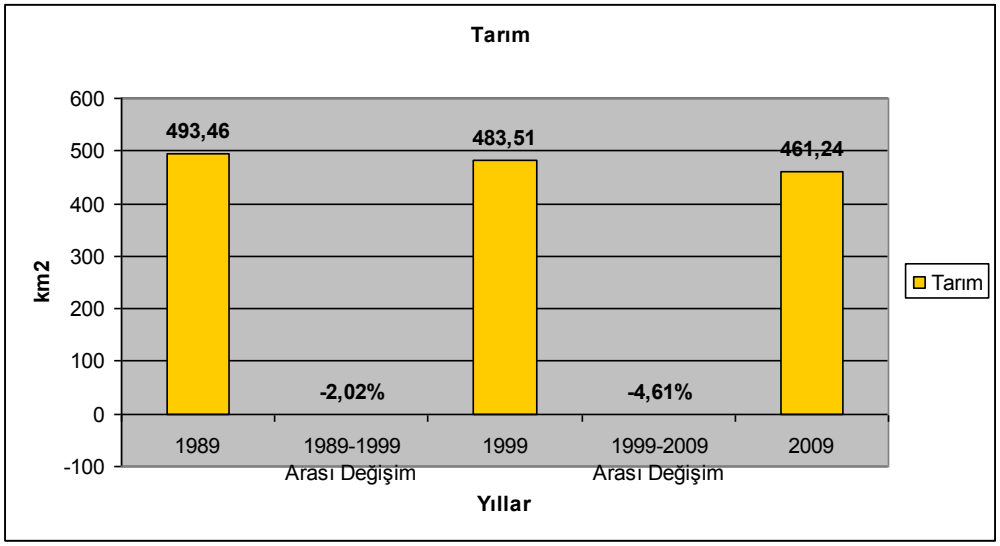
Şekil 6.10 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü 2009 yılı yerleşim alanları haritası

Alt havzalar açısından Cilimboz Kolu, Gökdere Kolu ve Hacivat Kolu Alt Havzaları'nın kuzey kesimlerinde ve Ayvalı Kolu Alt Havzası'nın doğu kesimlerinde yerleşimlerin artmış olduğu görülmektedir.



Şekil 6.11 Yerleşimin 1989-1999-2009 yılları arasındaki alansal değişimi

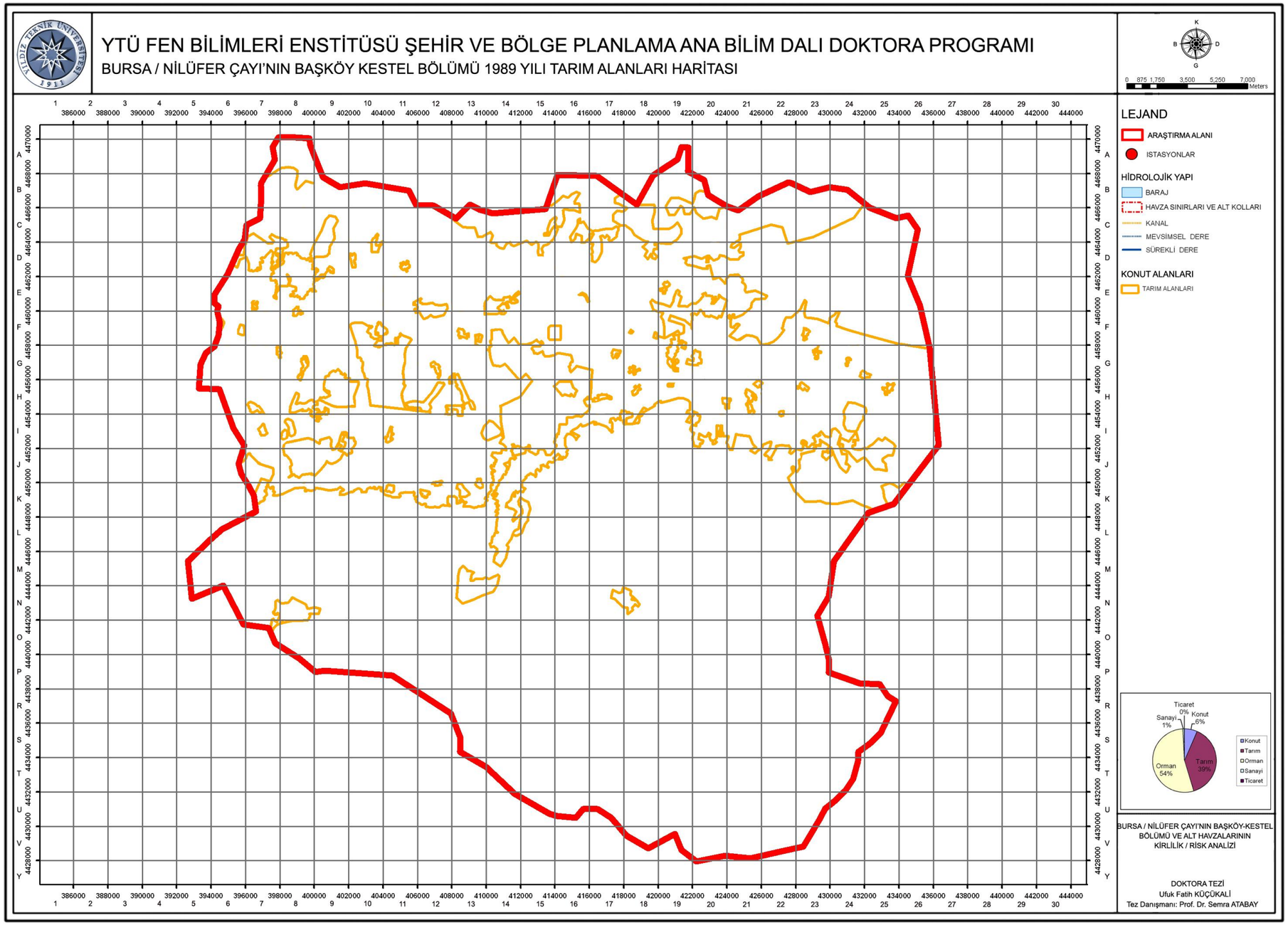
Araştırma alanında 1989 - 1999 yılları arasında tarım alanları (Şekil 6.13 – Şekil 6.14) %2,02 azalarak 493,46 km²'den 483,51 km² olduğu, 1999 - 2009 (Şekil 6.14 – Şekil 6.15) yılları arasında ise %4,61 azalarak 483,51 km²'den 461,24 km²'ye indiği böylece toplamda 1989 – 2009 yılları arasında %6,53'lük azalışla 20 yıllık süreçte amaç dışı kullanılarak konut ve sanayi alanlarına dönüştürülen verimli I. ve II. sınıf tarım arazilerinin 1999 yılında 9,95 km², 2009 yılında ise 32,22 km² olduğu görülmektedir.



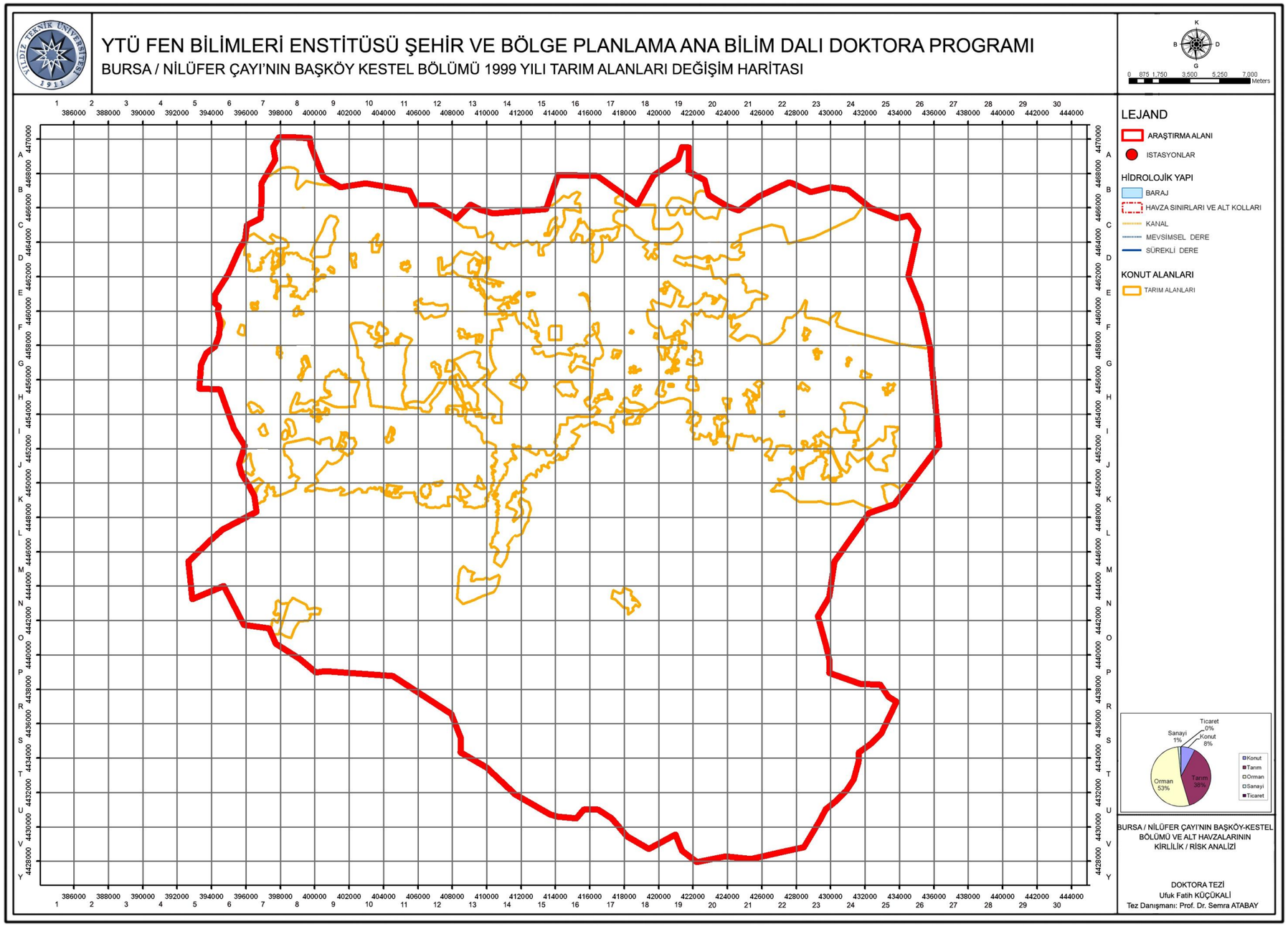
Şekil 6.12 Tarım arazilerinin 1989-1999-2009 yılları arasındaki alansal değişimi

YTÜ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANA BİLİM DALI DOKTORA PROGRAMI

BURSA / NİLÜFER ÇAYI'NIN BAŞKÖY KESTEL BÖLÜMÜ 1989 YILI TARIM ALANLARI HARİTASI



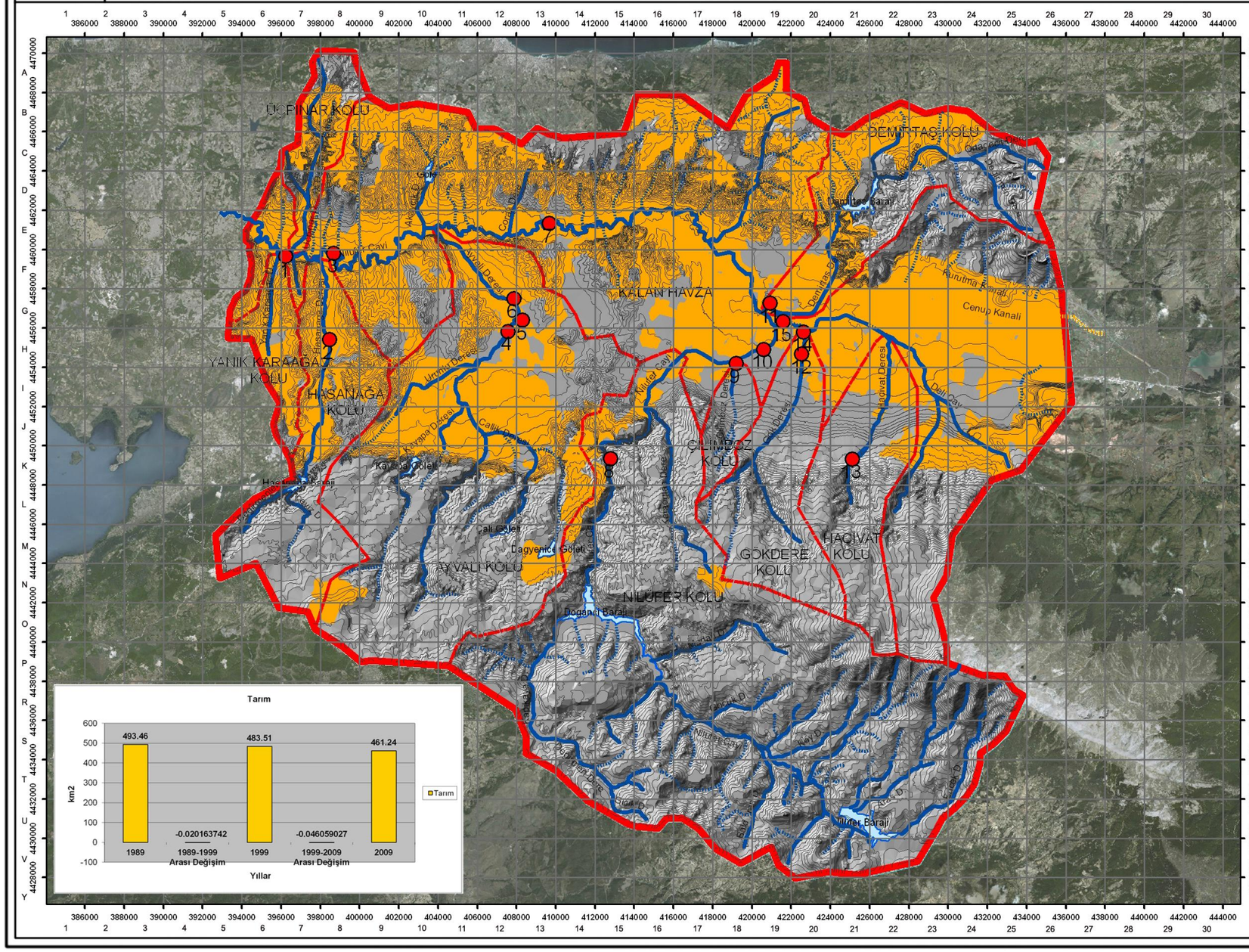
Şekil 6.13 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü 1989 yılı tarım alanları haritası



Şekil 6.14 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü 1999 yılı tarım alanları haritası

YTÜ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANA BİLİM DALI DOKTORA PROGRAMI

BURSA / NİLÜFER ÇAYI'NIN BAŞKÖY KESTEL BÖLÜMÜ 2009 YILI TARIM ALANLARI HARİTASI



K
B D
G

0 875 1,750 3,500 5,250 7,000 Meters

LEJAND

ARAŞTIRMA ALANI

İSTASYONLAR

HİDROLOJİK YAPI

BARAJ

HAVZA SINIRLARI VE ALT KOLLARI

KANAL

MEVSİMSEL DERE

SÜREKLİ DERE

KONUT ALANLARI

TARIM ALANLARI

BURSA / NİLÜFER ÇAYI'NIN BAŞKÖY-KESTEL BÖLÜMÜ VE ALT HAVZALARININ KİRLİLİK / RİSK ANALİZİ

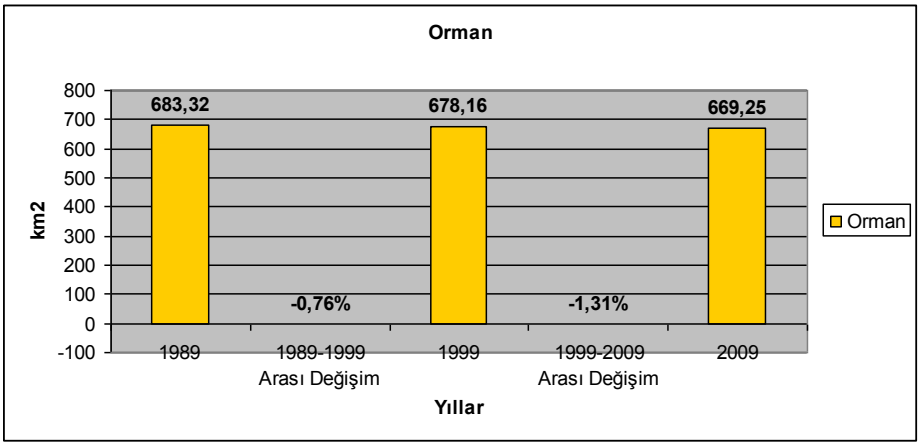
DOKTORA TEZİ

Ufuk Fatih KÜÇÜKALİ

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Semra ATABAY

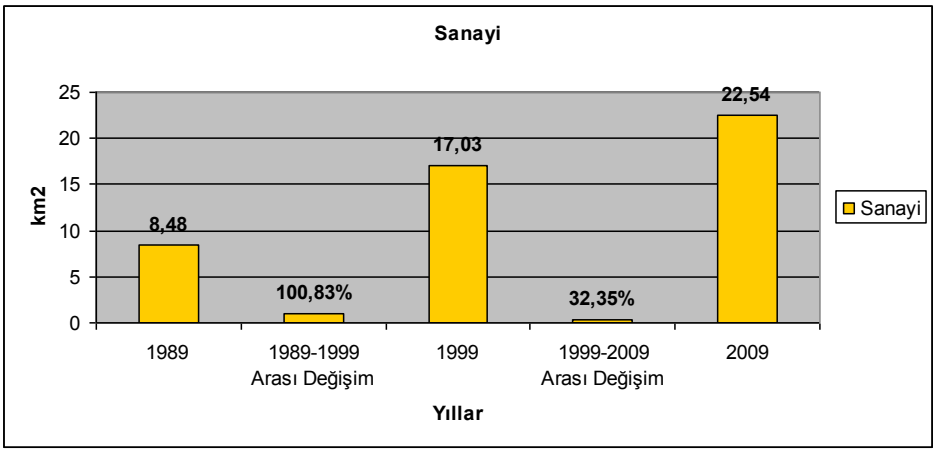
Şekil 6.15 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü 2009 yılı tarım alanları haritası

Araştırma alanında 1989 - 1999 yılları arasında orman alanları (Şekil 6.18 – Şekil 6.19) %0,76 azalarak 683,32 km²'den 678,16 km² olduğu, 1999 - 2009 (Şekil 6.19 – Şekil 6.20) yılları arasında ise %1,31 azalarak 678,16 km²'den 669,25 km²'ye indiği böylece toplamda 1989 – 2009 yılları arasında %2,06'lık azalışla 20 yıllık süreçte amaç dışı kullanılarak konut ve tarım arazilerine dönüştürülen ormanların 1999 yılında 5,16 km², 2009 yılında ise 14,07 km² olduğu görülmektedir.

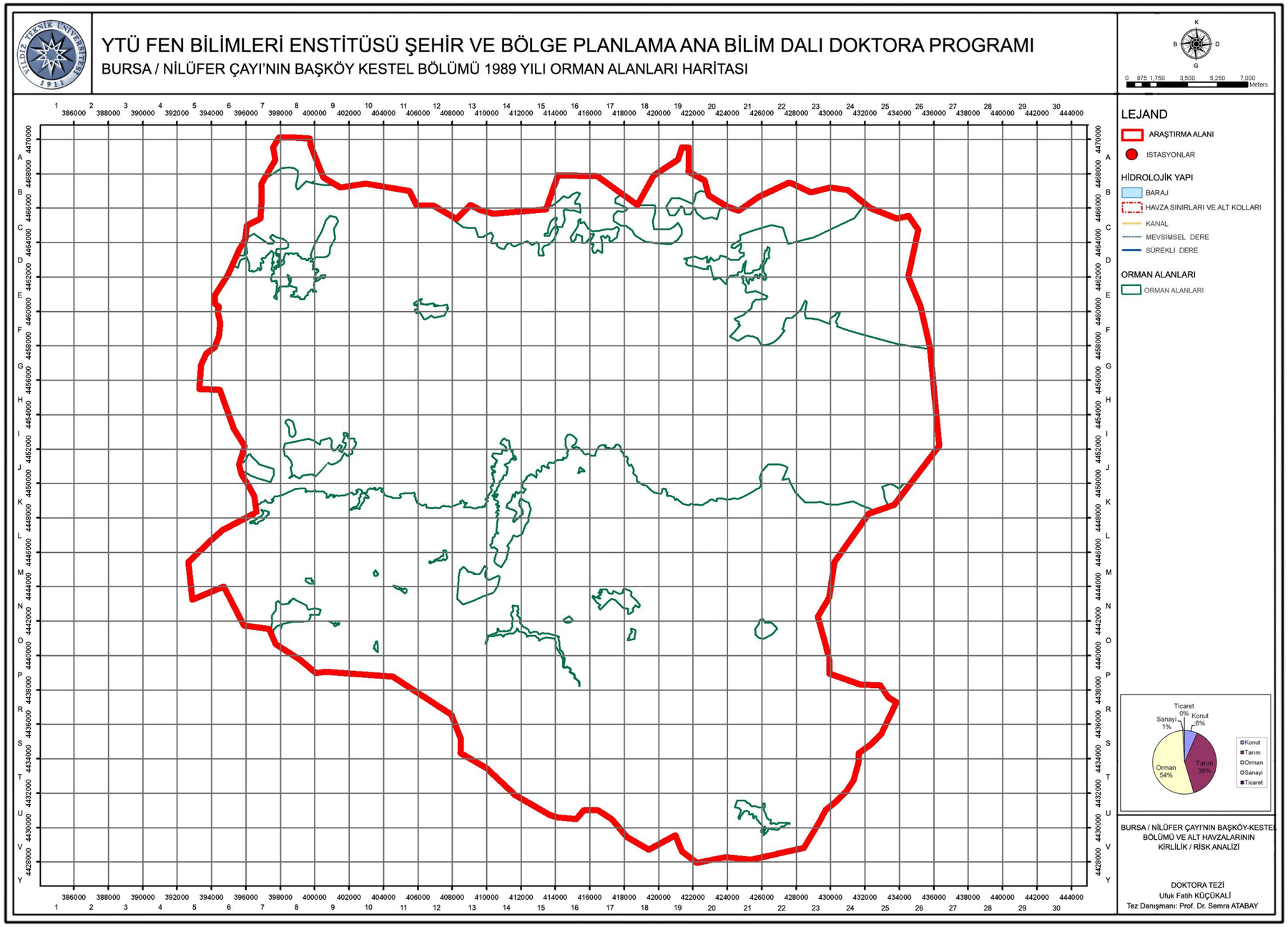


Şekil 6.16 Ormanların 1989-1999-2009 yılları arasındaki alansal değişimi

Araştırma alanında 1989 - 1999 yılları arasında sanayi alanları (Şekil 6.21 – Şekil 6.22) %100,83 artarak 8,48 km²'den 17,03 km²'ye ulaştığı, 1999 - 2009 (Şekil 6.22 – Şekil 6.23) yılları arasında ise %32,35 artarak 17,03 km²'den 22,54 km²'ye ulaştığı böylece toplamda 1989 – 2009 yılları arasında %165,80'lik artışla 20 yıllık süreçte amaç dışı kullanılarak sanayi alanlarına dönüştürülen verimli I. ve II. sınıf tarım arazileri ve orman alanlarının 1999 yılında 8,55 km², 2009 yılında ise 14,06 km² olduğu görülmektedir.



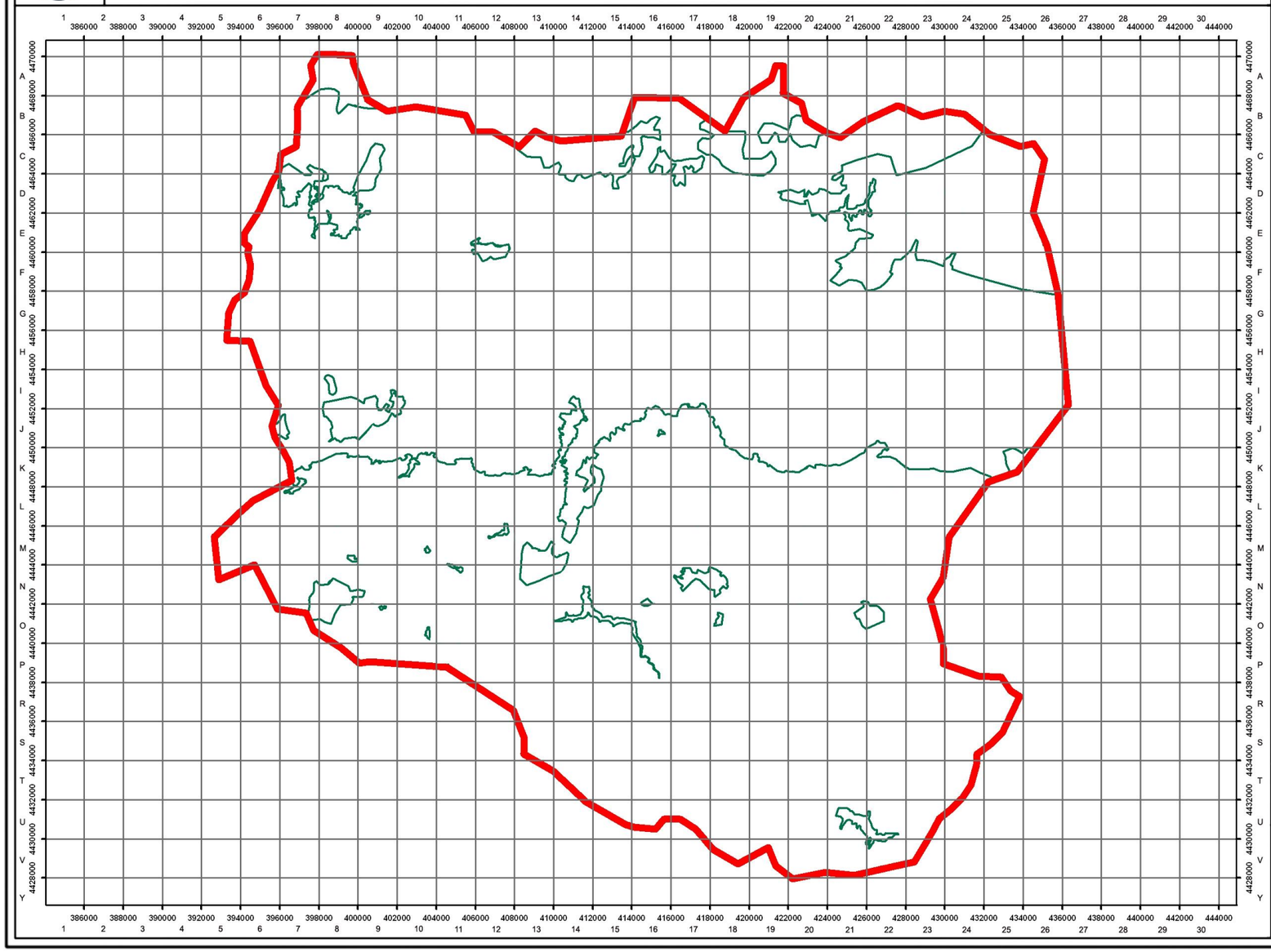
Şekil 6.17 Sanayi alanlarının 1989-1999-2009 yılları arasındaki alansal değişimi

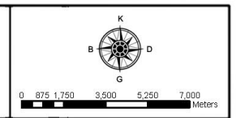


Şekil 6.18 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü 1989 yılı orman alanları haritası

YTÜ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANA BİLİM DALI DOKTORA PROGRAMI

BURSA / NİLÜFER ÇAYI'NIN BAŞKÖY KESTEL BÖLÜMÜ 1999 YILI ORMAN ALANLARI HARİTASI





LEJAND

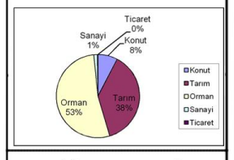
- ARAŞTIRMA ALANI
- İSTASYONLAR

HİDROLOJİK YAPI

- BARAJ
- HAVZA SINIRLARI VE ALT KOLLARI
- KANAL
- MEVSİMSEL DERE
- SÜREKLİ DERE

ORMAN ALANLARI

- ORMAN ALANLARI



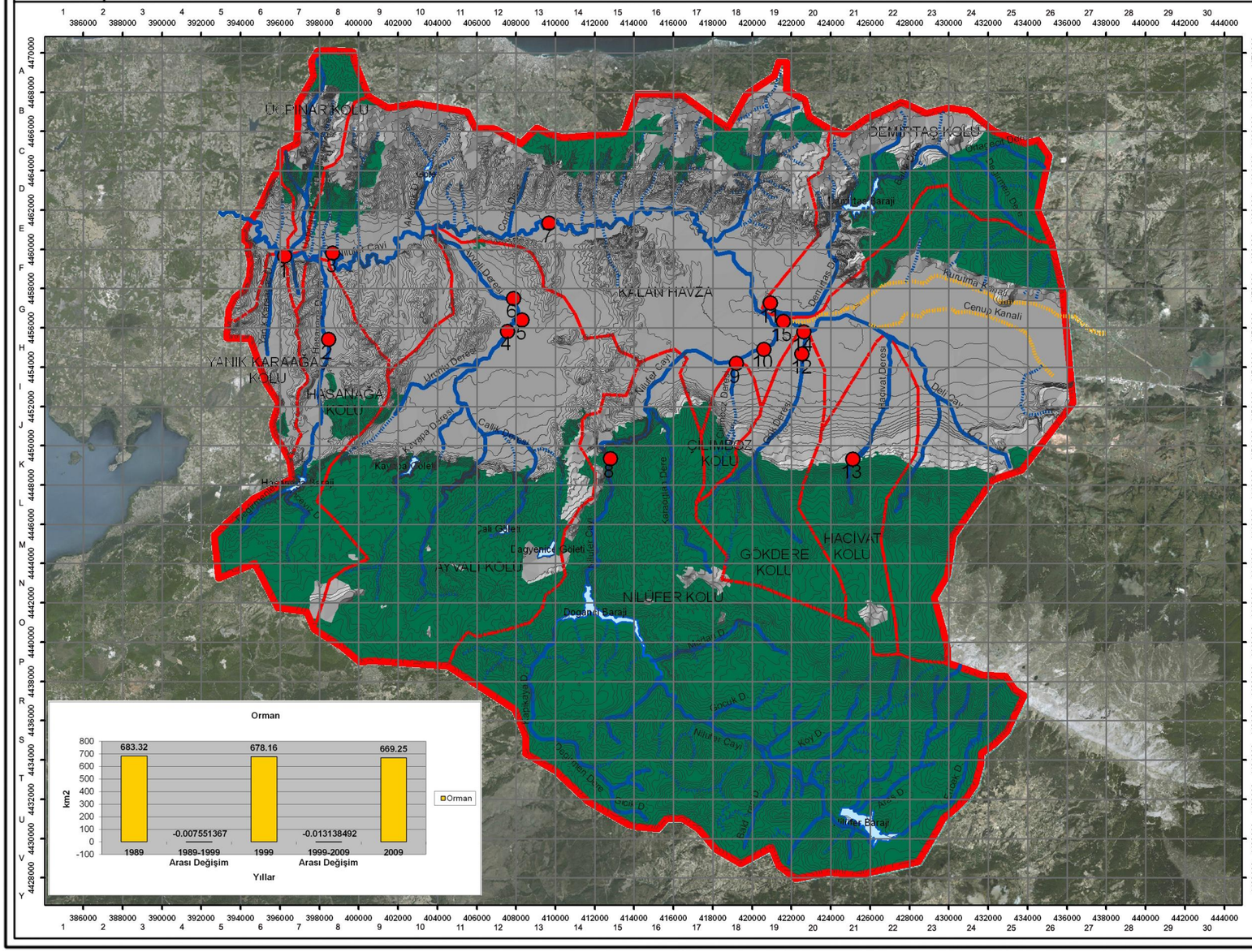
BURSA / NİLÜFER ÇAYI'NIN BAŞKÖY-KESTEL BÖLÜMÜ VE ALT HAVZALARININ KİRLİLİK / RİSK ANALİZİ

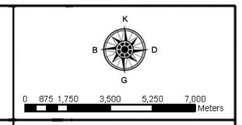
DOKTORA TEZİ
Ufuk Fatih KÜÇÜKALİ
Tez Danışmanı: Prof. Dr. Semra ATABAY

Şekil 6.19 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü 1999 yılı orman alanları haritası

YTÜ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANA BİLİM DALI DOKTORA PROGRAMI

BURSA / NİLÜFER ÇAYI'NIN BAŞKÖY KESTEL BÖLÜMÜ 2009 YILI ORMAN ALANLARI HARİTASI





LEJAND

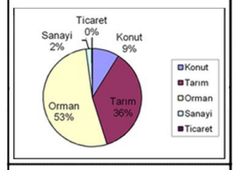
- ARAŞTIRMA ALANI
- ISTASYONLAR

HİDROLOJİK YAPI

- BARAJ
- HAVZA SINIRLARI VE ALT KOLLARI
- KANAL
- MEVSİMSEL DERE
- SÜREKLİ DERE

ORMAN ALANLARI

- ORMAN ALANLARI



BURSA NİLÜFER ÇAYI'NIN BAŞKÖY-KESTEL BÖLÜMÜ VE ALT HAVZALARININ EKOLOJİK RİSK ANALİZİ

DOKTORA TEZİ

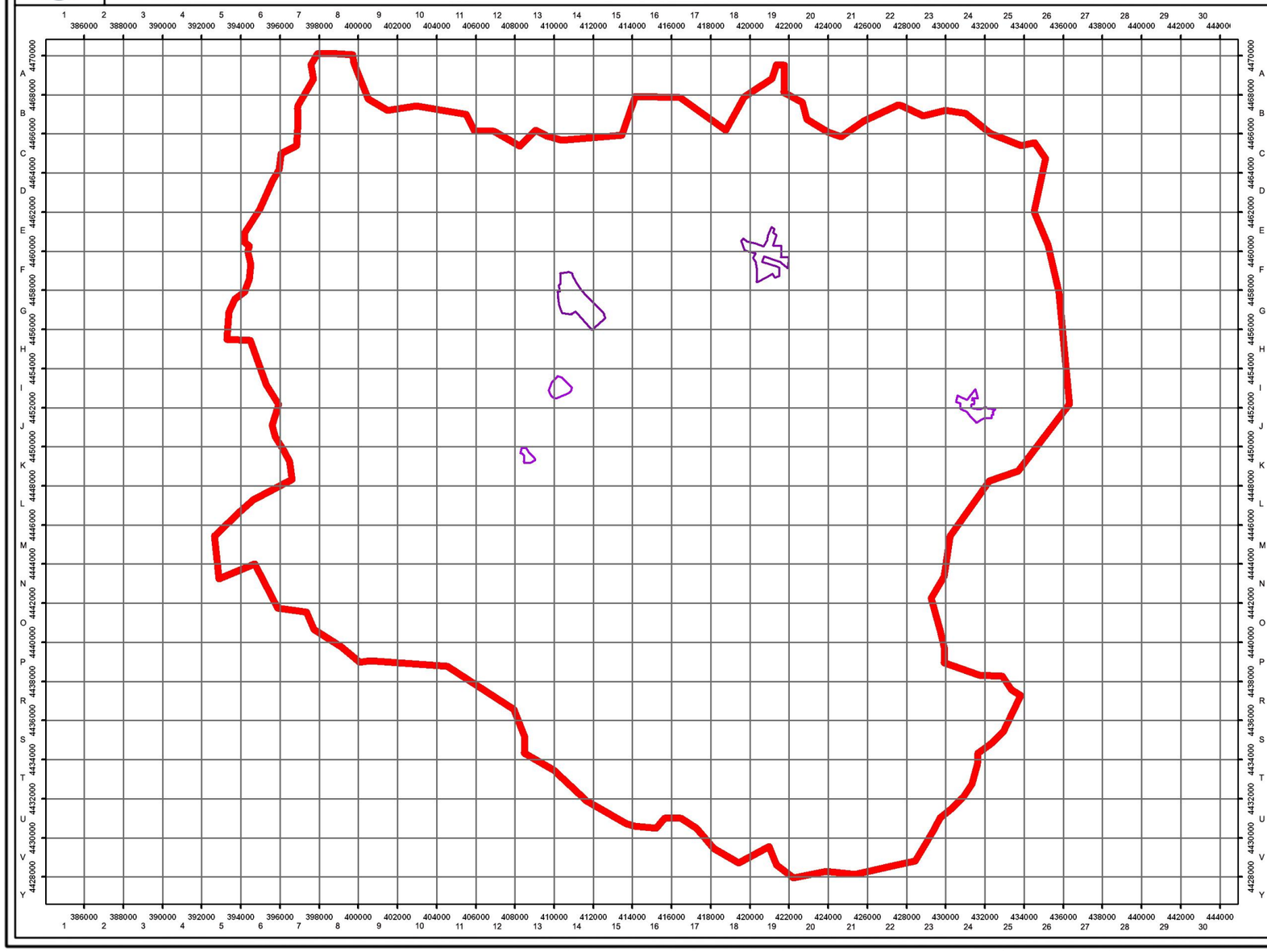
Ufuk Fatih KÜÇÜKALİ

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Semra ATABAY

Şekil 6.20 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü 2009 yılı orman alanları haritası

YTÜ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANA BİLİM DALI DOKTORA PROGRAMI

BURSA / NİLÜFER ÇAYI'NIN BAŞKÖY KESTEL BÖLÜMÜ 1989 YILI SANAYİ ALANLARI HARİTASI



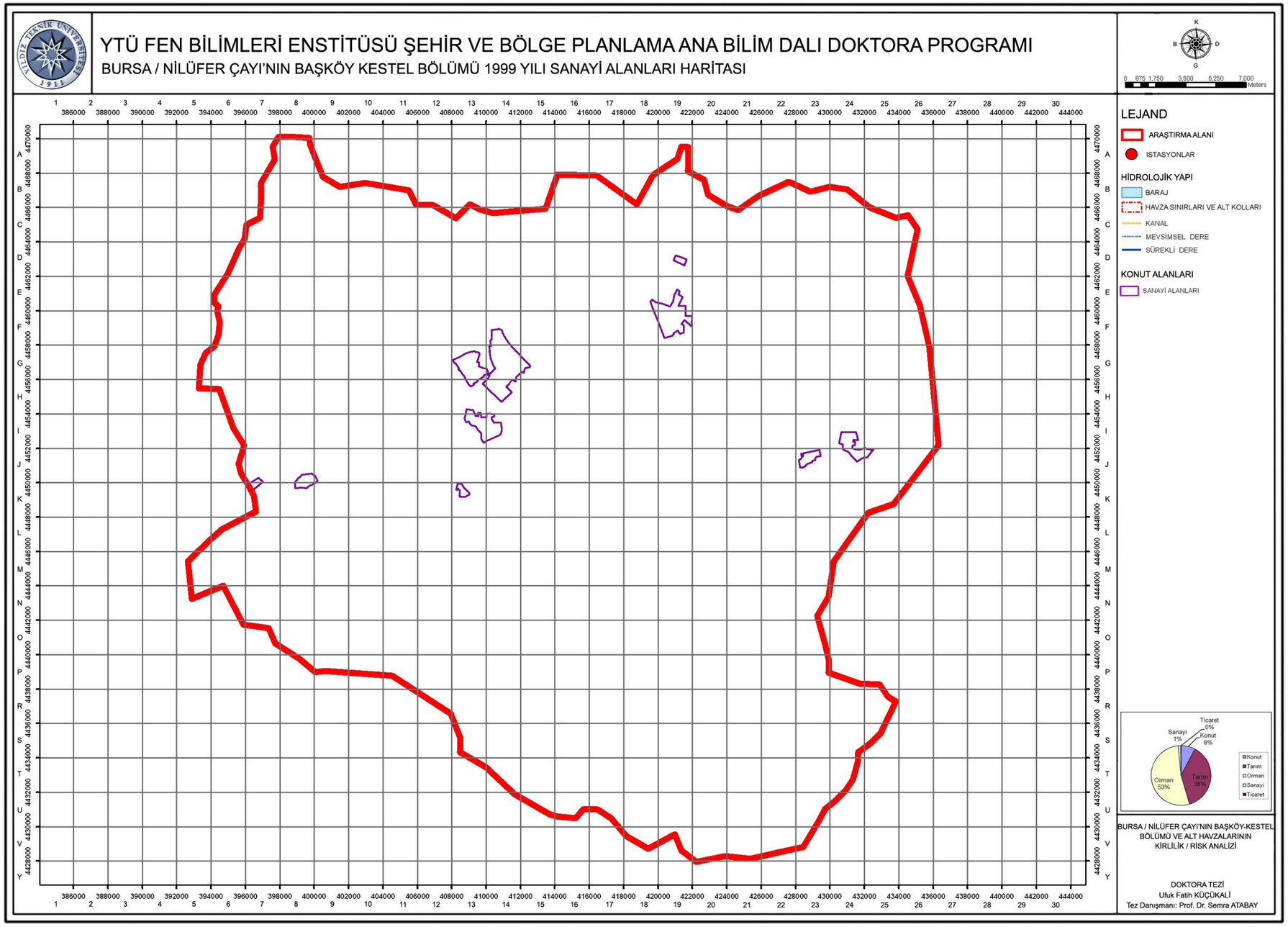
BURSA / NİLÜFER ÇAYI'NIN BAŞKÖY-KESTEL BÖLÜMÜ VE ALT HAVZALARININ KİRLİLİK / RİSK ANALİZİ

DOKTORA TEZİ

Ufuk Fatih KÜÇÜKALİ

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Semra ATABAY

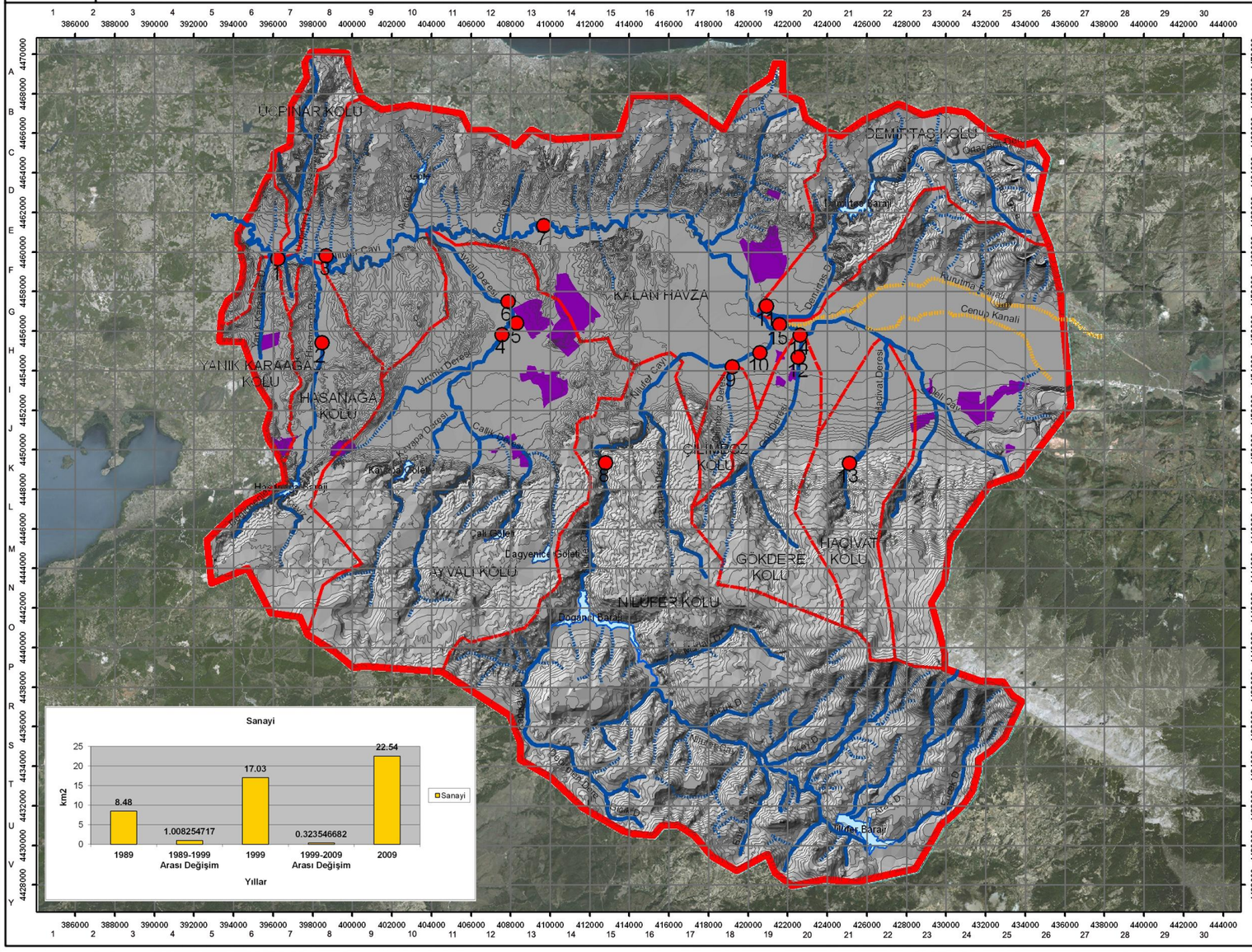
Şekil 6.21 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü 1989 yılı sanayi alanları haritası

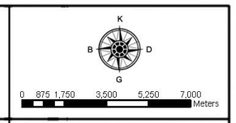


Şekil 6.22 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü 1999 yılı sanayi alanları haritası

YTÜ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANA BİLİM DALI DOKTORA PROGRAMI

BURSA / NİLÜFER ÇAYI'NIN BAŞKÖY KESTEL BÖLÜMÜ 2009 YILI SANAYİ ALANLARI HARİTASI





LEJAND

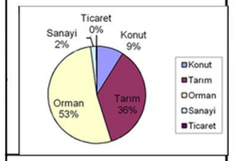
- ARAŞTIRMA ALANI
- ISTASYONLAR

HİDROLOJİK YAPI

- BARAJ
- HAVZA SINIRLARI VE ALT KOLLARI
- KANAL
- MEVSİMSEL DERE
- SÜREKLİ DERE

KONUT ALANLARI

- SANAYİ ALANLARI



BURSA / NİLÜFER ÇAYI'NIN BAŞKÖY-KESTEL BÖLÜMÜ VE ALT HAVZALARININ KİRLİLİK / RİSK ANALİZİ

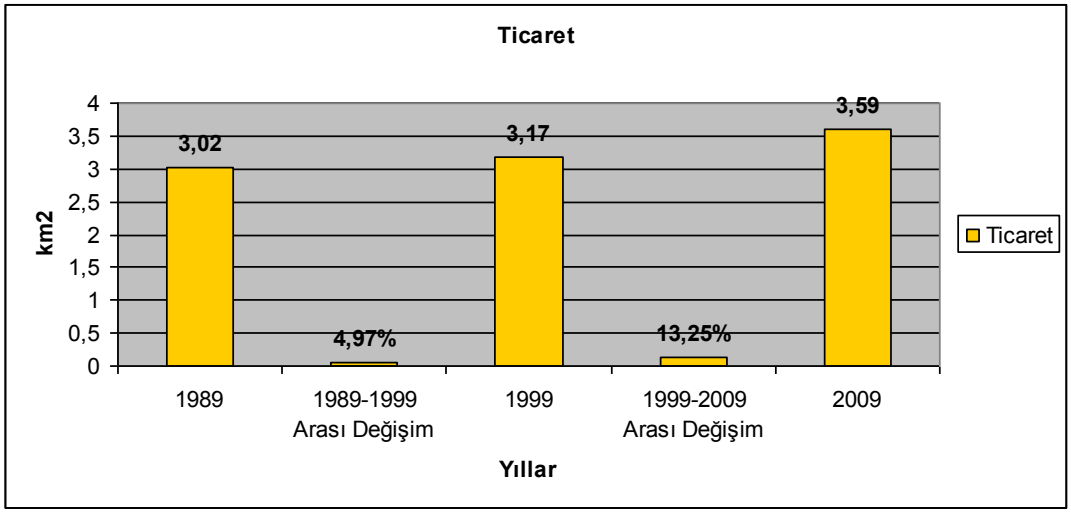
DOKTORA TEZİ

Ufuk Fatih KÜÇÜKALİ

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Semra ATABAY

Şekil 6.23 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü 2009 yılı sanayi alanları haritası

Araştırma alanında 1989 - 1999 yılları arasında ticaret alanları %4,97 artarak 3,02 km²'den 3,17 km²'ye ulaştığı, 1999 - 2009 yılları arasında ise %13,25 artarak 3,17 km²'den 3,59 km²'ye ulaştığı böylece toplamda 1989 – 2009 yılları arasında %18,87'lik artışla 20 yıllık süreçde amaç dışı kullanılarak ticaret alanlarına dönüştürülen alanlarının 1999 yılında 0,15 km², 2009 yılında ise 0,57 km² olduğu görülmektedir.



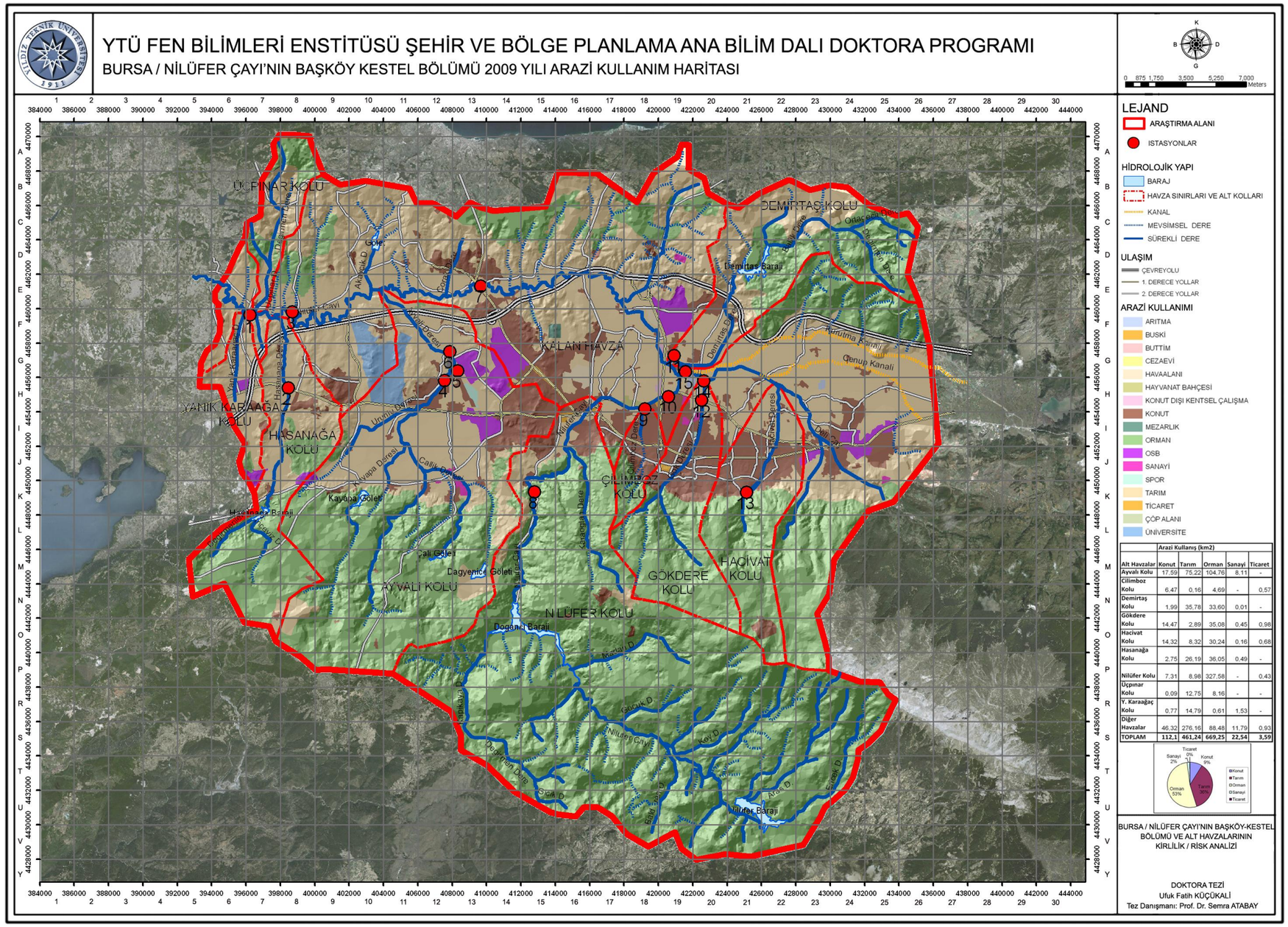
Şekil 6.24 Ticaret alanlarının 1989-1999-2009 yılları arasındaki alansal değişimi

6.3.1 Güncel Arazi Kulanımı

1989 – 1999 - 2009 yılları arazi kullanımdaki değişimlerin neden sonuç ilişkileri değerlendirildikten sonra güncel arazi kullanımı ile nazım imar planları arasındaki uyumsuzluklar ve buna bağlı olan riskler değerledirilmiştir. Bu noktada öncelikle güncel arazi kullanımın detaylı olarak değerlendirilmesi gerekmektedir (Şekil 6.25).

Konut Yerleşme Alanları

Yerleşimler açısından mevcut konut alanları, düzensiz konut alanları ve köy yerleşim alanları arazi kullanımda yer almaktadır. Mevcut konut alanları 112,08 km² alanı kaplamaktadır. Merkezdeki yerleşim alanlarının genel olarak doğu-batı aksında lineer bir şekilde konumlandığı görülmektedir.



	Arazi Kullanış (km2)				
Alt Havzalar	Konut	Tarım	Orman	Sanayi	Ticaret
Ayvalı Kolu	17,59	75,22	104,76	8,11	-
Cilimboz Kolu	6,47	0,16	4,69	-	0,57
Demirtaş Kolu	1,99	35,78	33,60	0,01	-
Gökdere Kolu	14,47	2,89	35,08	0,45	0,98
Hacivat Kolu	14,32	8,32	30,24	0,16	0,68
Hasanağa Kolu	2,75	26,19	36,05	0,49	-
Nilüfer Kolu	7,31	8,98	327,58	-	0,43
Üçpınar Kolu	0,09	12,75	8,16	-	-
Y. Karaağaç Kolu	0,77	14,79	0,61	1,53	-
Diğer Havzalar	46,32	276,16	88,48	11,79	0,93
TOPLAM	112,1	461,24	669,25	22,54	3,59

Şekil 6.25 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü 2009 yılı arazi kullanımı haritası

Çizelge 6.12 2009 yılı arazi kullanım alan ve yüzdeleri

Arazi Kullanımı	Alan (km²)	Yüzde
Konut	112,08	**8,72%**
Tarım Alanları	461,24	**35,90%**
Orman	669,25	**52,09%**
Küçük Sanayi Alanı	1,89	0,15%
Organize Sanayi Bölgesi	20,65	1,61%
Ticaret	3,59	0,28%
Arıtma Tesisi	0,83	0,06%
BUSKİ	0,29	0,02%
BUTTİM	0,04	0,00%
Cezaevi	0,07	0,01%
Katı Atık Depolama Alanı	0,25	0,02%
Havaalanı	1,97	0,15%
Hayvanat Bahçesi	0,62	0,05%
KDKÇ	0,76	0,06%
Mezarlık	0,56	0,04%
Spor Alanı	0,61	0,05%
Üniversite	10,09	0,79%
TOPLAM	1284,79	100

(2009 yılı İkonos uydu görüntüsü**)**

Kuzeydeki yerleşimlerde ise Marmara Denizi'nin de çekici etkisiyle kıyıyı takip eden yerleşimler gözlenmektedir. Özellikle Mudanya'da görülmekte olan II. konut tipi yapılaşmanın zamanla yerini I. konut tipine dönüştürdüğü bilinmektedir. Ayrıca Bursa Ovası sayesinde tarım sektörünün önemli bir sektör olarak ortaya çıktığı Bursa İli'nde ovaya yayılmış kırsal yerleşimlerde varlıklarını koruyup gelişim eğilimi göstermektedirler.

Kentsel Bölgesel Merkez, Merkezi İş Alanları

Ticaret fonksiyonu açısından merkezi iş alanı, pazar ve pazarlama faaliyeti yapılan alanlar, toptan ticaret alanları ve depolama alanları arazi kullanımda yer almaktadır. Genel toplamda 3,59 km² olarak tespit edilmiş olan ticaret-merkez fonksiyonu içinde en büyük alanı merkez özelliği gösteren ve ilin ağırlık merkezinde yer alan Osmangazi ve Yıldırım ilçelerinde yer almaktadır. Cumhuriyet Caddesi, Atatürk Caddesi (eski Sarayönü Caddesi), Fevzi Çakmak Caddesi ve İnönü Caddesi'nin sınırladığı alanlarda ticaret fonksiyonları yığılmıştır.

Küçük sanatlar ve esnaflar, Kapalıçarşı ve Setbaşı Köprüsü civarında yoğunlaşmış etrafında ticaret faaliyetleri toplanmıştır. Ticaret başlığı altında değerlendirmeye

alınmış bir diğer alan ise depolama alanlarıdır. Bunların alansal büyüklüğü 0,45 km² olarak tespit edilmiştir. Sanayisiyle ön plana çıkan Bursa ilinde, bu sanayi alanlarına hizmet sağlayan depolama alanları, genellikle Gemlik Limanı bölgesinde konumlanmışlardır.

Sanayi Alanları

1959 yılı itibariyle Bursa'da sanayi dalında faaliyet gösteren firma adedi 27'dir. Bunların sektörlere dağılımı aşağıdaki şekildedir.

Çizelge 6.13 1959 yılında firma sayısı itibariyle sanayi dallarının işgal ettikleri sıra [175]

Sanayi Dalı	Firma sayısı
Mensucat	1
Kimya	14
Gıda Maddeleri	4
Deri ve Deri Mamulleri	5
Metaller, Madeni Mamuller, makine ve Techizat	3
Ayakkabı ve Hazır Elbise	2

1960 yıllarından sonra ülke genelinde hızlı bir sanayileşme süreci yaşanırken bu süreçten en fazla pay alan ve desteklenen kentlerden birisi olan ve ülkemizde 1962 yılında ilk olarak Bursa'da Mudanya yolu üzerinde oluşturulan OSB'nin ve 1969 yılında da Yalova yolu üzerinde Tofaş otomobil fabrikasının yer seçiminin katkılarıyla bu süreç 1970'li yıllarda hızlanmış ve günümüzde doruk noktaya ulaşmıştır. Yoğun iş gücü gerektiren sanayi kollarının ve yan dallarının hızla gelişmesi hızlı nüfus artışına da beraberinde getirmiştir.

Çok hızlı gelişen sanayinin ve buna bağlı olarak artan nüfusun arazi gereksinimleri varolan sanayi tesislerinin çevresinde ve ana bağlantı yolları üzerinde kaçak konutlar ile sanayi tesislerinin yapılmasına neden olmuş ve verimli tarım topraklarına olan baskıyı artırmıştır. Böylece Yalova, İzmir ve Ankara gibi kentleri birbirine bağlayan ana ulaşım yolları üzerinde oluşturulan sanayi bölgeleri Bursa Ovası'nın verimli tarım topraklarının geri kazanılmayacak bir biçimde yok olmasını sağlamıştır. Hızlı nüfus artışı ve sanayileşme tarım topraklarının kent ve sanayi yerleşimine kaymasına, ormanların zarar görmesine su kaynaklarının kirlenmesine neden olmuştur.

Toplamda 22,54 km² olarak tespiti yapılan sanayi alanları içerisinde; küçük sanayi alanları, OSB'ler, küçük sanayi siteleri ve serbest bölge yer almaktadır. İstanbul'un sanayi kimliğini bırakıp, hizmetler sektörüne yönelmesi ekseninde ortaya çıkan Bursa'da sanayi gelişimi büyük bir ivme kazanmıştır Bu alanlar Bursa Büyükşehir Belediyesi sınırları içerisinde dağınık olarak yer seçmişlerdir.

Bu başlık altında ele alınmış diğer sanayi alanları ise 20,65 km² arazi kullanımına sahip OSB'lerdir.

Araştırma Alanındaki Organize Sanayi Bölgeleri (OSB)

Tez kapsamında araştırma alanında Nilüfer Çayı etki alanındaki OSB'lerde bulunan işletmelerin faaliyet alanları ve bunlara bağlı olarak bu işletmelerin boşaltımlarının Nilüfer Çayı su kalitesi üzerindeki etkileri 1989, 1999 ve 2009 kırılma noktalarındaki değişimlerine göre incelenmiştir (Bkz. Alt Bölüm 7.3 Sanayi Alanları). Araştırma alanındaki OSB'lerde bulunan işletmelerin faaliyet alanları ve güncel sayıları Çizelge 6.14'te verilmiştir. İşletme faaliyet alanı ve işletmelerin boşaltımlarının su kalitesi üzerindeki etkileri evrensel parametreler açısından değerlendirildiğinde; tekstil sanayi boşaltımları yüksek oranda pH, Cd, Zn, Pb ve Cr içermektedir [176]. Kimya sanayi boşaltımları pH'da artışa neden olurken, tabakhaneler (deri sanayi) pH, BOİ, KOİ ve Cr artışına neden olmaktadır. Gıda sanayi ve otomotiv sanayi boşaltımlarına bağlı olarak BOİ ve KOİ'de artış gözlenmekte iken, metal sanayi boşaltımları yüksek oranda Fe, Cu, Cd, Zn, Pb ve Cr içermektedir.

Bu değerlendirmeler ışığında güncel arazi kullanım içinde OSB'lerin yerleri, işletmelerin faaliyet alanları ve boşaltım yükleri ile Nilüfer Çayı su kalitesi arasında neden-sonuç ilişkisi kurulabilmektedir. Bu ilişki Nilüfer Çayı üzerinde 15 su kalitesi ölçüm istasyonundan alınan veriler ışığında test edilmiştir.

Çizelge 6.14 Araştırma alanındaki OSB lerin işletme faaliyet alanları [177]

İŞLETME FAALİYET ALANI	Demirtaş OSB	Bursa Sanayi ve Tic. Odası OSB	Nilüfer OSB	Kestel OSB	Gürsu OSB	Bursa Deri OSB
Tekstil	247	88	56	56	50	-
Gıda	5	5	3	3	5	-
Deri	-	-	-	-	-	26
Makine	13	15	9	-	2	-
Kimya	4	10	7	-	2	-
Elektrik-Elektronik	2	1	-	-	-	-
Kağıt Ambalaj	3	3	10	-	-	-
Mobilya	4	1	11	1	2	-
Lastik Sanayi	5	4	-	-	-	-
Plastik Sanayi	7	-	16	2	-	-
Metal	7	29	60	12	3	-
Elektrik Aletleri Üretimi	3	3	6	-	-	-
Taşıt İmali	1	1	-	-	-	-
Otomotiv Yan Sanayi	32	24	125	-	3	-
Petrol Ürünleri	-	2	-	-	1	-
Kauçuk	-	-	16	-	-	-
Depo	-	-	17	-	-	-
Diğer	22	24	2	4	1	-
TOPLAM	**355**	**210**	**338**	**78**	**69**	**26**

Orman Alanları

2009 yılı arazi kullanımında diğer arazi kullanımları içindeki yüzdesel oranları incelendiğinde; araştırma alanında %52,09 ile orman alanları en yüksek değere sahip olup 669,25 km² alan kaplamaktadır. Orman alanlarının dağılımını alt havzalar açısından değerlendirdiğimizde en çok 327,58 km² ile Nilüfer Kolu Alt Havzası'nda, ardından 104,76 km² ile Ayvalı Kolu Alt Havzası'nda orman alanı bulunmaktadır.

Tarım Alanları

Araştırma alanı sınırları içerisinde toplam 461,24 km² büyüklüğünde tarım alanı tespit edilmiş olup bu değer araştırma alanının %35,90'lık kısmına karşılık gelmektedir. Tarım alanlarının dağılımını alt havzalar açısından değerlendirdiğimizde en yüksek yüzölçümü 75,22 km² ile Ayvalı Kolu Alt Havzası'nda bulunmaktadır.

Toplam 10.819,54 km² yüzölçümüne sahip olan Bursa'nın 4.650,86 km² yani toplam arazi varlığının %42,2' si tarım arazilerinden oluşmaktadır. Söz konusu arazilerin ise 2.929,47 km²si % 62'si I, II, II, IV. sınıf araziler iken I. sınıf araziler ise Bursa ili tarım arazilerinin %15,3'ü olan 714,82 km² dir. Bursa'daki tarım arazilerinde iklim şartlarına bağlı olarak hemen her türlü tarım ürünü yetiştirilmektedir. Bursa'da sahil ve göller çevresinde sofralık zeytin ve üzüm ile iç kesimlerde verimli ova topraklarında çeşitli

sebze ve meyve, daha yüksek dağ ve yaylalardaki arazilerde patates ve çilek tarımı geniş yer tutmaktadır.

Ülkemizin en verimli tarım alanlarından biri olan Bursa Ovası'nın tarım arazileri bağ-bahçe olarak kullanıldığı gibi ağırlıklı olarak sulu tarım da yapılmaktadır. Arazi kullanımı açısında bakıldığında Bursa'da arazinin yüzde 40'ı tarıma elverişlidir. Bursa ili arazi varlığı, arazilerin tarıma uygunluğu ve sulanan arazi miktarı bakımından önemli bir potansiyele sahiptir. I.-IV. sınıf arazilerin yüzölçümü 2410 km² olup, toplam tarım arazisinin yüzde 55'ini oluşturmaktadır. 4310 km² tarım arazisinin yüzde 71'i tarla, yüzde 13'ü sebze, yüzde 6'sı meyve, yüzde 2'si bağ ve yüzde 8'i zeytinlik olarak kullanılmaktadır. 4310 km² tarım alanının yüzde 56'sı (2410 km²) sulanabilir durumdadır [178].

Bursa'nın genel arazi dağılımı aşağıda verilmiştir:

Çizelge 6.15 Bursa genel arazi dağılımı

Arazi Kullanım	**Alanı (km²)**	**Yüzdesi %**
Tarım Arazisi	4214,67	**38,95**
Orman	4903,11	45,32
Tarım Dışı Arazi[1]	446,47	4,13
Su Yüzeyleri	241,97	2,23
Doğal Göl Yüzeyleri	483	4,46
Akarsu Yüzeyleri	17,11	0,15
Gölet Yüzeyleri	5,53	0,05
Baraj Rezervuar Yüzeyleri	9,68	0,08
Meskun Araziler[2]	498	4,63
TOPLAM	10819,54	100

Çizelgenin incelenmesinden görüleceği gibi ilin genel arazi dağılımı içinde tarım arazisi 4214,67 km² ile toplam arazinin %38,95'ini teşkil etmektedir. Tarım arazilerinin kullanım durumu aşağıdaki gibidir:

[1] Yerleşim ve çevre yolu inşaatı nedeni ile bir bölüm arazi tarım dışı araziye dönüşmüştür.
[2] Meskün mahaller ile mülkiyeti Milli Emlak Müdürlüğü'ne ait olup tarımsal faaliyetin sürdürülmediği diğer araziler bu kapsamda yer almaktadır.

Çizelge 6.16 Tarım arazisinin kullanım durumu

Kullanım Şekli	Alanı (km²)	Yüzdesi %
Tarla Arazisi	2172,55	51,55
Sebzelik	457,03	10,84
Meyvelik	444,66	10,55
Bağ	70,95	1,68
Zaytinlik	381,11	9,04
Nadas Alanı	192,47	4,58
Tarıma Elverişli olup Kullanılmayan Arazi	239,12	5,68
Örtü Altı Tarım Alanı	0,11	
Daimi Çayır Mera Alanı	256,67	6,08
TOPLAM	4214,67	100

Tarım yapılan 4214,67 km² tarım arazisinin 2405,43 km²'si sulanabilir durumdadır. Bu alanın; 652,38 km²'si DSİ, 225,48 km²'si KHGM, 481,19 km² si üreticiler tarafından sulanan olmak üzere toplam 1359,05 km² kadarı sulanabilmektedir.

2008 yılı Tarım ve Köyişleri Bakanlığı verilerine göre Bursa'da azotlu gübre kullanımı 92.046 ton, fosforlu gübre kullanımı 33.112 ton, potaslı gübre kullanımı 5.556 ton'dur. Havza sınırları içinde 2009 yılı pestisit tüketimi ise 3.441 tondur.

Araştırma alanı olan Nilüfer Çayı Havzası alt havzaları özelinde tarım arazilerini değerlendirdiğimizde; Ayvalı Kolu Alt Havzası'nda 75,22 km², Cilimboz Kolu Alt Havzası'nda 0,16 km², Demirtaş Kolu Alt Havzası'nda 35,78 km², Gökdere Kolu Alt Havzası'nda 2,89 km², Hacivat Kolu Alt Havzası'nda 8,32 km², Hasanağa Kolu Alt Havzası'nda 26,19 km², Nilüfer Kolu Alt Havzası'nda 8,98 km², Üçpınar Kolu Alt Havzası'nda 12,75 km², Y. Karaağaç Kolu Alt Havzası'nda 14,79 km² olmak üzere toplamda 461,24 km²'dir.

Hayvancılık

Bursa iline ait hayvancılık faaliyetleri incelendiğinde üretimin büyük kısmını kanatlı hayvanlar oluşturmaktadır. Kanatlı hayvanların beslenme alanları ise entegre tesislerdir. Çayır ve mera varlığı yetersiz olduğundan özellikle büyükbaş hayvancılıkta yoğun olmak üzere açık ve kapalı ahırlarda entansif yetiştiricilik yaygın durumdadır. Başlıca hayvan varlığı Çizelge 6.17'de yer almaktadır.

Çizelge 6.17 Bursa İli hayvan varlığı [154]

Cinsi	Miktarı (Baş)
Koyun	246.090
Kıl Keçisi	64.607
Manda	945
Sığır Toplamı	147.762
Kültür Irkı	(% 58,35) 86.213
Melez	(% 37,07) 54.774
Yerli	(% 4,58) 6.775
At	2.568
Kaz-Ördek-Hindi	9.605
Tavuk (Yumurtacı)	1.851.790
Tavuk (Broiler)	4.754.570
Arı Kovanı (Yerli)	3135
Arı Kovanı (Fenni)	37.067

Ulaşım

Bursa ili, Sakarya Havzası'ndan gelerek İnegöl ve Bursa Ovaları'nı geçer ve bir yanda Susurluk bölgesine öte yanda Marmara Denizi kıyılarına ulaşan yollar üzerindedir. İl Merkezi bu yolların önemli bir kesişme noktasıdır. Bursa kentsel alanı; tarihi kent merkezinin de yer aldığı ve Uludağ'ın kuzey yamaçlarından Bursa Ovası'na yayılan geniş bir alana yerleşmiştir. Kent doğu ve batıda bitişik iki büyük leke olarak belirginleşir. Bu iki yerleşim bölgesini ayıran Nilüfer Çayı'nın doğu kesiminde; Osmangazi İlçe Belediyesi'nin bir kısmı, Yıldırım Belediyeleri yer alır. Daha doğu kesimde Gürsu ve Kestel yerleşmeleri merkez bölgeyi tamamlar. Batı kesiminde ise Osmangazi Belediyesi yerleşimi yer alır.

Günümüzde Bursa ilinde 1192 km uzunluğunda karayolu ağı mevcuttur. Bunun 525 km'si devlet yolu, 588 km'si il yolu, 79 km'si ise otoyoldur. Kırılma noktası olarak seçinle 1989 yılında ise Bursa'da karayolu uzunluğu 472 km olup, 1999 yılında karayolu uzunluğu 717 km'dir [148]. Buna bağlı olarak Bursa'daki karayolu uzunluğunun 1989-1999 yılları arasında %52 oranında, 1999-2010 yılları arasında da %66 oranında artış gösterdiği görülmektedir. Toplamda 1989-2010 yılları arasında %152'lik bir artış sözkonusudur.

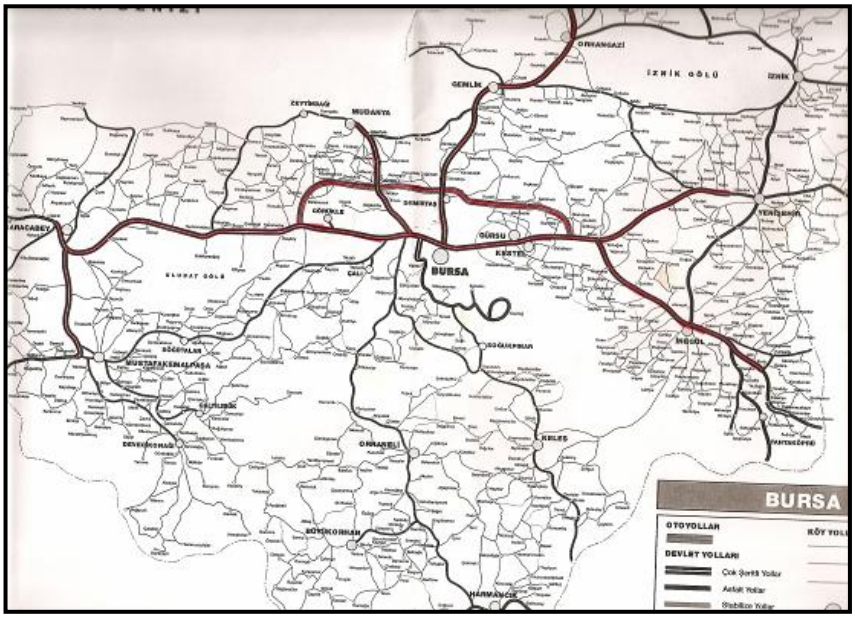
Merkez Kesimin dışında Bursa kent makroformunu belirleyen karayolu ulaşım akslarıdır.

Bu akslar;

- Doğu kesimde ; Bursa- Eskişehir, Ankara karayolu,
- Kuzey kesimde ; Bursa-Gemlik, Yalova, İstanbul Karayolu ile Bursa-Mudanya Karayolu
- Batı Kesimde ; Bursa - Balıkesir, İzmir Karayolu, Bursa _eski İzmir yoludur.

Çevre Yolları

2001 yılında hizmete açılan batı yakın çevre yolu ile 2006 yılında hizmete açılan doğu çevre yolu, Nilüfer Çayı boyunca uzanarak kentin kuzey sınırını çizen bir yol niteliğindedir. Mevcut durumda üçer şeritli ve çift yönlü kapasite ile hizmet veren çevre yolu, Nilüfer Çayı ile birlikte kentin ovaya doğru olan makro gelişmesini sınırlandırıcı bir tampon yol niteliğindedir. Toplam 61 km uzunluğunda olan çevre yolu, Bursa şehir merkezinin yaklaşık 10 km kuzeyinden doğu ve batı yönlerine doğru uzanan iki kesimden meydana gelmektedir.



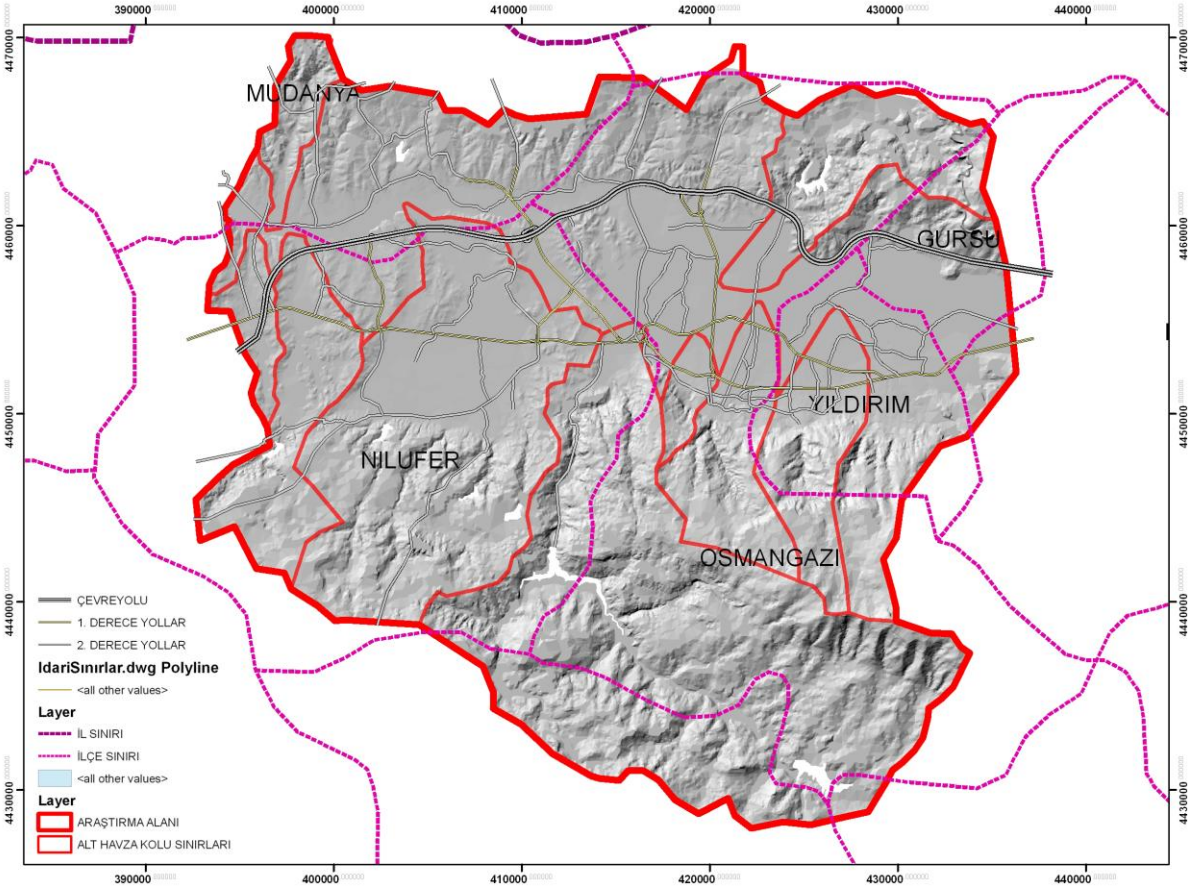
Şekil 6.26 Bursa ili karayolu ulaşım ağı

Bölgesel Dağıtıcı Yollar

Önceleri transit yol niteliğinde kente hizmet veren ve vermeye bugün için de devam eden ancak, yakın bir gelecekte bu özelliğini yakın çevre yolunun hizmete girmesi ve Bursaray'ın işletilmesi ile birlikte kaybeden Ankara-İzmir yolu ile Mudanya ve Yalova

yollarıdır. Özellikle, hızlı nüfus artışının beraberinde ortaya çıkan kentsel büyümenin sonucu olarak, şehirlerarası trafiğe hizmet eden Ankara-İzmir Devlet Karayolu, kent içi ulaşımının iskeleti haline gelmiştir.

Üçer şeritli ve çift yönlü, yer yer hemzemin geçişli ve katlı kavşak düzenlemeleri ile bölünmüş yollar olarak hizmet veren, kentin önemli ana yolları niteliğindedirler.



Şekil 6.27 Kent içi ulaşım kademelenmesi

Kent İçi Toplayıcı- Dağıtıcı Yollar

Bursa ilinde ulaşım Bursaray, belediye otobüsleri, halk otobüsleri, minibüsler, taksi dolmuşlar ve özel otolarla sağlanmaktadır. Bursa'da trafik yoğunluğunun en fazla olduğu yollar Yalova-Orhangazi, Gemlik-Bursa-Karacabey-M.Kemalpaşa devlet yoludur. Kent içi toplayıcı- dağıtıcı yollar olarak Bursa-Ovaakça, Bursa-Mudanya, Bursa-Gürsu-Kestel ve Bursa-Görükle yolları sayılabilir. İkişer şeritli ve çift yönlü yollardır. Bursa ili şehir içi trafiğinde, Kestel-Görükle ve Ovaakça-Santral Garaj güzergâhları büyük bir trafik yükü yaratmaktadır. Ankara-Bursa ve İstanbul-İzmir devlet karayolları

günümüzde yerleşik doku içinde kalmıştır. Bu nedenle ulaşım aksları kent içi trafiğine sahip olmaktadır.

Ulaşımın geçtiği güzergâhlar ile arazi kullanımın ilişkisi değerlendirildiğinde; çevre yolunun ovanın kuzeyinde Nilüfer Çayı güzergâhı boyunca ilerlediği görülmektedir. Araştırma alanının doğu kesimlerinde Bursa Ovası ile orman alanı arasında bir sınır görevi görmektedir. Ardından Demirtaş OSB'nin kuzeyinden geçerek batıya doğru Nilüfer Çayı güzergâhı boyunca ilerlemektedir. 2001 yılında hizmete açılan batı yakın çevre yolu ile 2006 yılında hizmete açılan doğu çevre yolu 1989-1999 yıllarındaki arazi kullanımlar ile karşılaştırıldığında verimli tarım arazileri üzerinden geçtiği görülmektedir. Buna bağlı bu alanlarda olarak ulaşımdan kaynaklı toprak ve yerüstü su kirliliği riski yüksektir.

Kuzey kesimlerde Bursa-Mudanya Karayolu yer yer yerleşim alanlarından geçmesine rağmen Nilüfer Çayı güzergâhında tarım arazilerinden geçmektedir. Aynı şekilde Bursa - Balıkesir, İzmir Karayolu'da kent merkezinde yerleşim alanları içinden geçmekte olup batıya doğru yol güzergâhında tarım alanları ve sanayi alanları bulunmaktadır. Bursa-Eskişehir, Ankara karayolu değerlendirildiğinde ise araştırma alanı içinde yol güzergâhında arazi kullanımını yerleşim oluşturmakta olup doğuda Kestel- Gürsu'da sanayi alanları da mevcuttur. Bu alanlarda Nilüfer Çayı'nın kolları olan Cilimboz Deresi, Gökdere, Hacivat Deresi ve Deliçay su kalitesinde ulaşımdan kaynaklı kirliliklerin neden olduğu bozulmalar görülmektedir.

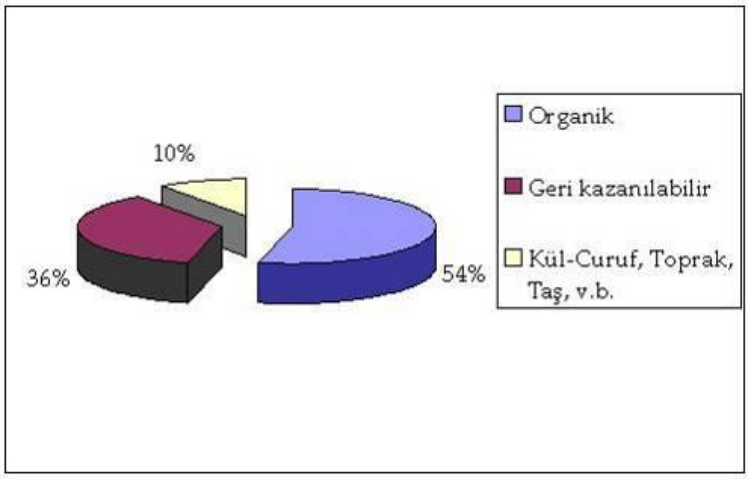
Katı Atık ve Depolama Alanları

Katı atıklar içeriklerine göre; evsel atıklar, endüstriyel atıklar, özel nitelikli atıklar olmak üzere üç gruba ayrılırlar.

Katı atık yönetiminde, 14.03.1991 tarih ve 20814 sayılı (değişiklik:25.04.2002 tarih ve 24736 sayılı Resmi Gazete) Resmi Gazete' de yayımlanarak yürürlüğe giren "Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği" hukuki dayanak alınmaktadır.

Bursa'da günde yaklaşık 1287 ton katı atık oluşmaktadır. Bu katı atıkların %54'ü organik atıklar, %36'sı geri kazanılabilir artıklar ve %10'u kül, toprak ve taş gibi atıklardan oluşmaktadır (Şekil 7.24). Bursa ilinin katı atıkları, 1996 yılına kadar, 25-30 yıl süre ile Demirtaş vahşi depolama çöp döküm sahasında depolanmıştır. Hamitler' de inşa edilen

düzenli depolama alanının hizmete girmesiyle önce sınırlı olarak kabul edilen çöp miktarı, kademeli olarak arttırılmıştır. Halihazırda; Bursa'da 8 adet İlçe evsel nitelikli atıklarını Hamitler Kent Katı Atık Sıhhi Depolama Sahasına göndermektedir. Hamitler Depolama tesisinin toplam alanı 1,56 km² araziden oluşmakta olup bu alanın 0,25 km²'lik kısmı çöp döküm alanıdır. Alan 4 yan vadi ve 1 ana vadiden oluşmaktadır. Tesiste 2008 yılı sonuna kadar 6.078.162 ton evsel katı atık depolanmıştır. Tesisin 2025 yılına kadar kullanılması planlanmaktadır.



Şekil 6.28 Bursa İli katı atık komposizyonu [178]

Hamitler Düzenli Depolama Tesisi'ne atık getiren belediyeler dışında, havzada yer alan belediyelerin tamamına yakınında katı atık bertarafında düzensiz depolama yöntemi kullanılmaktadır. Genellikle orman vasfını yitirmiş arazilere, dere ve çay kenarlarına, maden hafriyat sahalarına ve açık araziye kontrolsüz bir şekilde dökülmekte olan atıklar, sızıntı suları ile toprak, akarsu ve yeraltı suyunu kirletmektedir.

Hamitler Sızıntı Suyu Arıtma Tesisi

Bursa'da yer alan Hamitler Katı Atık Depolama Tesisi'nden kaynaklanan katı atık sızıntı sularının toprağı, yeraltı suyunu ve yüzeysel suları kirletmesini önlemek amacıyla inşa edilmiş olan sızıntı suyu arıtma tesisi, 2020 yılı için 500 m³ /gün çöp sızıntı suyu arıtacak şekilde projelendirilmiştir. Tesisin ilk aşaması 2004 yılında tamamlanmıştır. Azot ve fosfor giderimi de gerçekleştirilen tesiste üç kademeli biyolojik arıtma ve çamur susuzlaştırma üniteleri yer almaktadır.

Havzada yer alan diğer belediyeler de katı atık bertarafında düzensiz depolama yöntemi kullanılmaktadır. Ayrıca döküm sahalarında depolanan katı atık miktarları ile

ilgili kesin kayıtların tutulmadığı görülmüştür. Döküm alanlarında atıklardan kaynaklanan sızıntı sularının çoğunlukla yeraltı sularına karışmakta olduğu, bazı beldelerde ise dere yataklarına doğru aktığı görülmüştür.

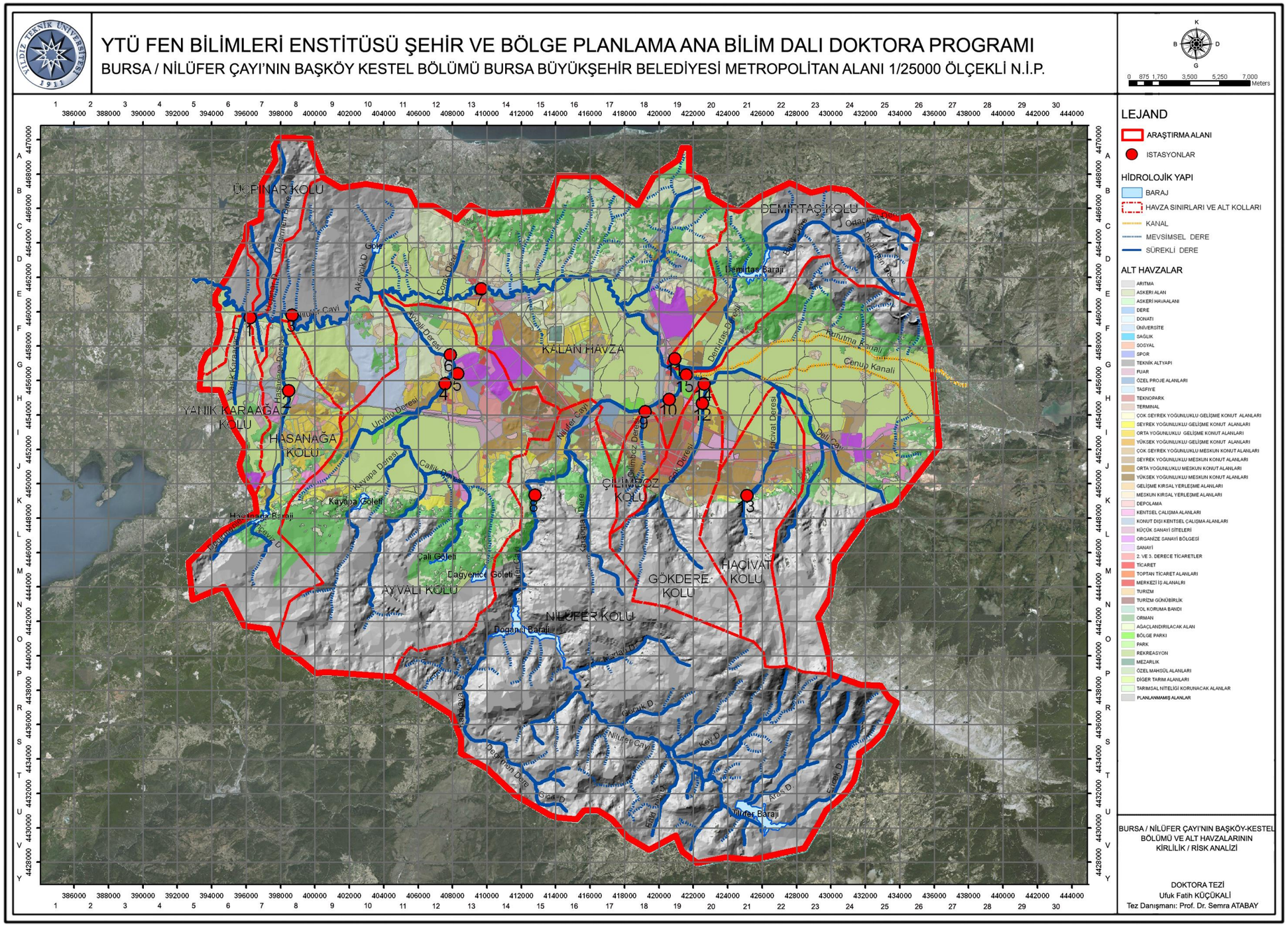
Diğer Alanlar

Bu başlık altında diğer arazi kullanımdaki değerlendirilmiştir. Bu alanlar; konut dışı kentsel çalışma alanları (KDKÇ), taş ocakları, mezarlıklar, spor alanları, üniversite, hayvanat bahçesi ve havaalanı'dır. Konut dışı çalışma alanları olarak değerlendirmeye alınan alanlar 0,76 km² olarak tespit edilmiş olup genel arazi kullanım içinde %0,06'lık bir paya sahiptir. Bu alanlar konum olarak İstanbul yolu üzerinde ve İzmir yolu üzerinde konumlanmıştır. Taş ocakları genel olarak il merkezinin doğusunda ve Gemlik İlçesi'nde konumlanmıştır. Taş ocakları 0,01 km² lık alan ile genel arazi kullanımı içerisinde %0,001'lik bir paya sahiptir.

6.3.2 İmar Planlarına Bağlı Arazi Kullanımlarından Kaynaklanan Riskler

Araştırma alanındaki arazi kullanımı biçimlendiren ve "Bursa Metropolitan Alanı" içindeki planlama bölgeleri için yapılmış olan imar planları değerlendirildiğinde güncel arazi kullanım ile örtüşmediği görülmektedir. Ayrıca tez çalışmasına konu olan risklerin artışına neden olan arazi kullanım eğilimleri gerek planlarda gerek plan notlarında görülebilmektedir.

İmar planlarındaki arazi kullanımın (Şekil 6.29) alt havzalara göre alansal dağılımına (Çizelge 6.15) baktığımızda; ağaçlandırılacak alanlar için en yüksek değer 4,03 km² ile Ayvalı Kolu'nda görülmektedir. Buna bağlı olarak da 1,39 km² alana sahip bölge parkı kararı da aynı şekilde Ayvalı Kolu Alt Havzası için verilmiştir. Aynı zamanda Ayvalı Kolu Alt Havzası; 2,76 km² alana sahip park alanı ve 33,95 km² alana sahip tarımsal niteliği korunacak alanlar olarak ifade edilen plan kararları ile alt havzalar açısından en büyük alana sahip alt havzadır.



Şekil 6.29 Bursa Büyükşehir Belediyesi Metropolitan Alanı 1/25.000 Ölçekli Nazım İmar Planı

Çizelge 6.18 Bursa Metropolitan Alanı İmar Planları arazi kullanımlarının Nilüfer Çayı Havzası'nın alt havzalarına göre alansal dağılımı

	Alt Havzalar										
ARAZİ KULLANIMI (km2)	Ayvalı Kolu	Cilimboz Kolu	Demirtaş Kolu	Gökdere Kolu	Hacivat Kolu	Hasanağa Kolu	Nilüfer Kolu	Üçpınar Kolu	Y.Karaağaç Kolu	Diğer Havzalar	TOPLAM ALAN
Askeri Havaalanı										1,383	1,383
Ağaçlandıralacak Alan	4,031	0,011	0,642	0,533	0,455	1,274	1,431	0,060	0,139	5,123	13,700
Orman	30,328	0,565	11,361	0,226	1,836	7,374	8,988	0,143	1,915	45,567	108,302
Arıtma	0,448						0,080			0,306	0,834
Askeri Alan	0,181			0,038			0,214			0,115	0,548
Bölge Parkı	1,390		0,144	0,114						2,594	4,241
Donatı										0,214	0,214
Üniversite	4,998									6,333	11,331
Sağlık										0,025	0,025
Sosyal	1,788	0,185		0,410	0,723	0,267	0,372		0,016	2,429	6,190
Spor	1,039	0,101		0,190	0,020	0,043	0,218			0,547	2,158
Teknik Altyapı	0,270			0,026	0,036		0,297			1,433	2,061
Dere	0,046					0,262		0,002	0,001	0,577	0,887
Fuar										0,210	0,210
Depolama	0,146								0,219	0,080	0,445
Kentsel Çalışma Alanları	1,563		0,031	1,814	0,170					2,094	5,671
Kent Dışı Kentsel Çalışma Alanları					0,038	1,473	0,281		1,093	2,403	5,289
Küçük Sanayi Siteleri	1,648			0,105	0,158	0,971	0,281		0,527	1,345	4,754
Organize Sanayi Bölgesi	4,306		0,032			0,036	0,281		0,737	9,392	14,503
Sanayi	2,518					1,781	0,281		0,065	1,662	6,026
2. ve 3. Derece Ticaretler	1,480				0,207	0,439	0,281			0,255	2,382
Toptan Ticaret Alanları										0,194	0,194
Ticaret	1,410	0,434	0,027	1,064	0,505		0,795			4,011	8,245
Merkezi İş Alanları		0,716		1,793						0,039	2,548
Çok Seyrek Yoğunluklu Gelişme Konut Alanları	3,892		0,400	0,063	0,766	0,993	0,664		0,044	2,739	9,561
Seyrek Yoğunluklu Gelişme Konut Alanları	0,145		0,272				1,157			8,651	10,225
Orta Yoğunluklu Gelişme Konut Alanları	8,290	0,067	0,004	0,870	0,409	6,874	0,576			7,961	25,052
Yüksek Yoğunluklu Gelişme Konut Alanları	0,152		0,628	0,047	0,273	0,153				0,628	1,881
Çok Seyrek Yoğunluklu Meskun Konut Alanları	1,195	0,783	0,332	1,742	0,810		1,189			5,873	11,924
Seyrek Yoğunluklu Meskun Konut Alanları										3,276	3,276
Orta Yoğunluklu Meskun Konut Alanları	5,190	2,760	1,559	4,840	6,214	1,173	1,935			14,815	38,485
Yüksek Yoğunluklu Meskun Konut Alanları	4,012	0,621	0,345	2,176	1,459		1,679			3,375	13,666
Gelişme Kırsal Yerleşme Alanları	0,521		0,075		0,093	0,583	0,031		0,184	3,643	5,129
Meskun Kırsal Yerleşme Alanları	1,701		0,002		0,213	0,370	0,183		0,102	3,958	6,529
Mezarlık	0,731			0,039						0,890	1,660
Özel Proje Alanları							0,099			1,207	1,306
Park	2,769	0,804	0,139	0,956	0,942	2,294	1,006		0,826	7,250	16,987
Rekreasyon	0,119	0,375		0,253		0,398	0,065			3,050	4,261
Özel Mahsul Alanları			0,799			1,279	1,076			2,855	6,008
Diğer Tarım Alanları	14,968		6,283			3,000	3,095	0,000	6,517	54,806	88,669
Tarımsal Niteliği Korunacak Alanlar	33,947		6,578	0,960	6,487	7,530	0,011	0,001	4,374	105,654	165,542
Tasfiye										0,963	0,963
Teknopark	0,043									0,540	0,583
Terminal										0,208	0,208
Turizm Günübirlik	0,007						0,173			0,467	0,647
Turizm		0,082					0,220			0,255	0,556
Yol Koruma Bandı	0,322		0,259			0,030			0,334	2,377	3,322

Bunun yanında depolama alanları, kentsel çalışma alanları, kent dışı kentsel çalışma alanları, küçük sanayi siteleri, organize sanayi siteleri ve sanayi alanlarının dağılımı açısından imar planlarına göre sanayi ile ilgili faaliyetler için toplam 10,19 km² ile Ayvalı Kolu Alt Havzası araştırma alanında en büyük alanı kaplayacak şekilde planlanmıştır. Benzer şekilde çok seyrek, seyrek, orta ve yüksek yoğunluklu gelişme konut alanları, çok seyrek, seyrek, orta ve yüksek yoğunluklu meskun konut alanları ile gelişme ve meskun kırsal yerleşme alanları açısından da toplamda 25,10 km² ile Ayvalı Kolu Alt Havzası araştırma alanında en büyük alanı kaplayacak şekilde planlanmıştır. Doğal yapı

özellikleri açısından araştırma alanındaki plan kararları değerlendirildiğinde; Ayvalı Kolu Alt Havzası'nın litolojik formasyon açısından alüvyon, kireçtaşı, metamorfik kayaçlar, traverten ve yamaç molozlarından oluştuğu görülmektedir. Genellikle büyük boşluk yapısına sahip bu kayaçların bulunduğu Ayvalı Kolu Alt Havzası'nda litolojik yapı açısından toprak ve yeraltı suyu kirliliği riski yüksektir. Toprak grupları açısından Ayvalı Kolu Alt Havzası'nda en yüksek değere sahip toprak grupları kahverengi orman toprakları ve vertizollerdir. Bu topraklar killi yapıya sahip olup toprak ve yeraltı suyu kirliliği riski düşüktür. Bunun yanında kirlilik dejarjlarının yüzeysel akış ile Ayvalı Deresi'ne ulaşması riski yüksektir. İmar planlarında bu alt havza için verilen kararlar açısından ağaçlandırılacak alan, bölge parkı ve park plan kararları litoloji açısından doğru görülmekle birlikte yeraltısuyu kirliliği ve toprak kirliliği riski doğurabilecek sanayi faaliyetleri ve konut alanları için tedbirli davranmak gerekmektedir. Toprak grupları açısından alt havzanın genellikle killi toprak gruplarından oluşmasına bağlı olarak yüzeysel akışla taşınan kirliliklerin yüzeysel sulara ulaşmasını engelleyici tedbirler almak gerekmektedir.

Daha önceki alt bölümde (bkz. 6.2) uydu görüntülerinden elde edilen arazi kullanımlarının değerlendirmesinde 5 arazi kullanımı (konut, tarım, orman, sanayi ve ticaret) detaylı olarak irdelenmiş ve 1989-1999-2009 yıllarındaki değişimleri değerlendirilmiştir. İmar planlarında ortaya konulan arazi kullanımlarının da bu 5 arazi kullanıma göre değerlendirilerek güncel arazi kullanım ile karşılaştırılması gerekmektedir. Bu noktada alt havzalara göre konut, orman, tarım, sanayi ve ticaret arazi kullanımlarının alansal dağılımı aşağıdaki gibidir:

İmar planlarındaki arazi kullanımları ile güncel arazi kullanımı karşılaştırtırdığımızda araştırma alanı içindeki orman ve tarım alanlarının tamamının planlanmamasından dolayı imar planı – güncel arazi kullanımı karşılaştırmasında orman ve tarım alanları için bu karşılaştırmayı yapmak veri yetersizliğinden dolayı mümkün olmamaktadır. Bunun yanında konut, sanayi ve ticaret için yapılan karşılaştırmalar (Çizelge 6.19) imar planlarının güncel arazi kullanımlarındaki artış eğilimini desteklediğini ortaya koymaktadır.

Çizelge 6.19 Bursa Metropolitan Alanı İmar Planları konut, tarım, orman, sanayi ve ticaret arazi kullanımlarının Nilüfer Çayı Havzası'nın alt havzalarına göre alansal dağılımı

		Alt Havzalar										
	ARAZİ KULLANIMI (km2)	Ayvalı Kolu	Cilimboz Kolu	Demirtaş Kolu	Gökdere Kolu	Hacivat Kolu	Hasanağa Kolu	Nilüfer Kolu	Üçpınar Kolu	Y.Karaağaç Kolu	Diğer Havzalar	GENEL TOPLAM (km2)
Konut	Çok Seyrek Yoğunluklu Gelişme Konut Alanları	3,89		0,40	0,06	0,77	0,99	0,66		0,04	2,74	
	Seyrek Yoğunluklu Gelişme Konut Alanları	0,15		0,27				1,16			8,65	
	Orta Yoğunluklu Gelişme Konut Alanları	8,29	0,07	0,00	0,87	0,41	6,87	0,58			7,96	
	Yüksek Yoğunluklu Gelişme Konut Alanları	0,15		0,63	0,05	0,27	0,15				0,63	
	Çok Seyrek Yoğunluklu Meskun Konut Alanları	1,20	0,78	0,33	1,74	0,81		1,19			5,87	125,73
	Seyrek Yoğunluklu Meskun Konut Alanları										3,28	
	Orta Yoğunluklu Meskun Konut Alanları	5,19	2,76	1,56	4,84	6,21	1,17	1,93			14,81	
	Yüksek Yoğunluklu Meskun Konut Alanları	4,01	0,62	0,34	2,18	1,46		1,68			3,38	
	Gelişme Kırsal Yerleşme Alanları	0,52		0,07		0,09	0,58	0,03		0,18	3,64	
	Meskun Kırsal Yerleşme Alanları	1,70		0,00		0,21	0,37	0,18		0,10	3,96	
Tarım	Özel Mahsul Alanları			0,80			1,28	1,08			2,85	
	Diğer Tarım Alanları	14,97		6,28			3,00	3,10	0,00	6,52	54,81	260,22
	Tarımsal Niteliği Korunacak Alanlar	33,95		6,58	0,96	6,49	7,53	0,01	0,00	4,37	105,65	
Orman	Ağaçlandıralacak Alan	4,03	0,01	0,64	0,53	0,46	1,27	1,43	0,06	0,14	5,12	122,01
	Orman	30,33	0,57	11,36	0,23	1,84	7,37	8,99	0,14	1,91	45,57	
Sanayi	Depolama	0,15								0,22	0,08	
	Kentsel Çalışma Alanları	1,56		0,03	1,81	0,17					2,09	
	Kent Dışı Kentsel Çalışma Alanları					0,04	1,47	0,28		1,09	2,40	37,53
	Küçük Sanayi Siteleri	1,65			0,11	0,16	0,97	0,28		0,53	1,35	
	Organize Sanayi Bölgesi	4,31		0,03			0,04	0,28		0,74	9,39	
	Sanayi	2,52					1,78	0,28		0,07	1,66	
Ticaret	2. ve 3. Derece Ticaretler	1,48				0,21	0,44	0,28			0,26	
	Toptan Ticaret Alanları										0,19	13,66
	Ticaret	1,41	0,43	0,03	1,06	0,51		0,79			4,01	
	Merkezi İş Alanları		0,72		1,79						0,04	

Güncel arazi kullanıma göre araştırma alanında 118,08 km² konut alanı mevcutken, imar planlarına göre 125,73 km² konut alanı öngörülmektedir. Bunun sonucunda 13,65 km² konut alanı yapılması ve güncel konut alanlarının %12,18 oranında arttırılması imar planlarınca desteklenmektedir. Alt havzalar açısından bakıldığında bazı alt havzalarda (Cilimboz, Gökdere, Hacivat, Üçpınar, Y. Karaağaç Kolları) konut alanlarının imar planlarında öngörülen değerlerin oldukça fazla üzerine çıktığı görülmektedir. Diğer alt havzalarda da konut üretimi imar planlarınca özendirilmektedir.

Güncel arazi kullanıma göre araştırma alanında 22,54 km² sanayi alanı mevcutken, imar planlarına göre 37,53 km² sanayi alanı öngörülmektedir. Bunun sonucunda 14,99 km² sanayi alanı yapılması ve güncel sanayi alanlarının %66,50 oranında arttırılması imar planlarınca desteklenmektedir. Alt havzalar açısından bakıldığında sanayi faaliyetlerinin özellikle Ayvalı Kolu'nda yoğunlaştığı görülmekte iken, Hasanağa Kolu'nda ve Demirtaş Kolu'nda sanayi yatırımları yapılması gerektiği imar planlarınca öngörülmektedir.

Güncel arazi kullanıma göre araştırma alanında 3,59 km² ticaret alanı mevcutken, imar planlarına göre 13,66 km² ticaret alanı öngörülmektedir. Bunun sonucunda 10,07 km²

ticaret alanı yapılması ve güncel ticaret alanlarının %280,50 oranında arttırılması imar planlarınca desteklenmektedir.

Çizelge 6.20 Bursa Metropolitan Alanı İmar Planları ile güncel arazi kullanımı karşılaştırması

		Alt Havzalar										
	ARAZİ KULLANIMI (km2)	Ayvalı Kolu	Cilimboz Kolu	Demirtaş Kolu	Gökdere Kolu	Hacivat Kolu	Hasanağa Kolu	Nilüfer Kolu	Üçpınar Kolu	Y.Karaağaç Kolu	Diğer Havzalar	GENEL TOPLAM (km2)
Konut	İmar Planına Göre	25,10	4,23	3,62	9,74	10,24	10,15	7,41	0	0,33	54,92	125,73
	Güncel Durum	17,59	6,47	1,99	14,47	14,32	2,75	7,31	0,09	0,77	46,32	112,08
	Fark	7,51	-2,24	1,63	-4,73	-4,08	7,40	0,10	-0,09	-0,44	8,60	13,65
	Değişim Oranı	42,69%	-34,62%	81,91%	-32,69%	-28,49%	269,09%	1,37%	-100,00%	-57,14%	18,57%	12,18%
Sanayi	İmar Planına Göre	10,18	0	0,06	1,92	0,37	4,26	1,12	0	2,64	16,98	37,53
	Güncel Durum	8,11	0	0,01	0,45	0,16	0,49	0	0	1,53	11,79	22,54
	Fark	2,07	0	0,05	1,47	0,21	3,77	1,12	0	1,11	5,19	14,99
	Değişim Oranı	25,52%	0,00%	500,00%	326,67%	131,25%	769,39%	100,00%	0,00%	72,55%	44,02%	66,50%
Ticaret	İmar Planına Göre	2,89	1,15	0,03	2,86	0,71	0,44	1,08	0	0	4,50	13,66
	Güncel Durum	0	0,57	0	0,98	0,68	0	0,43	0	0	0,93	3,59
	Fark	2,89	0,58	0,03	1,88	0,03	0,44	0,65	0	0	3,57	10,07
	Değişim Oranı	100,00%	101,75%	100,00%	191,84%	4,41%	100,00%	151,16%	0,00%	0,00%	383,87%	280,50%

(Bursa Metropolitan Alanı imar planları ve İkonos 2009 uydu görüntüsünden yararlanılarak hazırlanmıştır)

Bursa Metropolitan Alanı imar planları ile güncel arazi kullanımı alt havzalar açısından karşılaştırıldığında (Çizelge 6.17); Ayvalı Kolu Alt Havzası için konut alanlarında 7,51 km² lik (%42,69) bir artış, sanayi alanlarında 2,07 km² lik (%25,52) bir artış ve ticaret alanlarında 2,89 km² lik bir artış öngörülmektedir. Cilimboz Kolu Alt Havzası'nda güncel arazi kullanımdaki konut alanlarının imar planlarında gösterilen konut alanlarını 2,24 km² (%34,62) geçtiği ve ticaret alanlarının 0,58 km² lik bir artış planlandığı görülmektedir. Demirtaş Kolu Alt Havzası'nda konut alanlarında 1,63 km² lik (%81,91) artış, sanayi alanlarında 0,01 km² lik artış ve ticaret alanlarında 0,03 km² lik artış öngörülmektedir. Gökdere Kolu Alt Havzası'nda güncel arazi kullanımdaki konut alanlarının imar planlarında gösterilen konut alanlarını 4,73 km² (%32,69) geçtiği ve sanayi alanlarında 1,47 km² lik artış ve ticaret alanlarında 1,88 km² lik artış planlandığı görülmektedir. Hacivat Kolu Alt Havzası'nda güncel arazi kullanımdaki konut alanlarının imar planlarında gösterilen konut alanlarını 4,08 km² (%28,49) geçtiği ve sanayi alanlarında 0,21 km² lik artış ve ticaret alanlarında 003 km² lik artış planlandığı görülmektedir. Hasanağa Kolu Alt Havzası'nda konut alanlarında 7,40 km² lik artış, sanayi alanlarında 3,77 km² lik artış ve ticaret alanlarında 0,44 km² lik artış öngörülmektedir. Nilüfer Kolu Alt Havzası'nda konut alanlarında 0,10 km² lik (%1,37) artış, sanayi alanlarında 1,12 km² lik artış ve ticaret alanlarında 0,65 km² lik artış

öngörülmektedir. Üçpınar Kolu Alt Havzası'nda güncel arazi kullanımdaki konut alanlarının imar planlarında gösterilen konut alanlarını 0,09 km² görülmektedir. Y. Karaağaç Kolu Alt Havzası'nda güncel arazi kullanımdaki konut alanlarının imar planlarında gösterilen konut alanlarını 0,44 km² (%57,14) geçtiği ve sanayi alanlarında 1,11 km² lik artış planlandığı görülmektedir.

BÖLÜM 7

ARAŞTIRMA ALANINDA YAPILAN KİRLİLİK ANALİZLERİ

7.1 Hava Kirliliği Analizleri

Araştırma alanında başlıca hava kirliliği kaynakları (önem sırasına göre); sanayi kuruluşları, evsel ısıtma ve trafikten oluşan kirlilik kaynaklarıdır. Hava kirlenmesine etki eden tabii faktörler; meteorolojik ve topografik faktörlerdir. Sun'i faktörler ise; nüfus artışı, plansız kentleşme, kullanılan kalitesiz yakıtlar, sanayide çevreye uyum göstermeyen teknoloji kullanımı ve/veya yanlış yer seçimi, trafik yoğunluğu, ormanların tahribi olmaktadır.

Bursa'da kış aylarında görülen hava kirliliğinin genel bir ifade ile kent bilimi ve çevre bilimi ilkelerine uygun olmayan sanayileşme ve kentleşmeden kaynaklandığı söylenebilir. Bursa'nın hızlı göç alması bu bağlamda kentin topografik ve coğrafi yapısını dikkate almayan plansız kentleşme ile birlikte, hava kirliliğini azaltan yeşil alanların azalması, sağlıksız yapay çevre koşullarını oluşturmaktadır. Bu olumsuz koşulların yanı sıra ve ısınma amacıyla kullanılan kükürt miktarı yüksek kömür ve fuel-oil kirlenmede önemli etkendir. Ayrıca hızla artan ulaşım araçları da Bursa'da hava kirliliğinde önemli rol oynamaktadır.

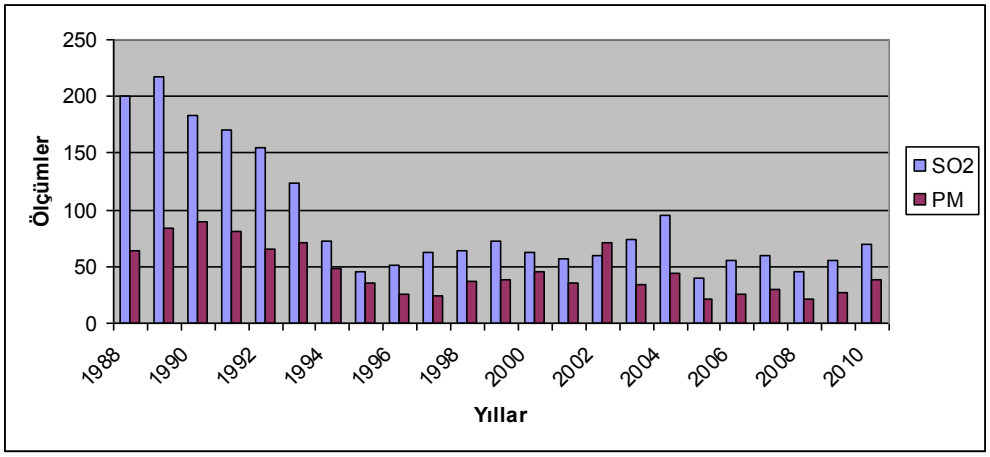
Bursa'da Hava Kirliliğine Karşı Yapılan Çalışmalar

Bursa İl Sağlık Müdürlüğü tarafından 8 adet hava kalitesi ölçüm istasyonunda (Tophane, Garaj, Arabayatağı, Eğitim, Küçükbalıklı, Karaman, Çekirge ve Sırameşeler) ayrıca Orhangazi ve İnegöl ilçelerinde yarı otomatik cihazlarla SO_2 (kükürtdioksit) ve PM (partiküler madde) ölçümleri yapılmaktadır.

Çizelge 7.1 Bursa İli hava kirliliği ölçümleri yıllık ortalama değerleri [148]

Yıllık Ortalama	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Kükürt dioksit (SO2)	200	218	183	171	155	123	72	45	51	63	64	73	62	57	60	74	95	40	55	60	46	55	70
Partikül Madde (PM)	64	84	90	81	66	71	49	35	26	24	37	39	45	35	71	34	44	21	26	30	22	27	38
	En yüksek değer																						
	En düşük değer																						

1988-2010 yılları arasında yapılan SO_2 ve PM ölçümlerinde en yüksek SO_2 değeri tez kapsamında kırılma noktası olarak değerlendirilen 1989 yılında 218 µg/m³ olarak ölçülmüş olup, hava kalitesini kontrol yönetmeliği SO_2 sınır değeri olan 150 µg/m³'ün çok üzerindedir. En yüksek PM değeri ise 1990 yılında olarak ölçülmüş olup aynı şekilde hava kalitesini kontrol yönetmeliği PM sınır değeri olan 150 µg/m³'ün çok üzerindedir. En düşük SO_2 ve PM değerleri ise 2005 yılında ölçülmüştür. Bunda gerek kalitesiz kömür kullanımındaki kısıtlamalar, doğalgaz kullanımının yaygınlaşması, fabrika bacalarında filtre kullanımının artması ve denetiminin sıklaşması, gerekse 2003 yılından itibaren Bursaray'ın hizmete girmesinin etkisi olduğu görülmektedir.



Şekil 7.1 Bursa İli yıllara göre hava kirliliği ölçümleri [148]

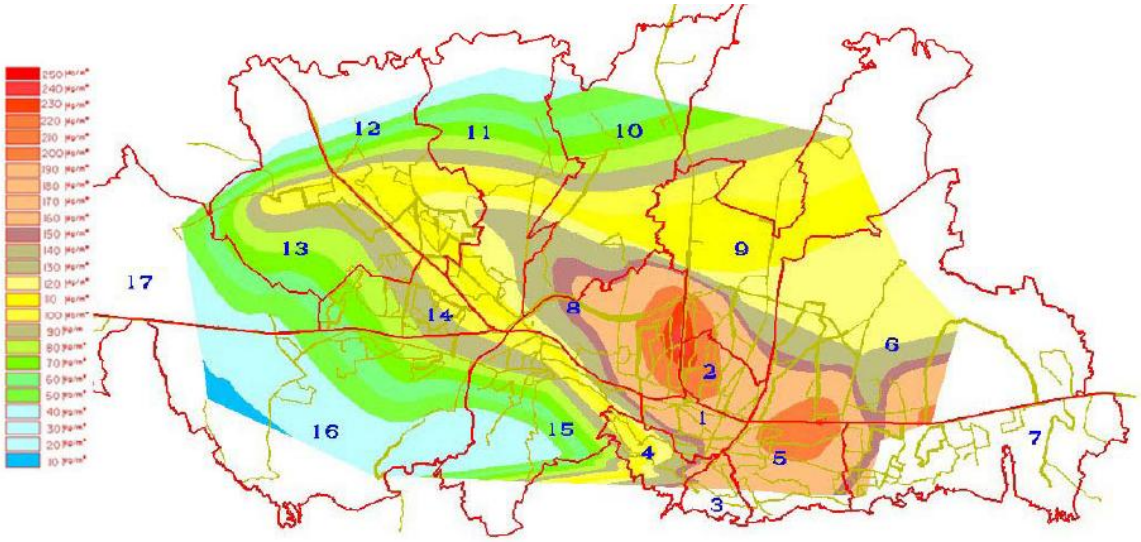
Çizelge 7.2 Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliğine göre SO_2 ve duman değerleri

Günlük Uyarı Kademeleri	SO_2	DUMAN	Aylık Kısa Vadeli Sınır Değerler		Kış Dönem Ortalamaları		Yıllık Uzun Vadeli Sınır Değerler	
1. Kademe	700	400	SO_2	DUMAN	SO_2	DUMAN	SO_2	DUMAN
2. Kademe	1000	600						
3. Kademe	1500	800						
4. Kademe	2000	1000	400	300	250	200	150	150
SO_2 ve DUMAN değerleri mikrogram/m³ cinsindendir.								

Bursa SO_2 hava kirliliği haritasını (Şekil 7.2) incelediğimizde kent merkezi, sanayi odaklarında ve çevre yolu üzerinde yüksek SO_2 değerleri görülür. Aynı zamanda Bursa

kent makroformunun büyüme güzergâhı olan doğu-batı aksı üzerinde daha fazla SO_2 değerleri ölçülürken, güneyde Uludağ'ın bir eşik oluşturarak hava kirliliğini Bursa Ovası üzerinde tuttuğu ve ova üzerindeki kirli havanın inversiyon hareketleri ile suya ve toprağa kirlilik bulaştırdığı bilinmektedir.

Büyükşehir Belediye Başkanlığı tarafından Mayıs–2001 yılında, Bursa'daki trafik ve ısınma kaynaklı hava kirliliği boyutlarını tespit ederek gerekli önlemleri almak amacıyla Hava Kalitesi İzleme Ağı kurulmuştur. Sistemde 4 istasyon, 1 merkezi bilgisayar ve 1 halka sunum panosu bulunmaktatır. Söz konusu ağ kapsamında Duaçınarı ve Burlaş'da bulunan 2 ana istasyonda SO_2, CO, PM, Ozon, HC, NO_X ve meteorolojik veriler ölçülürken Hamitler Kent Katı Atık Depolama Tesisi ve Demirtaş Eski Çöp Depolama Sahası Rehabilitasyon alanındaki 2 küçük istasyonda yalnızca çöp gazlarından kaynaklanan HC parametresi ölçülmektedir.



Şekil 7.2 Bursa SO_2 hava kirliliği haritası [148]

Bursa'da ulaşım kaynaklı hava kirliliğinin önlenmesi ve ulaşım sorununa uzun dönemli çözümler bulmak amacıyla Bursa Büyükşehir Belediyesi'nce 1990 yılında "Bursa Kentiçi ve Yakın Çevre Ulaşım ve Toplu Taşıma Fizibilite Etüdü" hazırlanmıştır. Bir yılı aşkın bir süre devam eden çalışmalar sonucunda dört güzergâh için raylı sistem önerisi getirilmiştir. Raylı sistem dışında ise geliştirilmiş ve modernleştirilmiş bir otobüs sistemi ile kısa hat taşımacılığı önerilmiştir. Bursa metrosu olarak da adlandırılan raylı sistem çalışmalarının 1998 yılı içinde başlatılmış ve 2003 yılında bir kısmı hizmete açılmıştır.

Yakıt kullanımı

Araştırma alanında 2003-2004 yılları arasında evsel ısıtmada ve sanayide kullanılan yakıtların cinsi, toplam tüketim miktarı ve bu yakıtların temin edildiği yerler ile ilgili bilgiler Çizelge 7.3'te verilmektedir:

Çizelge 7.3 Bursa'da yakıt kullanımı [148]

Yıl	Yakıtın Cinsi	Temin Edildiği Yer	Ortalama						Tüketim Miktarı (ton)	
			Kalori	PM	SO_x	Ağır Metaller	Kül Miktarı	NO_x	Evsel Isıtmada Tüketilen	Sanayide Tüketilen
2003	Doğalgaz	Bursa Gaz	8250 kcal/m3						258.717.400	87.363.453
2004	Doğalgaz	Bursa Gaz	8250 kcal/m3						251.613.417	114.689.015
2004	İthal Kömür	Güney Afrika, Sibirya	6000 kcal/kg						160.000	
2004	Odun		3000 kcal/kg						650.000	
2004	Fuel-oil		10.000 kcal/kg						45.045	

Çizelge 7.3 incelendiğinde en yüksek yakıt kullanımı evsel ısıtma amaçlı tüketilen doğalgaz olup ardından sanayide tüketilen doğalgaz gelmektedir. Bursa'da doğalgaz kullanımına geçişe bağlı olarak hava kirliliği değerlerinde ciddi bir düşüş görülmektedir.

7.2 Su Kirliliği Analizleri

Bursa Nilüfer Çayı Havzası'nın arazi kullanımındaki değişikliklerin su kalitesine etkisini incelemek amacıyla 1974 ve 2010 yılları aralığında Nilüfer Çayı ve kolları üzerinde 15 ayrı noktadan (Çizelge 7.4) alınan numunelerden elde edilen aylık analiz değerleri BUSKİ ve DSİ'den temin edilerek bir veri tabanı oluşturulmuştur. Nilüfer Çayı üzerinde ve kollarından alınan su numuneleri tez çalışması kapsamında 11 parametreye göre değerlendirilmiştir. Bu parametrelerin (pH, Sıcaklık, çözünmüş oksijen, biyolojik oksijen ihtiyacı, kimyasal oksijen ihtiyacı, demir, bakır, kadmiyum, çinko, kurşun, krom) 1974 – 2010 yılları arasındaki değişimleri, artış ve azalış eğilimleri ile alt ve üst limitler değerlendirilmiştir. Ayrıca 1989, 1999 ve 2010 yıllarında sanayilerin Nilüfer Çayı'na yaptıkları boşaltımlar; işletmenin faaliyet alanı, işletme sayısı, atıksu debisi, biyolojik oksijen ihtiyacı, kimyasal oksijen ihtiyacı, azot ve fosfor parametrelerindeki değişimlere göre değerlendirilmiştir.

Çizelge 7.4 Nilüfer Çayı üzerinde su kalitesi için ölçüm istasyonları isimleri

İstasyon No	İstasyon Adı
1 Nolu İstasyon	Hasanağa Deresinden Sonra
2 Nolu İstasyon	Hasanağa Deresi
3 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresinin Karışımından Sonra
4 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresi Üzerinde Batı A.A.T Deşajından Önce
5 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresi Üzerinde Batı A.A.T Deşajından Sonra
6 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresi Üzerinde
7 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresinin Karışımından Önce
8 Nolu İstasyon	Gümüştepe Mevkii
9 Nolu İstasyon	Cilimboz Deresi
10 Nolu İstasyon	Cilimboz Deresinin Karışımından Sonra
11 Nolu İstasyon	Panayır Deresi
12 Nolu İstasyon	Gökdere
13 Nolu İstasyon	Kaplıkaya Deresi
14 Nolu İstasyon	Deli Çay Deresi Doğu A.A.T. Deşajından Önce
15 Nolu İstasyon	Deli Çay Deresi Doğu A.A.T. Deşajından Sonra

Nilüfer Çayı üzerindeki gözlem istasyonlarına ve bu gözlem istasyonlarındaki su kirliliği değerlendirmelerini etkileyen arazi kullanımları tezin "İmar Planlarına Bağlı Arazi Kullanımlarından Kaynaklanan Riskler" (bkz: 6.3.2) alt bölümü içinde Bursa Nilüfer Çayı Havzası Ekolojik Risk Değerlendirmesi Modeli altında "Etkilerin Ölçülmesi" alt bölümünde detaylı olarak incelenmiştir.

7.3 Bölüm Değerlendirmesi

Bursa Nilüfer Çayı Havzası plansız gelişmeler nedeniyle hava kirliliği sorunu ile karşı karşıyadır. Havayı kirleten kirletici kaynakları arasında sanayi tesislerinin atmosfere yaydığı baca gazları, araçların egzoz gazları, konutlarda kullanılan kükürt içeriği yüksek kömürler ile bunlara ilave olan Ovaakça Doğalgaz Kombine Çevrim Santrali'dir. Bursa İli çevresinde ve OSB'lerde gerekli önlemi almayan veya çeşitli endüstri kuruluşlarının randımanlı çalışmayan filtrelere sahip bacalarından çıkan atıklar doğrudan veya yağmurlarla toprağın kirlenmesine sebep olmaktadır.

Bursa'da yapılan hava kalite gözlemlerine göre 1988 yılında SO_2 değeri 200 µg/m³ olup hava kirliliği sınır değeri olan 150 µg/m³'ün üzerinde iken 2005 yılında 40 µg/m³'ü kadar inmiştir. Aynı şekilde partikül madde değeri 1988 de 64 µg/m³ iken 2005 de 21 µg/m³olup hava kirliliği sınır değeri olan 150 µg/m³'ün altındadır. Rakamlardan görüleceği gibi doğalgaz kullanımının artması ve trafik denetimleri ile hava kirliliği

değerleri insan sağlığını tehdit etmeyen seviyelerde tutulmaktadır. Fakat yıllık toplam 4991,25 ton SO_2 ve yıllık toplam 20862,66 ton partikül madde atmosfere salınmakta ve yağmurlar, çökelme, inversiyon olayları ile toprağa, suya ulaşmaktadır. Genel olarak Nilüfer Çayı Havzası, özellikle de Bursa Ovası, su kirliliğinin etkisi altındadır. Daha önce de ifade edildiği üzere, Bursa Ovası'nın sularını toplayan Nilifer Çayı ve kolları, kaynaklarını Uludağ'dan alır. Nilüfer Çayı'nın kaynaklarında yapılan kimyasal ve biyolojik analizler, yüksek çözünmüş oksijen (ÇO) ve düşük oranlı biyolojik oksijen ihtiyacı (BOI_5) göstermektedir. Bu durum, su kaynaklarının rölatif olarak kirlenmemiş olduğu gösterir. Buna karşılık, şehirsel alandan geçen akarsu ve kanallarda çözünmüş oksijen değeri düşük, BOI ve KOİ değeri yüksektir. Ana vadiye doğru gidildikçe yüksek oranlarda kurşun, nikel, çinko, krom ve bakır konsantrasyonun olduğu dikkati çeker.

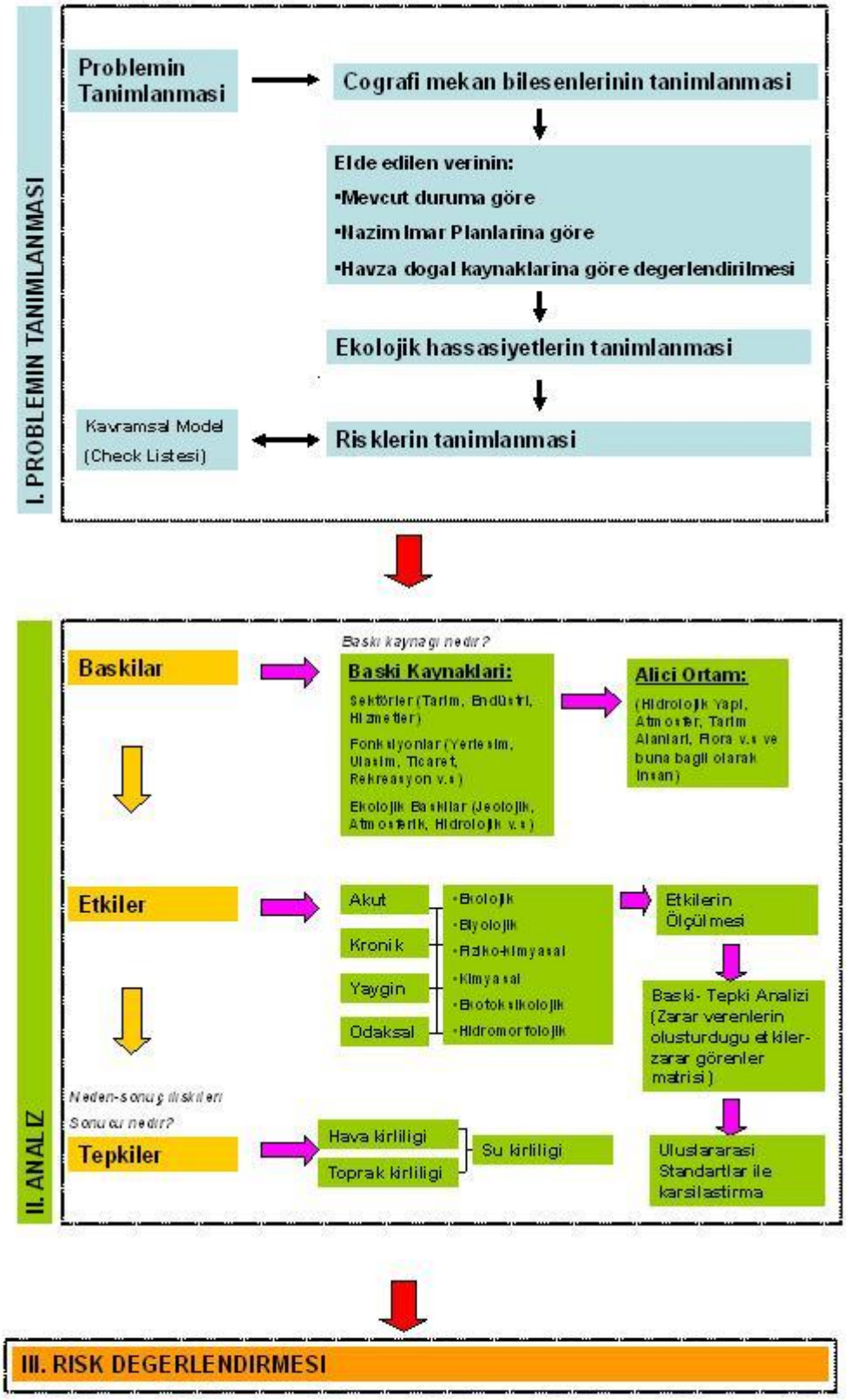
Bu durumun en önemli nedenini, sanayi bölgelerinin boşaltım yaptıkları zehirli maddeler içeren atık sular ve Bursa şehrinin kanalizasyon şebekesinden yapılan boşaltımlar oluşturur. Doğancı Barajı'ndan çıkan Nilüfer Çayı Dobruca'da arıtma tesislerinden geçer. Akarsu ilk kez Çekirge ve Hüdavendigâr Mahalleleri'nin kanalizasyon sularını alarak kirlenmeye başlar. Buradan itibaren sayılamayacak ölçüde evsel ve endüstriyel atık alarak akışına devam eder. Suyu kirleten en önemli konumlar, Demirtaş OSB ve Bursa OSB'dir. Sadece Bursa OSB'de 70 adet boyahane olduğu düşünüldüğünde, sorun daha iyi anlaşılır. Bursa Ovası'nın doğu kesiminin sularının da katılmış olduğu 11 nolu istasyon olan Panayır Deresi gözlem noktasından alınan su numunelerinde; 1,20 mg O_2/lt'ye düşen çözünmüş oksijen değeri, 34 mg/lt'ye çıkan $BOİ_5$ değeri ölçülmüştür. Bu durum Nilüfer Çayı'nın, TSE standartlarına göre, en kirli su sınıfında olduğunu gösterir. Bir başka gösterge ise pH değerleridir. Nilüfer Çayı'nın kirlenmeye başladığı noktada pH değeri 8,13 iken Panayır Deresi'nde 6,82'ye inmekte, ayrıca ağır metaller (özellikle: Cr, Pb, Cd, Cu, Fe, Zn) konsantrasyonunlarında önemli artışlar meydana gelmektedir [37].

BÖLÜM 8

ARAŞTIRMA ALANININ KİRLİLİK – RİSK ANALİZİ

Nilüfer Çayı Havzası su kaynakları üzerinde, yanlış arazi kullanımları, toprak, hava ve su kirliliği sonucu oluşan ekolojik sorunlar ve sucul sistemlerde gözlemlenen risklerin sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmesi amacıyla kurgulanan Bursa Nilüfer Çayı için yapılan ekolojik risk analizinin (Şekil 8.1) ilk aşaması olan problemin tanımlanması tez çalışmasının amaç ve kapsam alt bölümünde ortaya konulmuştur.

Coğrafi mekân bileşenlerinin tanımlanması ise tezin 5. Bölümü olan araştırma alanına ilişkin coğrafi özellikler bölümünde verilmiştir. Tüm bu çalışmalar doğrultusunda elde edilen verinin mevcut duruma göre ve nazım imar planlarına göre değerlendirilmesi tezin 6. bölümü olan araştırma alanının mevrcut durumu ve nazım imar planları bölümünde yapılmıştır. Havza doğal kaynaklarına göre değerlendirme ise yine 5. bölüm olan araştırma alanına ilişkin coğrafi özellikler bölümünde verilmiştir. Ardından risklerin tanımalanabilmesi amacıyla; baskı kaynakları olarak adlandırılan ve bu baskılara neden olan aktiviteler ile bu baskıların ekolojik etkileri ve korunması gereken ekolojik değer arasındaki ilişkileri ortaya koyan alt bölüm olan araştırma alanı için geliştirilen ekolojik kavramsal model ortaya konulmaktadır (Şekil 8.2). Araştırma alanı için kurgulanan Ekolojik Risk Anizi'nin ikinci aşaması olan analiz aşamasında; baskı unsuru kaynakları (tarım, endüstri, hizmetler, yerleşim, ulaşım, ticaret, rekreasyon gibi sektörler ve fonksiyonlara bağlı baskılar ile jeolojik, atmosforik, hidrolojik gibi ekolojik baskılar) ortaya konulmaktadır ve bu kaynakların neden olduğu olumsuz etkiler değerlendirilmektedir. Ardından bu etkilerin kabul edilen parametreler açısından uluslararası standartlara (üst ve alt sınır değerleri) bağlı olarak değerlendirilmesi yapılmaktadır.



Şekil 8.1 Bursa Nilüfer Çayı Havzası için kurgulanmış olan ekolojik risk anizi akış şeması [56],[179]

Araştırma alanı için kurgulanan Ekolojik Risk Anizi'nin son aşaması olan risklerin değerlendirilmesi aşamasında fiziki ve beşeri coğrafya özelliklerine bağlı olarak risk faktörü ağırlıklarına göre tüm bu veriler üst üste çakıştırılmakta ve sonuç olarak risk haritaları oluşturulmaktadır. Bu noktada güncel ve geçmiş arazi kullanımlarına bağlı değişimlerin neden olduğu riskler ile imar planlarına bağlı planlı ve plansız gelişmelerin neden olduğu riskler değerlendirilmeye katılmakta ve kirlilik riskleri üzerindeki etkileri ortaya konulmaktadır.

Bu noktadan hareketle yapılan analiz çalışmalarından elde edilen sonuçlar bütüncül sebep – sonuç ilişkileri çerçevesinde (var olan mevcut kirlilik durumu ve kirlilik riskleri) ortaya konulmuştur.

8.1 Bursa Nilüfer Çayı Havzası için Geliştirilen Ekolojik Kavramsal Model

Problemin tanımlanması sürecindeki kavramsal model; ekolojik varlıklar ile olumsuzluk kaynakları arasındaki tahmini neden-sonuç ilişkilerinin görsel olarak gösterimidir. Kavramsal modeller ekosistem süreçlerini, olumsuz etki altındaki alıcıların tepkilerini, niteliksel olarak arazi kullanımı ve olumsuzluk kaynaklarına bağlı olarak kirlilik yayılma senaryolarını içermektedir. Aynı zamanda kirlilik yayılma yolları, ekolojik etkiler ve ekolojik alıcılar arasındaki birincil, ikincil ve üçüncül yayılma yollarını tanımlamaktadır.

Aşağıda Şekil 8.2'de verilen Bursa Ovası için geliştirilen kavramsal modelde baskı kaynakları olan tarım, endüstri, hizmetler, yerleşim, ulaşım, ticaret ve rekreasyon aktiviteleri sonucunda oluşan baskı unsurları, bunların ekolojik etkileri ve korunacak olan ekolojik değer ile olan bağlantıları irdelenmektedir. Görüldüğü gibi baskı unsurları ile korunacak ekolojik değerler arasında kompleks, iç içe geçmiş ilişkiler ve etkiler mevcuttur.

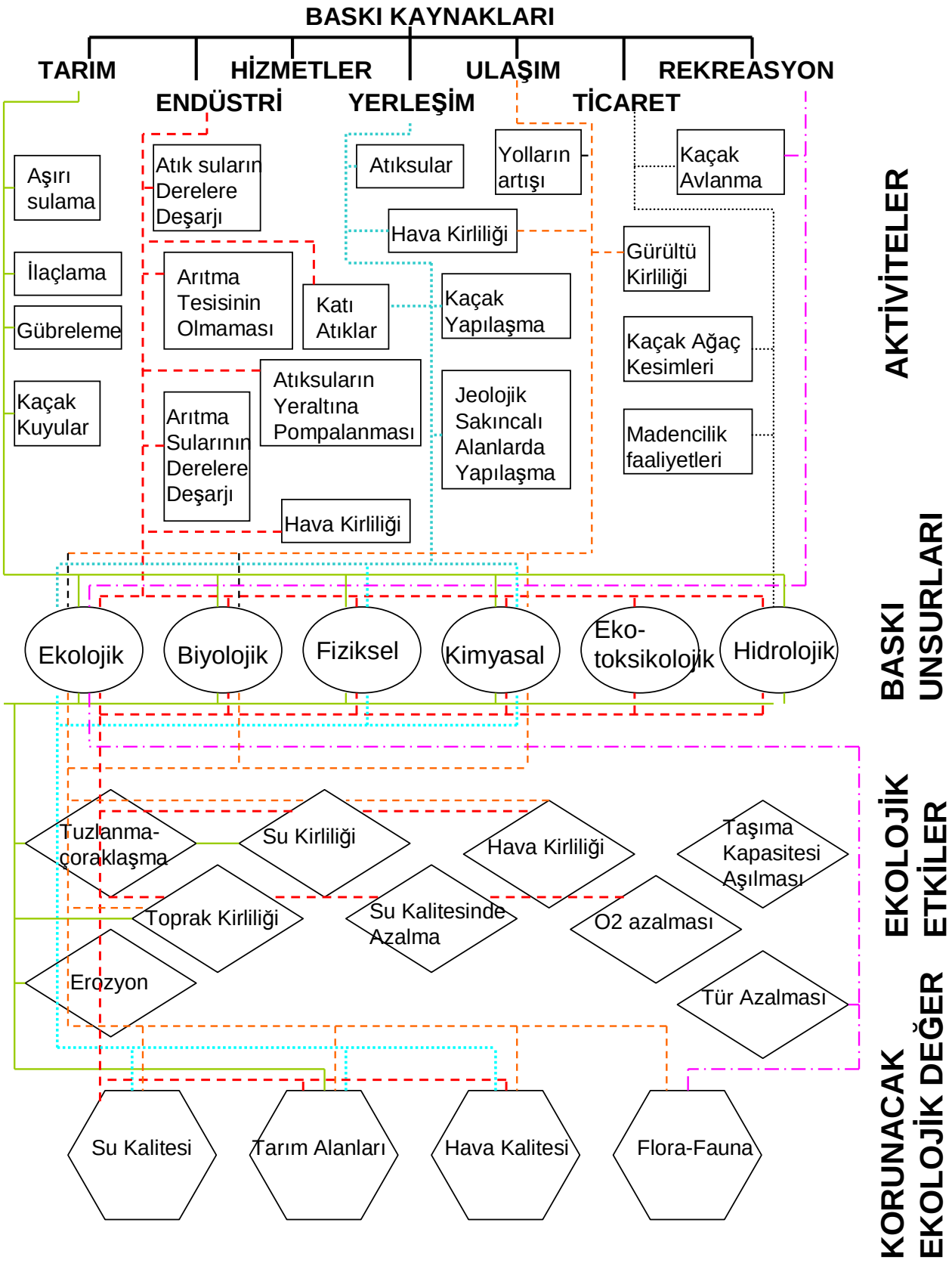
Ekolojik baskı kaynağı olarak nitelendirilen tarımsal aktiviteler; aşırı sulama, ilaçlama, gübreleme ve kaçak kuyular ile sulama faaliyetleridir. Bu aktiviteler ekolojik, biyolojik, fiziksel, kimyasal ve hidrolojik baskı unsurları oluştururlar. Buna bağlı olarak tuzlanma, çoraklaşma, su kirliliği, toprak kirliliği ve erozyona neden olan ekolojik etkiler ortaya çıkartmaktadırlar.

Ekolojik baskı kaynağı olarak nitelendirilen endüstriyel aktiviteler; atık suların derelere boşaltlması, katı atıklar, arıtma tesislerinin olmaması veya verimli çalışmaması,

atıksuların yeraltına boşaltılması, arıtma sularının derelere boşaltılması ve hava kirliliğidir. Özellikle atıksuların yeraltına boşaltımında kirlilik riskini oluşturan jeolojik yapının belirlediği sıcaklık – soğuma farkından dolayı oluşan çatlaklar ve horizonlaşma önem kazanmaktadır. Bu aktiviteler ekolojik, biyolojik, fiziksel, kimyasal, eko-toksikolojik ve hidrolojik baskı unsurları oluştururlar. Buna bağlı olarak toprak kirliliği, su kirliliği, su kalitesinde bozulma sudaki oksijen miktarının azalması, ve hava kirliliğine neden olan ekolojik etkiler ortaya çıkartmaktadırlar.

Ekolojik baskı kaynağı olarak nitelendirilen yerleşime bağlı olarak; atıksular, hava kirliliği, katı atıklar, kaçak yapılaşma, jeolojik sakıncalı alanlarda yapılaşma faaliyetleri gözlenmektedir. Bu aktiviteler ekolojik, fiziksel ve kimyasal baskı unsurları oluşturmakta ve bu suretle su, hava ve toprak kirliliğine neden olan ekolojik etkiler ortaya çıkmaktadır.

Ekolojik baskı kaynağı olarak nitelendirilen ulaşıma bağlı olarak yolların (sert zeminlerin) artışı, hava kirliliği, gürültü kirliliği ve toprak kirliliği gözlenmektedir. Bu aktiviteler ekolojik, biyolojik, kimyasal ve eko-toksikolojik baskı unsurları oluşturmaktadır. Burada daha önce bahsedilen jeolojik yapının önemi ortaya çıkmaktadır.



Şekil 8.2 Bursa Nilüfer Çayı Havzası için geliştirilen kavramsal model [56],[179]

8.2 Analiz Sonuçları

Bursa Nilüfer Çayı Havzası için kurgulanan Ekolojik Risk Analizi'nin ikinci aşaması olan analiz aşamasında; baskı unsuru kaynakları (tarım, endüstri, hizmetler, yerleşim, ulaşım, ticaret, rekreasyon gibi sektörler ve fonksiyonlara bağlı baskılar ile jeolojik, atmosforik, hidrolojik gibi ekolojik baskılar) ortaya konulmaktadır ve bu kaynakların neden olduğu olumsuz etkiler değerlendirilmektedir. Ardından bu etkilerin ölçülerek kabul edilen parametreler açısından uluslararası standartlara (üst ve alt sınır değerleri) bağlı olarak değerlendirilmesi yapılmaktadır.

8.2.1 Baskılar

Nilüfer Çayı Havzası'nda baskı unsuru kaynakları fiziki ve beşeri coğrafyaya bağlı baskı unsurları olarak iki üst başlıkta değerlendirilmiştir.

Fiziki coğrafyaya bağlı baskı unsuru kaynakları; jeolojik yapının ortaya koyduğu kayaçların dağılışları ve drenaj koşulları üzerindeki etkileri ile büyük toprak grupları, küresel anlamda değişiklik yaratan küresel ısınma ile makro iklim özellikleri ve arazinin jeomorfolojik yapısının belirlediği mikro iklim özellikleridir. Mevcut coğrafi durum ve Nilüfer Çayı Havzası'nın doğal kaynak yapısının ekolojik ilişkiler açısından değerlendirilmesi tez çalışmasının 5. alt bölümünde verilmiştir.

Beşeri coğrafya özelliklerini belirleyen baskı unsuru kaynakları ise; tarım, endüstri ve hizmetlere bağlı sektörel baskılar ile yerleşim, ulaşım, ticaret ve rekreasyona bağlı fonksiyonların neden olduğu baskılar olarak görülmektedir.

Araştırma alanında tarımsal faaliyetlerin neden olduğu baskılar incelendiğinde; tarımsal aktivitelerde kullanılan gübrelerin ve pestisitlerin drenaj sularıyla Nilüfer Çayı'na taşındığı, hem sediment yüküne hem de kirletici etkisine neden olduğu görülmektedir. Aynı zamanda tarımsal faaliyetin yapıldığı alanın toprak yapısı ve jeolojik yapısına bağlı olarak gübre ve pestisitler drenaj sularıyla yeraltı sularına karışmaktadır. Gerek kuyulardan çekilen sular ile tarımsal faaliyet yapılması gerekse yeraltı suları ile taşınan bu kirleticilerin Nilüfer Çayı'na ulaşması ve sulama suyu olarak Nilüfer Çayı'ndan yapılan su çekimlerine bağlı olarak gübre ve pestisit kalıntıları besin zincirine dahil olmaktadır. Bunun yanında tarımsal faaliyetler sonucu atmosfere salınan katı patiküller ve kirletici gazlar inversiyon ile Nilüfer Çayı'na veya atmosferden toprağa ulaşarak

oradan drenaj suları ile Nilüfer Çayı'na taşınmakta ve sulama suyu olarak kullanılarak besin zincirine katılmaktadır.

Araştırma alanında endüstriyel faaliyetlerin neden olduğu baskılar incelendiğinde; kuruluşların atıksularını ya hiçbir arıtma faaliyeti gerçekleştirmeden ya da yetersiz olarak çalışan arıtma tesisleri aracılığı Nilüfer Çayı'na boşalttıkları görülmektedir. Aynı zamanda BUSKİ ve Bursa Büyükşehir Belediye'sinde ilgili departmanlarda çalışan uzmanlar ile yapılan görüşmelerden elde edilen bilgiler neticesinde endüstriyel kuruluşların kaçak kuyular aracılığı ile işlem atıklarını yeraltı sularına boşalttıkları bilinmektedir. Bu konuda bilimsel bir çalışma henüz yapılmamış olmasına rağmen araştırma alanında yapılan geziler bu bilgileri doğrulamaktadır. Bunun yanında endüstriyel faaliyetler sonucu atmosfere salınan katı patiküller ve kirletici gazlar inversiyon ile Nilüfer Çayı'na veya atmosferden toprağa ulaşarak oradan drenaj suları ile Nilüfer Çayı'na taşınmakta ve sulama suyu olarak kullanılarak besin zincirine katılmaktadır. Aynı zamanda madencilikte kullanılan kimyasalların yeraltı ve yüzeysel sulara boşaltıldığı, maden işletmelerinin faaliyetleri sonucu jeolojik yapıda meydana gelen değişikliklere bağlı olarak yeraltı su güzergâhlarında değişimler meydana geldiği bilinmektedir. Katı atık depolama alanlarındaki çöp süzüntü suları da yeterli altyapı çalışmalarının yapılmaması ve koruma önlemlerinin alınmaması nedeni ile Nilüfer Çayı'na veya yeraltı sularına karışmaktadır. Konu ile ilgili 2004 yılında Hamitler Süzüntü Suyu Arıtma Tesisi faaliyete geçmiş olmasına rağmen kaçak depolama yapılan alanlar için aynı kirlilik riski söz konusudur.

Araştırma alanında yer alan yerleşim alanlarının neden olduğu baskılar incelendiğinde; kentsel yerleşimlerde evsel kaynaklı atıksuların 1997 yılından itibaren büyük oranda arıtma tesislerine iletilerek Nilüfer Çayı'na boşaltıldığı görülmektedir. Bu noktada halen BUSKİ atıksu toplama kollektörüne bağlanmadan evsel atıklarını kaçak olarak Nilüfer Çayı'na boşaltan yerleşimler bulunmaktadır. BUSKİ atıksu toplama kolektörü ile toplanarak arıtma tesislerine iletilen atıksular, arıtma tesislerinin tam kapasite ile çalışmamasına bağlı olarak özellikle biyolojik arıtma yapılmadan Nilüfer Çayı'na boşaltılmaktadır. Kırsal yerleşimlerde ise altyapı çalışmalarının tamamlanmamış olmasından dolayı evsel kaynaklı atıksular yan derler aracılığı ile Nilüfer Çayı'na veya kaçak kuyular aracılığı ile yeraltı suyuna boşaltılmaktadır. Bunun yanında ısınma amaçlı

faaliyetler sonucu atmosfere salınan katı patiküller ve kirletici gazlar inversiyon ile Nilüfer Çayı'na veya atmosferden toprağa ulaşarak oradan drenaj suları ile Nilüfer Çayı'na taşınmakta ve sulama suyu olarak kullanılarak besin zincirine katılmaktadır.

Araştırma alanında ulaşımın neden olduğu baskılar incelendiğinde; konu ile ilgili araştırma alanı özelinde yapılmış bilimsel bir çalışma bulunmamasına rağmen ulaşım araçlarından salınan katı partiküllerin ve kirletici gazların inversiyon ile Nilüfer Çayı'na veya toprağa ve drenaj suları ile yeraltı sularına ve Nilüfer Çayı'na taşındığı bilinmektedir. Aynı zamanda otomobil lastiklerinin sürtünme etkisiyle aşınması ile havaya karışan kirletici ve partiküllerde inversiyon ile yüzeysel sular, yeraltı suları ve toprağa karışarak besin zincirine dahil olmaktadır. Özellikle Nilüfer Çayı güzergâhında ilerleyen çevre yolu taşıdığı yüksek araç trafiği açısından kirlilik riski doğurmaktadır. Aynı zamanda havayolunun neden olduğu kirlilik riskleri incelendiğinde uçakların özellikle kalkış anında boşalttıkları yoğun uçak yakıtı atıkları Nilüfer Çayı'na veya toprağa orandan da yeraltı sularına karışmaktadır. Bursa Yenişehir Havaalanı'nın konumu da çevresindeki tarım arazileri açısından aynı riski ortaya koymaktadır.

Araştırma alanında yeralan ticaret ve rekreasyon faaliyetleri incelendiğinde atıksularını kaçak olarak Nilüfer Çayı'na boşalttıkları veya kaçak kuyular aracılığı ile yeraltı suyuna ilettikleri görülmektedir. Aynı zamanda rekreaktif faaliyetler sonucu oluşan katı atıklar da Nilüfer Çayı'na atılmaktadır.

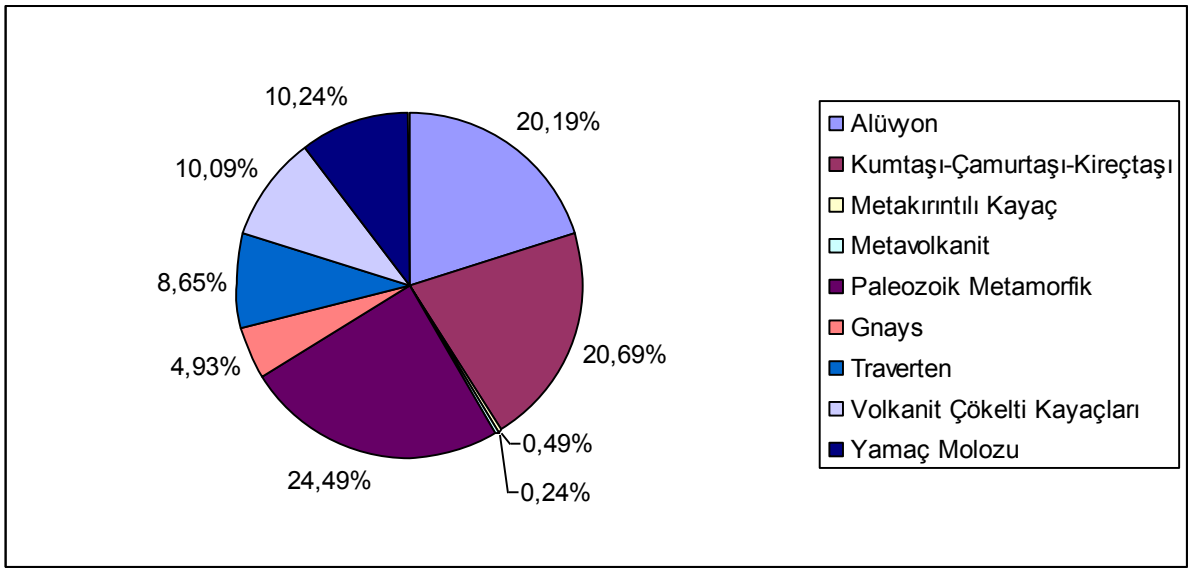
8.2.2 Olumsuz Etkilerin Kaynakları ve Özellikleri

Baskı kaynaklarının ekolojik değerler üzerinde yaptıkları etki türleri; akut, kronik, yaygın ve odaksal özellikte ve etki karakteristikleri; ekolojik, biyolojik, fiziksel, kimyasal, ekotoksikolojik ve hidrolojik kaynaklı olabilmektedir.

8.2.2.1 Jeolojik Yapıdan Kaynaklanan Kirlenmeler

Mevcut jeolojik yapı araştırma alanının gerek doğal kaynak yapısı gerekse kirliliklerin taşınma özellikleri üzerinde belirleyici rol oynamaktadır. Havzada yer alan kayaç türlerinin dağılımı, bu kayaçların boşluklu yapıya sahip olup olmamaları, levha hareketleri ve seizma durumu araştırma alanındaki kirliliklerin yeraltı suyuna karışmasında etkili olan infiltrasyon durumunu ve yeraltı suyu hareketlerinin güzergâhlarını belirlemektedir.

Araştırma alanında en çok görülen jeolojik oluşumlar; alüvyon, kumtaşı – çamurtaşı – kireçtaşı, paleozoik metamorfik kayaçlardır. Nilüfer Çayı'nın aşağı çığırında vadi tabanın genişleyerek eğimin azalmasına bağlı, olarak alüvyonların birikimi ve kalınlığı artmıştır. Alüvyonlar ince tekstürlü yapılarına bağlı olarak üzerilerine boşaltılan sanayi, yerleşim veya tarımsal kaynaklı kirlilikleri kısa sürede yeraltı suyu sistemine iletmektedir.



Şekil 8.3 Araştırma alanındaki jeolojik formasyonların yüzdesel dağılımları [148]

Şekil 8.3'de görüldüğü gibi araştırma alanında jeolojik formasyonların yüzdesel dağılımları açısından en büyük payı %24,49 ile metamorfik kayaçlar oluşturmaktadır. Metamorfik kayaçların bulunduğu alanlarda zemin stabil değildir. Böylece seizma hareketlerine bağlı olarak yeraltı suyu hareket güzergâhları değişmektedir.

8.2.2.2 Toprak Yapısından Kaynaklanan Kirlenmeler

Büyük toprak grupları açısından; toprağın tekstür – strüktür yapısına bağlı olarak yüzeysel akışa geçen su miktarı farklılık gösterir. Toprağın killi ya da kumlu yapıya sahip olması yüzeysel akışı ve toprakta suyun hareketini sağlayan süreçleri de etkiler. Killi topraklarda infiltrasyon çok düşük, yüzeysel akış yüksektir. Kumlu topraklarda infiltrasyon çok yüksek, yüzeysel akış düşüktür. Araştırma alanını topraklarının %79,45'ini kırmızı kahverengi Akdeniz, kireçsiz kahverengi orman, kahverengi orman, redzina ve vertisol toprakları oluşturmaktadır. Bu toprak türlerinin ortak özelliliği infiltrasyon kapasitesinin düşük olmasıdır. Başka bir ifade ile havzanın hemen hemen

%80'ini kaplayan topraklar, toprak yüzeyine düşen suyun doğrudan akışa geçmesini sağlayan özelliklere sahiptir.

8.2.2.3 İklim Özelliklerinden Kaynaklanan Kirlenmeler

İklim durumu açısından; Bursa'nın genelinde yükseltinin kısa mesafelerde sık sık önemli ölçülerde değişmesi yağış ve sıcaklık koşullarının da buna paralel olarak değişmesine sebep olmaktadır. Örneğin ortalama yükseltinin 100 m olduğu Bursa merkezde 14,5 °C olan yıllık ortalama sıcaklık yükseltinin 1063 m olduğu Keles'te 9,5 °C'dir. Yine aynı sebebe bağlı olarak Uludağ'a düşen yıllık ortalama yağış miktarının ancak yarısı kadarı Bursa Ovası'na düşmektedir. Dağların uzanış yönleri ve bakı faktörününde Bursa ikliminin oluşmasında önemli birer rolü vardır. Bursa ve çevresindeki dağlar Türkiye'nin genelinde olduğu gibi doğu-batı yönünde uzanmaktadırlar. Böylece ilin kuzeyindeki Marmara Denizi'nden ve daha kuzeydeki Karadeniz'den gelen nemli hava kütleleri taşıdıkları nemi çoğu kez yöre dağlarının yüksek kesimlerine yağış olarak bırakmaktadır. Dağlar kuzeydeki denizlere paralel olarak uzandığından nemli hava kütlelerinin iç kesimlere gitmesi engellenmekte ayrıca denize uzak olan diğer yamaçlarda fön etkisine neden olmaktadırlar. Dağların uzanısının rüzgârların sapma ve kanalize olmalarındaki etkisi düşünüldüğünde; Bursa'daki hakim rüzgâr yönünün kuzeydoğu sektörlü olması daha iyi anlaşılacaktır. Dağların uzanışlarına bağlı olarak kuzeydoğu olan hakim rüzgâr yönünde ilerleyen hava kirlilikleri Uludağ kütlesine çarparak ya kent merkezi üzerinde asılı kalmakta ve inversiyon ile kirliliklerini toprak ve su kaynaklarına aktarmakta ya da Uludağ'ı aşmak için yükselmekte ve kirlilikleri yağışlar şeklinde toprak ve suya aktarmaktadır.

Bu iklim özelliklerine bağlı olarak yerleşim, endüstriyel ve ulaşım faaliyetlerine bağlı ortaya çıkan hava kirliliklerinin araştırma alanı üzerindeki hareketlerine ilişkin Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nde bilgi olmamakla birlikte; genel hava hareketlerine bağlı olarak vadilerdeki sisler ve inversiyon hareketleri kirlilikleri toprak ve suya aktarmaktadır. Sonbaharda ve ilkbaharda çoğunlukla sis ve çiğ olaylarında bu olguların olduğu gözlenmiştir.

8.2.2.4 Tarım Faaliyetlerinden Kaynaklanan Etkiler, Etki türleri ve Özellikleri

Bursa Ovası'ndaki tarım amaçlı kullanımlar sonucu, bir yandan toprağın üretim yeteneğinden yararlanılarak insanların besin gereksinimi karşılanırken, aynı zamanda tarımsal faaliyetlerde kimyasal maddelerin kullanımı sonucu toprak, su, iklim ve biyotop potansiyeli zarar görmektedir Tarım alanları genellikle senede en az bir kere ilaçlanmaktadır. Bu yolla DDT vb. pestisitler toprakta birikmektedir. Verimli, işlenmiş topraklar çok fazla canlı unsur içerdiğinden, zehirlerin toprakta birikmesi son derece tehlikelidir.

Tarım alanlarında esas bileşimi azot ve fosfor olan suni gübreler tarım arazilerine verilmektedir. Özellikle azot toprağın içinde taşınarak yeraltı sularına karışmaktadır. Ayrıca tarım alanlarındaki fazla azot ve fosfor bileşikleri yağmur suları ile taşınarak yüzey sularına karışmakta ve ötrofikasyona neden olmaktadır [108]. Aynı zamanda gübre ve pestisit kullanımı toprak içi faunanın zarar görmesi neticesinde toprak canlılarının faaliyetleri sonucu toprağın sahip olduğu kendine has kimyasal-ekolojik dengenin bozulmasına neden olmaktadır. Böylece değişen toprak kimyasına bağlı olarak drenaj suları ile Nilüfer Çayı'na taşınan kimyasal madde dengesi değişmektedir ve su kalitesini etkilemektedir.

Türkiye genelinde 314,7 kg olan hektara gübre kullanımı Bursa'da 496 kg'dır. 1990'ların başında 120 bin ton, 1999'da ise 112 bin ton dolaylarında olan toplam kimyasal gübre kullanımı günümüzde 105 bin tona düşmesine rağmen Nilüfer Çayı Havzası'ndaki toprak kimyasal yapısını değiştirmekte, drenaj suları ile taşınarak yeraltı ve yüzeysel sular üzerinde yaygın kimyasal etkilere neden olmaktadır [180].

Toprağın aşırı işlenmesi sonucunda da Bursa Ovası'nda yer yer erozyon gözlemlenmektedir. Bursa ili topraklarının %59'u şiddetli erozyona maruz kalmaktadır [154]. Erozyon ile toprak tanecikleri harekete geçerek yerçekimi yönünde Nilüfer Çayı'na taşınmaktadır. Aynı zamanda aşırı toprak işlenmesi faaliyetleri ile toz halde toprak tanecikleri rüzgârlar ile havalanmakta ve Nilüfer Çayı'na taşınmaktadır. Bu etkiler Nilüfer Çayı'ndaki askıdaki katı madde miktarını arttırmakta ve su kalitesini negatif yönde etkilemektedir.

Yukarıda bahsedilen tarımsal faaliyetler sonucunda oluşan olumsuz etkiler ve etki türü – etki karakteristiği Çizelge 8.1'de özetlenmiştir [56],[179]:

Çizelge 8.1 Araştırma alanındaki tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan olumsuz çevresel etkiler ve etki türleri ile etki özellikleri

BASKI UNSURU KAYNAĞI: TARIMSAL FAALİYETLER	ETKİLER	ETKİ TÜRÜ	ETKİ KARAKTERİSTİĞİ	KİRLİLİK YÜKLERİ	AÇIKLAMA	KAYNAKÇA
Gübre kullanımı	Toprağın kimyasal dengesini değiştirir	Akut/Yaygın	Kimyasal	Azotlu gübre kullanımı 92.046 ton/yıl, fosforlu gübre kullanumı 33,112 ton/yıl, potaslı gübre kullanımı 5.556 ton/yıldır.	Toprakların % 41,6'sı az kireçli, % 22,4'ü orta kireçli, % 24,2'si kireçli, % 6,92u fazla kireçli ve % 4,9'u çok fazla kireçlidir	KHGM, 2008
	Toprağın pH'sını değiştirir	Akut/Yaygın	Kimyasal		Tarım topraklarının %5,5'i asit, %42,1'i nötr, % 52,4'ü ise alkali reaksiyondadır	İl Çevre Durumu Raporu, 2008
	Drenaj suları ile taşınarak yüzey sularının kirlenmesine neden olur	Akut/Yaygın	Ekotoksikolojik / Fiziksel / Kimyasal		4628 ton/yıl azot ve 463 ton/yıl fosfor	Tübitak, 2005
	Taban sularının kirlenmesine neden olur	Akut/Yaygın	Ekotoksikolojik			Bursa Çevre Durum Raporu, 2006
	Hava ile taşınarak yüzey sularının kirlenmesine neden olur	Akut/Yaygın	Ekotoksikolojik / Fiziksel / Kimyasal			Bursa Çevre Durum Raporu, 2006
Pestisit kullanımı	Drenaj suları ile taşınarak yüzey sularının kirlenmesine neden olur	Akut/Yaygın	Ekotoksikolojik / Fiziksel / Kimyasal	3.441 ton/yıl		KHGM, 2008
	Taban sularının kirlenmesine neden olur	Akut/Yaygın	Ekotoksikolojik			
	Toprak içi faunanın zarar görmesi neticesinde toprak kimyasında değişikliğe neden olur	Kronik/ Odaksal	Ekolojik			
Toprağın işlenmesi	Toprak üst tabakasının incelmesi ve erozyon oluşumu	Kronik/ Odaksal	Fiziksel / Kimyasal		Ovanın %59'unda şiddetli erozyon vardır	KHGM, 2005
	Havada toz emisyonun artması	Akut/Yaygın	Fiziksel / Kimyasal			Bursa İl Sağlık Müdürlüğü
Aşırı sulama	Topraktaki besin maddelerinin yıkanması ve drenaj suları ile yer altı/yüzey sularına karışması	Akut/Yaygın	Ekotoksikolojik / Fiziksel / Kimyasal	1359,05 hektar alan sulanmaktadır	Toprakların % 7,7'sinde organik madde çok az, % 46,1'inde az, % 32,6'sında orta, % 10,7'sinde iyi ve % 2,9'unda ise yeter düzeydedir	İl Çevre Durumu Raporu, 2008
	Toprakta tuzluluğun artması	Kronik/ Odaksal	Kimyasal		Bursa Ovası topraklarının %0,7'sinde tuzlanma görülmektedir	İl Çevre Durumu Raporu, 2008
	Havadaki nem seviyesinin değişimi	Akut/Yaygın	Hidrolojik			
	Yerüstü/yer altı su bilançolarını değiştirmesi	Akut/Yaygın	Hidrolojik			DSİ
Anız yakılması	Toprakta karbon miktarının artması	Kronik/ Odaksal	Kimyasal			
	Toprağın biyolojik verimliliğinin azalması toprak kimyasının değişmesi	Kronik/ Odaksal	Biyolojik			İl Çevre Durumu Raporu, 2010
	Havada kirletici gaz emisyonun artması ve inversiyon ile yerüstü sularına taşınması	Akut/Yaygın	Ekotoksikolojik / Fiziksel / Kimyasal			

Aşırı sulama faaliyetleri ile de topraktaki besin maddeleri yıkanmakta ve drenaj suları ile Nilüfer Çayı'na taşınmaktadır. Aynı zamanda sulama amaçlı kaçak kuyu kullanımları

ile ağır metal içeriği yüksek olan yeraltı suları toprağa oradan da Nilüfer Çayı'na ulaşmaktadır.

Bunun yanında gerek yeraltı suyu gerekse Nilüfer Çayı'ndan doğrudan çekilerek tarım alanlarında kullanılan sulama amaçlı sular hidrolojik yapı ve su bilançosunda değişikliklere neden olmaktadır.

Tarım faaliyetleri çerçevesinde anız yakılması sonucunda topraktaki karbon miktarında artış gözlemlenmekte ve drenaj suları ile Nilüfer Çayı'na ulaşarak Nilüfer Çayı'nın kimyasal yapısını değiştirmektedir. Anız yakılması sonucunda kirletici gaz emisyonlarının inversiyon ile Nilüfer Çayı'na ulaşması da su kalitesini olumsuz etkilemektedir.

8.2.2.5 Endüstriyel Faaliyetlerinden Kaynaklanan Etkiler, Etki Türleri ve Özellikleri

Araştırma alanındaki doğal faktörler üzerinde olumsuz etki oluşturan endüstriyel kullanımlar; işletmeler, maden işletmeleri, depolama alanları, tekstil, otomotiv, deri, çimento, metal, gıda, kauçuk ve plastik sanayileri, tabakhaneler, boyahaneler, maden işleme atölyeleri ve taş ocaklarından kaynaklanmaktadır. Araştırma alanındaki endüstriyel kullanımdan kaynaklanan faaliyetler hava, su, toprak kirlenmesine neden olmakta, bunun yanısıra gürültü, koku kirliliğine de yol açmakta ve katı atık oluşturmaktadır. Nilüfer Çayı kenarına kurulmuş olan sanayi tesisleri, bir yandan atık suları ile Nilüfer Çayını kirletmekte, bir yandan da yerleşim alanları, tarım alanları ve Nilüfer Çayı üzerinde hava kirliliği oluşturmaktadır. Bu hava kirliliği de inversiyon hareketleri neticesinde tarım alanları ve yüzey sularına ulaşmaktadır.

DSİ ve BUSKİ tarafından yapılan su kalite gözlemlerine göre Nilüfer Havzası'ndaki tüm dereler kentsel yerleşimlere gelinceye kadar 1. kalite, kentsel yerleşim içinden geçerken aldıkları kanalizasyon atıkları ve endüstri bölgelerinden geçerke aldıkları endüstriyel atıklar ile kalitesinin 3. ve 4. sınıflara çıktığını görüyoruz (1.Sınıf: yüksek kaliteli su, 2. Sınıf: az kirlenmiş su, 3. Sınıf: kirli su, 4. Sınıf: çok kirli su). Sonuç olarak Nilüfer Çayı, kirliliği Marmara Denizi'ne taşıyan açık bir kanal niteliğindedir. Her yıl tonlarca ağır metal bu kanal aracılığıyla Marmara Denizi'ne ulaşmaktadır [34].

Araştırma alanında endüstriyel faaliyetler sonucu Nilüfer Çayı su kalitesi üzerinde en büyük kirlilik oluşturan etki endüstriyel atıksuların Nilüfer Çayı'na boşaltılmasıdır.

Endüstriyel atıksuların özellikleri endüstri türüne göre farklılıklar göstermekte, aynı zamanda aynı sektörde faaliyet gösteren endüstrilerde bile kullanılan hammaddeler ve uygulanan işlemlerin farklılığı oluşan atıksuların özelliklerine yansıyabilmektedir. Kirlilik bileşenlerinin farklı olması nedeniyle her endüstrinin Nilüfer Çayı su kalitesine etkileri de farklı olmaktadır. Nilüfer Çayına etki eden endüstrileri detaylı olarak incelemek gerekirse: çalışma alanındaki gıda endüstrisi atıksuları yüksek organik kirlilik ($BOİ_5$ açısından) içermektedir. Bursa Ovası'nda yer seçmiş olan tekstil sanayindeki ana kirleticiler ise boya işlemlerinden kaçan boyalar ve bunların neden olduğu renk ve işleme esnasında kostik kullanılması sonucu oluşan yüksek pH'dır. Araştırma alanındaki kimya endüstrisi atıksuları; yağ emisyonları, sülfit ve fenoller, makine yağları, katı maddeler, yüksek pH, fosfatlar, indirgenemeyen organik maddeler içermektedir. Metal sanayinden kaynaklanan atıksularda ise Cr, Cd, CN-, Zn metal kirlilikleri gözlemlenmektedir. Nilüfer Çayı kenarında yer alan tabakhanelerden kaynaklanan atıksuların tipik özellikleri ise; kıl, katı madde, $BOİ_5$, azot, krom, sülfit, yoksek pH ve kokudur.

Önceleri Nilüfer Çayı'nı bir kirletici kaynak olarak besleyen OSB'nin atıksuları artık toplu olarak arıtılmaktadır. Tekstil ağırlıklı olmak üzere metal işleme, otomotiv ve yan sanayi, kimya, plastik ve ambalaj, gıda, cam vb. sektörlerden oluşan bölgenin karışık nitelikteki atıksularını bertaraf etmek amacıyla kurulan tesis, 165 firmadan kaynaklanan 46.000 m^3 /gün endüstriyel atıksu, 4.000m^3 /gün yeraltı suyuve 2.500m^3 /gün çamur süzüntü suyu olmak üzere toplam 52.500m^3 /gün atıksuyu arıtma kapasitesine sahiptir [148].

Bursa'da faaliyet gösteren OSB'lerde ise kendi artıma tesisleri mevcut olmasına rağmen yeterli seviyede ve verimlilikte çalıştırılamamakta, biyolojik arıtma yapılamadığından kimyasal ve fiziksel olarak arıtılan atıksular biyolojik olarak arıtılmadan Nilüfer Çayı'na boşaltılmaktadır.

Endüstriyel faaliyetler sonucu sanayi tesislerinin atıksularını Nilüfer Çayı'na doğrudan boşaltmalarının yanında kaçak kuyular ve toprağa yapılan deşarlar ile de yeraltı su sistemine karışan kirlilikler hem yeraltı sularının kirlenmesine, su ısısında değişime ve buna bağlı olarak dolaylı yoldan Nilüfer Çayı su kalitesine etkide bulunmaktadır.

Maden işletmelerinin yaptığı faaliyetler sonucunda yeraltı su güzergâhlarında değişimler gözlemlenebilmektedir. Çalışma alanı için bu konuda yapılmış olan bir

çalışma olmamasına rağmen dünyada yaşanan örneklerinden yola çıkarak madencilik faaliyetlerinin kontrol altında ve uluslararası standartlarda yapılması gerekmektedir. Aynı zamanda madencilik faaliyetleri sonucunda toprak kirliliği oluşmaktadır. Madencilikte kullanılan kimyasalların yeraltı ve yüzeysel sulara boşaltılması da Nilüfer Çayı su kalitesinde değişimlere neden olmaktadır.

Nilüfer Havzası'nda yer alan çeşitli sanayi tesisleri, içeriğinde kimyasal ve zehirli atık bulanan atıksuları ile havzayı iki şekilde kirletmektedirler. Bunlardan birincisi sınırlı sayıda sanayi tesisi atıksularını pompalama yöntemi ile yaraltına vermekte ve yeraltı sularını kirletmekte, yaygın olan diğer yöntem ise atıksuların kanal ve dereler vasıtasıyla Nilüfer çayına ulaştırılması ve geçilen tüm güzergâhtaki yüzeysel suların kirletilmesidir.

Sanayi tesislerinin türlerine göre atıksularının içerikleri ve etkilerini 3 grupta toplayabiliriz, şöyleki;

Deri Sanayi: Soğanlı Mahallesi'nde bulunan 104 adet deri sanayiinden gelen atık sulardan sadece askıda katı maddeler tutularak (fiziksel arıtım-rotomat sistemi) 1998 yılı başlarına kadar doğal ortama verilmiştir. Bu tarihten sonra da aynı şekliyle BUSKİ tarafından inşa edilen kollektöre verilmektedir. Bu suların kirliliğini; patojenik bakteriler, yüksek BOI_5, düşük miktarda askıda katı madde, krom, sülfür oluşturmaktadır. Bu maddeler, çamurun dipte birikmesine neden olur ve çamur birinkintilerinin ayrışması sonucu kötü kokulu gazlar açığa çıkar, çözeltide ve çamurda büyük ölçüde oksijen tüketimine neden olur, Krom bileşikleri sudaki canlıların öldürür, patojenik bakteriler suyu kullanan hayvan ve insanlarda bulaşıcı hastalıkları oluşturur [181].

Boyahaneler: Daha çok tekstil sanayiinde kullanılan boyalar, krom ve türevleri, sülfür, organik maddeler, yüksek pH, deterjan ve sabun, yağ-gres ile katı maddeler içermektedir. Organik maddeler sudaki çözünmüş oksijen miktarını azaltmakta, kromlu maddeler zehirlenmeye neden olmakta, boyalar su rengini bozmaktadır. Bursa'da ovada ve kentin çeşitli yerlerine dağılmış yaklaşık 80 boyahane, kanalizasyon sistemi aracılığıyla veya doğrudan Nilüfer Çayı'na boşaltmaktadır.

Diğer Kirletici Sanayi: Kimya ve metal sanayii atıksuları nikel, kalay, krom, siyanür gibi toksik bileşikler ile kansorejen maddeler; gıda Sanayii atıksuları ise yağ, yüksek organik madde, askıda katı madde, bakteriler içermektedir. Sabun ve deterjan sanayiinden oluşan atıksularda ise köpük, bulanıklık, askıda katı madde ve yağ bulunmaktadır.

Yukarıda bahsedilen endüstriyel faaliyetler sonucunda oluşan olumsuz etkiler ve etki türü – etki karakteristiği aşağıdaki Çizelge8.2'de özetlenmiştir.

Havzada bulunan yerleşimlerden Bursa ve Demirtaş' ın çöpleri Hamitler Kent Katı Atık Sıhhi Depolama alanına, Gürsu'nun yerleşimin kuzey-batısında bulunan açık alana, Kestel' in Ankara karayolu ile Kestel arasındaki açık alana dökülmektedir.

Hamitler' de bulunan Kent Katı Atık Sıhhi Depolama Sahası işletime açılmadan önce Bursa kentinin tüm katı atıkları Demirtaş yolu üzerindeki çöp alanına dökülmekte idi. Burada kirliliği önleyici hiç bir tedbir alınmadan çöp depolaması yapıldığından, alandaki tüm sızıntı suları yeraltı sularına karışmıştır. 6 Mayıs 1996 tarihinden itibaren çöplerin yeni depolama sahasına kabulü ile birlikte Demirtaş Çöplüğü kapatılmış, üzerine su geçirmez tabaka oluşturularak yağmur sularının ve çevreden gelen suların çöp alanı içine girmesi önlenmiş, böylece yeni oluşacak sızıntıların önüne geçilmeye çalışılmıştır. Ayrıca eski çöp depolama alanı içinde mevcut süzüntü suyu dren boruları ile toplanarak bugün için kent atıksu sistemine verilmektedir. Gürsu ve Kestel çöp döküm alanları açık araziye herhangi bir önlem alınmadan dökülmektedir. Gürsu çöplüğü sulama kanaleti yanında bulunduğundan sızıntı suları yüzeysel ve yeraltı sularına karışmaktadır [148].

Çizelge 8.2 Araştırma alanındaki endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanan olumsuz çevresel etkiler ve etki türleri ile etki özellikleri

BASKI UNSURU KAYNAĞI: ENDÜSTRİYEL FAALİYETLER	ETKİLER	ETKİ TÜRÜ	ETKİ KARAKTERİSTİĞİ	KURULUŞ SAYISI	KİRLİLİK YÜKLERİ (mg/litre)	GENEL DEĞERLENDİRME	KAYNAKÇA
İşletmeler	Atıksular Nilüfer Çayı'na kaçak olarak deşarj edilmektedir	Kronik/ Odaksal	Ekotoksikolojik / Fiziksel / Kimyasal		BOİ5: 978,16 KOİ: 2284,04 T. AKM: 412,87 T. Sülfür: 6,12 T. Fenol: 3,66	İşletmeler sınır değerlerin çok üzerinde deşarjlara sahip	BUSKİ, 2010
	Atıksular kuyulara deşarj edilerek yer altı suları kirletilmektedir.	Kronik/ Odaksal	Ekotoksikolojik / Fiziksel / Kimyasal				BUSKİ, 2010
	Yer altı ve yerüstü su ısısında değişim	Akut/Yaygın	Ekolojik				Tübitak, 2005
	Atıksular için mevcut arıtma tesisleri yeterli değildir	Kronik/ Odaksal	Ekotoksikolojik / Fiziksel / Kimyasal			Biyolojik arıtma yok	Üstün, 2006
Maden İşletmeleri	Yer altı su güzergahlarında değişim	Kronik/ Odaksal	Hidrolojik				
	Toprak kirliliği	Kronik/ Odaksal	Kimyasal				Taşatar, 1995
	Toz partiküllerin havaya karışması	Akut/Yaygın	Fiziksel / Kimyasal				Bursa İl Özel İdaresi, 2010
	Madencilikte kullanılan kimyasalların yer altı ve yer üstü sularına deşarjı	Kronik/ Odaksal	Ekotoksikolojik / Fiziksel / Kimyasal		BOİ5: 977,96 KOİ: 1462,04 T. AKM: 312,87 T. Sülfür: 8,24 T. Fenol: 6,58	Sınır değerlerin çok üzerinde deşarjar ve kaçak deşarjlar sözkonusu	BUSKİ, 2010
Düzensiz Depolama Alanları	Sızıntı sularının yer altı su sistemine karışması	Kronik/ Odaksal	Ekotoksikolojik / Fiziksel / Kimyasal	8	112.787 ton/yıl		Tübitak, 2005
Katı Atık Depolama Alanları	Çöp süzüntü suları	Kronik/ Odaksal	Ekotoksikolojik / Fiziksel / Kimyasal	1	128.351 ton/yıl katı atık	77.011 m3/yıl sızın suyu, BOİ5: 15.000 mg/lt, KOİ: 30.000mg/lt, AKM: 1500 mg/lt	Tübitak, 2005
Mermer ve Taş Ocakları Sanayi	Partiküllerin hava kalitesini bozması	Akut/Yaygın	Fiziksel / Kimyasal	206	254.600 m2 taş ocağı, 4.543.962 m2 maden işletme alanı mevcuttur		İl Çevre Durumu Raporu, 2008
	Katı atıklar Nilüfer Çayına dökülmektedir.	Kronik/ Odaksal	Fiziksel / Kimyasal				
Maden Suyu Tesisleri	Atıkuları Nilüfer Çayına deşarj edilmekte ve balık ölümlerine neden olmaktadır	Kronik/ Odaksal	Biyolojik				Bursa İl Sağlık Müdürlüğü
Tekstil Sanayi	Atıksular Nilüfer Çayına kaçak olarak deşarj edilmektedir	Kronik/ Odaksal	Ekotoksikolojik / Fiziksel / Kimyasal	181	BOİ5: 956,46 KOİ: 2482 T. AKM: 112,87 T. Sülfür: 4,04 T. Fenol: 2,52	BOİ5 i 12 kat, KOİ si 23 kat, T. Sülfürü 4 kat ve T. Fenolü 4 kat standartların üzerinde	Bursa İl Özel İdaresi, 2010
Otomotiv Sanayi	Atıksular Nilüfer Çayına kaçak olarak deşarj edilmektedir	Kronik/ Odaksal	Ekotoksikolojik / Fiziksel / Kimyasal	63	KOİ: 2411,56 Yağ-Gres: 53,167 A. Azot: 293,89	KOİ si 38 kat, Yağ-gresi 3 kat standartların üzerinde	Bursa İl Özel İdaresi, 2010
Gıda Sanayi	Atıksular Nilüfer Çayına kaçak olarak deşarj edilmektedir	Kronik/ Odaksal	Ekotoksikolojik / Fiziksel / Kimyasal	33	BOİ5: 2280,31 KOİ: 3387,76 T.AKM: 584 Yağ-Gres: 166,67	BOİ5 i 11 kat, KOİ si 17 kat, T. AKM si 15 kat ve Yağ-gresi i 4 kat standartların üzerinde	Bursa İl Özel İdaresi, 2010
Deri Sanayi	Atıksular Nilüfer Çayına kaçak olarak deşarj edilmektedir	Kronik/ Odaksal	Ekotoksikolojik / Fiziksel / Kimyasal	38	BOİ5: 2280,31 KOİ: 6342,09 T.AKM: 1939,4 T. Sülfür: 62,84 Yağ-Gres: 208,31	BOİ5 i 23 kat, KOİ si 32 kat, T.AKM si 13 kat, T. Sülfürü 62 kat ve Yağ-gresi 58.5 kat standartların üzerinde	Bursa İl Özel İdaresi, 2010
Çimento Sanayi	Partiküllerin hava kalitesini bozması	Akut/Yaygın	Fiziksel / Kimyasal	4			Bursa Çevre Durum Raporu, 2006
	Atıksular Nilüfer Çayına kaçak olarak deşarj edilmektedir	Kronik/ Odaksal	Ekotoksikolojik / Fiziksel / Kimyasal				Bursa Çevre Durum Raporu, 2006
Metal Sanayi	Ağır metaller ve mineral yağlar toprağa verilmektedir	Kronik/ Odaksal	Kimyasal	20	KOİ: 866,7 T: AKM: 118,42 Yağ-Gres: 247,9 A. Azot: 117 T. Sülfür: 6,78	KOİ si 4.5 kat, Yağ-gresi 12.5 kat, T. Sülfürü 3 kat standartların üzerinde	Bursa İl Özel İdaresi, 2010
Kauçuk ve Plastik Sanayi	Partiküllerin hava kalitesini bozması	Akut/Yaygın	Fiziksel / Kimyasal	9	BOİ5: 1992,57 KOİ: 4248,71 Azot: 840,86 Fosfor: 125,36		Bursa İl Özel İdaresi, 2010
Tabakhaneler	Organik atıksuların Nilüfer Çayına deşarjı	Kronik/ Odaksal	Biyolojik				Bursa İl Özel İdaresi, 2010
Boyahaneler	Atıksular Nilüfer Çayına kaçak olarak deşarj edilmektedir	Kronik/ Odaksal	Ekotoksikolojik / Fiziksel / Kimyasal	190	BOİ5: 2972,19 KOİ: 6223,13 Azot: 1440,96 Fosfor: 468,30		Bursa İl Özel İdaresi, 2010
	Atıklar toprağa verilmektedir.	Kronik/ Odaksal	Kimyasal				Bursa İl Özel İdaresi, 2010
Maden işleme atölyeleri	Atıksular Nilüfer Çayına kaçak olarak deşarj edilmektedir	Kronik/ Odaksal	Ekotoksikolojik / Fiziksel / Kimyasal				Bursa İl Özel İdaresi, 2010

Katı atık depolama alanlarından kaynaklanan çöp sızıntı suları özellikle kontrolsüz/vahşi depolama sahaları olan Kestel-Gürsu bölgesinde direk olarak Nilüfer Çayı'na ulaşmakta ve içerdikleri organik kirlilik yükleri su kalitesini ciddi oranda düşürmektedir.

Bunun yanında; Orhaneli Termik Santrali baca gazları arıtılmadan doğal ortama verilmektedir. Diğer taraftan Bursa şehri ve diğer yerleşim birimlerindeki kalitesiz kömürün ısınma aracı olarak kullanılması sonucunda oluşan baca gazları da hava kirliğine neden olmaktadır. Her iki durumda da oluşan asit yağmurları; gerek suları, gerekse toprak ve bitki örtüsünü olumsuz yönde etkilenmektedir [56],[179].

8.2.2.6 Yerleşimden Kaynaklanan Etkiler, Etki Türleri ve Özellikleri

Araştırma alanında yerleşimden kaynaklanan ve Nilüfer Çayı su kalitesinde olumsuz etkilerin en önemlileri kentsel ve kırsal yerleşimlerden gelen ve arıtılmadan Nilüfer çayına boşaltılan evsel atıksulardır. Çalışma alanındaki evsel atıksuların özelliklerine baktığımızda büyük oranda karbon, azot ve fosfor içermektedirler. Evsel atıksuların arıtılmadan doğrudan Nilüfer Çayı'na boşaltılması ile atıksu içindeki karbon esaslı organik bileşikler biyolojik mekanizmalar yolu ile parçalanıp karbondioksit ve suya dönüşmekte ve sudaki mevcut oksijeni tüketmektedirler. Oksijenin tükenmesini takiben parçalanma farklı fazda (anaerobik) devam etmektedir. Anaerobik koşullarda ise karbondioksitin yanı sıra metan ve hidrojen sülfür gazları oluşmakta ve Nilüfer Çayı su kalitesini bozmaktadır. Öte yandan atıksudaki azot ve fosforda besin maddesi (nutrient) görevi görerek Nilüfer Çayı'ndaki birincil canlıların hızla büyümesine ve Nilüfer Çayı'nın bu canlılarla kaplanmasına neden olmaktadır (ötrifikasyon). Ayrıca atıksular içince önemli düzeyde hastalık yapıcı (patojenik) mikroorganizmalar bulunmaktadır.

1997 yılına kadar havzada bulunan yerleşimlerin büyük kısmının evsel atıksuları Nilüfer Çayı'na boşaltılmaktaydı. Ardından BUSKİ tarafından yaptırılan atıksu toplama kollektörüne yapılan bağlantılar nedeni ile, Nilüfer Çayı membasından Nilüfer Çayı'nın Yalova Yolu Panayır Deresi bağlantı noktasına kadar Cilimboz Deresi dışında atıksu boşaltılmamaktadır. Şehrin doğusunda İsabey, Şirinevler Mahallesi'nin bir bölümü, ET-BA, Vakıfköy, Samanlı Mahallesi mevcut İller Bankası Kollektörünün altında kaldığı için

halen Deliçay'a, Gökdere civarındaki evsel boşaltımlar da atıksu kollektör bağlantısı tamamlanana kadar Gökdere'ye boşaltılmaktadır. Kentin batı bölgesinde ise Ürünlü, Tahtalı, Çalı, Demirci, Kayapa, Yaylacık ve Alaaddinbey yerleşim yerlerinin atıksuları DSİ sulama kanalları ve yan derelere boşaltılmakta Ayvalı deresi vasıtası ile Nilüfer Çayı'na ulaşmaktadır.

Yukarıda bahsedilen yerleşim sonucunda oluşan olumsuz etkiler ve etki türü – etki karakteristiği Çizelge 8.3'te özetlenmiştir.

Çizelge 8.3 Araştırma alanında yerleşimden kaynaklanan olumsuz çevresel etkiler ve etki türleri ile etki özellikleri [56],[179]

BASKI UNSURU KAYNAĞI: YERLEŞİM	ETKİLER	ETKİ TÜRÜ	ETKİ KARAKTERİSTİĞİ	KURULUŞ SAYISI	KİRLİLİK YÜKLERİ (mg/litre)	GENEL DEĞERLENDİRME	KAYNAKÇA
Kentsel yerleşim	Evsel kaynaklı atıksular	akut/yaygın	Ekotoksikolojik / Fiziko-kimyasal		Toplam atıksu miktarı: 93.147.168 m3/yıl	BOİ5: 17.068 ton/yıl AKM: 16.163 ton/yıl T. Azot: 4.075 ton/yıl	Tübitak, 2005
Kırsal yerleşim	Evsel kaynaklı atıksular	akut/yaygın	Ekotoksikolojik / Fiziko-kimyasal				
İkinci konutlar	Evsel kaynaklı atıksular	akut/yaygın	Ekotoksikolojik / Fiziko-kimyasal		89.405 m3/yıl atıksu miktarı		Tübitak, 2005
Genel	Isınma amaçlı faaliyetler sonucunda atmosfere salınan katı patiküller ve kirletici gazlar inversiyon ile Nilüfer çayına ve toprağa oradan drenaj suları ile Nilüfer çayına taşınmaktadır.	kronik/ odaksal	Fiziko-kimyasal				

8.2.2.7 Ulaşımdan Kaynaklanan Etkiler, Etki Türleri ve Özellikleri

Bursa Ovası'nda konutların ısınması ve endüstri gibi sabit emisyon kaynaklarından ileri gelen hava kirliliği ve buna bağlı olarak inversiyonla Nilüfer Çayı su kalitesine etkisinin yanı sıra motorlu taşıtlardan kaynaklanan egzoz kirliliği de aynı derecede önemli bir sorundur.

Araştırma alanındaki ulaşım faaliyetleri hava sıcaklığının artması, güneş ışınlarının yansımasının artması, havadaki partükül madde ve gaz emisyonlarının artışı, topraktaki kimyasal ve biyolojik yapının değişmesi ve buna bağlı olarak taban suyunun kirlenmesi ve yüzey sularının kirlenmesine neden olmaktadır.

Yol, üzerindeki ulaşım faaliyetleriyle, çevresindeki doğal yapıyı sürekli olarak etkileyen bir kirletici kaynağıdır. Araçların eksoz gazı bileşiminde bulunan kurşun, Be Benzopyrin, CO_2 ve kurumlu maddeler, aldehit, azot oksitleri ve kükürtlü bileşikler trafik yoğunluğuna, yoldan uzaklığa, yol genişliğine ve rüzgâr hızına bağlı olarak etki oluşturmaktadır. Ulaşım faaliyetleri nedeniyle toprak üzerinde biriken kurşun,

karbonhidratlar, organik maddeler, yağ ve lastik içerikli toz artıkları hem toprak kalitesini düşürmekte, hem de toprak mikroorganizmalarını etkilemektedir. Buna bağlı olarak da bu değişimler Nilüfer Çayı su kalitesini etkilemektedir.

Yukarıda bahsedilen ulaşım sonucunda oluşan olumsuz etkiler ve etki türü – etki karakteristiği aşağıdaki çizelgede özetlenmiştir [56],[179]:

Çizelge 8.4 Araştırma alanında ulaşımdan kaynaklanan olumsuz çevresel etkiler ve etki türleri ile etki özellikleri

BASKI UNSURU KAYNAĞI: ULAŞIM	ETKİLER	ETKİ TÜRÜ	ETKİ KARAKTERİSTİĞİ	ARAÇ SAYISI	KİRLİLİK YÜKLERİ	KAYNAKÇA
Karayolu	Otomobillerde salınan katı patiküller ve kirletici gazlar inversiyon ile Nilüfer çayına ve toprağa oradan drenaj suları ile Nilüfer çayına taşınmaktadır.	Akut/Yaygın	Fiziksel / Kimyasal	Trafiğe kayıtlı araç sayısı 507.117	Toplam 6604 ton/yıl HC, 82496 ton/yıl CO ve 6504 NO	Tübitak, 2005
	Don olaylarında tuz kullanımının toprağın biyolojik/kimyasal yapısını değiştirmesi ve buna bağlı olarak yer altı ve yerüstü sularının kirlenmesi	Kronik/ Odaksal	Biyolojik / Fiziksel / Kimyasal			Bursa İl Özel İdaresi, 2010
	Gürültü kirliliği	Akut/Yaygın	Ekolojik / Fiziksel			Bursa Büyükşehir Belediyesi, 2010
Havayolu	Uçaklardan atmosfere salınan katı patiküller ve kirletici gazlar inversiyon ile Nilüfer çayına ve toprağa oradan drenaj suları ile Nilüfer çayına taşınmaktadır.	Akut/Yaygın	Fiziksel / Kimyasal			Bursa İl Özel İdaresi, 2010
Demiryolu	Raylı sistemlerden kaynaklanan gürültünün fauna üzerindeki etkisi	Kronik/ Odaksal	Ekolojik			Bursa İl Özel İdaresi, 2010

Nilüfer Çayı su kalitesinde ticaret ve rekreasyon faaliyetlerinden kaynaklanan olumsuz etkilerde gözlemlenmektedir. Bunlar: ticari faaliyetler sonucu oluşan atıksular ve katı atıkların Nilüfer Çayı'na dökülmesi ve rekreasyon faaliyetleri sonucunda çöplerin kontrolsüzce toprağa ve Nilüfer Çayı'na atılmasıdır.

8.2.3 Etkilerin Ölçülmesi

Etkilerin ölçülmesi ile ekolojik risk analizinin temel parametresi olan su kalitesindeki kirliliğe bağlı değişimin; yanlış arazi kullanımları ile neden-sonuç ilişkisi içinde olduğu hipotezi test edilmiştir. Aynı zamanda su kalitesindeki değişimler ile toprak ve hava kirlilikleri arasındaki nedensellik ve ilişkiler ortaya konulmaktadır. Bunun için DSİ ve BUSKİ'nin çalışma alanında yaptığı su kalite analizleri alt havzalardan genele doğru Ekolojik Risk Değerlendirmesi ışığında irdelenerek evrensel parametreler ile havza ana kollarında kavşak noktalarında ölçülen suların kirlilikleri (ve diğer ilgili faktörler: hava ve toprak kirliliği gibi) ile arazi kullanımı, sektörler ve fonksiyonlar arasındaki ilişki demeti

ortaya konulmuştur. Aynı zamanda 1989 – 1999 - 2009 yılları sanayi boşaltımları da faaliyet alanlarına bağlı olarak değerlendirmeye katılmıştır.

Hava kirliliği ile ilgili değerlendirme yapılırken tüm araştırma alanını temsil edecek büyüklükte ve kapsamda bir çalışmaya rastlanılmamasına rağmen araştırma alanında Bursa Ovası ve yakın çevresi ile şehir merkezinde bulunan hava kalitesi ölçüm istasyonlarından alınan 1998 – 2010 yılları arasındaki ölçüm değerleri analiz edilmiştir.

Toprak kirliliği ile ilgili değerlendirme yapılırken tüm araştırma alanını temsil edecek büyüklükte ve kapsamda bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Ancak daha önce yapılmış olan yerel ölçekteli akademik çalışmalar ve yerel yönetimler ile yapılan görüşmeler değerlendirmeye katılmıştır.

Bu noktada su, toprak ve hava kirliliği ve bunların su kalitesindeki değişime etkileri açısından aşağıdaki alt parametreler değerlendirilmiştir:

- Su kirliliği – su kalitesi alt parametreleri: pH, sıcaklık, ÇO (çözünmüş oksijen), $BOİ_5$ (biyolojik oksijen ihtiyacı), KOİ (kimyasal oksijen ihtiyacı), Fe (demir), Cu (bakır), Cd (kadmiyum), Zn (çinko), Pb (kurşun), Cr (krom)
- Sanayi boşaltımları alt parametreleri: atıksu debisi, $BOİ_5$ (biyolojik oksijen ihtiyacı), KOİ (kimyasal oksijen ihtiyacı), N (azot), P (fosfor)
- Hava kirliliği alt parametreleri: SO_2 (kükürt dioksit), PM (partikül madde) ve veri temin edilebilen bölgelerde; CO (karbonmonoksit), NO_2 (azot dioksit), NO (azot monoksit) ve hidrokarbonlar
- Toprak kirliliği alt parametreleri: Ag (gümüş),Cd (kadmiyum),Cr (krom), Co (kobalt), Cu (bakır), Fe (demir), Hg (civa), Mn (mangan), Pb (kurşun), Mo (molibden), Ni (nikel), Pt (platin), Tl (talyum), Th (toryum), Sn (kalay), U (uranyum), V (vanadyum), W (tungsten), Zn (çinko), Zr (zirkoryum)

Nilüfer Çayı ile Bursa şehir merkezinden Marmara Denizi'ne taşınan kirlilik miktarlarının en doğru biçimde belirlenebilmesi için DSİ ve BUSKİ[1]'nin 1976-2010 arasında 15 ölçüm istasyonunda (Çizelge 8.5) yaptıkları değerlendirmeler gerek sanayi ve evsel kirliliklerden etkilenmemiş kırsal alanlardan gerekse sanayi ve arıtma tesislerinin

[1] BUSKİ: Bursa Su ve Kanalizasyon İdaresi

boşaltımlarından önce ve sonra yapılarak Nilüfer Çayı hem yıllar içinde aynı istasyondaki alt parametre değerlerinin değişimi hem de istasyonlar arasında arazi kullanıma bağlı olarak kirliliklerin değişiminin iredelenebilmesi açısından değerlendirilmiştir.

Çizelge 8.5 Nilüfer Çayı üzerinde su kalitesi için ölçüm istasyonları isimleri

İstasyon No	İstasyon Adı
1 Nolu İstasyon	Hasanağa Deresinden Sonra
2 Nolu İstasyon	Hasanağa Deresi
3 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresinin Karışımından Sonra
4 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresi Üzerinde BAAT Deşajından Önce
5 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresi Üzerinde BAAT Deşajından Sonra
6 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresi Üzerinde
7 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresinin Karışımından Önce
8 Nolu İstasyon	Gümüştepe Mevkii
9 Nolu İstasyon	Cilimboz Deresi
10 Nolu İstasyon	Cilimboz Deresinin Karışımından Sonra
11 Nolu İstasyon	Panayır Deresi
12 Nolu İstasyon	Gökdere
13 Nolu İstasyon	Kaplıkaya Deresi
14 Nolu İstasyon	Deli Çay Deresi DAAT Deşajından Önce
15 Nolu İstasyon	Deli Çay Deresi DAAT Deşajından Sonra

Bu çalışmada etkilerin ölçülmesi aşamasında su kalitesini belirleyen 11 parametredeki değişim iki farklı şekilde değerlendirilmektedir:

1) Araştırma alanındaki her bir su kalitesi ölçüm istasyonunda 11 parametreye göre 1974-2010 yılları arasındaki değişimin ölçüm istasyonu ve parametre bazında incelenmesi
2) 15 su kalitesi ölçüm istasyonunda 1974 - 2010 yılları arasında 11 parametreye göre yapılan değerlendirmelerde istasyonlar arası değişimlerin yıl bazında incelenmesi

8.2.3.1 Araştırma Alanındaki Su Kalitesi Ölçüm İstasyonunda 11 Parametreye Göre 1974-2010 Yılları Arasındaki Değişimin Ölçüm İstasyonu ve Parametre Bazında İncelenmesi

pH

Sucul sistemlerde pH'ın artmasına evsel atıksular ve endüstriyel boşaltımlar neden olmaktadır. Özellikle tekstil sanayindeki ana kirlilikler olan boya işlemlerinden kaçan boyalar, bunların neden olduğu renk ve işleme esnasında kostik kullanılması sonucu boşaltımlarda yüksek pH gözlemlenir. Ayrıca kimya endüstrisi atıksuları; yağ

emisyonları, sülfit ve fenoller, makine yağları, katı maddeler, yüksek pH, fosfatlar ve indirgenemeyen organik maddeler içerebilmektedirler. Bunun yanında tabakhanelerin atık suları da yüksek pH'a neden olmaktadır. SKKY yönetmeliğine göre pH değeri 8,5 ve üzerine çıktığında 3. ve 4. sınıf su kalitesi olarak nitelendirilmektedir.

Çizelge 8.6 pH parametresine göre 15 istasyonun ortalama yıllık değerleri

pH							Ölçüm Yapılan Yıllar																	
İstasyon N+A2o	İstasyon Adı	Birim	Su Kalite 1	2	3	4	1974	1975	1976	1979	1980	1981	1982	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1 Nolu İstasyon	Hasanağa Deresinden Sonra	mg/lt					7,20	7,60	7,80	7,80	7,82	7,70	7,95	8,20	8,00	8,10	8,26	8,41	7,76	8,19	7,98	7,92	8,30	7,92	7,46
2 Nolu İstasyon	Hasanağa Deresi	mg/lt					-	-	-	-	-	-	-	7,55	7,60	7,80	7,81	8,25	7,87	7,65	7,54	7,10	7,36	7,86	7,53
3 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresinin Karışımından Sonra	mg/lt					-	-	-	-	-	-	-	7,90	7,95	8,12	8,25	8,34	7,66	8,00	7,99	7,89	7,96	6,97	7,70
4 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresi Üzerinde Batı A.A.T Deşajından Önce	mg/lt					7,50	7,90	9,00	7,30	7,50	7,80	8,00	8,03	8,16	8,13	7,80	8,34	7,82	7,52	7,63	7,84	7,82	7,90	7,46
5 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresi Üzerinde Batı A.A.T Deşajından Sonra	mg/lt					-	-	-	-	-	-	-	8,17	7,94	8,40	8,15	7,93	7,64	7,55	7,75	7,68	7,92	7,02	7,22
6 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresi Üzerinde	mg/lt					-	-	-	-	-	-	-	8,30	7,99	8,58	8,29	8,29	7,88	7,52	7,66	7,74	7,75	7,95	7,95
7 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresinin Karışımından Önce	mg/lt					7,40	7,80	7,90	7,70	7,80	7,90	7,80	7,95	8,00	8,30	8,51	8,51	7,94	7,89	7,70	8,04	7,76	7,34	7,74
8 Nolu İstasyon	Gümüştepe Mevkii	mg/lt					7,90	7,90	8,00	8,10	8,10	8,20	8,20	8,15	8,26	7,55	8,67	**9,03**	8,34	7,22	7,92	8,23	8,22	8,44	8,13
9 Nolu İstasyon	Cilimboz Deresi	mg/lt					7,20	7,70	7,30	8,10	8,10	8,20	8,20	8,18	8,23	8,20	8,63	**9,07**	8,06	7,45	8,11	7,58	7,68	7,50	7,13
10 Nolu İstasyon	Cilimboz Deresinin Karışımından Sonra	mg/lt					-	-	-	-	-	-	-	7,97	7,80	7,60	8,08	8,54	7,97	6,92	7,60	7,88	7,28	8,50	7,13
11 Nolu İstasyon	Panayır Deresi	mg/lt					7,40	7,80	6,90	7,70	7,80	7,90	7,90	8,04	8,77	7,95	8,31	8,50	7,72	8,01	8,21	8,46	6,82	7,87	7,48
12 Nolu İstasyon	Gökdere	mg/lt					-	-	-	-	-	-	-	8,25	8,14	8,06	8,31	8,56	7,99	7,25	8,80	8,08	7,38	8,10	7,84
13 Nolu İstasyon	Kaplıkaya Deresi	mg/lt					-	-	-	-	-	-	-	8,10	8,17	8,35	8,74	8,20	8,03	7,19	8,80	7,81	7,00	**6,70**	**6,60**
14 Nolu İstasyon	Deli Çay Deresi Doğu A.A.T. Deşajından Önce	mg/lt					7,20	7,70	7,90	7,90	8,00	7,80	7,90	8,10	8,05	7,91	7,86	8,80	8,55	7,89	8,59	8,42	8,09	8,35	7,89
15 Nolu İstasyon	Deli Çay Deresi Doğu A.A.T. Deşajından Sonra	mg/lt					7,20	7,10	7,60	7,90	8,00	8,10	7,90	8,10	8,00	7,80	8,27	6,89	7,59	7,95	8,02	8,09	7,57	8,00	7,40
	Ölçülen en yüksek değerler																								
	Ölçülen en düşük değerler																								

6,5 - 8,5 | 6,5 - 8,5 | 6,0 - 9,0 | 6,0 - 9,0 dışında

Araştırma alanındaki 15 su kalitesi ölçüm istasyonu pH parametresi açısından yıllara göre değerlendirildiğinde 1 nolu istasyon Nilüfer Çayı akış yönünde son istasyon olması nedeni ile kirlilik yüklerinin birikerek geldiği önemli bir gösterge istasyon olarak kabul edilebilir. Bu kirlilik yükleri yerleşimden, tarımsal faaliyetlerden, sanayi kuruluşları boşaltımlarından ve hava kirliliğinden kaynaklanmaktadır. 1 nolu istasyonda pH değerleri 1974 yılından 2004 yılına kadar artış eğiliminde olup 2003 yılında 8,41 pH değeri ile en üst seviyesini görmüştür. 2005 yılından 2010 yılına kadar ise pH değeri azalma eğilimindedir. Bunun sebebi 2005 yılından itibaren özellikle pH değerinin artmasına neden olan boşaltımlara sahip tekstil, kimya sanayilerinin arıtma tesisleri kurmaları ve tabakhanelerden gelen pH yüklerinin tabakhanelerin 2008 yılı itibari ile Deri Organize Sanayi Bölgesi'ne taşınması ile boşaltımlarının belirli düzeyde arıtılmasıdır. 4, 5, 14 ve 15 nolu istasyonlara baktığımızda ise; özellikle Doğu Atıksu Arıtma Tesisi (DAAT) ve Batı Atıksu Arıtma Tesisi (BAAT) boşaltımlarından önce ve sonra pH değerlerinin bu tesislerin işletilmeye başladığı yıl olan 2006 yılından itibaren

azalma eğiliminde olduğu görülmektedir. Tüm istasyonlara genel olarak baktığımızda ise SKKY yönetmeliğine göre tüm istasyonların 3. ve 4. sınıf su kalitesinde olduğu ve en yüksek pH değerlerinin 2003 yılında tabakhanelerden kaynaklanan boşaltımlara bağlı olarak 9 nolu istasyonun bulunduğu Cilimboz Deresi'nde 9,07 pH değeri olarak ölçüldüğü görülmektedir. En düşük pH değeri ise yakın çevresi ve etkilenme alanında OSB ve sanayi tesisi bulunmayan Kaplıkaya Deresi üzerindeki 13 nolu istasyonda 2010 yılında 6,60 pH değeri olarak ölçülmüştür.

Sıcaklık

Sucul sistemlerde sıcaklığın artmasına neden olan birincil faktör sıcak endüstriyel boşaltımlardır. Farklı sanayilerin kullandıkları hammaddeler ve üretim süreçleri sonucunda oluşan boşaltımlar da farklı sıcaklıklara neden olmaktadır. Sıcaklığın SKKY yönetmeliğine göre 25 ºC'nin üzerine çıkması neticesinde 3. ve 4. sınıf su kalitesi olarak nitelendirilmekte ve sucul mikro organizmaların ve sucul floranın yaşamını sınırlayıcı bir etki göstermektedir. Aynı zamanda sudaki sıcaklığın artması çözünmüş oksijenin (ÇO) azalmasına neden olmakta ve aynı şekilde sucul yaşamı olumsuz etkilemektedir.

Çizelge 8.7 Sıcaklık parametresine göre 15 istasyonun ortalama yıllık değerleri

Sıcaklık							Ölçüm Yapılan Yıllar												
İstasyon No	İstasyon Adı	Birim	Su Kalite Sınfları 1	2	3	4	1979	1980	1981	1982	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1 Nolu İstasyon	Hasanağa Deresinden Sonra	ºC					-	-	-	-	16,80	12,20	14,10	10,20	14,80	26,40	29,40	9,00	11,80
2 Nolu İstasyon	Hasanağa Deresi	ºC					-	-	-	-	17,30	8,40	14,30	14,30	14,30	23,00	27,30	10,40	12,60
3 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresinin Karışımından Sonra	ºC					-	-	-	-	15,50	11,90	11,30	10,70	15,50	26,60	**29,60**	10,70	12,70
4 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresi Üzerinde Batı A.A.T Deşajından Önce	ºC					-	-	-	-	15,00	8,80	12,00	7,60	9,00	26,80	25,90	8,00	11,90
5 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresi Üzerinde Batı A.A.T Deşajından Sonra	ºC					-	-	-	-	14,00	9,20	15,00	11,20	15,40	26,50	26,90	11,10	12,90
6 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresi Üzerinde	ºC					-	-	-	-	20,50	8,80	17,70	14,50	15,40	29,50	**30,00**	10,50	11,70
7 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresinin Karışımından Önce	ºC					15,40	14,40	14,50	15,60	17,30	12,10	14,60	10,70	14,70	25,80	26,00	10,10	11,60
8 Nolu İstasyon	Gümüştepe Mevkii	ºC	25	25	30	>30	15,80	13,30	12,70	12,60	10,00	**6,70**	10,70	7,70	10,30	18,50	23,10	9,40	11,60
9 Nolu İstasyon	Cilimboz Deresi	ºC					-	-	-	-	15,50	10,20	9,90	8,00	9,10	20,20	24,60	12,40	9,20
10 Nolu İstasyon	Cilimboz Deresinin Karışımından Sonra	ºC					-	-	-	-	12,50	9,50	12,00	8,50	10,80	22,20	24,30	7,60	9,30
11 Nolu İstasyon	Panayır Deresi	ºC					13,70	11,80	12,40	13,30	15,00	11,50	15,00	9,40	13,60	24,70	**31,40**	10,90	10,30
12 Nolu İstasyon	Gökdere	ºC					-	-	-	-	16,00	12,00	13,30	8,00	12,80	22,00	27,50	**6,80**	8,50
13 Nolu İstasyon	Kaplıkaya Deresi	ºC					-	-	-	-	10,00	12,60	11,70	**5,00**	7,00	16,90	25,20	8,20	7,50
14 Nolu İstasyon	Deli Çay Deresi Doğu A.A.T. Deşajından Önce	ºC					-	-	-	-	15,40	9,70	14,90	9,00	14,00	24,80	26,10	11,10	10,20
15 Nolu İstasyon	Deli Çay Deresi Doğu A.A.T. Deşajından Sonra	ºC					-	-	-	-	15,80	5,70	15,80	10,20	18,00	25,00	25,40	10,50	9,80
	Ölçülen en yüksek değerler																		
	Ölçülen en düşük değerler																		

Araştırma alanındaki 15 su kalitesi ölçüm istasyonu sıcaklık alt parametresi açısından yıllara göre değerlendirildiğinde 1 nolu istasyon Nilüfer Çayı akış yönünde son istasyon olması nedeni ile sıcaklığın artarak geldiği önemli bir gösterge istasyon olarak kabul edilebilir. Sıcaklık alt parametresi en çok sanayi kuruluşları ve OSB boşaltımlarından kaynaklanmaktadır. 1 nolu istasyonda sıcaklık değerleri 2002 yılından 2005 yılına kadar azalma eğiliminde olup 2005 yılından 2008 yılına kadar artış eğilimine geçmiş ve 2008 yılında 29,4 ºC değeri ile en üst seviyesini görmüştür. 2005 yılından 2010 yılına kadar ise tekrar azalma eğilimindedir. 4, 5, 14 ve 15 nolu istasyonlara baktığımızda ise; özellikle DAAT ve BAAT boşaltımlarından önce ve sonra sıcaklık değerlerinin bu tesislerin işletilmeye başladığı yıl olan 2006 yılından itibaren nispeten artış eğiliminde olduğu görülmektedir. Tüm istasyonlarda yapılan sıcaklık ölçümlerine genel olarak baktığımızda ise SKKY yönetmeliğine göre 2. ve 3. sınıf su kalitesine sahip oldukları görülmektedir. 2008 yılında Panayır Deresi yakındalarında kurulan sanayi bölgelerinden gelen boşaltımların arıtılmaması nedeni ile en yüksek sıcaklık değerinin 2008 yılında 11 nolu istasyonun bulunduğu Panayır Deresi üzerinde 31,40 ºC olarak ölçüldüğü görülmektedir. Ölçülen en düşük sıcaklık değeri olan 5,00 ºC ise; yakın çevresi ve etkilenme alanında OSB ve sanayi kuruluşu bulunmaması nedeni ile 2005 yılında 13 nolu istasyonun bulunduğu Kaplıkaya Deresi üzerinde ölçülmüştür.

Çözünmüş Oksijen (ÇO)

Çözünmüş oksijen su içinde çözünmüş halde bulunan oksijen miktarını gösterir. Çözünmüş oksijen suyun sıcaklığı ile de ilişkilidir. Suyun sıcaklığının artması, suda çözünen oksijen miktarı doygunluğunu düşürür. Bu nedenle kış aylarında su sıcaklıkları düşük iken yapılan ölçümlerde, sudaki oksijen miktarı daha yüksektir. Ayrıca evsel kaynaklı kirleticiler ile sanayi kaynaklı kirleticilere yakın noktalarda yaz aylarında çözünmüş oksijenin diğer bölgelere kıyasla daha düşük ölçüldüğü görülmektedir. SKKY yönetmeliğine göre çözünmüş oksijenin 6 mg O_2/lt'den küçük olması 3. sınıf su kalitesini, 3 mg O_2/lt'den küçük olması da 4. sınıf su kalitesini ifade etmektedir.

Araştırma alanındaki 15 su kalitesi ölçüm istasyonu ÇO parametresi açısından yıllara göre değerlendirildiğinde 1 nolu istasyon Nilüfer Çayı akış yönünde son istasyon olması nedeni ile kirlilik yüklerinin giderek arttığı ve buna bağlı olarak ÇO miktarının giderek azaldığı önemli bir gösterge istasyon olarak kabul edilebilir.

Çizelge 8.8 ÇO parametresine göre 15 istasyonun ortalama yıllık değerleri

Çözünmüş Oksijen							Ölçüm Yapılan Yıllar															
İstasyon No	İstasyon Adı	Birim	Su Kalite Sınıfları 1	2	3	4	1979	1980	1981	1982	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1 Nolu İstasyon	Hasanağa Deresinden Sonra	mg O_2 / lt	8	6	3	<3	-	-	-	-	1,10	1,20	1,40	2,00	3,90	2,30	7,50	3,70	1,50	2,20	2,50	6,80
2 Nolu İstasyon	Hasanağa Deresi	mg O_2 / lt					-	-	-	-	2,50	4,00	4,50	4,80	10,80	3,30	8,20	4,30	3,00	2,10	3,70	10,00
3 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresinin Karışımından Sonra	mg O_2 / lt					-	-	-	-	1,10	1,20	1,40	2,00	4,50	3,80	5,90	2,50	1,60	2,60	2,40	7,10
4 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresi Üzerinde Batı A.A.T Deşajından Önce	mg O_2 / lt					-	-	-	-	1,30	1,50	2,90	5,80	11,90	6,50	10,00	5,00	2,70	9,90	2,90	9,50
5 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresi Üzerinde Batı A.A.T Deşajından Sonra	mg O_2 / lt					-	-	-	-	1,10	1,20	2,70	5,20	11,20	3,20	8,00	5,30	6,50	6,50	2,80	8,50
6 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresi Üzerinde	mg O_2 / lt					-	-	-	-	2,00	2,00	2,30	3,30	10,70	3,40	8,80	6,50	4,90	3,30	2,70	8,80
7 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresinin Karışımından Önce	mg O_2 / lt					2,00	4,80	5,70	5,80	1,10	1,50	1,70	2,80	4,00	2,10	5,90	2,20	**0,60**	3,60	2,90	8,20
8 Nolu İstasyon	Gümüştepe Mevkii	mg O_2 / lt					9,90	10,20	10,10	10,30	1,00	6,50	9,00	**14,10**	12,50	10,10	11,90	8,40	9,10	7,90	6,80	10,00
9 Nolu İstasyon	Cilimboz Deresi	mg O_2 / lt					-	-	-	-	2,00	3,10	**1,00**	3,00	5,60	8,20	8,30	12,50	2,60	3,70	6,20	9,60
10 Nolu İstasyon	Cilimboz Deresinin Karışımından Sonra	mg O_2 / lt					-	-	-	-	2,00	4,00	4,50	5,00	9,00	8,90	5,50	4,00	**1,00**	3,30	5,50	9,00
11 Nolu İstasyon	Panayır Deresi	mg O_2 / lt					8,50	7,10	7,40	7,20	1,50	3,20	3,70	4,50	5,90	6,70	8,40	3,00	1,80	1,20	3,90	8,00
12 Nolu İstasyon	Gökdere	mg O_2 / lt					-	-	-	-	2,50	5,00	0,80	3,50	4,40	7,50	8,00	84,00	2,40	1,80	5,20	9,70
13 Nolu İstasyon	Kaplıkaya Deresi	mg O_2 / lt					-	-	-	-	2,00	10,20	9,10	**15,80**	5,50	10,00	10,70	8,40	8,60	5,00	6,70	10,00
14 Nolu İstasyon	Deli Çay Deresi Doğu A.A.T. Deşajından Önce	mg O_2 / lt					-	-	-	-	1,50	2,20	3,00	3,40	6,30	10,50	5,30	4,00	2,80	2,20	4,20	7,80
15 Nolu İstasyon	Deli Çay Deresi Doğu A.A.T. Deşajından Sonra	mg O_2 / lt					-	-	-	-	1,10	2,00	2,20	5,20	13,30	1,20	3,90	3,80	3,60	3,10	4,00	8,00
	Ölçülen en yüksek değerler																					
	Ölçülen en düşük değerler																					

Bu kirlilik yükleri yerleşimden, tarımsal faaliyetlerden, sanayi kuruluşları boşaltımlarından ve hava kirliliğinden kaynaklanmaktadır. 1 nolu istasyonda ÇO değerleri 1999 yılından 2005 yılına kadar artış eğiliminde olup 2005 yılında 7,50 mg O_2/lt değeri ile en üst seviyesini görmüştür. 2005 yılından 2008 yılına kadar ÇO değeri azalma eğiliminde olup 2010 yılına kadar tekrar artış eğilimine geçmiştir. Tüm istasyonlara genel olarak baktığımızda ise SKKY yönetmeliğine göre tüm istasyonların 3. ve 4. sınıf su kalitesinde olduğu ve en düşük ÇO değerlerinin 2007 yılında Ayvalı Deresi karışımından önce yer alan 7 nolu istasyonda 0,60 mg O_2/lt olarak ölçüldüğü görülmektedir. En yüksek ÇO değerleri ise 2002 yılında yakın çevresi ve etki alanında sanayi alanları bulunmayan ve yerleşim alanları az sayıda olan 8 nolu istasyonun bulunduğu Gümüştepe'de 14,10 mg O_2/lt değerinde ve 13 nolu istasyonun bulunduğu Kaplıkaya Deresi üzerinde 14,80 mg O_2/lt değerinde ölçülmüştür. 2009 yılından itibaren sanayi kurulularının arıtma tesislerini kullanmaları neticesinde tüm istasyonlarda göreceli olarak bir iyileşme gözlemlenmektedir.

Biyolojik Oksijen İhtiyacı ($BOİ_5$)

$BOİ_5$ su içinde biyolojik yaşamın devam edebilmesi için gereken oksijen ihtiyacını ifade etmektedir. Özellikle gıda sanayi ve tabakhanelerin boşaltımları sonucunda $BOİ_5$ değeri olumsuz etkilenmektedir. $BOİ_5$ yaz aylarında akarsu debisinin azalması ve OSB boşaltımları sonrası ölçüm istasyonlarında en çarpıcı değişiklikler gözlemlenmektedir. SKKY yönetmeliğine göre $BOİ_5$'in 20 mg/lt'den fazla olması 4. sınıf su kalitesini ifade etmektedir.

Çizelge 8.9 $BOİ_5$ parametresine göre 15 istasyonun ortalama yıllık değerleri

Biolojik Oksijen İhtiyacı							Ölçüm Yapılan Yıllar														
İstasyon No	İstasyon Adı	Birim	Su Kalite Sınıfları 1	2	3	4	1979	1980	1981	1982	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1 Nolu İstasyon	Hasanağa Deresinden Sonra	mg / lt	4	8	20	>20	-	-	-	-	-	-	-	90,00	80,00	40,00	145,00	245,00	99,00	20,00	34,00	14,00
2 Nolu İstasyon	Hasanağa Deresi	mg / lt					-	-	-	-	-	-	-	2,00	4,00	8,00	100,00	38,00	21,00	87,00	12,00	9,00
3 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresinin Karışımından Sonra	mg / lt					-	-	-	-	-	-	-	110,00	77,00	71,00	100,00	227,00	101,00	38,00	38,00	15,00
4 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresi Üzerinde Batı A.A.T Deşajından Önce	mg / lt					-	-	-	-	183,00	205,00	350,00	65,00	5,00	40,00	100,00	13,00	25,00	26,00	8,00	10,00
5 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresi Üzerinde Batı A.A.T Deşajından Sonra	mg / lt					-	-	-	-	175,00	240,00	350,00	80,00	10,00	146,00	185,00	47,00	82,00	8,00	18,00	12,00
6 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresi Üzerinde	mg / lt					-	-	-	-	230,00	120,00	**600,00**	153,00	102,00	205,00	185,00	38,00	185,00	32,00	17,00	9,00
7 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresinin Karışımından Önce	mg / lt					23,80	15,00	11,00	12,80	180,00	125,00	340,00	156,00	173,00	290,00	125,00	214,00	160,00	53,00	70,00	16,00
8 Nolu İstasyon	Gümüştepe Mevkii	mg / lt					1,20	1,60	1,40	1,50	2,00	3,00	230,00	113,00	81,00	4,00	**0,40**	3,00	4,00	15,00	5,00	5,00
9 Nolu İstasyon	Cilimboz Deresi	mg / lt					-	-	-	-	180,00	250,00	**570,00**	220,00	90,00	12,00	120,00	21,00	407,00	210,00	50,00	5,00
10 Nolu İstasyon	Cilimboz Deresinin Karışımından Sonra	mg / lt					-	-	-	-	177,00	115,00	320,00	110,00	16,00	7,00	185,00	37,00	168,00	28,00	6,00	7,00
11 Nolu İstasyon	Panayır Deresi	mg / lt					18,50	10,80	12,20	11,40	205,00	155,00	300,00	73,00	70,00	94,00	108,00	57,00	138,00	105,00	50,00	36,00
12 Nolu İstasyon	Gökdere	mg / lt					-	-	-	-	157,00	120,00	230,00	146,00	213,00	62,00	125,00	104,00	283,00	139,00	10,00	6,00
13 Nolu İstasyon	Kaplıkaya Deresi	mg / lt					-	-	-	-	10,00	44,00	**0,02**	10,00	107,00	5,00	**0,20**	104,00	6,00	6,50	7,00	2,00
14 Nolu İstasyon	Deli Çay Deresi Doğu A.A.T. Deşajından Önce	mg / lt					-	-	-	-	-	-	-	100,00	50,00	141,00	112,00	83,00	220,00	180,00	104,00	17,00
15 Nolu İstasyon	Deli Çay Deresi Doğu A.A.T. Deşajından Sonra	mg / lt					-	-	-	-	-	-	-	147,00	2,00	146,00	185,00	97,00	122,00	56,00	18,00	8,00
	Ölçülen en yüksek değerler																					
	Ölçülen en düşük değerler																					

Araştırma alanında 15 su kalitesi ölçüm istasyonu $BOİ_5$ parametresi açısından yıllara göre değerlendirildiğinde 1 nolu istasyon Nilüfer Çayı akış yönünde son istasyon olması nedeni ile kirlilik yüklerinin birikerek geldiği önemli bir gösterge istasyon olarak kabul edilebilir. Bu kirlilik yükleri yerleşimden, tarımsal faaliyetlerden, sanayi kuruluşları boşaltımlarından ve hava kirliliğinden kaynaklanmaktadır. 1 nolu istasyonda $BOİ_5$ değerleri 2002 yılından 2005 yılına kadar azalma, 2005-2006 yıllarında artış ve 2006 yılından 2010 yılına kadar tekrar azalma eğiliminde olup 2006 yılında 245 mg/lt değeri ile en üst seviyesini görmüştür. 2006 yılından 2010 yılına kadar ise $BOİ_5$ değeri azalma eğilimindedir. Bunun sebebi 2006 yılından itibaren özellikle $BOİ_5$ değerinin artmasına neden olan boşaltımlara sahip gıda sanayilerinin arıtma tesisleri kurmaları ve tabakhanelerden gelen $BOİ_5$ yüklerinin tabakhanelerin 2008 yılı itibari ile Deri Organize

Sanayi Bölgesi'ne taşınması ile boşaltımlarının belirli düzeyde arıtılmasıdır. 4, 5, 14 ve 15 nolu istasyonlara baktığımızda ise; ortalam $BOİ_5$ verimi yaklaşık %38 olan "I. Aşama BAAT" ve civardaki endüstri tesisleri ile kırsal yerleşmelerin atıksularının boşaltıldığı Ayvalı Deresi üzerindeki 4 ve 5 nolu istasyonlarında ve DAAT ve BAAT boşaltımlarından önce ve sonra $BOİ_5$ değerlerinin bu tesislerin işletilmeye başladığı yıl olan 2006 yılından itibaren azalma eğiliminde olması beklenirken tam tersine (2008 yılı hariç) artış eğiliminde olduğu görülmüştür. Buna bağlı olarak ilgili yıllarda BAAT ve DAAT'nin tam kapasite ile çalıştırılmadığı, tesis öncesi ve sonrası alınan örneklerde kirlilik açısından iyileşme gözlenmediği ortaya çıkmaktadır. Tüm istasyonlara genel olarak baktığımızda ise SKKY yönetmeliğine göre tüm istasyonların 4. sınıf su kalitesinde olduğu ve en yüksek $BOİ_5$ değeri olan 600 mg/lt'nin 2001 yılında Ayvalı Deresi üzerinde bulunan 6 nolu istasyonlarda ölçüldüğü görülmektedir. 2001 yılında 13 nolu istasyon olan Kaplıkaya Deresi istasyonu hariç diğer tüm istasyonlarda en yüksek $BOİ_5$ değerleri ölçülüştür. Bunda 2001 yılında ulusal ölçekte yaşanan ekonomik krizin etkisine bağlı olarak sanayi kuruluşlarının arıtma faaliyetlerine bütçe ayırmamaları görülebilir. En düşük $BOİ_5$ değerleri ise yakın çevresi ve etkilenme alanında sanayi kuruluşu (özellikle gıda sanayi ve tabakhaneler) bulunmayan 13 nolu istasyonun üzerinde bulunduğu Kaplıkaya Deresi'nde 2001 yılında 0,02 mg/lt değerinde ölçülmüştür.

Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)

KOİ su içinde kimyasal yaşamın devam edebilmesi için gereken oksijen ihtiyacını ifade etmektedir. Özellikle gıda Sanayi ve tabakhanelerin boşaltımları sonucunda KOİ değeri olumsuz etkilenmektedir. KOİ yaz aylarında akarsu debisinin azalması ve OSB boşaltımları sonrası ölçüm istasyonlarında en çarpıcı değişiklikler gözlemlenmektedir. SKKY yönetmeliğine göre KOİ'nin 70 mg/lt'den fazla olması 4. sınıf su kalitesini ifade etmektedir.

Araştırma alanında 15 su kalitesi ölçüm istasyonu KOİ parametresi açısından yıllara göre değerlendirildiğinde 1 nolu istasyon Nilüfer Çayı akış yönünde son istasyon olması nedeni ile kirlilik yüklerinin birikerek geldiği önemli bir gösterge istasyon olarak kabul edilebilir. Bu kirlilik yükleri yerleşimden, tarımsal faaliyetlerden, sanayi kuruluşları boşaltımlarından ve hava kirliliğinden kaynaklanmaktadır. 1 nolu istasyonda KOİ değerleri 2002 yılından 2005 yılına kadar azalma, 2005-2006 yıllarında artış ve 2006

yılından 2010 yılına kadar tekrar azalma eğiliminde olup 2006 yılında 798 mg/lt değeri ile en üst seviyesini görmüştür.

Çizelge 8.10 KOİ parametresine göre 15 istasyonun ortalama yıllık değerleri

Kimyasal Oksijen İhtiyacı							Ölçüm Yapılan Yıllar											
İstasyon No	İstasyon Adı	Birim	Su Kalite 1	2	3	4	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1 Nolu İstasyon	Hasanağa Deresinden Sonra	mg / lt	25	50	70	>70	-	-	-	240,00	153,00	93,00	338,00	798,00	168,00	60,00	61,00	30,00
2 Nolu İstasyon	Hasanağa Deresi	mg / lt					-	-	-	46,00	12,00	103,00	225,00	132,00	58,00	161,00	23,00	23,00
3 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresinin Karışımından Sonra	mg / lt					-	-	-	326,00	228,00	147,00	261,00	702,00	170,00	109,00	58,00	32,00
4 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresi Üzerinde Batı A.A.T Deşajından Önce	mg / lt					616,00	317,00	1.132,00	587,00	47,00	7,00	4,00	23,00	51,00	44,00	12,00	15,00
5 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresi Üzerinde Batı A.A.T Deşajından Sonra	mg / lt					478,00	329,00	508,00	180,00	26,00	466,00	353,00	144,00	137,00	42,00	35,00	33,00
6 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresi Üzerinde	mg / lt					699,00	199,00	1.246,00	394,00	221,00	712,00	400,00	100,00	284,00	133,00	34,00	23,00
7 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresinin Karışımından Önce	mg / lt					-	-	-	342,00	236,00	698,00	299,00	721,00	255,00	150,00	132,00	32,00
8 Nolu İstasyon	Gümüştepe Mevkii	mg / lt					2,00	4,00	4,00	180,00	2,00	32,00	1,00	9,00	11,00	36,00	9,00	15,00
9 Nolu İstasyon	Cilimboz Deresi	mg / lt					394,00	450,00	969,00	684,00	377,00	26,00	247,00	53,00	1.104,00	416,00	24,00	15,00
10 Nolu İstasyon	Cilimboz Deresinin Karışımından Sonra	mg / lt					371,00	293,00	407,00	283,00	45,00	65,00	425,00	120,00	200,00	60,00	12,00	15,00
11 Nolu İstasyon	Panayır Deresi	mg / lt					428,00	371,00	497,00	448,00	199,00	290,00	299,00	280,00	286,00	173,00	98,00	69,00
12 Nolu İstasyon	Gökdere	mg / lt					245,00	339,00	437,00	879,00	306,00	124,00	251,00	413,00	480,00	291,00	20,00	15,00
13 Nolu İstasyon	Kaplıkaya Deresi	mg / lt					210,00	146,00	1,00	26,00	310,00	12,00	3,00	413,00	10,00	11,00	12,00	15,00
14 Nolu İstasyon	Deli Çay Deresi Doğu A.A.T. Deşajından Önce	mg / lt					-	-	-	466,00	371,00	403,00	312,00	309,00	393,00	306,00	182,00	43,00
15 Nolu İstasyon	Deli Çay Deresi Doğu A.A.T. Deşajından Sonra	mg / lt					-	-	-	490,00	13,00	465,00	389,00	200,00	213,00	149,00	85,00	47,00
	Ölçülen en yüksek değerler																	
	Ölçülen en düşük değerler																	

2006 yılından 2010 yılına kadar ise KOİ değeri azalma eğilimindedir. Bunun sebebi 2006 yılından itibaren özellikle KOİ değerinin artmasına neden olan boşaltımlara sahip gıda sanayilerinin arıtma tesisleri kurmaları ve tabakhanelerden gelen KOİ yüklerinin tabakhanelerin 2008 yılı itibari ile Deri Organize Sanayi Bölgesi'ne taşınması ile boşaltımlarının belirli düzeyde arıtılmasıdır.

4, 5, 14 ve 15 nolu istasyonlara baktığımızda ise; özellikle DAAT ve BAAT boşaltımlarından önce ve sonra KOİ değerlerinin bu tesislerin işletilmeye başladığı yıl olan 2006 yılından itibaren azalma eğiliminde olması beklenirken BAAT'nde tam tersine artış eğiliminde olduğu görülmüştür. Buna karşın DAAT öncesi ve sonrası ölçüm istasyonlarında beklenildiği gibi KOİ değerleri 2006 yılından itibaren azalma eğilimindedir. Buna bağlı olarak ilgili yıllarda BAAT'nin tam kapasite ile çalıştırılmadığı, tesis öncesi ve sonrası alınan örneklerde kirlilik açısından iyileşme gözlenmediği ortaya çıkmaktadır.

Tüm istasyonlara genel olarak baktığımızda ise SKKY yönetmeliğine göre tüm istasyonların 4. sınıf su kalitesinde olduğu ve en yüksek KOİ değeri olan 1246,00 mg/lt değerinin 2001 yılında 6 nolu istasyonun bulunduğu Ayvalı Deresi üzerinde ölçüldüğü görülmektedir. 2001 ve 2002 yıllarında ulusal ekonomik krize bağlı olarak arıtma tesislerinin kullanılmadığı ve KOİ kirlilik yüklerinin tüm istasyonlarda en üst değerde olduğu görülmektedir. En düşük KOİ değerleri olan 1,00 mg/lt değerinin ise 2001 yılında 13 nolu istasyonun bulunduğu Kaplıkaya Deresi'nde ve 2005 yılında 8 nolu istasyonun bulunduğu Gümüştepe'de ölçüldüğü görülmektedir.

Demir (Fe)

Sucul sistemlerde Fe oranının yükselmesine neden olan başlıca etken metal sanayi atıksularıdır. SKKY yönetmeliğine göre Fe değeri 1 mg/lt ile 5 mg/lt arasındaysa 3. sınıf su kalitesini, 5 mg/lt'den büyükse 4. sınıf su kalitesini tanımlamaktadır.

Araştırma alanında 15 su kalitesi ölçüm istasyonu Fe parametresi açısından yıllara göre değerlendirildiğinde 1 nolu istasyon Nilüfer Çayı akış yönünde son istasyon olması nedeni ile kirlilik yüklerinin birikerek geldiği önemli bir gösterge istasyon olarak kabul edilebilir. 1 nolu istasyonda Fe değerleri 2002 yılından 2006 yılına kadar artış eğiliminde olup 2006 yılında 18,41 mg/lt değeri ile en üst seviyesini görmüştür. 2006 yılından 2010 yılına kadar ise Fe değeri azalma eğilimindedir. Bunun sebebi 2006 yılından itibaren özellikle Fe değerinin artmasına neden olan boşaltımlara sahip metal sanayilerinin arıtma tesisleri kurmalarıdır. 4, 5, 14 ve 15 nolu istasyonlara baktığımızda ise; özellikle DAAT ve BAAT boşaltımlarından önce ve sonra Fe değerlerinin bu tesislerin işletilmeye başladığı yıl olan 2006 yılından itibaren azalma eğiliminde olduğu görülmektedir. Tüm istasyonlara genel olarak baktığımızda ise SKKY yönetmeliğine göre tüm istasyonların 3. ve 4. sınıf su kalitesindedir. En yüksek Fe değeri olan 20,00 mg/lt değerinin 2007 yılında 6 nolu istasyonun bulunduğu Ayvalı Deresi üzerinde ölçüldüğü ve 2006 yılında da 3, 7 ve 8 nolu istasyonlarda yüksek değerlerin ölçüldüğü görülmektedir. 2007 yılında en yüksek değerin ölçülmesinin nedeni 2006 yılı sonunda 6 nolu istasyonun etki alanında metal sanayi faaliyetlerindeki artış görülebilir. En düşük Fe değeri olan 0,04 mg/lt değeri ise 1974 yılında 11 nolu istasyonun bulunduğu Panayır Deresi üzerinde ölçülmüştür.

Çizelge 8.11 Fe parametresine göre 15 istasyonun ortalama yıllık değerleri

Demir							Ölçüm Yapılan Yıllar																			
İstasyon no	İstasyon Adı	Birim	Su Kalite Sınfları 1	2	3	4	1974	1975	1976	1979	1980	1981	1982	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1 Nolu İstasyon	Hasanağa Deresinden Sonra	mg / lt					1,20	1,90	4,40	-	-	-	-	-	-	-	2,10	3,83	2,88	3,03	18,41	2,01	0,97	1,49	2,48
2 Nolu İstasyon	Hasanağa Deresi	mg / lt					-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,54	0,43	1,23	3,08	0,71	1,35	0,23	0,18	1,79
3 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresinin Karışımından Sonra	mg / lt					-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,05	3,49	3,02	3,46	**17,46**	3,81	1,04	1,48	2,36
4 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresi Üzerinde Batı A.A.T Deşajından Önce	mg / lt					7,76	3,50	1,70	2,60	3,90	4,00	5,70	8,25	4,88	1,25	0,39	0,57	2,56	1,13	0,66	2,19	1,04	0,58	2,59
5 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresi Üzerinde Batı A.A.T Deşajından Sonra	mg / lt					-	-	-	-	-	-	-	7,87	2,84	1,75	1,30	0,54	3,06	1,42	2,31	8,14	0,15	0,49	2,34
6 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresi Üzerinde	mg / lt					-	-	-	-	-	-	-	3,68	6,50	4,34	6,82	0,57	2,63	1,73	1,98	**20,00**	0,48	0,73	2,35
7 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresinin Karışımından Önce	mg / lt					0,88	1,77	3,80	0,35	1,80	1,83	2,00	4,70	5,20	3,80	2,35	5,16	2,32	2,85	**16,74**	2,78	0,68	2,34	2,35
8 Nolu İstasyon	Gümüştepe Mevkii	mg / lt	**0,3**	**1**	**5**	**>5**	0,20	0,33	0,50	0,67	1,79	1,86	1,97	1,40	0,63	1,28	0,18	2,74	1,24	0,17	**18,41**	0,20	0,83	0,88	2,18
9 Nolu İstasyon	Cilimboz Deresi	mg / lt					1,00	1,10	1,50	1,60	1,80	1,97	2,13	2,34	1,35	1,34	0,31	0,86	0,85	1,15	2,07	5,50	0,28	0,80	1,83
10 Nolu İstasyon	Cilimboz Deresinin Karışımından Sonra	mg / lt					-	-	-	-	-	-	-	0,44	1,03	1,47	0,70	0,76	2,16	0,75	2,02	1,18	0,38	1,15	1,82
11 Nolu İstasyon	Panayır Deresi	mg / lt					**0,04**	1,04	1,80	1,93	2,30	2,33	3,02	4,90	1,00	2,56	0,54	1,24	0,90	1,66	11,42	3,07	0,71	1,25	2,03
12 Nolu İstasyon	Gökdere	mg / lt					-	-	-	-	-	-	-	2,22	1,59	0,78	0,43	0,82	1,12	1,79	0,73	0,43	0,33	0,21	1,09
13 Nolu İstasyon	Kaplıkaya Deresi	mg / lt					-	-	-	-	-	-	-	-	0,84	0,75	0,15	1,01	0,29	0,77	0,73	0,48	0,00	0,11	0,69
14 Nolu İstasyon	Deli Çay Deresi Doğu A.A.T. Deşajından Önce	mg / lt					0,50	0,18	2,80	-	-	-	-	-	-	-	0,64	1,29	1,96	0,95	7,80	2,04	1,20	1,88	2,11
15 Nolu İstasyon	Deli Çay Deresi Doğu A.A.T. Deşajından Sonra	mg / lt					1,00	1,62	4,40	-	-	-	-	-	-	-	0,68	0,12	1,16	0,95	2,13	2,56	0,72	0,60	1,30
	Ölçülen en yüksek değerler																								
	Ölçülen en düşük değerler																								

Bakır (Cu)

Sucul sistemlerde Cu oranının yükselmesine neden olan başlıca etken metal sanayi atıksularıdır. SKKY yönetmeliğine göre Cu değeri 0,05 mg/lt ile 0,2 mg/lt arasındaysa 3. sınıf su kalitesini, 0,2 mg/lt'den büyükse 4. sınıf su kalitesini tanımlamaktadır.

Araştırma alanında 15 su kalitesi ölçüm istasyonu Cu parametresi açısından yıllara göre değerlendirildiğinde 1 nolu istasyon Nilüfer Çayı akış yönünde son istasyon olması nedeni ile kirlilik yüklerinin birikerek geldiği önemli bir gösterge istasyon olarak kabul edilebilir. Cu kirliliğinin sanayi kuruluşları boşaltımlarından kaynaklandığı görülmektedir. 1 nolu istasyonda Cu değerleri 2002 yılından 2003 yılına kadar artış eğiliminde olup 2003 yılında 0,279 mg/lt değeri ile en üst seviyesini görmüştür. 2003 yılından 2010 yılına kadar ise Cu değeri azalma eğilimindedir. Yalnızca 2006 yılında bir artış gözlemlenmektedir. Bunun sebebi 2005 yılından itibaren özellikle Cu değerinin artmasına neden olan boşaltımlara sahip metal sanayilerinin arıtma tesisleri kurmalarına rağmen 2006 yılında arıtma tesislerinin verimli bir şekilde çalıştırılamamasıdır. 4, 5, 14 ve 15 nolu istasyonlara baktığımızda ise; özellikle DAAT ve BAAT boşaltımlarından önce ve sonra Cu değerlerinin bu tesislerin işletilmeye başladığı yıl olan 2006 yılından itibaren azalma eğiliminde olması beklenirken tam tersine artış eğiliminde (2008 yılı hariç) olduğu görülmüştür. Tüm istasyonlara genel olarak baktığımızda ise SKKY yönetmeliğine göre tüm istasyonların 3. ve 4. sınıf su kalitesinde

olduğu ve en yüksek Cu değerleri olan 0,279 mg/lt'nin 2003 yılında 1 nolu istasyonun bulunduğu Hasanağa Deresi üzerinde ölçüldüğü görülmektedir. Aynı şekilde 2001 yılında 6, 8 ve 10 nolu istasyonlarda yüksek Cu değerleri ölçülmüştür. En düşük Cu değeri olan 0,001 mg/lt değeri ise 2002 yılında 4 ve 10 nolu istasyonlarda ölçüldüğü görülmektedir.

Çizelge 8.12 Cu parametresine göre 15 istasyonun ortalama yıllık değerleri

Bakır							Ölçüm Yapılan Yıllar											
İstasyon No	İstasyon Adı	Birim	Su Kalite Sınıfları 1	2	3	4	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1 Nolu İstasyon	Hasanağa Deresinden Sonra	mg / lt					-	-	-	0,017	**0,279**	0,035	0,033	0,104	0,042	0,018	0,009	0,014
2 Nolu İstasyon	Hasanağa Deresi	mg / lt					-	-	-	-	0,007	0,042	0,029	0,019	0,030	0,013	0,004	0,015
3 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresinin Karışımından Sonra	mg / lt					-	-	-	0,013	0,026	0,032	0,033	0,100	0,039	0,020	0,013	0,015
4 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresi Üzerinde Batı A.A.T Deşajından Önce	mg / lt					0,125	0,125	0,062	**0,001**	0,003	0,067	0,017	0,017	0,031	0,013	0,005	0,011
5 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresi Üzerinde Batı A.A.T Deşajından Sonra	mg / lt					0,120	0,094	0,093	0,016	0,007	0,052	0,025	0,041	0,042	0,011	0,009	0,015
6 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresi Üzerinde	mg / lt					0,156	0,094	**0,156**	0,058	0,004	0,038	0,026	0,028	0,102	0,020	0,016	0,013
7 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresinin Karışımından Önce	mg / lt					-	-	-	0,019	0,029	0,048	0,036	0,138	0,039	0,020	0,016	0,012
8 Nolu İstasyon	Gümüştepe Mevkii	mg / lt	**0,02**	**0,05**	**0,2**	**>0,2**	-	0,031	**0,250**	-	0,019	0,038	0,017	0,104	0,009	0,013	0,005	0,006
9 Nolu İstasyon	Cilimboz Deresi	mg / lt					-	0,094	0,125	0,020	0,023	0,024	0,014	0,028	0,095	0,017	0,010	0,010
10 Nolu İstasyon	Cilimboz Deresinin Karışımından Sonra	mg / lt					0,125	0,031	**0,156**	**0,001**	0,005	0,055	0,018	0,033	0,011	0,013	0,004	0,014
11 Nolu İstasyon	Panayır Deresi	mg / lt					0,031	0,063	0,125	0,010	0,028	0,021	0,033	0,053	0,031	0,019	0,009	0,015
12 Nolu İstasyon	Gökdere	mg / lt					0,062	0,094	0,093	0,024	0,024	0,025	0,034	0,090	0,038	0,016	**0,003**	0,011
13 Nolu İstasyon	Kaplıkaya Deresi	mg / lt					-	0,031	0,030	0,020	0,028	0,012	0,022	0,090	0,015	0,010	0,005	0,009
14 Nolu İstasyon	Deli Çay Deresi Doğu A.A.T. Deşajından Önce	mg / lt					-	-	-	0,012	0,044	0,032	0,036	0,047	0,026	0,030	0,013	0,013
15 Nolu İstasyon	Deli Çay Deresi Doğu A.A.T. Deşajından Sonra	mg / lt					-	-	-	0,010	**0,003**	0,013	0,020	0,024	0,028	0,023	0,028	0,014
	Ölçülen en yüksek değerler																	
	Ölçülen en düşük değerler																	

Kadmiyum (Cd)

Sucul sistemlerde Cd oranının yükselmesine neden olan başlıca etkenler metal sanayi ve tekstil sanayi atıksularıdır. SKKY yönetmeliğine göre Cd değeri 0,005 mg/lt ile 0,01 mg/lt arasındaysa 3. sınıf su kalitesini, 0,01 mg/lt'den büyükse 4. sınıf su kalitesini tanımlamaktadır. Araştırma alanındaki 15 su kalitesi ölçüm istasyonu Cd parametresi açısından yıllara göre değerlendirildiğinde 1 nolu istasyon Nilüfer Çayı akış yönünde son istasyon olması nedeni ile kirlilik yüklerinin birikerek geldiği önemli bir gösterge istasyon olarak kabul edilebilir. Cd kirliliğinin sanayi kuruluşları boşaltımlarından kaynaklandığı görülmektedir. 1 nolu istasyonda Cd değerleri 2002 yılından 2005 yılına kadar artış eğiliminde olup 2006 yılından 2009 yılına azalma eğilimindedir. 2010 yılında ise tekrar artışa geçerek 0,014 mg/lt değeri ile en üst seviyesini görmüştür. Cd'nin 2006

yılından 2009 yılına kadar azalma eğiliminde olmasının sebebi 2005 yılından itibaren özellikle Cd değerinin artmasına neden olan boşaltımlara sahip metal sanayilerinin arıtma tesisleri kurmalarıdır. Buna rağmen 2010 yılında arıtma tesislerinin verimli bir şekilde çalıştırılmamasına bağlı olarak 1 nolu istasyon için en yüksek değer ölçülmüştür. 4, 5, 14 ve 15 nolu istasyonlara baktığımızda ise; özellikle DAAT ve BAAT boşaltımlarından önce ve sonra Cd değerlerinin bu tesislerin işletilmeye başladığı yıl olan 2006 yılından itibaren azalma eğiliminde olması beklenirken anlamlı bir artış veya azalma eğilimine rastlanamamıştır. Bu olgu göstermektedir ki arıtma tesislerinde kimyasal arıtma süreçlerinde Cd arıtılması için uygun ve yeterli bir işlem yapılmamaktadır. Tüm istasyonlara genel olarak baktığımızda ise SKKY yönetmeliğine göre tüm istasyonların 3. ve 4. sınıf su kalitesinde olduğu ve en yüksek Cd değerleri olan 0,713 mg/lt değerinin 2000 yılında 4 nolu istasyonun bulunduğu Ayvalı Deresi üzerinde BAAT boşaltımlarından önce ölçüldüğü görülmektedir. Aynı şekilde 2000 yılında 6 ve 13 nolu istasyonlarda da yüksek Cd değerleri ölçülmüştür. En düşük Cd değerleri ise 2003 yılında 6 ve 7 nolu istasyonlarda 0,001 mg/lt değerinde ölçülmüştür.

Çizelge 8.13 Cd parametresine göre 15 istasyonun ortalama yıllık değerleri

Kadminyum							Ölçüm Yapılan Yıllar											
			Su Kalite Sınfları															
İstasyon No	İstasyon Adı	Birim	1	2	3	4	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1 Nolu İstasyon	Hasanağa Deresinden Sonra	mg / lt					-	-	-	0,003	0,003	0,011	0,006	0,013	0,012	0,010	0,005	0,014
2 Nolu İstasyon	Hasanağa Deresi	mg / lt					-	-	-	0,003	0,001	0,023	0,005	0,012	0,013	0,011	0,005	0,013
3 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresinin Karışımından Sonra	mg / lt					-	-	-	0,003	0,002	0,010	0,005	0,012	0,000	0,011	0,051	0,013
4 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresi Üzerinde Batı A.A.T Deşajından Önce	mg / lt					0,186	**0,713**	0,403	0,003	0,022	0,022	0,005	0,012	0,005	0,010	0,006	0,013
5 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresi Üzerinde Batı A.A.T Deşajından Sonra	mg / lt					0,248	0,372	0,217	0,003	0,003	0,012	0,005	0,014	0,012	0,009	0,005	0,013
6 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresi Üzerinde	mg / lt					0,341	**0,620**	0,403	0,004	**0,001**	0,009	0,005	0,013	0,006	0,009	0,005	0,014
7 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresinin Karışımından Önce	mg / lt					-	-	-	0,003	**0,001**	0,021	0,005	0,014	0,003	0,010	0,003	0,013
8 Nolu İstasyon	Gümüştepe Mevkii	mg / lt	**0,003**	**0,005**	**0,01**	**>0,01**	0,031	0,496	0,310	0,003	0,006	0,019	0,006	0,013	0,012	0,010	0,004	0,013
9 Nolu İstasyon	Cilimboz Deresi	mg / lt					0,186	0,341	0,465	0,003	0,005	0,005	0,006	0,013	0,004	0,010	0,011	0,013
10 Nolu İstasyon	Cilimboz Deresinin Karışımından Sonra	mg / lt					0,093	0,434	0,434	0,003	0,003	0,009	0,009	0,012	0,008	0,011	0,003	0,014
11 Nolu İstasyon	Panayır Deresi	mg / lt					0,062	0,279	0,434	0,003	0,002	0,021	0,007	0,013	0,009	0,011	0,005	0,013
12 Nolu İstasyon	Gökdere	mg / lt					0,124	0,527	0,310	0,003	0,003	0,011	0,009	0,012	0,003	0,010	0,005	0,013
13 Nolu İstasyon	Kaplıkaya Deresi	mg / lt					-	**0,558**	0,403	0,003	0,002	0,009	0,010	0,012	0,008	0,005	0,004	0,014
14 Nolu İstasyon	Deli Çay Deresi Doğu A.A.T. Deşajından Önce	mg / lt					-	-	-	0,003	0,002	0,010	0,008	0,028	0,011	0,010	0,004	0,013
15 Nolu İstasyon	Deli Çay Deresi Doğu A.A.T. Deşajından Sonra	mg / lt					-	-	-	0,003	0,002	0,009	0,005	0,005	0,006	0,010	0,019	0,014
	Ölçülen en yüksek değerler																	
	Ölçülen en düşük değerler																	

Çinko (Zn)

Sucul sistemlerde Zn oranının yükselmesine neden olan başlıca etkenler metal sanayi ve tekstil sanayi atıksularıdır. SKKY yönetmeliğine göre Zn değeri 0,5 mg/lt ile 2 mg/lt arasındaysa 3. sınıf su kalitesini, 2 mg/lt'den büyükse 4. sınıf su kalitesini tanımlamaktadır.

Araştırma alanındaki 15 su kalitesi ölçüm istasyonu Zn parametresi açısından yıllara göre değerlendirildiğinde 1 nolu istasyon Nilüfer Çayı akış yönünde son istasyon olması nedeni ile kirlilik yüklerinin birikerek geldiği önemli bir gösterge istasyon olarak kabul edilebilir. Zn kirliliğinin sanayi kuruluşları boşaltımlarından kaynaklandığı görülmektedir. 1 nolu istasyonda Zn değerleri 2002 yılından 2005 yılına kadar azalma eğiliminde olup, 2005-2006 yıllarında artış eğilimine geçmiştir. 2006 yılında 245 mg/lt değeri ile en üst seviyesini görmüştür. 2006 yılından 2010 yılına kadar ise Zn değeri azalma eğilimindedir. Bunun sebebi 2005 yılından itibaren özellikle Zn değerinin artmasına neden olan boşaltımlara sahip metal ve tekstil sanayilerinin arıtma tesisleri kurmalarıdır.

Çizelge 8.14 Zn parametresine göre 15 istasyonun ortalama yıllık değerleri

Çinko							Ölçüm Yapılan Yıllar											
			Su Kalite Sınıfları															
İstasyon No	İstasyon Adı	Birim	1	2	3	4	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1 Nolu İstasyon	Hasanağa Deresinden Sonra	mg / lt					-	-	-	90,00	80,00	40,00	145,00	245,00	99,00	0,10	0,11	0,14
2 Nolu İstasyon	Hasanağa Deresi	mg / lt					-	-	-	-	4,00	8,00	100,00	38,00	21,00	0,05	0,03	0,13
3 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresinin Karışımından Sonra	mg / lt					-	-	-	110,00	77,00	71,00	100,00	**227,00**	101,00	0,09	0,11	0,15
4 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresi Üzerinde Batı A.A.T Deşajından Önce	mg / lt					2,25	7,94	1,69	78,00	5,00	122,00	100,00	13,00	25,00	0,06	**0,03**	0,12
5 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresi Üzerinde Batı A.A.T Deşajından Sonra	mg / lt					1,12	10,00	1,38	80,00	10,00	146,00	185,00	47,00	82,00	0,10	0,14	0,18
6 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresi Üzerinde	mg / lt					1,25	3,69	1,56	153,00	102,00	205,00	185,00	38,00	185,00	0,34	0,14	0,24
7 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresinin Karışımından Önce	mg / lt					-	-	-	156,00	173,00	290,00	125,00	214,00	160,00	0,16	0,13	0,17
8 Nolu İstasyon	Gümüştepe Mevkii	mg / lt	**0,2**	**0,5**	**2**	**>2**	0,06	2,75	2,00	113,00	7,00	4,00	0,40	3,00	4,00	0,07	0,02	0,10
9 Nolu İstasyon	Cilimboz Deresi	mg / lt					1,12	11,00	0,69	**220,00**	90,00	12,00	120,00	21,00	**407,00**	0,09	**0,02**	0,08
10 Nolu İstasyon	Cilimboz Deresinin Karışımından Sonra	mg / lt					1,87	5,88	0,94	8,00	16,00	7,00	185,00	37,00	168,00	0,07	**0,03**	0,10
11 Nolu İstasyon	Panayır Deresi	mg / lt					2,00	9,13	0,88	73,00	70,00	94,00	108,00	57,00	138,00	0,10	0,16	0,14
12 Nolu İstasyon	Gökdere	mg / lt					1,43	11,50	1,06	146,00	213,00	62,00	125,00	104,00	**283,00**	0,09	0,04	0,09
13 Nolu İstasyon	Kaplıkaya Deresi	mg / lt					-	13,06	0,94	10,00	107,00	5,00	0,20	104,00	6,00	0,09	**0,03**	0,09
14 Nolu İstasyon	Deli Çay Deresi Doğu A.A.T. Deşajından Önce	mg / lt					-	-	-	100,00	50,00	141,00	112,00	83,00	220,00	0,20	0,27	0,14
15 Nolu İstasyon	Deli Çay Deresi Doğu A.A.T. Deşajından Sonra	mg / lt					-	-	-	147,00	2,00	146,00	185,00	150,00	122,00	0,19	0,26	0,13
	Ölçülen en yüksek değerler																	
	Ölçülen en düşük değerler																	

4, 5, 14 ve 15 nolu istasyonlara baktığımızda ise; özellikle BAAT boşaltımlarından önce ve sonra Zn değerlerinin bu tesislerin işletilmeye başladığı yıl olan 2006 yılından itibaren azalma eğiliminde olması beklenirken tam tersine artış eğiliminde olduğu görülmüştür. Bunun yanında DAAT boşaltımından önce ve sonra ölçülen Zn değerlerinde azalma görülmektedir. Buna rağmen DAAT boşaltımı sonrasında elde edilen değerler 2008 yılından sonra SKKY yönetmeliğinde 1. ve 2. sınıf su kalitesi değerlerine ulaşabilmiştir. Tüm istasyonlara genel olarak baktığımızda ise SKKY yönetmeliğine göre tüm istasyonların 3. ve 4. sınıf su kalitesindedir. En yüksek Zn değeri olan 407 mg/lt değeri 2007 yılında 9 nolu istasyonun bulunduğu Cilimboz Deresi'nde ölçülmüştür. En düşük Zn değerleri ise 2009 yılında 4, 9, 10 ve 13 nolu istasyonlarda ölçülmüştür.

Kurşun (Pb)

Sucul sistemlerde Pb oranının yükselmesine neden olan başlıca etkenler metal sanayi ve tekstil sanayi atıksularıdır. SKKY yönetmeliğine göre Pb değeri 0,02 mg/lt ile 0,05 mg/lt arasındaysa 3. sınıf su kalitesini, 0,05 mg/lt'den büyükse 4. sınıf su kalitesini tanımlamaktadır.

Araştırma alanındaki 15 su kalitesi ölçüm istasyonu Pb parametresi açısından yıllara göre değerlendirildiğinde 1 nolu istasyon Nilüfer Çayı akış yönünde son istasyon olması nedeni ile kirlilik yüklerinin birikerek geldiği önemli bir gösterge istasyon olarak kabul edilebilir. Pb kirliliğinin sanayi kuruluşları boşaltımlarından kaynaklandığı görülmektedir. 1 nolu istasyonda Pb değerleri 2002 yılından 2005 yılına kadar azalma eğiliminde olup, 2005-2006 yıllarında artış eğilimine geçmiştir. 2006 yılında 245 mg/lt değeri ile en üst seviyesini görmüştür. 2006 yılından 2010 yılına kadar ise Pb değeri azalma eğilimindedir. Bunun sebebi 2005 yılından itibaren özellikle Pb değerinin artmasına neden olan boşaltımlara sahip metal ve tekstil sanayilerinin arıtma tesisleri kurmalarıdır.

4, 5, 14 ve 15 nolu istasyonlara baktığımızda ise; özellikle BAAT boşaltımlarından önce ve sonra Pb değerlerinin bu tesislerin işletilmeye başladığı yıl olan 2006 yılından itibaren azalma eğiliminde olması beklenirken 2006 – 2007 yıllarında tam tersine artış eğiliminde olduğu görülmüştür. Bunun yanında DAAT boşaltımından önce ve sonra ölçülen Pb değerlerinde azalma görülmektedir. Buna rağmen DAAT boşaltımı

sonrasında elde edilen değerler 2008 yılından sonra SKKY yönetmeliğinde 1. ve 2. sınıf su kalitesi değerlerine ulaşabilmiştir. Tüm istasyonlara genel olarak baktığımızda ise SKKY yönetmeliğine göre tüm istasyonların 3. ve 4. sınıf su kalitesinde olduğu ve en yüksek Pb değerleri olan 407 mg/lt değerinin 2007 yılında 9 nolu istasyonda ölçüldüğü görülmüştür. En düşük Pb değeri ise 2008 yılında 6 nolu istasyon olan Ayvalı Deresi üzerinde 0,001 mg/lt olarak ölçülmüştür.

Çizelge 8.15 Pb parametresine göre 15 istasyonun ortalama yıllık değerleri

Kurşun							Ölçüm Yapılan Yıllar											
			Su Kalite Sınıfları															
İstasyon No	İstasyon Adı	Birim	1	2	3	4	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1 Nolu İstasyon	Hasanağa Deresinden Sonra	mg / lt					-	-	-	90,00	80,00	40,00	145,00	245,00	99,00	0,01	0,02	0,01
2 Nolu İstasyon	Hasanağa Deresi	mg / lt					-	-	-	-	4,00	8,00	100,00	38,00	21,00	0,01	0,02	0,01
3 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresinin Karışımından Sonra	mg / lt					-	-	-	110,00	77,00	71,00	100,00	227,00	101,00	0,01	0,02	0,01
4 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresi Üzerinde Batı A.A.T Deşajından Önce	mg / lt					1,24	1,12	0,43	40,00	5,00	13,00	100,00	13,00	25,00	0,01	0,02	0,01
5 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresi Üzerinde Batı A.A.T Deşajından Sonra	mg / lt					0,84	0,62	0,28	80,00	10,00	146,00	185,00	47,00	82,00	0,01	0,02	0,01
6 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresi Üzerinde	mg / lt					0,71	0,65	0,50	153,00	102,00	205,00	185,00	38,00	185,00	0,001	0,02	0,01
7 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresinin Karışımından Önce	mg / lt					-	-	-	156,00	173,00	290,00	125,00	214,00	160,00	0,01	0,02	0,01
8 Nolu İstasyon	Gümüştepe Mevkii	mg / lt	0,01	0,02	0,05	>0,05	0,78	0,34	0,31	113,00	0,00	4,00	0,40	3,00	4,00	0,02	0,02	0,01
9 Nolu İstasyon	Cilimboz Deresi	mg / lt					0,06	0,43	0,40	220,00	90,00	12,00	120,00	21,00	407,00	0,02	0,02	0,02
10 Nolu İstasyon	Cilimboz Deresinin Karışımından Sonra	mg / lt					0,03	0,84	0,62	130,00	16,00	7,00	185,00	37,00	168,00	0,02	0,02	0,01
11 Nolu İstasyon	Panayır Deresi	mg / lt					0,01	0,65	0,37	73,00	70,00	94,00	108,00	57,00	138,00	0,01	0,02	0,14
12 Nolu İstasyon	Gökdere	mg / lt					0,03	1,80	0,74	146,00	213,00	62,00	125,00	104,00	283,00	0,02	0,02	0,16
13 Nolu İstasyon	Kaplıkaya Deresi	mg / lt					-	0,90	0,53	10,00	107,00	5,00	0,20	104,00	6,00	0,02	0,01	0,07
14 Nolu İstasyon	Deli Çay Deresi Doğu A.A.T. Deşajından Önce	mg / lt					-	-	-	100,00	50,00	141,00	112,00	83,00	220,00	0,02	0,01	0,07
15 Nolu İstasyon	Deli Çay Deresi Doğu A.A.T. Deşajından Sonra	mg / lt					-	-	-	147,00	2,00	146,00	185,00	75,00	122,00	0,01	0,02	0,08
	Ölçülen en yüksek değerler																	
	Ölçülen en düşük değerler																	

Krom (Cr)

Sucul sistemlerde Cr oranının yükselmesine neden olan başlıca etkenler metal sanayi, tekstil sanayi, deri sanayi ve tabakhanelerin atıksularıdır. SKKY yönetmeliğine göre Cr değeri 0,05 mg/lt ile 0,2 mg/lt arasındaysa 3. sınıf su kalitesini, 0,2 mg/lt'den büyükse 4. sınıf su kalitesini tanımlamaktadır. Araştırma alanındaki 15 su kalitesi ölçüm istasyonu Cr parametresi açısından yıllara göre değerlendirildiğinde 1 nolu istasyon Nilüfer Çayı akış yönünde son istasyon olması nedeni ile kirlilik yüklerinin birikerek geldiği önemli bir gösterge istasyon olarak kabul edilebilir. Cr kirliliğinin sanayi kuruluşları boşaltımlarından kaynaklandığı görülmektedir. 1 nolu istasyonda Cr değerleri 2002 yılından 2005 yılına kadar artış eğiliminde olup, 2004 yılında 0,586

değeri ile en üst seviyesini görmüştür. Ardından 2005-2010 yıllarında azalma eğilimine geçmiştir. Bunun sebebi 2005 yılından itibaren özellikle Cr değerinin artmasına neden olan boşaltımlara sahip metal, tekstil ve deri sanayilerinin arıtma tesisleri kurmalarıdır. Ayrıca tabakhanelerden gelen Cr yüklerinin tabakhanelerin 2008 yılı itibari ile Deri Organize Sanayi Bölgesi'ne taşınması ile boşaltımlarının belirli düzeyde arıtılmasıdır.

4, 5, 14 ve 15 nolu istasyonlara baktığımızda ise; özellikle BAAT boşaltımından önce ve sonra Cr değerlerinin bu tesislerin işletilmeye başladığı yıl olan 2006 yılından itibaren azalma eğiliminde olması beklenirken tam tersine 2006-2007 yılllarında artış eğiliminde olduğu görülmüştür. Bunun yanında DAAT boşaltımından önce ve sonra ölçülen Cr değerlerinde azalma görülmektedir. Tüm istasyonlara genel olarak baktığımızda ise SKKY yönetmeliğine göre tüm istasyonların 2. ve 3. sınıf su kalitesinde olduğu ve en yüksek Cr değerleri olan 2,564 mg/lt değerini 2005 yılında 10 nolu istasyonun yer aldığı Cilimboz Deresi'nin karışımından sonra ölçüldüğü görülmektedir. En düşük Cr değeri ise 0,001 mg/ltdeğeri ile 2003 yılında 15 nolu istasyonda ölçülmüştür.

Çizelge 8.16 Cr parametresine göre 15 istasyonun ortalama yıllık değerleri

Krom							Ölçüm Yapılan Yıllar											
			Su Kalite Sınfları															
İstasyon No	İstasyon Adı	Birim	1	2	3	4	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1 Nolu İstasyon	Hasanağa Deresinden Sonra	mg / lt					-	-	-	0,081	0,111	**0,586**	0,418	**0,562**	0,085	0,023	0,016	0,027
2 Nolu İstasyon	Hasanağa Deresi	mg / lt					-	-	-	0,038	0,011	0,152	0,041	0,018	0,017	0,012	0,020	0,013
3 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresinin Karışımından Sonra	mg / lt					-	-	-	0,081	0,105	0,453	0,774	0,499	0,067	0,023	0,018	0,025
4 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresi Üzerinde Batı A.A.T Deşajından Önce	mg / lt					0,090	0,090	0,150	0,011	0,020	0,125	0,028	0,019	0,029	0,018	0,011	0,030
5 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresi Üzerinde Batı A.A.T Deşajından Sonra	mg / lt					0,100	0,160	0,080	0,057	0,013	0,147	0,060	0,053	0,156	0,017	0,013	0,016
6 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresi Üzerinde	mg / lt					0,080	0,130	0,210	0,128	0,007	0,958	0,074	0,041	0,323	0,034	0,016	0,031
7 Nolu İstasyon	Ayvalı Deresinin Karışımından Önce	mg / lt					-	-	-	0,158	0,175	0,069	0,194	0,729	0,312	0,023	0,029	0,022
8 Nolu İstasyon	Gümüştepe Mevkii	mg / lt	**0,02**	**0,05**	**0,2**	**>0,2**	0,080	0,010	0,010	0,008	0,038	0,057	0,036	0,562	0,019	0,015	0,020	0,011
9 Nolu İstasyon	Cilimboz Deresi	mg / lt					0,090	0,030	0,080	0,009	0,016	0,075	0,034	0,021	0,028	0,013	0,020	0,020
10 Nolu İstasyon	Cilimboz Deresinin Karışımından Sonra	mg / lt					0,080	0,030	0,050	0,009	0,005	0,186	**2,564**	0,384	0,343	0,016	0,012	0,016
11 Nolu İstasyon	Panayır Deresi	mg / lt					0,040	0,010	0,090	0,100	0,115	0,065	0,069	0,088	0,067	0,021	0,018	0,015
12 Nolu İstasyon	Gökdere	mg / lt					0,090	0,020	0,040	0,061	0,043	0,085	0,076	0,090	0,011	0,021	0,020	0,011
13 Nolu İstasyon	Kaplıkaya Deresi	mg / lt					-	0,070	0,010	0,016	0,227	0,055	0,056	0,090	0,019	0,020	0,020	0,009
14 Nolu İstasyon	Deli Çay Deresi Doğu A.A.T. Deşajından Önce	mg / lt					-	-	-	0,048	0,049	0,088	0,049	0,067	0,052	0,029	0,023	0,018
15 Nolu İstasyon	Deli Çay Deresi Doğu A.A.T. Deşajından Sonra	mg / lt					-	-	-	0,098	**0,001**	0,067	0,027	0,010	0,051	0,025	0,020	0,020
	Ölçülen en yüksek değerler																	
	Ölçülen en düşük değerler																	

Analiz sonuçları değerlerdirildiğinde; Nilüfer Çayı'ndaki pH değerlerinin 2000 yılına kadar az bir salınım gösterdiğini ancak 2000 yılından sonra sürekli arttığını, ÇO

değerlerinin ise çok değişken olduğu görülmektedir. $BOİ_5$ ve KOİ gibi organik parametre değerlerinin yıllara bağlı olarak bir artış eğiliminde olduğu ve 2001 yılında en yüksek değerlere ulaştığı belirlenmiştir. İnoranik parametrelerin (toplam demir, bakır, kadmiyum, çinko, siyanür, florür, kurşun, toplam krom) 2000 yılında toplam krom parametresi hariç 1998-1999 periyoduna göre önemli miktarda arttığı tespit edilmiştir. Özellikle kadmiyumun 30 kat, toplam demir ve çinkonun yaklaşık 10 kat oranında arttığı gözlenmiştir. 2001 yılında ise çinko ve florür haricindeki kirleticilerde bir miktar azalma görülmüştür. Bunun nedenlerinden birisi olarak 2001 yılındaki ekonomik kriz düşünülebilir. 2002 yılında ise toplam demir ve toplam krom haricindeki kirleticilerde düşme görülmüştür. Ancak bu durum 2002 yılındaki değerlerin yağışlı döneme denk gelmesi nedeni ile seyrelme etkisiyle açıklanabilir. Bu sonuçlar Nilüfer Çayı'nın her geçen yıl nüfus ve endüstriyel faaliyetlerin artışına paralel olarak daha fazla kirlendiğini göstermektedir.

8.2.3.2 15 Su Kalitesi Ölçüm İstasyonunda 1974 - 2010 Yılları Arasında 11 Parametreye Göre Yapılan Değerlendirmelerde İstasyonlar Arası Değişimlerin Yıl Bazında İncelenmesi

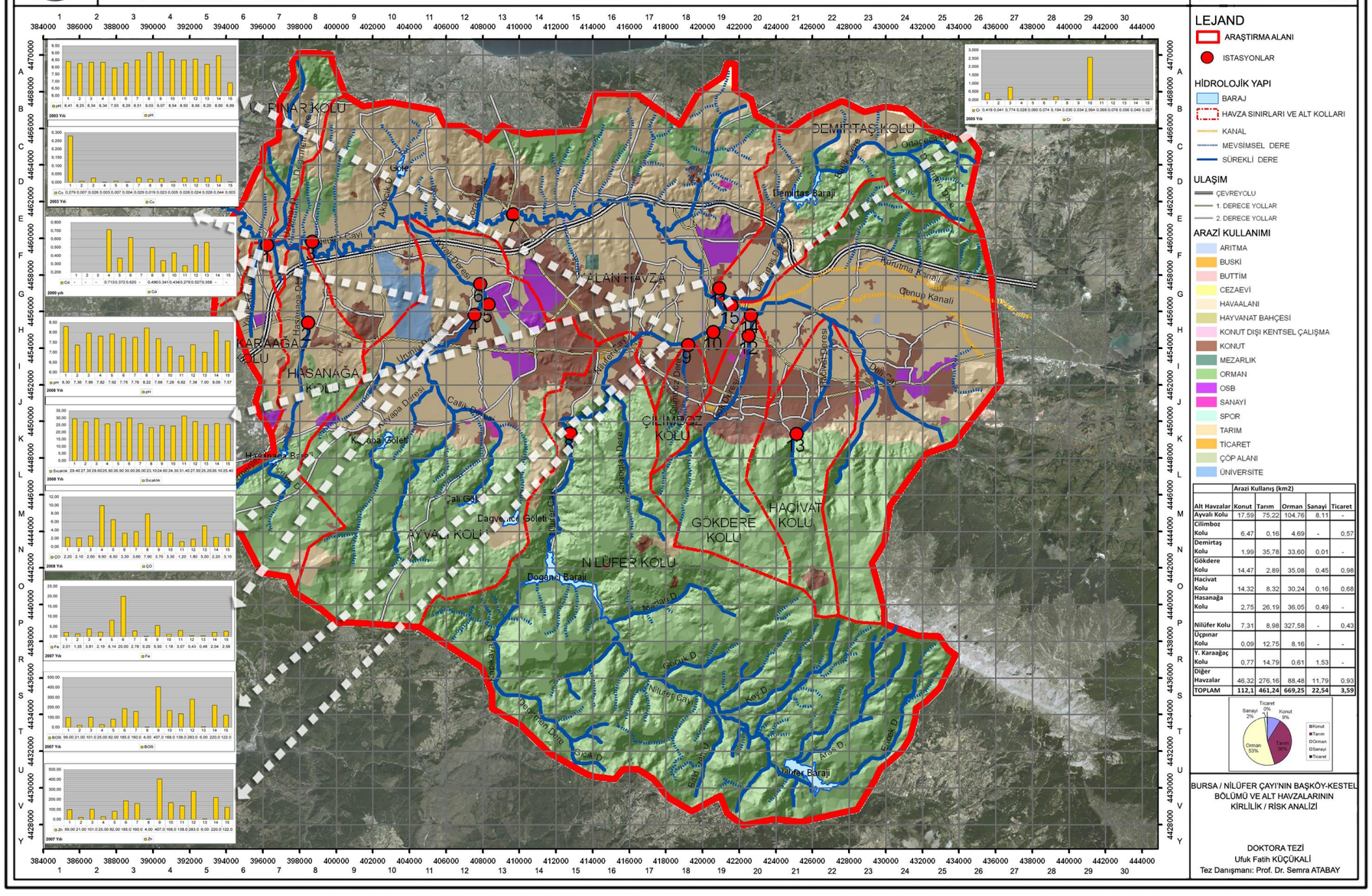
Etkilerin ölçülmesi aşamasında su kalitesini belirleyen 11 parametredeki değişimin diğer bir değerlendirmesi, 11 su kirliliği parametresine göre istasyonlar arası değişimlerin yıl bazında incelenmesi olarak yapılmıştır (Şekil 8.4). Uluslararası standartlara göre önemli kirlilik değerlerinin tespit edildiği yıllar ve istasyonlar aşağıda değerlendirilmiştir:

2008 Yılı Ölçümleri

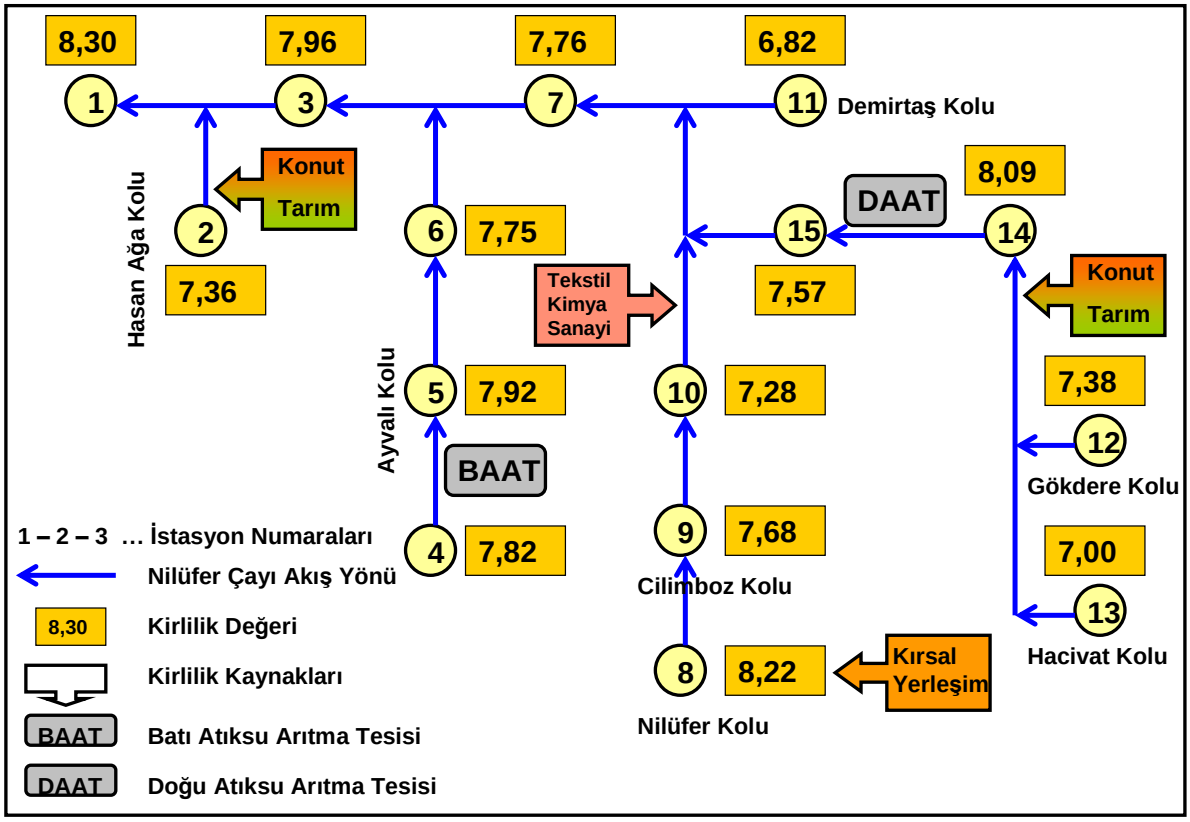
2008 yılında 15 su kalitesi ölçüm istasyonunda yapılan pH ölçümlerine baktığımızda en yüksek pH değeri olan 8,30'un beklenildiği gibi tüm Nilüfer Çayı kollarından ve kanallardan birikerek gelen pH yükleri ile 1 nolu istasyonda olduğu görülmektedir. 4, 5 ve 14, 15 nolu istasyonlardaki BAAT ve DAAT boşaltımları öncesi ve sonrası pH değerlerinde düşüş yaşanması beklenirken, 2006 yılında işletilmeye başlanan bu tesislerin verimli çalışmaması nedeni aksine BAAT'nde artış yaşandığı DAAT'nde ise küçük bir düşüş yaşandığı görülmektedir.

YTÜ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANA BİLİM DALI DOKTORA PROGRAMI

BURSA / NİLÜFER ÇAYI'NIN BAŞKÖY KESTEL BÖLÜMÜ ALT PARAMETRELERE GÖRE İSTASYONLAR ARASI KİRLİLİK DEĞİŞİMLERİNİN YIL BAZINDA İNCELENMESİ


İNEGÖL ÇAYI
KARAAĞAÇ KOLU
HASANAĞA KOLU
ÇİLİMBOZ KOLU
AYVALI KOLU
GÖKDERE KOLU
HACİVAT KOLU
NİLÜFER KOLU
DEMİRTAŞ KOLU
Demirtaş Baraji
Doğancı Baraji
Nilüfer Baraji
Kuş Gölü
Kapalı Göleti
Dağyenice Göleti
Hasanağa Baraji
Kurutma Kanalı
Güney Kanalı
Nilüfer Çayı
Ayvalı D.
Gökçek D.
Koy D.
Ergenek D.
Ataköy D.
Ortaca D.
Çalılı D.
Sıcak D.
Bursa Yolu D.
Ayvalı Dere
Çalılı Dere
Doğancı Dere
Ortaca Dere
Hasanağa Dere
Ataköy Dere
Kovalı Dere
Ergenek Dere
Kurutma Dere
Güney Dere

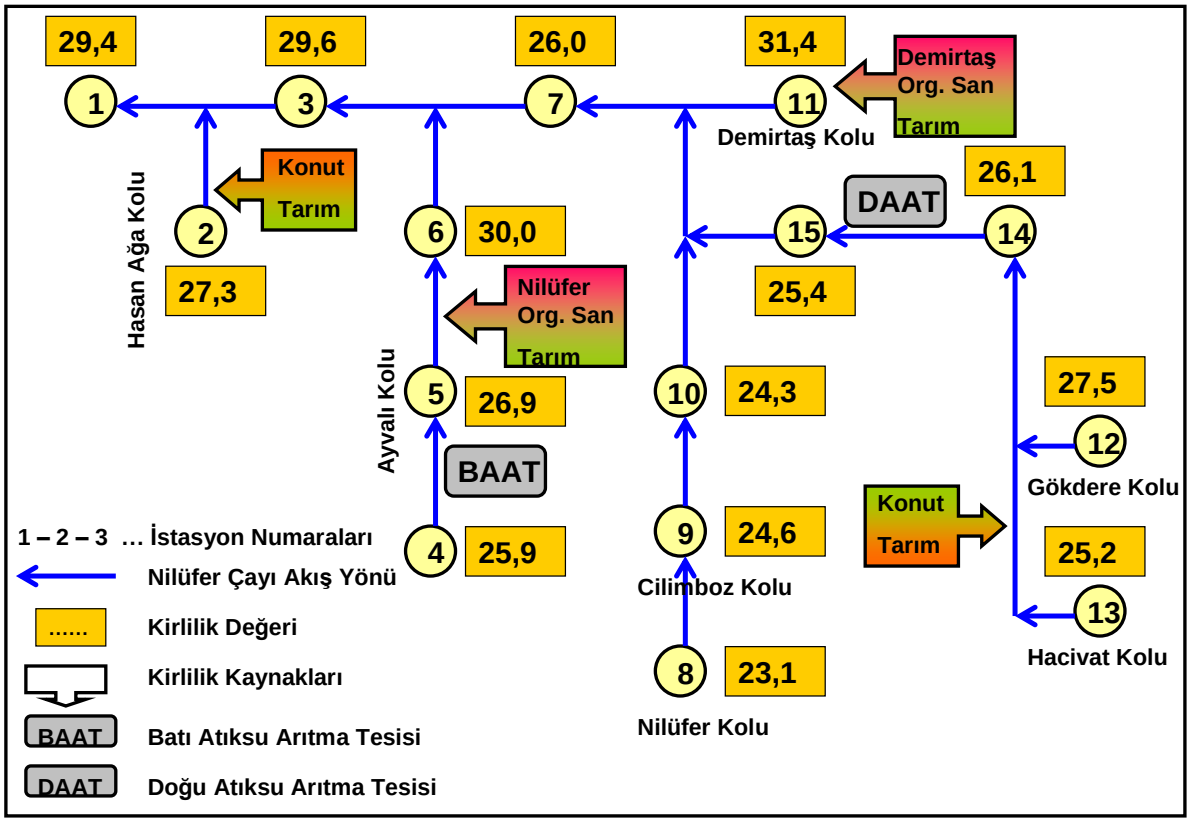
En düşük pH değeride 6,82 ile 11 nolu istasyonda ölçülmüştür. Gerek tabakhanelerin 2008 yılı itibari ile Deri Organize Sanayi Bölgesi'ne taşınması ve pH değerinin artmasına neden olan boşaltımlara sahip tekstil, kimya sanayilerinin arıtma tesisleri kurmaya başlamaları ile diğer istasyonlarda pH değerleri eksterm bir değer göstermemektedir.



Şekil 8.5 2008 yılı Nilüfer Çayı akış güzergâhı üzerinde pH değerlerini etkileyen kirlilik kaynakları

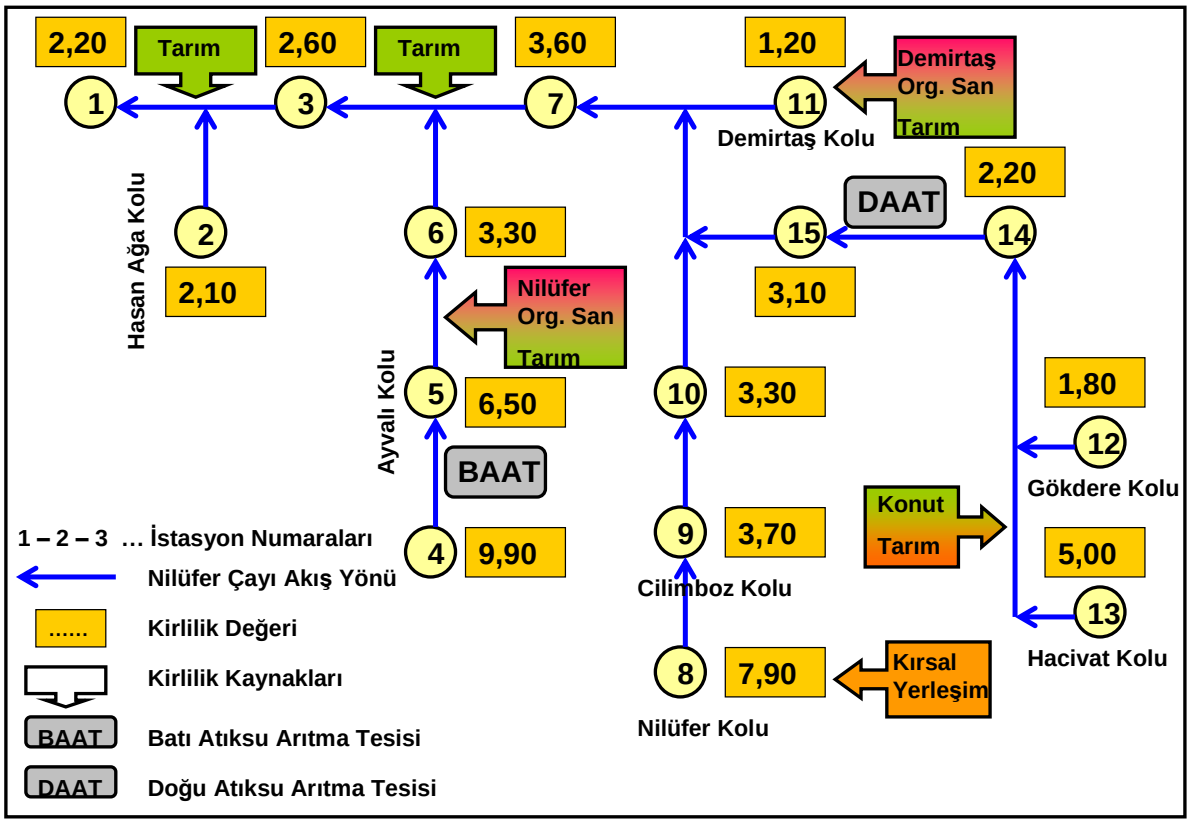
2008 yılında 15 su kalitesi ölçüm istasyonununda yapılan sıcaklık ölçümlerine baktığımızda en yüksek Sıcaklık değeri olan 31,40 ºC ile 11 nolu istasyonda Demirtaş Organize Sanayi boşaltımları kaynaklı olduğu görülmektedir. 4, 5 ve 14, 15 nolu istasyonlardaki BAAT ve DAAT boşaltımları öncesi ve sonrası sıcaklık değerlerinde düşüş yaşanması beklenirken, 2006 yılında işletilmeye başlanan bu tesislerin verimli çalışmaması nedeni aksine BAAT'nde artış yaşandığı, DAAT'nde ise küçük bir düşüş yaşandığı görülmektedir.

En düşük sıcaklık değeride 23,10 ºC ile 8 nolu istasyonda ölçülmüş olup bunun nedeni istasyon etkilenme alanında herhangi bir sanayi faaliyetinin bulunmamasıdır.



Şekil 8.6 2008 yılı Nilüfer Çayı akış güzergâhı üzerinde sıcaklık değerlerini etkileyen kirlilik kaynakları

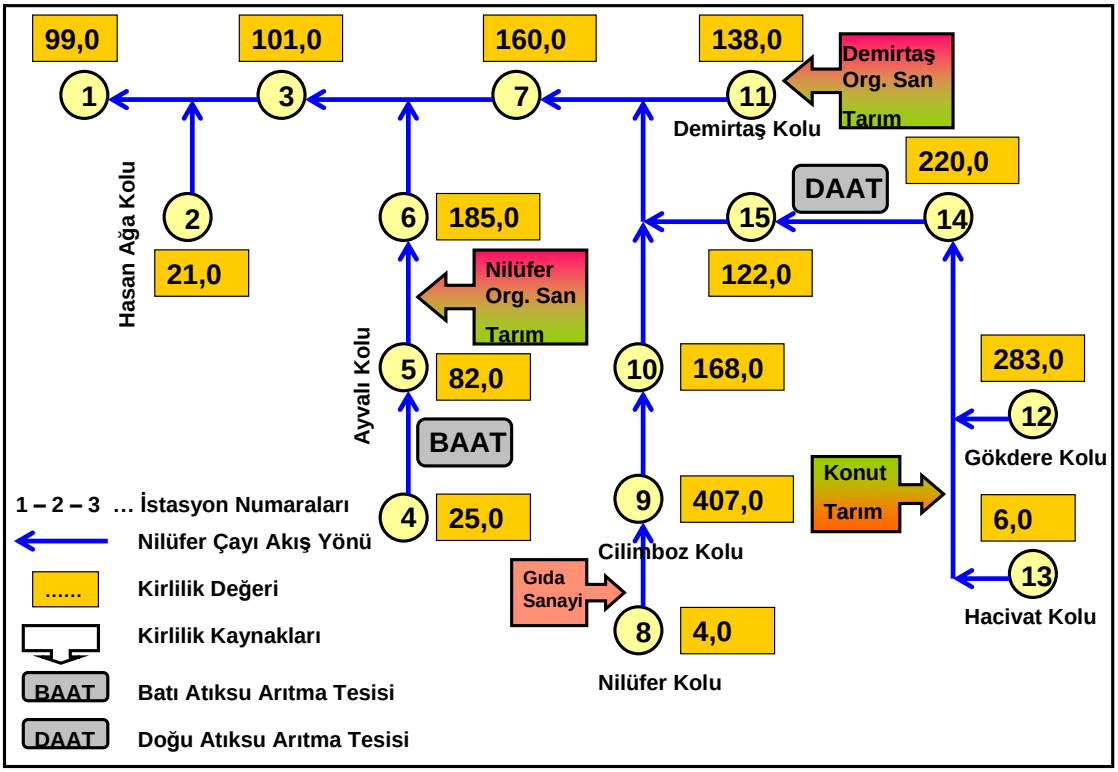
2008 yılında 15 su kalitesi ölçüm istasyonununda yapılan ÇO ölçümlerine baktığımızda en düşük ÇO değeri olan 1,20 mg O_2/lt'nin 11 nolu istasyonda olduğu görülmektedir. En yüksek ÇO değeri de 9,90 mg O_2/lt ile 4 nolu istasyonda ölçülmüştür. 4, 5 ve 14, 15 nolu istasyonlardaki BAAT ve DAAT boşaltımları öncesi ve sonrası ÇO değerlerinde artış yaşanması beklenirken, 2006 yılında işletilmeye başlanan bu tesislerin verimli çalışmaması nedeni aksine BAAT'nde azalma yaşandığı, DAAT'nde ise küçük bir artış yaşandığı görülmektedir.



Şekil 8.7 2008 yılı Nilüfer Çayı akış güzergâhı üzerinde çözünmüş oksijen (ÇO) değerlerini etkileyen kirlilik kaynakları

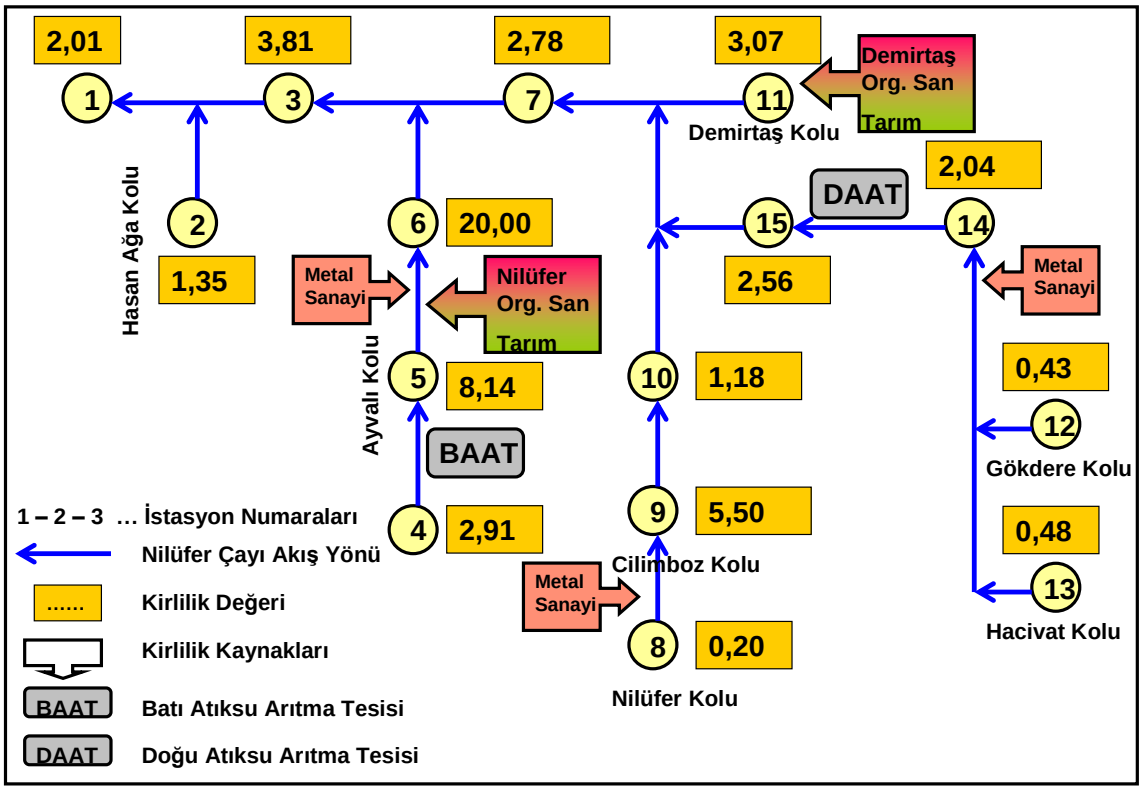
2007 Yılı Ölçümleri

2007 yılında 15 su kalitesi ölçüm istasyonununda yapılan $BOİ_5$ ölçümlerine baktığımızda en yüksek $BOİ_5$ değeri olan 407 mg/lt ile 9 nolu istasyonda olduğu görülmektedir. 4, 5 ve 14, 15 nolu istasyonlardaki BAAT ve DAAT boşaltımları öncesi ve sonrası $BOİ_5$ değerlerinde düşüş yaşanması beklenirken, 2006 yılında işletilmeye başlanan bu tesislerin verimli çalışmaması nedeniyle aksine BAAT'nde artış yaşandığı, DAAT'nde ise küçük bir düşüş yaşandığı görülmektedir. En düşük $BOİ_5$ değeride 4,00 mg/lt ile 8 nolu istasyonda ölçülmüştür. 6, 7, 10 ve 12 nolu istasyonlardaki yüksek $BOİ_5$ değeri ölçümlerinin sebebi ile ilgili istasyonların yakınlarında bulunan ve arıtma tesisleri olmayan veya tam kapasite ile çalışmayan gıda sanayileri görülebilir.



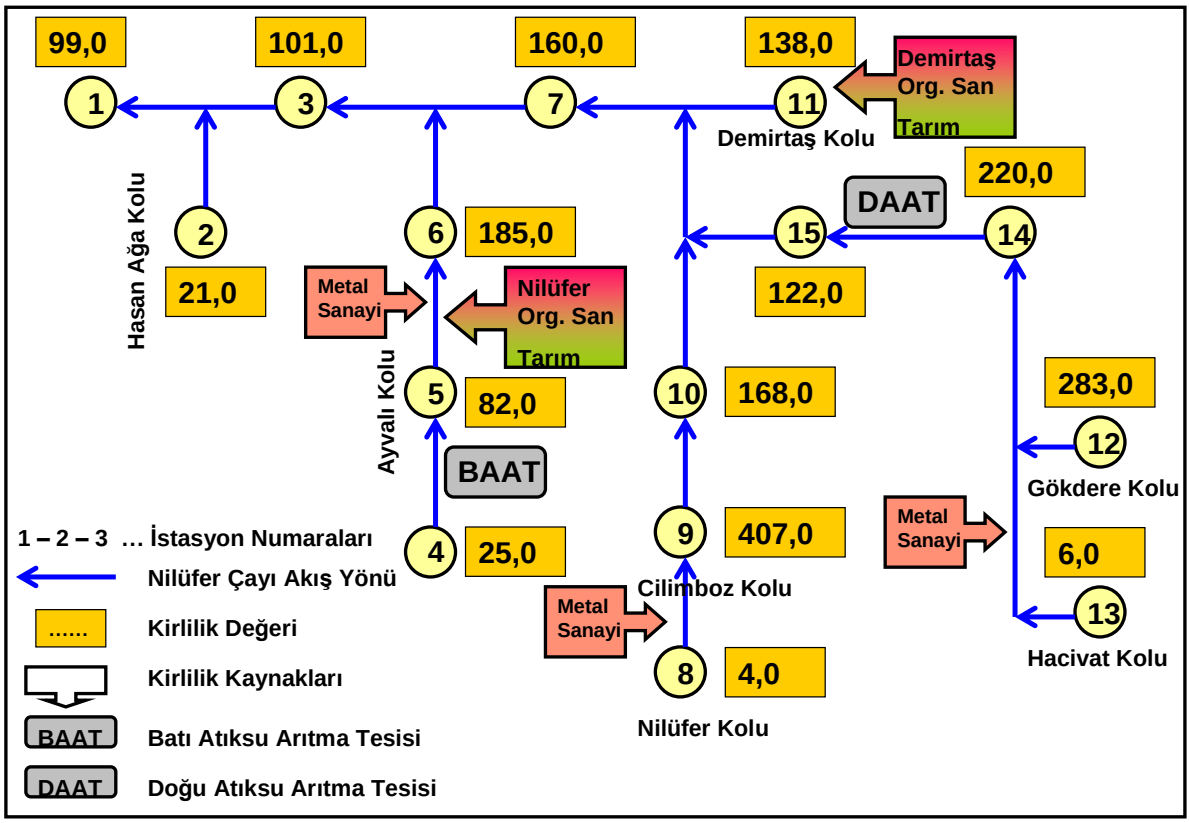
Şekil 8.8 2007 yılı Nilüfer Çayı akış güzergâhı üzerinde biyolojik oksijen ihtiyacı ($BOİ_5$) değerlerini etkileyen kirlilik kaynakları

2007 yılında 15 su kalitesi ölçüm istasyonununda yapılan Fe ölçümlerine baktığımızda en yüksek Fe değeri olan 20,00 mg/lt ile 6 nolu istasyonda olduğu görülmektedir. 4, 5 ve 14, 15 nolu istasyonlardaki BAAT ve DAAT boşaltımları öncesi ve sonrası Fe değerlerinde düşüş yaşanması beklenirken, 2006 yılında işletilmeye başlanan bu tesislerin verimli çalışmaması nedeniyle aksine BAAT ve DAAT'nde artış yaşandığı, görülmektedir. En düşük Fe değeride 0,20 mg/lt ile 8 nolu istasyonda ölçülmüştür. 9 nolu istasyondaki yüksek Fe değeri ölçülmesinin sebebi ile ilgili istasyonun yakınlarında bulunan ve arıtma tesisleri olmayan veya tam kapasite ile çalışmayan metal sanayileri görülebilir.



Şekil 8.9 2007 yılı Nilüfer Çayı akış güzergâhı üzerinde demir (Fe) değerlerini etkileyen kirlilik kaynakları

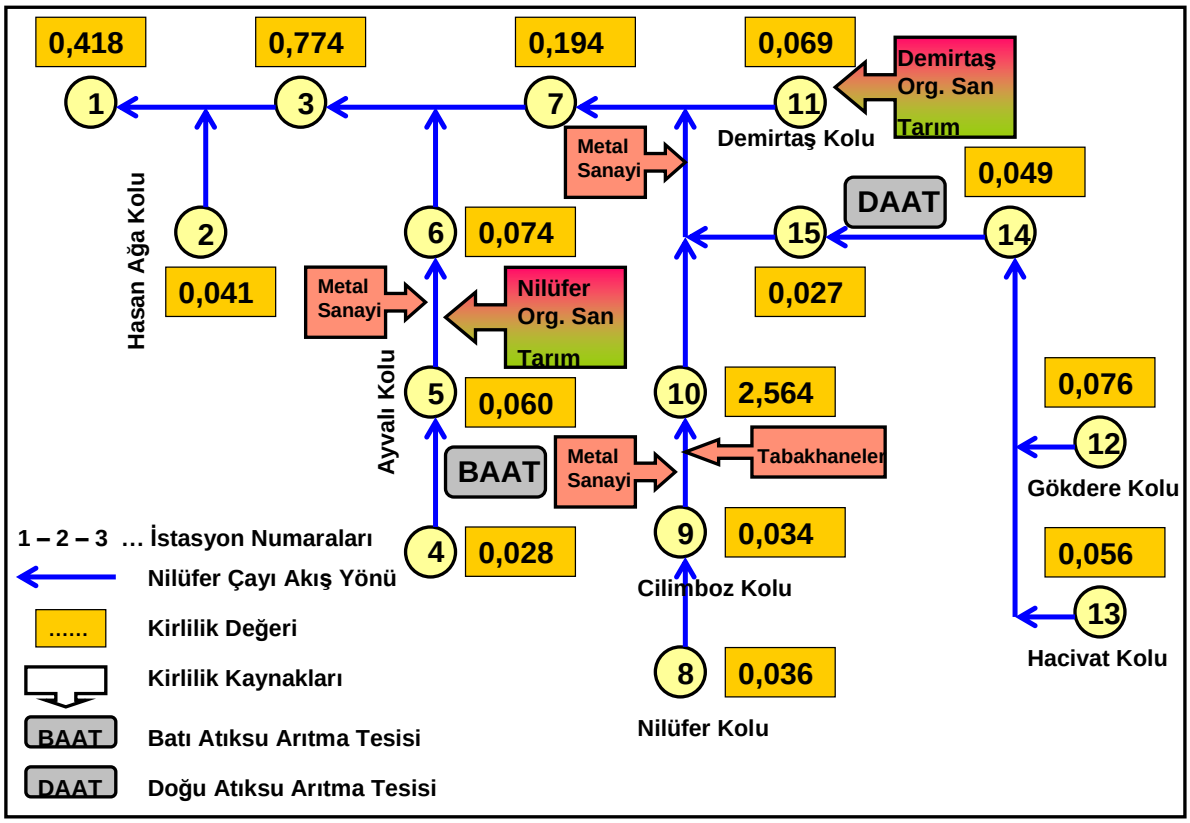
2007 yılında 15 su kalitesi ölçüm istasyonununda yapılan Zn ölçümlerine baktığımızda en yüksek Zn değeri olan 407 mg/lt ile 9 nolu istasyonda olduğu görülmektedir. 4, 5 ve 14, 15 nolu istasyonlardaki BAAT ve DAAT boşaltımları öncesi ve sonrası Zn değerlerinde düşüş yaşanması beklenirken, 2006 yılında işletilmeye başlanan bu tesislerin verimli çalışmaması nedeniyle aksine BAAT'nde artış yaşandığı, DAAT'nde azalma yaşandığı görülmektedir. En düşük Zn değeride 4,00 mg/lt ile 8 nolu istasyonda ölçülmüştür. 6, 10, 11, 12 ve 14 nolu istasyondaki yüksek Zn değeri ölçülmesinin sebebi ile ilgili istasyonun yakınlarında bulunan ve arıtma tesisleri olmayan veya tam kapasite ile çalışmayan metal sanayileri görülebilir.



Şekil 8.10 2007 yılı Nilüfer Çayı akış güzergâhı üzerinde çinko (Zn) değerlerini etkileyen kirlilik kaynakları

2005 Yılı Ölçümleri

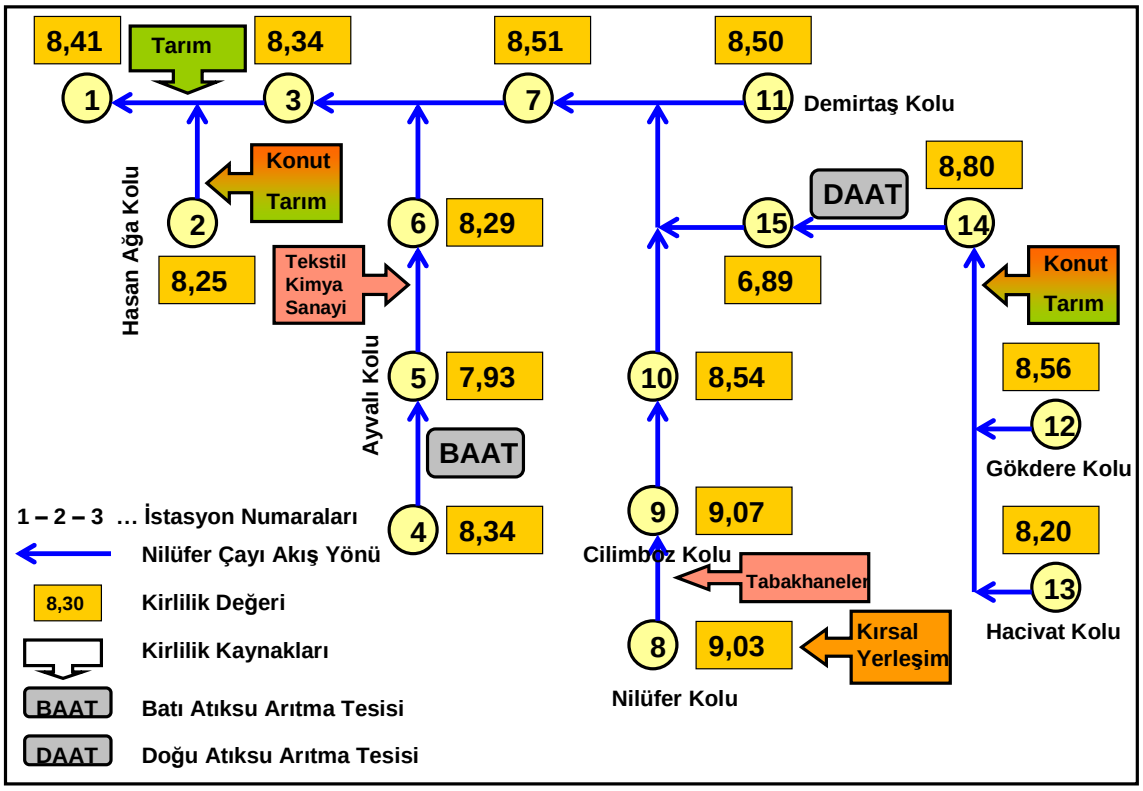
2005 yılında 15 su kalitesi ölçüm istasyonununda yapılan Cr ölçümlerine baktığımızda en yüksek Cr değeri olan 2,564 mg/lt ile 10 nolu istasyonda olduğu görülmektedir. En düşük Cr değeride 0,027 mg/lt ile 15 nolu istasyonda ölçülmüştür. SKKY çizelgesine göre üst limit olan 0,2 mg/lt Cr değerinden büyük değere sahip olan 1, 3 ve 10 nolu istasyonlardaki yüksek Cr değeri ölçümlerinin sebebi ile ilgili istasyonların yakınlarında bulunan ve arıtma tesisleri olmayan veya tam kapasite ile çalışmayan tekstil ve metal sanayileri ile tabakhaneler görülebilir.



Şekil 8.11 2005 yılı Nilüfer Çayı akış güzergâhı üzerinde çinko (Zn) değerlerini etkileyen kirlilik kaynakları

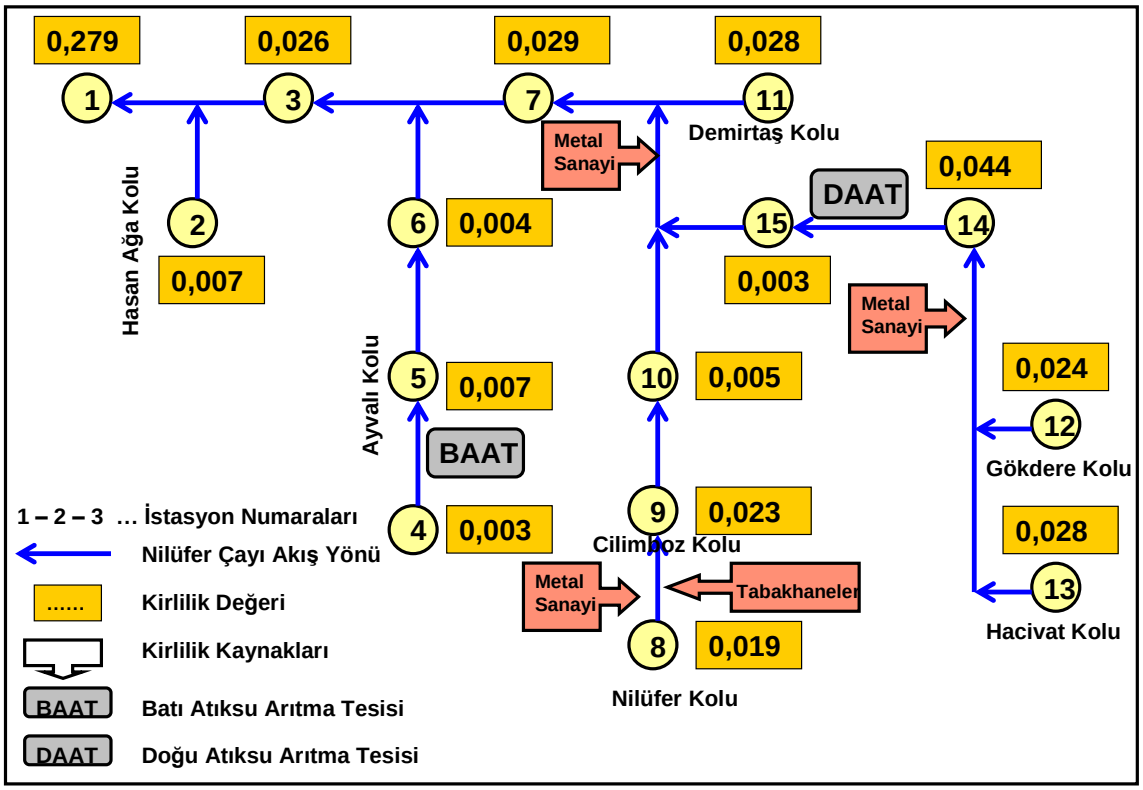
2003 Yılı Ölçümleri

2003 yılında 15 su kalitesi ölçüm istasyonununda yapılan pH ölçümlerine baktığımızda en yüksek pH değeri olan 9,07'nin 9 nolu istasyon olan Cilimboz Deresi'nde ölçüldüğü görülmektedir. Bunun nedeni; gerek 2003 yılında Cilimboz Kolu Alt Havzası'nda yer seçmiş bulunan tabakhanelerin hiçbir arıtma yapmadan tüm boşaltımlarını Nilüfer Çayı'na vermeleri, gerekse aynı bölgedeki yerleşim alanlarının kanalizasyonlarını kaçak olarak Nilüfer Çayı'na boşaltmalarıdır. Aynı zamanda 8 nolu istasyon olan Gümüştepe Mevkii istasyonunda 9,03 pH değeri ölçülmüş olup bunun nedeni olarak pH değerinin artmasına neden olan boşaltımlara sahip tekstil, kimya sanayilerinin istasyon çevresinde akut/odaksal etki türüne sahip boşaltımlar yapmalarıdır. En düşük pH değeride 6,89 ile 15 nolu istasyonda ölçülmüştür.



Şekil 8.12 2003 yılı Nilüfer Çayı akış güzergâhı üzerinde pH değerlerini etkileyen kirlilik kaynakları

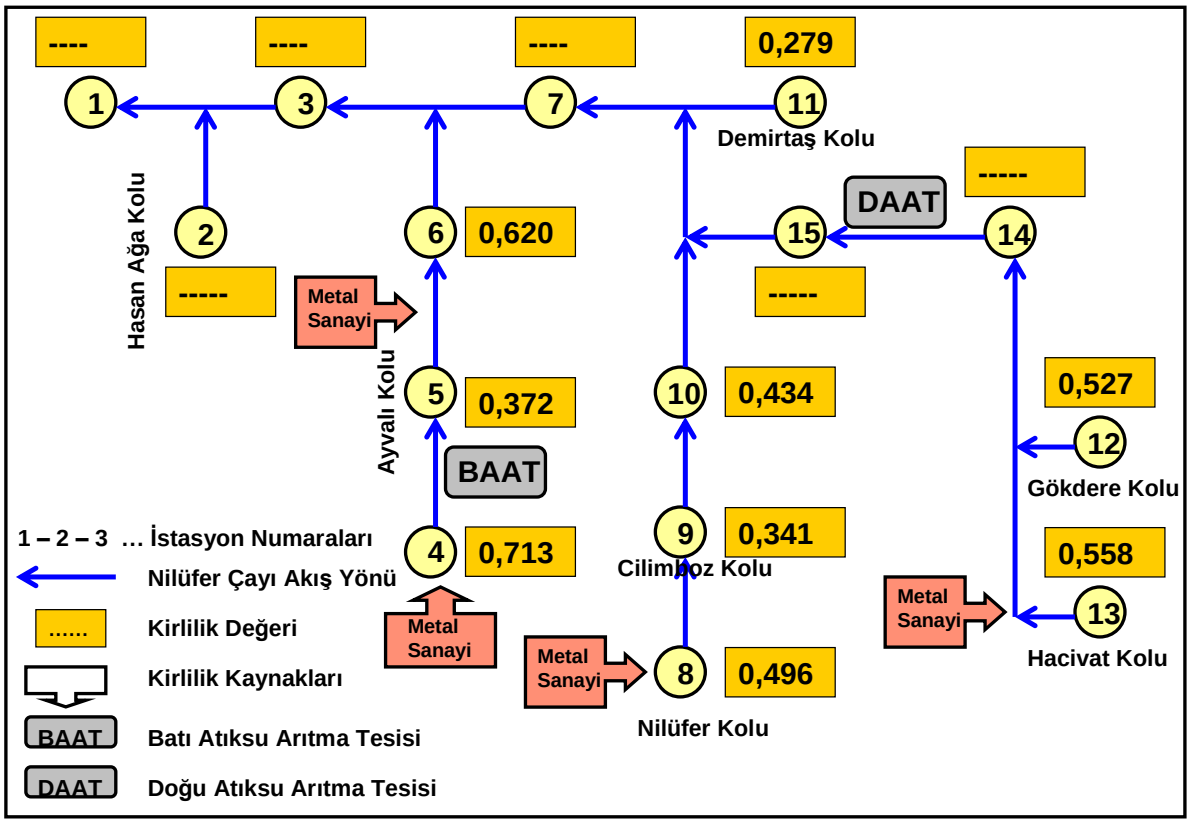
2003 yılında 15 su kalitesi ölçüm istasyonununda yapılan Cu ölçümlerine baktığımızda en yüksek Cu değeri olan 0,279 mg/lt'nin beklenildiği gibi tüm Nilüfer Çayı kollarından ve kanallardan birikerek gelen Cu yükleri ile 1 nolu istasyonda olduğu görülmektedir. 1 nolu istasyondaki yüksek Cu değeri ölçülmesinin sebebi ile ilgili istasyonun yakınlarında bulunan ve/veya tüm Nilüfer Çayı kollarından birikerek gelen Cu kirliliğine sahip boşaltımlara sahip, arıtma tesisleri olmayan veya tam kapasite ile çalışmayan metal sanayileri olarak görülebilir. En düşük Cu değeride 0,003 mg/lt ile 15 nolu istasyonda ölçülmüştür.



Şekil 8.13 2003 yılı Nilüfer Çayı akış güzergâhı üzerinde bakır (Cu) değerlerini etkileyen kirlilik kaynakları

2000 Yılı Ölçümleri

2000 yılında 15 su kalitesi ölçüm istasyonununda yapılan Cd ölçümlerine baktığımızda en yüksek Cd değeri olan 0,713 mg/lt'nin 4 nolu istasyonda ölçüldüğü görülmektedir. Bunun nedeni olarak Cd değerinin artmasına neden olan boşaltımlara sahip metal sanayilerinin istasyon çevresinde akut/odaksal etki türüne sahip boşaltımlar yapmalarıdır. En düşük Cd değeride 0,279 mg/lt ile 11 nolu istasyonda ölçülmüş olup 2000 yılında tüm istasyonlarda yapılan ölçümlerde Cd değeri SKKY yönetmeliğine göre üst limit olan 0,01 mg/lt'yi aşmış olup 4. sınıf su kalitesini göstermektedir.



Şekil 8.14 2000 yılı Nilüfer Çayı akış güzergâhı üzerinde kadmiyum (Cd) değerlerini etkileyen kirlilik kaynakları

8.2.3.3 Sanayi Boşaltımları

Nilüfer Çayı ve alt kollarında yer alan sanayi kuruluşlarının yerleri (Şekil 8.15) ve yapılan boşaltımların 1989-1999-2009 yıllarındaki değişimleri incelendiğinde bazı eksterm değerler ve değişimler görülmektedir. Şöyle ki;

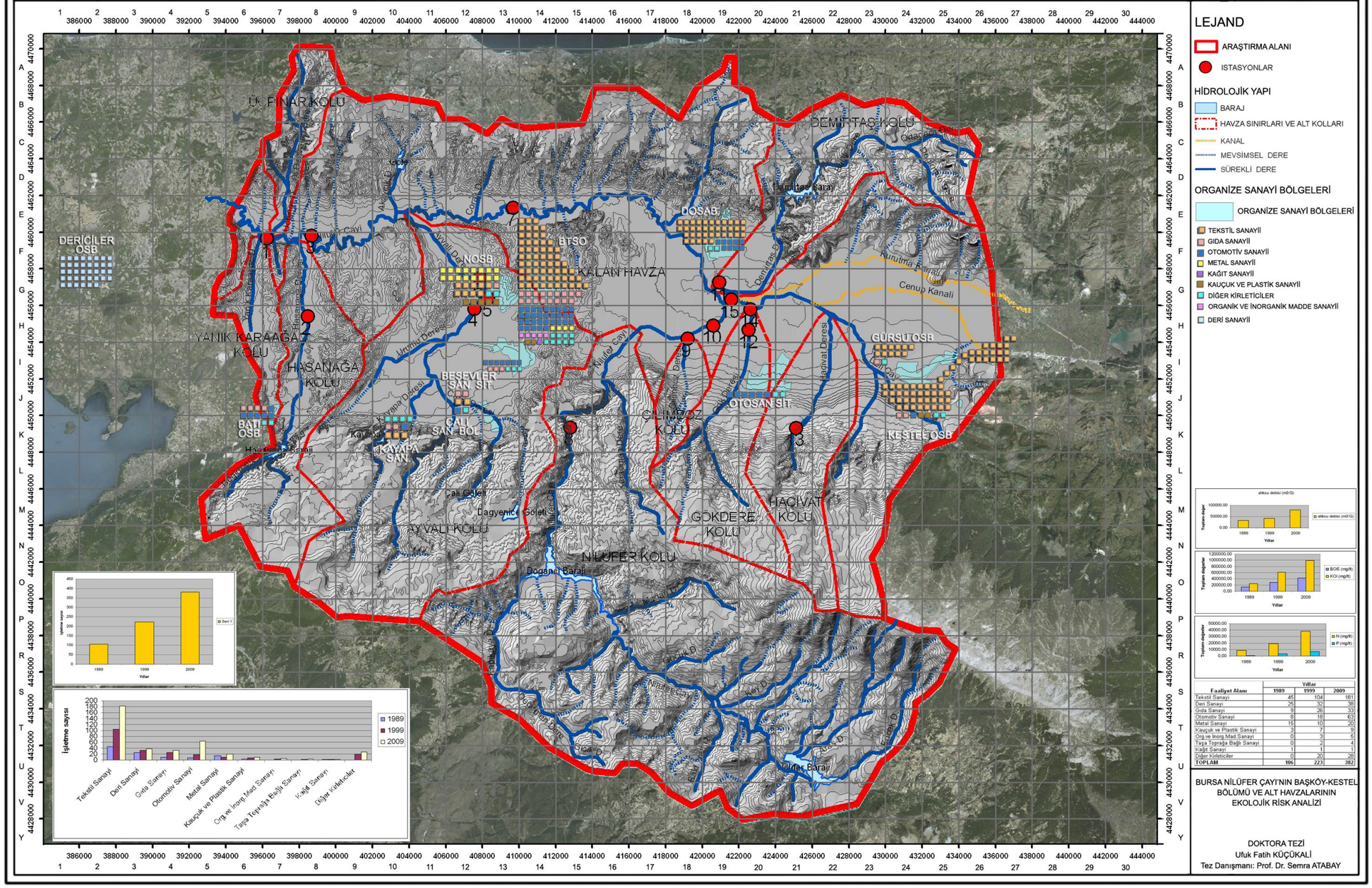
Bursa'da sanayi faaliyetlerinin ivme kazandığı yıllar olan 1989-1999 ve 2009 yıllarında sanayi işletmeleri sayıları karşılaştırıldığında 1989 yılında 106, 1999 yılında 223 olan işletme sayısı 2009 yılında 382 ye ulaşmıştır. Burada Bursa Sanayi ve Ticaret Odası'na kayıtlı işletme sayıları değerlendirilmemiş olup (Alt bölüm 6.2.2 içinde Ekonomik Yapı alt bölümünde sanayi tüm kuruluşlarının sayıları ve büyüme oranları değerlendirilmiştir.) yalnızca Bursa İl Özel İdaresi'ne kayıtlı boşaltım izni olan sanayi kuruluşları değerlendirilmiştir.

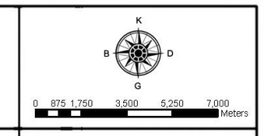
Çizelge 8.17 1989-1999-2009 yıllarında Nilüfer Çayı Havzası'ndaki sanayi faaliyetlerine bağlı boşaltım değerleri [182]

1989 - işletmenin faaliyet alanı	işletme sayısı	atıksu debisi (m3/G)	BOI5 (mg/lt)	KOI (mg/lt)	N (mg/lt)	P (mg/lt)
Tekstil Sanayi	45	21222,00	44473,54	78707,19	2077,30	365,40
Deri Sanayi	25	1081,90	69767,82	112295,33	5459,60	146,65
Gıda Sanayi	9	2022,50	9295,00	17069,00	367,90	98,00
Otomotiv Sanayi	8	6646,00	2628,00	12055,70	320,00	67,30
Metal Sanayi	15	1352,05	3300,00	23189,27	600,00	124,50
Kauçuk ve Plastik Sanayi	3	11,50	660,00	3076,00	120,00	24,10
Org.ve İnorg.Mad.Sanayi	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Taşa Toprağa Bağlı Sanayi	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kağıt Sanayi	1	41,00	826,00	669,00	40,00	8,00
Diğer Kirleticiler	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOPLAM	**106**	**32376,95**	**130950,36**	**247061,49**	**8984,80**	**833,95**
2000 - işletmenin faaliyet alanı	**işletme sayısı**	**atıksu debisi (m3/G)**	**BOI5 (mg/lt)**	**KOI (mg/lt)**	**N (mg/lt)**	**P (mg/lt)**
Tekstil Sanayi	104	28499,40	113540,00	258193,00	4400,28	1284,12
Deri Sanayi	32	447,00	72970,00	202951,00	6533,60	430,80
Gıda Sanayi	26	4892,50	63685,00	80966,00	1430,50	322,25
Otomotiv Sanayi	18	6613,27	8232,23	43408,00	5290,00	875,20
Metal Sanayi	10	393,70	2800,60	8667,00	819,00	254,00
Kauçuk ve Plastik Sanayi	7	49,70	1542,00	3289,00	654,00	97,50
Org.ve İnorg.Mad.Sanayi	3	54,00	2139,00	3879,00	6,78	2,80
Taşa Toprağa Bağlı Sanayi	2	17,00	456,30	638,00	65,00	72,00
Kağıt Sanayi	1	45,00	628,00	1326,00	42,00	12,50
Diğer Kirleticiler	20	402,30	11200,00	13268,00	65,00	74,00
TOPLAM	**223**	**41413,87**	**277193,13**	**616585,00**	**19306,16**	**3425,17**
2009 - işletmenin faaliyet alanı	**işletme sayısı**	**atıksu debisi (m3/G)**	**BOI5 (mg/lt)**	**KOI (mg/lt)**	**N (mg/lt)**	**P (mg/lt)**
Tekstil Sanayi	181	47599,92	198603,27	449955,13	7658,18	2234,86
Deri Sanayi	38	540,81	87751,88	241904,31	7758,65	511,58
Gıda Sanayi	33	6309,71	80930,96	102864,54	1815,63	409,01
Otomotiv Sanayi	63	23246,45	28912,81	152928,00	18615,00	3083,20
Metal Sanayi	20	797,40	5701,20	17534,00	1638,00	508,00
Kauçuk ve Plastik Sanayi	9	63,90	1992,57	4248,71	840,86	125,36
Org.ve İnorg.Mad.Sanayi	5	90,00	3585,00	6565,00	11,30	4,67
Taşa Toprağa Bağlı Sanayi	4	42,50	922,60	1296,00	130,00	144,00
Kağıt Sanayi	1	47,00	648,00	1360,00	44,00	13,50
Diğer Kirleticiler	28	628,00	15680,00	18675,20	91,00	103,60
TOPLAM	**382**	**79365,69**	**424728,28**	**997330,89**	**38602,62**	**7137,77**
	Değerlerdeki eksterm değişiklikler					

YTÜ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANA BİLİM DALI DOKTORA PROGRAMI

BURSA / NİLÜFER ÇAYI'NIN BAŞKÖY KESTEL BÖLÜMÜ 2009 YILI SANAYİ KURULUŞLARI HARİTASI





LEJAND

- ARAŞTIRMA ALANI
- İSTASYONLAR

HİDROLOJİK YAPI

- BARAJ
- HAVZA SINIRLARI VE ALT KOLLARI
- KANAL
- MEVSİMSEL DERE
- SÜREKLİ DERE

ORGANİZE SANAYİ BÖLGELERİ

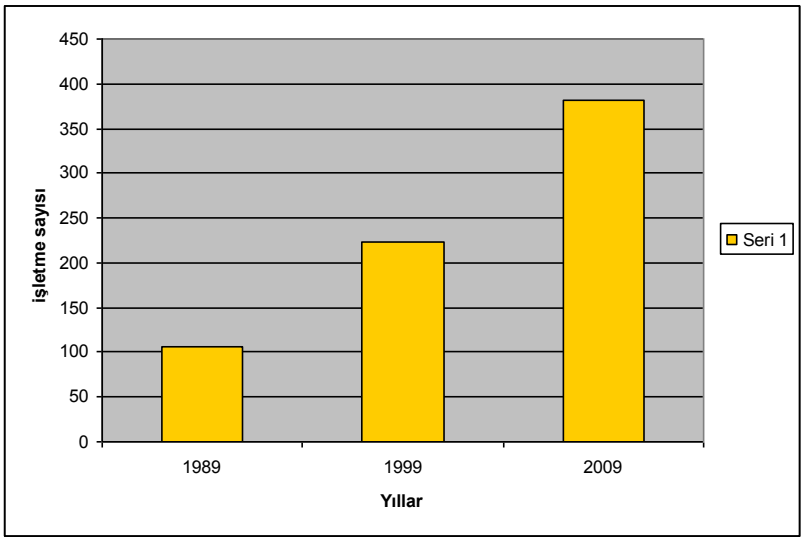
- ORGANİZE SANAYİ BÖLGELERİ
- TEKSTİL SANAYİ
- GIDA SANAYİ
- OTOMOTİV SANAYİ
- METAL SANAYİ
- KAĞIT SANAYİ
- KAUÇUK VE PLASTİK SANAYİ
- DİĞER KİRLETİCİLER
- ORGANİK VE İNORGANİK MADDE SANAYİ
- DERİ SANAYİ

Faaliyet Alanı	Yıllar 1989	1999	2009
Tekstil Sanayi	45	104	181
Deri Sanayi	25	32	38
Gıda Sanayi	9	26	33
Otomotiv Sanayi	8	18	63
Metal Sanayi	15	10	20
Kauçuk ve Plastik Sanayi	3	7	9
Org.ve İnorg.Mad.Sanayi	0	3	5
Taşa Toprağa Bağlı Sanayi	0	2	4
Kağıt Sanayi	1	1	1
Diğer Kirleticiler	0	20	28
TOPLAM	106	223	382

BURSA NİLÜFER ÇAYI'NIN BAŞKÖY-KESTEL BÖLÜMÜ VE ALT HAVZALARININ EKOLOJİK RİSK ANALİZİ

DOKTORA TEZİ
Ufuk Fatih KÜÇÜKALİ
Tez Danışmanı: Prof. Dr. Semra ATABAY

Şekil 8.15 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü 2009 yılı sanayi kuruluşları haritası

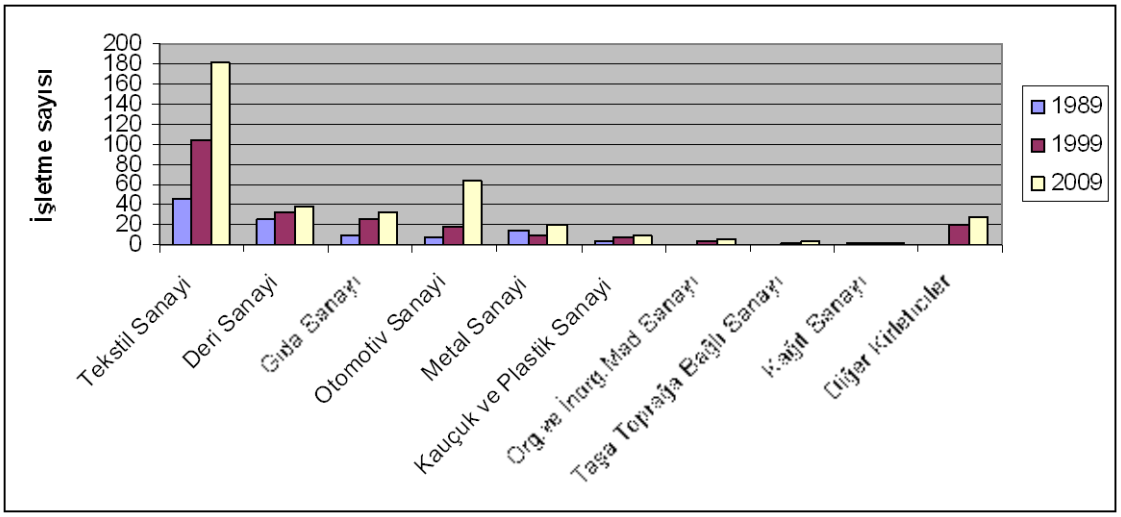


Şekil 8.16 1989-1999-2009 yıllarında araştırma alanında bulunan sanayi kuruluşlarının toplam işletme sayıları

İşletme sayılarındaki değişimleri, işletmelerin faaliyet alanlarına göre değerlendirdiğimizde en ekstrem artışın tekstil sanayinde, ardından otomotiv ve gıda sanayilerinde olduğu görülmektedir. Boşaltımları yüksek pH, $BOİ_5$, KOİ, ZN, Pb, Cd ve Cr içeren bu sanayi kuruluşlarının sayısındaki artış ile Nilüfer Çayı Havzası'nda hidrolojik yapı üzerinde ve Nilüfer Çayı su kalitesi üzerinde oluşturduğu olumsuzluklar ile neden sonuç ilişkisi bulunmaktadır.

Çizelge 8.18 1989-1999-2009 yıllarında Nilüfer Çayı Havzası'nda faaliyet gösteren işletmelerin faaliyet alanlarına göre sayıları

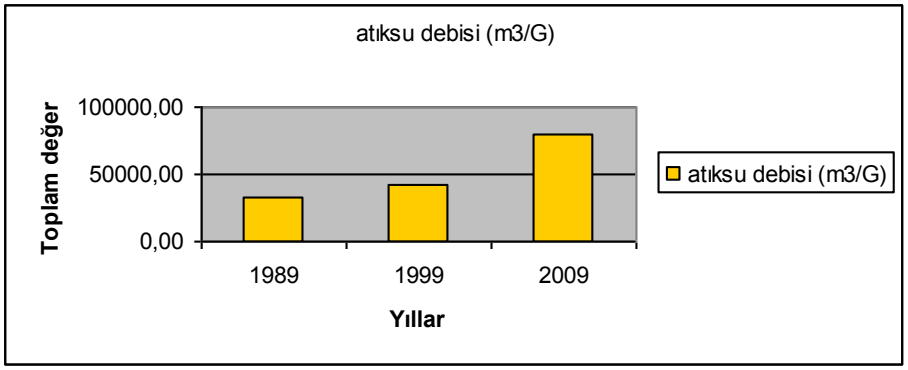
Faaliyet Alanı	Yıllar		
	1989	1999	2009
Tekstil Sanayi	45	104	181
Deri Sanayi	25	32	38
Gıda Sanayi	9	26	33
Otomotiv Sanayi	8	18	63
Metal Sanayi	15	10	20
Kauçuk ve Plastik Sanayi	3	7	9
Org.ve İnorg.Mad.Sanayi	0	3	5
Taşa Toprağa Bağlı Sanayi	0	2	4
Kağıt Sanayi	1	1	1
Diğer Kirleticiler	0	20	28
TOPLAM	**106**	**223**	**382**



Şekil 8.17 1989-1999-2009 yıllarında Nilüfer Çayı Havzası'nda faaliyet gösteren işletmelerin faaliyet alanlarına göre sayıları

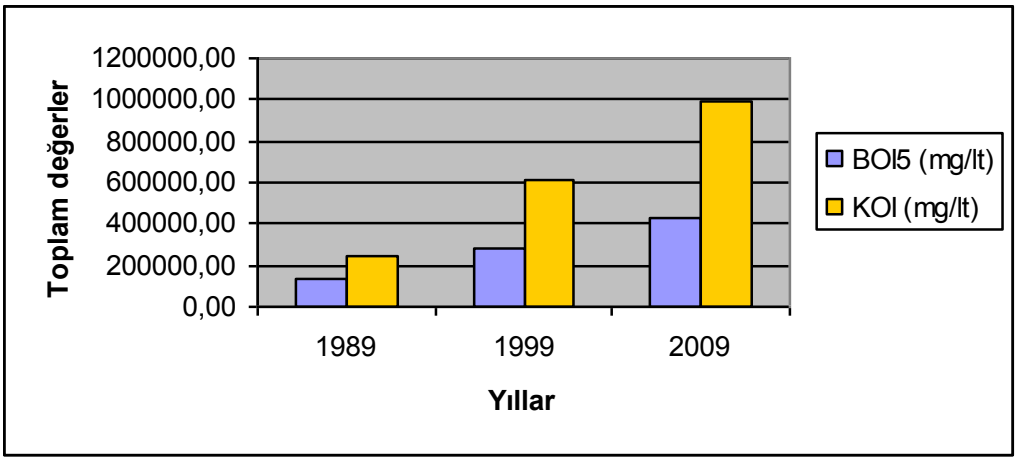
Şekil 8.15'de de görüldüğü gibi tekstil sanayinde her on yılda bir 70 işletme faaliyete geçmiş olup, otomotiv sanayinda 1999-2009 yılları arasında işletme sayısında çok büyük bir artış görülmektedir. Aynı şekilde 1989-1999 yılları arasında gıda sanayi işletme sayısı üç katına çıkmıştır.

İşletmelerin toplam atık su debilerindeki değişim incelendiğinde özellikle 1999-2009 yılları arasında iki katına yakın bir artış görülmektedir. Bu da işletme sayısı ve buna bağlı olarak üretimdeki artışla atıksu debisi arasında doğru bir orantı olduğunu göstermektedir.



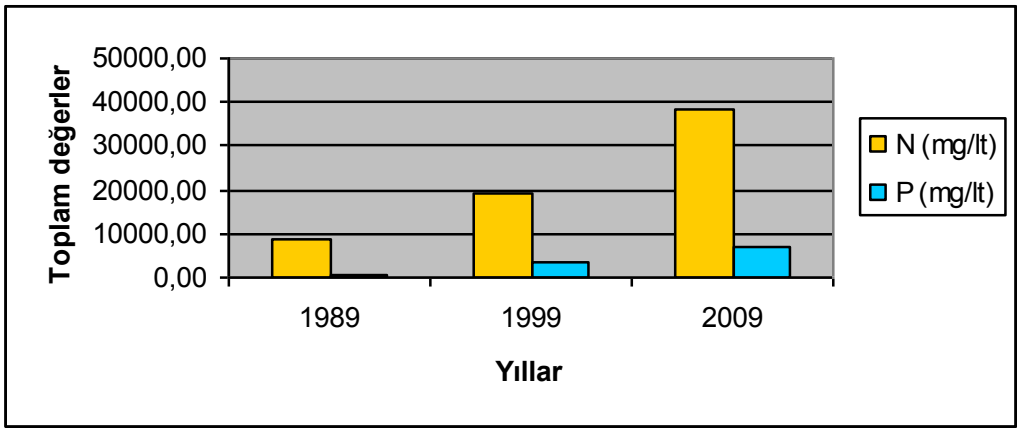
Şekil 8.18 1989-1999-2009 yıllarında Nilüfer Çayı Havzası'nda faaliyet gösteren işletmelerin toplam atıksu debileri

1989-1999-2009 yıllarında Nilüfer Çayı Havzası'nda faaliyet gösteren işletmelerin toplam $BOİ_5$ ve KOİ değerleri incelendiğinde $BOİ_5$ değerinin her on yılda iki katına çıktığı, KOİ değerininde benzer bir eğilim göstererek 1.000.000 mg/lt ye yaklaştığı görülmektedir.



Şekil 8.19 1989-1999-2009 yıllarında Nilüfer Çayı Havzası'nda faaliyet gösteren işletmelerin toplam $BOİ_5$ ve KOİ değerleri

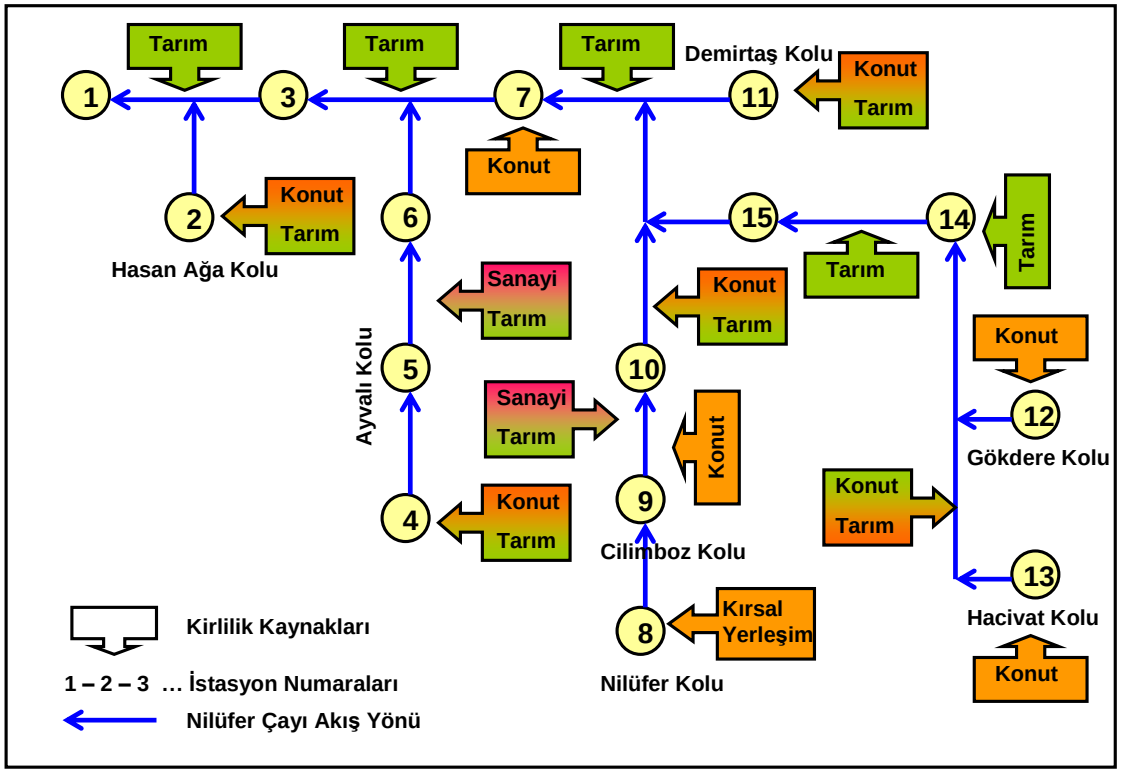
1989-1999-2009 yıllarında Nilüfer Çayı Havzası'nda faaliyet gösteren işletmelerin toplam N ve P değerleri incelendiğinde N değerinin her on yılda bir iki katına çıktığı, P değerinin ise 1989 yılından günümüze on katı kadar artarak 7137 mg/lt değerine ulaştığı görülmektedir.



Şekil 8.20 1989-1999-2009 yıllarında Nilüfer Çayı Havzası'nda faaliyet gösteren işletmelerin toplam N ve P değerleri

8.2.4 Etkilenme Durumu

Etkilerin ölçülmesinin ardından etkilenme durumunu ortaya koyabilmek için her bir su kalitesi istasyonunda yapılan ölçümleri etkileyen faktörler Nilüfer Çayı akış güzergâhı üzerinde istasyon bazında aşağıdaki gibidir:



Şekil 8.21 Nilüfer Çayı akış güzergâhı üzerindeki kirlilik kaynakları

1 nolu istasyonda; tarım alanlarından kaynaklanan kirlilikler Çekrice, Büyükbalıklı Mahallesi yerleşiminden kaynaklanan evsel atıksular, Hasanağa Deresi, Ayvalı Deresi ve Nülüfer Deresi'nin diğer alt kollarının getirdiği kirlilikler etkili olmaktadır.

2 nolu istasyonda; tarım alanlarından kaynaklanan kirlilikler, Zafer Kurtuluş Mahallesi, İrfaniye Köyü Mahallesi, textil sanayi, gıda sanayi atıksuları, Hasanağa Deresi'nin getirdiği kirlilikler etkili olmaktadır.

3 nolu istasyonda; tarım alanlarından kaynaklanan kirlilikler ve Balabancık yerleşiminden kaynaklanan evsel atıksular, çevre yolundan kaynaklanan hava kirliliği ve

buna bağlı olarak partiküllerin tarım alanlarını ve Nilüfer Deresi'ni kirletmesi, Ayvalı Deresi ve Nülüfer Deresi'nin diğer alt kollarının getirdiği kirlilikler etkili olmaktadır.

4 nolu istasyonda; Özlüce Mahallesi ve Ertuğrul Mahallesi yerleşimlerinden kaynaklanan evsel atıksu kirlilikleri, Ürünlü Deresi, Kayapa Deresi ve Çalı Deresi'nin getirdiği kirlilikler etkili olmaktadır.

5 nolu istasyonda; NOSAB (Nilüfer Org. San. Bölg.) boşaltımlarının BAAT çıkışları etkili ayrıca Minareli Çavuş Mahallesi evsel atıksuları etkili olmaktadır.

6 nolu istasyonda; tarım alanlarından kaynaklanan kirlilkler, Minareli Çavuş Mahallesi, Doğanköy Mahallesi yerleşimlerinden kaynaklanan evsel nitelikli kirlilikler etkili olmaktadır.

7 nolu istasyonda; tarım alanlarından kaynaklanan kirlilkler, Ahmet Yesevi Mahallesi, Balat Mahallesi, Geçit Mahallesi, Emek Mahallesi, Bademli Mahallesi, Nilüfer Köyü evsel atıksuları, Hamitler Çöp Toplama Alanı sızıntı suları, gıda sanayi, granit ve mermer sanayi, tekstil sanayi ve otomotiv sanayi atıksularından kaynaklanan kirlilikler, çevre yolundan kaynaklanan hava kirliliği ve buna bağlı olarak partiküllerin tarım alanlarını ve Nilüfer Deresi'ni kirletmesi, Nilüfer Çayı, Cilimboz Deresi, Gökdere, Hacivat Deresi, Deliçay, Demirtaş Deresi ve İSKİ kanallarının getirdiği kirlilikler etkili olmaktadır.

8 nolu istasyonda; Gümüştepe Mahallesi, Misi Köyü, Dağyenice Mahallesi, Gökçeören Mahallesi yerleşimlerinden kaynaklanan evsel nitelikli kirlilikler, Doğancı Barajı'ndan sonra Nilüfer Çayı'nın getirdiği kirlilikler etkili olmaktadır.

9 nolu istasyonda; Soğanlı Mahallesi, Çiftehavuzlar Mahallesi, Çirişhane Mahallesi'nden gelen evsel atıksular, Cilimboz Deresi'nin getirdiği kirlilikler etkili olmaktadır.

10 nolu istasyonda; Altınova Mahallesi, Küçükbalıklı Mahallesi'nden gelen evsel atıksular, Cilimboz Deresi'nin getirdiği kirlilikler ve Doğancı Barajı'ndan sonra Nilüfer Çayı'nın getirdiği kirlilikler etkili olmaktadır.

11 nolu istasyonda; Panayır Mahallesi'nden gelen evsel atıksular, Demirtaş Deresi'nin getirdiği kirlilikler etkili olmaktadır.

12 nolu istasyonda; tarım alanlarından kaynaklanan kirlilikler, Veysel Karani Mahallesi'nden gelen evsel atıksular, Gökdere'nin getirdiği kirlilikler etkili olmaktadır.

13 nolu istasyonda; Kaplıkaya Mahallesi'nden gelen evsel atıksular etkili olmaktadır.

14 nolu istasyonda; tarım alanlarından kaynaklanan kirlilikler, Deliçay ve Hacivat Deresi'nin getirdiği kirlilikler etkili olmaktadır.

15 nolu istasyonda; DAAT boşaltımları, tarım alanlarından kaynaklanan kirlilikler, Doğanevler Mahallesi'nden gelen evsel atıksular, Gökdere, Hacivat Deresi, Deliçay ve İSKİ kanallarından gelen kirlilikler etkili olmaktadır.

8.2.5 Uluslararası Standartlar ile Karşılaştırma

Araştırma alanı için Ekolojik Risk Değerlendirmesi modelinde analiz aşamasındaki etkilerin ölçülmesi aşamasında elde edilen kirlilik ve etki değerleri, risklerin belirlenmesi aşamasına geçiş sürecinde uluslararası evrensel standartlar ile karşılaştırılır. Bu çalışmada elde edilen ulusal veriler ile uluslararası standartların karşılaştırılmasında bazı sınırlamalar kabul edilmek zorunda kalınmıştır. Geniş tarihli ve güncel veri azlığı ve veri niteliğindeki yetersizlik, teknolojik yetersizlik ve ekonomik koşullar göz önüne alındığında bu ön kabul kaçınılmaz olmaktadır.

Türkiye'de uygulanmakta olan kirlilik sınır değeri standartlarının AB ve ABD sınır değeri standartlarına göre daha geniş aralıkta olduğu ve özellikle hava ve su kirliliği standartlarına göre yüksek kirlilik değerlerini kabul edilebilir saydığı görülmektedir.

Hava kirliliği kirlilik parametrelerinden SO_2 için sınır değer Türkiye'de 150 µg/m³ iken, ABD'de 80 µg/m³ , AB'de 20 µg/m³ olarak kabul edilmektedir. AB ile Türkiye arasında SO_2 hava kirliliği parametresi açısından **7,5 kat** fark görülmektedir. Aynı şekilde hava kirliliği parametrelerinden Partikül Madde (PM) için sınır değerler karşılaştırıldığında Türkiye ABD'den **3 kat** fazla, AB'den ise **3,5 kat** fazla maksimum PM sınır değerine sahiptir. Su kirliliği parametreleri açısından karşılaştırdığımızda; sıcaklık parametresi açısından Türkiye'de 25-30 C aralığı kabul edilmekte iken AB'de 25 C'den küçük değerler kabul edilmektedir. Çözünmüş oksijen varlığı açısından Türkiye'de 8-3 mg O_2/lt aralığı kabul edilmekte olup, ABD'de 4 mg O_2/lt'den küçük, AB' de de 5 mg O_2/lt'den küçük değerler sınır değer aralığının dışında kabul edilmektedir.

Çizelge 8.19 Hava, su ve toprak kirliliğinin kaynakları, kirleticiler ve uluslararası standartların karşılaştırılması

Kirlilikler	Kaynaklar		Kirleticiler		Sınır Değerler TC	EPA	EU	Birim
Hava Kirliliği	Yerleşim							
	Endüstri	Isınma için kullanılan yakıtlar		SO2 (Kükürtdioksit)	150	80	20	µg/m^3
		Endüstriyel işlemler						
		Elektrik Santralleri		Partikül Madde	150	50	40	µg/m^3
	Ulaşım			CO (Karbonmonoksit)	10000			µg/m^3
				HC (Hidrokarbonlar)	140			µg/m^3
				NO (Azotmonoksit)	200			µg/m^3
				NO2 (Azotdioksit)	100			µg/m^3
				Pb (Kurşun bileşikleri)	500			mg/m^{2}gün
				Partikül Madde	150			µg/m^3
	Tabi Kaynaklar		Volkanlar, Tozlar, Orman Yangınları, Buharlaşma, Okyanus Spreyleri					
Toprak Kirliliği	Evsel atıklar			Kurşun	50			mg/kg
	Tarımsal aktiviteler	Gübreler		Kadmiyum	1			mg/kg
		Pestisitler, Fungusitler, Herbisitler		Krom	100			mg/kg
		Kirli sularla yapılan sulamalar		Bakır	50			mg/kg
		Erozyon		Nikel	30			mg/kg
	Endüstriyel atıklar			Çinko	150			mg/kg
	İnversiyon							mg/kg
	Asit yağmurları			Civa	1			mg/kg
Su Kirliliği	Evsel deşarjlar			pH	6-9	6,5-9	5,5-9	
	Endüstriyel deşarjlar			Sıcaklık	25-30	20-30	<25	C
	Zirai mücadele ilaçları			Çözünmüş Oksijen	8-3	>4	8-5	mgO2/L
	Gübreler			(BOİ) Biyolojik Oksijen İhtiyacı	4-20	5-10	5-7	mg/L
	Katı atık depolama alanları			(KOİ) Kimyasal Oksijen İhtiyacı	25-70	20-50	<40	mg/L
	İnversiyon			Demir	0,3-5	<1	0,2-2	mg/L
				Bakır	0,02-0,2	<1	0,05-1	mg/L
				Kadmiyum	0,003-0,01	<0,003	<0,005	mg/L
				Çinko	0,2-2	<0,5	0,3-1	mg/L
				Kurşun	0,01-0,05	<0,05	<0,05	mg/L
				Krom	0,02-0,2	0,02-0,2	<0,05	mg/L
	Atık ısı							

(T.C Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği, Amerikan Çevre Koruma Ajansı (EPA – National Ambient Air Quality Standarts), Avrupa Birliği (EU- Council Directive 1990/30/EC), T.C Su Kirliliği Kontrolü Yönetömeliği, T.C toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği)

$BOİ_5$ açısından sınır değerler Türkiye'de 4-20 mg/lt iken, ABD ile **2 kat**, AB ile **3 kat** bir fark göze çarpmaktadır. Aynı şekilde KOİ sınır değerinde üst limit Türkiye'de 70 mg/lt iken, ABD'de 50 mg/lt, AB'de ise 40 mg/lt'den küçük değerler kabul edilmektedir. Bunların dışında demir, kadmiyum ve çinko üst sınır değerleri Türkiye'de daha yüksek olup ABD ve AB'de daha düşük değerler üst sınır değer olarak kabul edilmektedir.

8.2.6 Baskı-Tepki Analizi

Analiz aşamasının son adımı olan baskı-tepki analizinde zarar verenler-oluşturduğu etkiler-zarar görenler matrisi oluşturulmuştur. Bu matriste baskı kaynaklarının nasıl bir baskı yaptığı, baskının etkileme profili, yolu ve şiddeti, neye baskı yaptığı ve nasıl bir tepki doğurduğu neden-sonuç ilişkisi çerçevesinde ortaya konulmuştur.

Çizelge 8.20'de baskı unsur kaynaklar ile alıcı ortam, etkilerin ne olduğu, etki türleri, etki özellikleri, etkilerin iletim yolu, alıcı ortamın etkilenme durumu ve oluşan tepkiler değerlendirilmektedir.

Tarımsal faaliyetlerin oluşturduğu baskı kaynakları; gübre kullanımı, pestisit kullanımı, toprağın işlenmesi, aşırı sulama ve anız yakılması faaliyetleridir. Gübre kullanımına bağlı olarak tarım alanlarında toprağın kimyasal dengesinin değişimi ve toprağın pH'ının değişimi gibi etkiler görülmektedir. Ayrıca gübre kullanımı kimyasal gübrelerin drenaj suları ile taşınarak ve hava yolu ile taşınarak Nilüfer Çayı'nın su kalitesinin bozulmasına, taban suyuna karışarak yeraltı sularının kirlenmesine neden olmaktadır. Pestisit kullanımına bağlı olarak tarım alanlarında toprak kimyasının değişimi ve toprak içi faunanın zarar görmesi söz konusudur. Ayrıca pestisit kullanımı kimyasal pestisitlerin drenaj suları ile taşınarak ve hava yolu ile taşınarak Nilüfer Çayı'nın su kalitesinin bozulmasına, taban suyuna karışarak yeraltı sularının kirlenmesine neden olmaktadır. Toprağın aşırı işlenmesi ise havada toz emisyonunu (partikül madde) arttırırken, toprak üst tabakasının incelmesi, toprak besin maddelerinin azalması ve erozyon oluşumuna neden olmaktadır. Aşırı sulamaya bağlı olarak ise; toprakta tuzluluk artmakta, topraktaki besin maddeleri yıkanarak yeraltı sularına karışmakta ve kirlilik riski ortaya çıkarmaktadır. Tarımsal faaliyetler çerçevesinde anız yakılması ise; toprakta karbon miktarının artmasına, toprağın kimyasal yapısının değişmesi ve biyolojik verimliliğinin azalmasına, atmosferde ise kirletici partiküller taşıyan gaz emisyonun artması ve inversiyon ile tekrar toprağa ve Nilüfer Çayı'na taşınmasına neden olmaktadır.

Endüstriyel faaliyetler olarak ise sanayi türlerine bağlı olarak, maden işletmeleri, depolama alanları ve katı atık depolama alanları baskı kaynakları olarak sayılabilir.

Çizelge 8.20 Zarar verenler - oluşturduğu etkiler - zarar görenler matrisi

BASKI UNSURU KAYNAĞI		ALICI ORTAM	ETKİLER	ETKİ TÜRÜ	ETKİ KARAKTERİSTİĞİ	İLETİM YOLU	TEPKİLER
TARIMSAL FAALİYETLER	Gübre kullanımı	Tarım alanları	Toprağın kimyasal dengesini değiştirir	Akut/Yaygın	Kimyasal	toprak-yer altı suyu-Nilüfer Ç	İndirgenmiş azot bileşiklerini, toprakta yetişen bitkilerle suda yaşayan canlılara ulaşıp insanların beslenme zincirine girer. Nitrat ve Nitrit'in canlı bünyesinde belli konsantrasyonların üzerine çıkması toksik etki oluşturmaktadır. Fosfor konsantrasyonunun artması, suda çözünmüş oksijen miktarını azaltarak canlıların ölümlerine sebep olmaktadır.
		Tarım alanları	Toprağın pH sını değiştirir	Akut/Yaygın	Kimyasal	toprak-yer altı suyu-Nilüfer Ç	
		Nilüfer Çayı	Drenaj suları ile taşınarak yüzey sularının kirlenmesine neden olur	Akut/Yaygın	Ekotoksikolojik / Fiziksel / Kimyasal	toprak-Nilüfer Çayı	
		Yer altı suyu	Taban sularının kirlenmesine neden olur	Akut/Yaygın	Ekotoksikolojik	toprak- yer altı suyu	
		Atmosfer	Hava ile taşınarak yüzey sularının kirlenmesine neden olur	Akut/Yaygın	Ekotoksikolojik / Fiziksel / Kimyasal	hava-Nilüfer Çayı	
	Pestisit kullanımı	Nilüfer Çayı	Drenaj suları ile taşınarak yüzey sularının kirlenmesine neden olur	Akut/Yaygın	Ekotoksikolojik / Fiziksel / Kimyasal	toprak-Nilüfer Çayı	Besin zincirine girerek hastalıklara ve ölümlere neden olur.
		Yer altı suyu	Taban sularının kirlenmesine neden olur	Akut/Yaygın	Ekotoksikolojik	toprak-yer altı suyu	Suda çözünmeyen sentetik malzemeler bitkilere ordan besin zincirine katılırak hastalıklara neden olurlar.
		Fauna/Tarım alanları	Toprak içi faunanın zarar görmesi ve toprak kimyasında değişikliğe neden olur	Kronik/ Noktasal	Ekolojik	toprak-fauna-tabansuyu-Nilüfer Çayı	Tür sayısı ile populasyonda azalma ve mutasyonlar gözlenir
	Toprağın işlenmesi	Nilüfer Çayı	Toprak üst tabakasının incelmesi ve erozyon oluşumu	Kronik/ Noktasal	Fiziksel / Kimyasal	toprak-Nilüfer Çayı	Erozyon
		Atmosfer	Havada toz emisyonun artması	Akut/Yaygın	Fiziksel / Kimyasal	hava-Nilüfer Çayı	Akciğer problemleri, bitkilerde solunum problemlerine bağlı verim düşmesi
	Aşırı sulama	Yer altı suyu / Nilüfer Çayı	Topraktaki besin maddelerinin yıkanması ve drenaj suları ile yer altı/yüzey sularına karışması	Akut/Yaygın	Ekotoksikolojik / Fiziksel / Kimyasal	toprak-yer altı suyu-Nilüfer Ç	Çoraklaşma, tuzlanma
		Tarım alanları	Toprakta tuzluluğun artması	Kronik/ Noktasal	Kimyasal	toprak-yer altı suyu-Nilüfer Ç	Çoraklaşma, tuzlanma
		Atmosfer	Havadaki nem seviyesinin değişimi	Akut/Yaygın	Hidrolojik	toprak-hava	Bitkilerin tomurcuklanma zamanı değişir
		Yer altı suyu / Nilüfer Çayı	Yerüstü/yer altı su bilançolarını değiştirmesi	Akut/Yaygın	Hidrolojik		Susuzluk
	Anız yakılması	Tarım alanları	Toprakta karbon miktarının artması	Kronik/ Noktasal	Kimyasal	toprak-yer altı suyu-Nilüfer Ç	Bitkilerde büyüme problemleri
		Tarım alanları	Toprağın biyolojik verimliliğinin azalması toprak kimyasının değişmesi	Kronik/ Noktasal	Biyolojik	toprak-yer altı suyu-Nilüfer Ç	Toprak canlıları populasyonlarında azalma
		Atmosfer	Havada kirletici gaz emisyonun artması ve inversiyon ile yerüstü sularına taşınması	Akut/Yaygın	Ekotoksikolojik / Fiziksel / Kimyasal	hava-Nilüfer Çayı	Akciğer problemleri, bitkilerde solunum problemlerine bağlı verim düşmesi
ENDÜSTRİYEL FAALİYETLER	İşletmeler	Nilüfer Çayı	Atıksular Nilüfer Çayına kaçak olarak deşarj edilmektedir	Kronik/ Noktasal	Ekotoksikolojik / Fiziksel / Kimyasal	Nilüfer Çayı	Toksik maddelerin besin zincirine girmesi sonucunda hastalık ve ölümler
		Yer altı suyu	Atıksular kuyulara deşarj edilerek yer altı suları kirletilmektedir.	Kronik/ Noktasal	Ekotoksikolojik / Fiziksel / Kimyasal	Yer altı suyu-Nilüfer Çayı	Toksik maddelerin besin zincirine girmesi sonucunda hastalık ve ölümler
		Yer altı suyu / Nilüfer Çayı	Yer altı ve yerüstü su ısısında değişim	Akut/Yaygın	Ekolojik	Yer altı suyu-Nilüfer Çayı	Sucul organizmaların populasyonunda azalma veya aşırı artış
		Nilüfer Çayı	Atıksular için mevcut arıtma tesisleri yeterli değildir	Kronik/ Noktasal	Ekotoksikolojik / Fiziksel / Kimyasal	Nilüfer Çayı	
	Maden İşletmeleri	Yer altı suyu	Yer altı su güzergahlarında değişim	Kronik/ Noktasal	Hidrolojik	Yer altı suyu	Yer altı su seviyelerinde değişim
		Tarım alanları	Toprak kirliliği	Kronik/ Noktasal	Kimyasal	toprak-yer altı suyu-Nilüfer Ç	Toprak veriminin düşmesi
		Atmosfer	Toz partiküllerin havaya karışması	Akut/Yaygın	Fiziksel / Kimyasal	hava-Nilüfer Çayı	Akciğer problemleri, bitkilerde solunum problemlerine bağlı verim düşmesi
		Yeraltı suyu	Madencilikte kullanılan kimyasalların yer altı ve yer üstü sularına deşarjı	Kronik/ Noktasal	Ekotoksikolojik / Fiziksel / Kimyasal	toprak-yer altı suyu-Nilüfer Ç	Suda çözünmeyen sentetik malzemeler bitkilere ordan besin zincirine katılırak hastalıklara neden olurlar
	Depolama Alanları	Yeraltı suyu	Sızıntı sularının yer altı su sistemine karışması	Kronik/ Noktasal	Ekotoksikolojik / Fiziksel / Kimyasal	toprak-yer altı suyu-Nilüfer Ç	Toksik maddelerin besin zincirine girmesi sonucunda hastalık ve ölümler
	Katı Atık Depolama Alanları	Yeraltı suyu	Çöp süzüntü suları	Kronik/ Noktasal	Ekotoksikolojik / Fiziksel / Kimyasal	toprak-yer altı suyu-Nilüfer Ç	Ağır metallerin besin zincirine girmesi sonucunda hastalık ve ölümler
		Atmosfer	Partiküllerin hava kalitesini bozması	Akut/Yaygın	Fiziksel / Kimyasal	hava-Nilüfer Çayı	Solunum sorunları
		Nilüfer Çayı	Katı atıklar Nilüfer Çayına dökülmektedir.	Kronik/	Fiziksel / Kimyasal	Nilüfer Çayı	
		Nilüfer Çayı	Atıksuları Nilüfer Çayına deşarj edilmekte ve balık ölümlerine neden olmaktadır	Kronik/ Noktasal	Biyolojik	Nilüfer Çayı	Sucul organizmaların populasyonunda azalma veya aşırı artış
	Dokuma Sanayi	Nilüfer Çayı	Atıksular Nilüfer Çayına kaçak olarak deşarj edilmektedir	Kronik/ Noktasal	Ekotoksikolojik / Fiziksel / Kimyasal	Nilüfer Çayı	Sucul organizmaların populasyonunda azalma veya aşırı artış
	Deri Sanayi	Nilüfer Çayı	Atıksular Nilüfer Çayına kaçak olarak deşarj edilmektedir	Kronik/ Noktasal	Ekotoksikolojik / Fiziksel / Kimyasal	Nilüfer Çayı	Sucul organizmaların populasyonunda azalma veya aşırı artış
	Çimento Sanayi	Atmosfer	Partiküllerin hava kalitesini bozması	Akut/Yaygın	Fiziksel / Kimyasal	hava-Nilüfer Çayı	Akciğer problemleri, bitkilerde solunum problemlerine bağlı verim düşmesi
		Nilüfer Çayı	Atıksular Nilüfer Çayına kaçak olarak deşarj edilmektedir	Kronik/ Noktasal	Ekotoksikolojik / Fiziksel / Kimyasal	Nilüfer Çayı	Sucul organizmaların populasyonunda azalma veya aşırı artış
	Metal Sanayi	Tarım alanları	Ağır metaller ve mineral yağlar toprağa verilmektedir	Kronik/ Noktasal	Kimyasal	toprak-yer altı suyu-Nilüfer Ç	Besin zincirine girerek hastalıklara ve ölümlere neden olur.
	Kauçuk ve plastik sanayi	Atmosfer	Partiküllerin hava kalitesini bozması	Akut/Yaygın	Fiziksel / Kimyasal	hava-Nilüfer Çayı	Akciğer problemleri, bitkilerde solunum problemlerine bağlı verim düşmesi
	Tabakhaneler	Nilüfer Çayı	Organik atıksuların Nilüfer Çayına deşarjı	Kronik/ Noktasal	Biyolojik	Nilüfer Çayı	Sucul organizmaların populasyonunda azalma veya aşırı artış
	Boyahaneler	Nilüfer Çayı	Atıksular Nilüfer Çayına kaçak olarak deşarj edilmektedir	Kronik/ Noktasal	Ekotoksikolojik / Fiziksel / Kimyasal	Nilüfer Çayı	Sucul organizmaların populasyonunda azalma veya aşırı artış
		Tarım alanları	Atıklar toprağa verilmektedir.	Kronik/ Noktasal	Kimyasal	toprak-yer altı suyu-Nilüfer Ç	Toksik maddelerin besin zincirine girmesi sonucunda hastalık ve ölümler
	Maden işleme atölyeleri	Nilüfer Çayı	Atıksular Nilüfer Çayına kaçak olarak deşarj edilmektedir	Kronik/ Noktasal	Ekotoksikolojik / Fiziksel / Kimyasal	Nilüfer Çayı	Toksik maddelerin besin zincirine girmesi sonucunda hastalık ve ölümler
YERLEŞİM	Kentsel yerleşim	Nilüfer Çayı	Evsel kaynaklı atıksular	Akut/Yaygın	Ekotoksikolojik / Fiziksel / Kimyasal	Nilüfer Çayı	Organik ve inorganik atıksuların sucul sisteme girmesi ile organizma sayılarında aşırı artış veya azalma, toksik maddelerden kaynaklı hastalık ve ölümler
	Kırsal yerleşim	Nilüfer Çayı	Evsel kaynaklı atıksular	Akut/Yaygın	Ekotoksikolojik / Fiziksel / Kimyasal	Nilüfer Çayı	
	İkinci konutlar	Nilüfer Çayı	Evsel kaynaklı atıksular	Akut/Yaygın	Ekotoksikolojik / Fiziksel / Kimyasal	Nilüfer Çayı	
	Genel	Atmosfer	Isınma amaçlı faaliyetler sonucunda atmosfere salınan katı patiküller ve kirletici gazlar inversiyon ile Nilüfer çayına ve toprağa oradan drenaj suları ile Nilüfer çayına taşınmaktadır.	Kronik/ Noktasal	Fiziksel / Kimyasal	hava-toprak-Nilüfer Çayı	Akciğer problemleri, bitkilerde solunum problemlerine bağlı verim düşmesi
ULAŞIM	Karayolu	Atmosfer	Otomobillerde salınan katı patiküller ve kirletici gazlar inversiyon ile Nilüfer çayına ve toprağa oradan drenaj suları ile Nilüfer çayına taşınmaktadır.	Akut/Yaygın	Fiziksel / Kimyasal	hava-toprak-Nilüfer Çayı	Akciğer problemleri, bitkilerde solunum problemlerine bağlı verim düşmesi
		Yer altı suyu / Nilüfer Çayı	Don olaylarında tuz kullanımının toprağın biyolojik/kimyasal yapısını değiştirmesi ve buna bağlı olarak yer altı ve yerüstü sularının kirlenmesi	Kronik/ Noktasal	Biyolojik / Fiziksel / Kimyasal	toprak-yer altı suyu-Nilüfer Ç	Yer altı sularının kirlenmesine baülı olarak besin zincirine katılan yabancı maddelerin neden olduğu hastalık ve ölümler
		Atmosfer	Gürültü kirliliği	Akut/Yaygın	Ekolojik	hava	Habitat değişimi
	Havayolu	Atmosfer	Uçaklardan atmosfere salınan katı patiküller ve kirletici gazlar inversiyon ile Nilüfer çayına ve toprağa oradan drenaj suları ile Nilüfer çayına taşınmaktadır.	Akut/Yaygın	Fiziksel / Kimyasal	hava-toprak-Nilüfer Çayı	Solunum sorunları
	Demiryolu	Fauna	Raylı sistemlerden kaynaklanan gürültünün fauna üzerindeki etkisi	Kronik/ Noktasal	Ekolojik	hava	Habitat değişimi

İşletmeler açısından değerlendirildiğinde; atıksuların Nilüfer Çayı'na kaçak olarak boşaltılması, kuyulara boşaltılması ve bunlara bağlı olarak yeraltı ve yerüstü su ısılarındaki değişimler sözkonusudur. Ayrıca işletmelerin mevcut arıtma tesislerinin yetersiz olması veya verimli çalışmamasına bağlı olarak kirlilikler görülmektedir. Maden işletmelerine bağlı olarak yeraltı su güzergâhlarında değişimler, toprak, hava, yeraltı ve yerüstü su kirlilikleri görülmektedir. Depolama alanlarında sızıntı sularının yeraltı sularına karışmasına bağlı olarak kirlilik riskleri mevcuttur. Katı atık depolama alanlarında çöp sızıntı sularının yeraltı sularına karışması ve partiküllerin hava kalitesini bozmasına bağlı olarak hava kirliliği, yeraltı suyu kirliliği ve yüzeysel sular için kirlilik riskleri söz konusudur. Sanayilerde ise; faaliyet alanlarına bağlı olarak boşalttıkları atıklar özellik ve miktar bakımında çeşitlilik göstermektedir. Sanayi atıklarının hava, toprak, yeraltı ve yerüstü kirliliği açısından büyük riskler taşıdıkları görülmektedir. Tüm bu endüstriyel faaliyetlere bağlı olarak zehirli maddelerin besin zincirine girmesi sonucunda hastalık ve ölümler, sucul organizmaların populasyonunda azalma veya aşırı artma, yeraltı su seviyesinde değişimler, toprak veriminin düşmesi, suda çözünmeyen sentetik maddelerin ve ağır metallerin besin zincirine girmesi gibi tepkiler sözkonusudur.

Bunların dışında yerleşimden ve ulaşımdan kaynaklanan baskı kaynakları mevcuttur. Yerleşim alanlarında evsel kaynaklı atıksular kaçak olarak Nilüfer Çayı'na veya kuyular aracılığı ile yeraltına boşaltılmaktadır. Özellikle kanalizasyon şebekesinin bulunmadığı kırsal yerleşimlerde bu tür kirliliklere rastlanılmaktadır. Aynı zamnada altyapısı bulunan kentsel yerleşimlerdeki kanalizasyon kaçaklarıda söz konusudur. Ulaşımın Nilüfer Çayı'na etkisi ulaşım araçlarından salınan katı partiküller ve kirletici gazların inversiyon ile ya direk Nilüfer Çayı'na, ya da toprağa ulaşması sonucunda topraktan yeraltı sularına karışması neticesinde olabilmektedir. Bu baskı kaynaklarının alıcı ortamları olan; tarım alanları, Nilüfer Çayı ve alt kolları, yeraltı suyu ve atmosfer üzerinde etkilileri bulunmaktadır. Bu etkilerin türleri akut, kronik, yaygın veya odaksal olabilmektedir. Etki karakteristikleri ise; kimyasal, fiziksel, ekotoksikolojik, ekolojik, hidrolojik ve biyolojik olabilmektedir. İletim yolları hidrolojik yapı içinde yerüstü ve yeraltı suları ile toprak ve havadır. Oluşan tepkiler çok yönlü olup etki türü ve şiddetine göre su, hava ve toprak kirlilikleri ve buna bağlı riskler olarak sıralanabilir.

8.3 Risklerin Değerlendirilmesi

Bursa Nilüfer Çayı Havzası'nın sahip olduğu fiziki ve beşeri coğrafya özellikleri sebebi ile kirlilik riskleri ile karşı karşıyadır. Bu risklerin en önemlileri hidrografik özelliklerin yönlendirdiği yüzeysel sular ile taşınan yerüstü su kirliliği, toprak kirliliği ve yeraltı su kirliliğidir. Değerlendirme kapsamında fiziki coğrafya özellikleri açısından jeolojik yapı (litoloji), jeomorfoloji, eğim, bakı, iklim ve büyük toprak gruplarının dağılımı ana parametreler olarak kabul edilirken bu parametrelerin alt parametreleri risk oluşturma özelliklerine göre bazı alt parametrelere göre sınıflandırılmış ve değerlendirilmiştir. Beşeri coğrafya özellikleri açısından ise arazi kullanımı ana parametre olarak değerlendirilmiş ve kırılma noktaları olan 1989 ile 1999 yıllarındaki arazi kullanımları ve güncel arazi kullanımı değerlendirilmeye katılmıştır. Arazi kullanımdaki alt parametreler ise tarım, orman ve sert zemin (konut, sanayi, ticaret ve katı atık depolama alanları) olarak değerlendirilmiştir. Kırılma noktaları olarak seçilen yıllardaki fiziki coğrafya özellikleri değişmemekte olup, yalnızca arazi kullanımdaki değişimlere bağlı olarak karşılaştırmalı olarak riskler ortaya konulmuştur.

Nilüfer Çayı Havzası için gerçekleştirilen risk zonlamasının temel elemanlarını havzanın coğrafi özellikleri ile risk türünün karakterleri oluşturmaktadır. Her iki faktöre ait oluşturulan sayısal ve metinsel veritabanı CBS metodolojisinde değerlendirilmiştir.

Havzadaki hidrografik risk türleri olan yerüstü su kirliliğine bağlı toprak kirliliği ve yeraltı su kirliliği risk zonlaması oluşturulması amacı ile temel alınan parametrelerin alt birimlerine azalım-çoğalım ilişkisine bağlı olarak 1-10 arasında değer ataması yapılmıştır. (Çizelge 8.21) Bu aşamadaki uygulamalar için Mekân Analizi (Spatial Analyst) uzantısının Sınıflandırma (Reclassify) modülü kullanılmıştır. Parametrelerin ilgili risklere olan katkılarının aynı oranlarda olmaması nedeni ile risk zonlaması yapılırken farklı katsayılar ile değerlendirilerek, katkılarına göre Mekân Analizi uzantısının Raster Calculater modülü kullanılıp çakıştırılmış (Overlay) ve her bir risk için ayrı bir risk zonlaması yapılmıştır. Daha sonrada her bir risk türünün havzadaki önem derecesine göre tekrar çakıştırılarak (overlay) havzanın hidrografik kökenli yeraltı-yerüstü su kirliliği ve toprak kirliliğini ortaya koyan çoklu (multi) - risk zonlaması yapılmıştır.

Çizelge 8.21 Risk Dereceleri

Risk Derecesi	Açıklama
1	Risksiz Alanlar
2	
3	Az Riskli Alanlar
4	
5	Orta Derecede Riskli Alanlar
6	
7	Yüksek Riske Sahip Alanlar
8	
9	Çok Yüksek Riske Sahip Alanlar
10	

8.3.1 Nilüfer Çayı Havzası'nın Toprak Kirlenmesi ve Yeraltı Suyu Kirlenmesi Risk Analizi

Nilüfer Çayı Havzası toprak kirliliği ve yeraltı suyu kirliliği risk analizi için; jeolojik yapı (litoloji), jeomorfoloji, eğim, bakı, iklim, büyük toprak gurupları ve arazi kullanımı özellikleri tek tek değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler sonucunda 5 farklı risk derecesi ayrımı yapılarak bu özellikler haritalanmıştır (Çizelge 8.23).

Jeolojik yapı parametresi açısından; havzada yer alan kayaç türlerine göre toprağın oluşumuna bağlı olarak toprak türü ve yeraltı-yüzeysel sular arasındaki hidrolojik ilişkileri, toprakta suyun hareketini sağlayan süreçler (infiltrasyon, perkolasyon, permeabilite) farklılık göstermektedir. Büyük boşluklu yapıya sahip kayaçların olduğu alanlarda infiltrasyon yüksektir. Bu nedenle toprak kirliliği ve yeraltı suları kirliliği risk derecesi ve risk çarpanı da yüksektir. Mevcut jeolojik yapı Nilüfer Çayı Havzası'nın gerek doğal kaynak yapısı gerekse kirliliklerin taşınma özellikleri üzerinde belirleyici rol oynamaktadır. Havzada yer alan kayaç türlerinin dağılımı, bu kayaçların boşluklu yapıya sahip olup olmamaları, levha hareketleri ve seizma durumu araştırma alanındaki kirliliklerin yeraltı suyuna karışmasında etkili olan infiltrasyon durumunu ve yeraltı suyu hareketlerinin güzergâhlarını belirlemektedir. Jeomorfolojik yapı parametresine göre risk dereceleri ve çarpanları belirlenirlen jeolojik yapınında belirlediği eğim ve bakı özellikleri önem kazanmaktadır.

Çizelge 8.22 Parametrelere ait alt birimlerin her bir risk türü için etki değerleri (güncel durum)

		Toprak Kirlenmesi Risk Analizi		Yer altı Suyunun Kirlilik Risk Analizi	
PARAMETRELER	ALT PARAMETRELER (SINIFLAMA VE DERECELENDİRME)	Risk Derecesi	Risk Çarpanı	Risk Derecesi	Risk Çarpanı
JEOLOJİK YAPI (Litoloji)	Alüvyon	10	0,1	10	0,25
	Kireçtaşı	9		8	
	Metakırıntılı Kayaç	3		3	
	Meta Volkanit	3		3	
	Metamorfik	3		3	
	Gnays	9		8	
	Traverten	9		8	
	Volkanit Çökelti K.	9		8	
	Yamaç Molozu	7		6	
JEOMORFOLOJİ	Dağlık Alan	2	0,1	1	0,1
	Plato	4		3	
	Ova	10		10	
EĞİM	%0-2	10	0,25	10	0,2
	%2-5	8		7	
	%5-15	4		3	
	%15-100	2		1	
BAKI	Düz alanlar	10	0,05	10	0,03
	Kuzey	2		1	
	Kuzeydoğu	3		2	
	Doğu	1		1	
	Güneydoğu	7		5	
	Güney	8		6	
	Güneybatı	7		5	
	Batı	1		1	
	Kuzeybatı	3		2	
	Kuzey	2		1	
İKLİM	Sıcaklık	3	0,05	2	0,02
	Yağış	6		7	
	Nem	3		2	
	Rüzgarlar	2		1	
BÜYÜK TOPRAK GRUPLARI	Alüvyal T.	10	0,25	10	0,2
	Kırmızı Kahverengi Akdeniz T.	4		4	
	Kireçsiz Kahverengi Orman T.	4		4	
	Kolüvyal T.	8		8	
	Kahverengi Orman T.	4		4	
	Redzina T.	4		4	
	Vertizoller	4		4	
ARAZİ KULLANIŞ (2009)	Konut	3	0,2	3	0,2
	Tarım	9		8	
	Orman	2		2	
	Sanayi	3		3	
	Ticaret	3		3	
	Katı Atık Depolama Alanı	3		3	

Jeomorfolojik oluşumlardan dağlar çok yüksek eğim değerlerine bağlı olarak yağış sularının veya kirlilik boşaltımlarının toprak tarafından infiltrasyona geçmesi süreçlerinde düşük yeraltı ve yerüstü su kirliliği çarpanına işaret etmektedir. Bu

değerler eğim özelliklerinin belirlediği drenaj özelliklerine bağlı olarak platolarda orta, ovalarda ise yüksek risk çarpanı kullanılmasına neden olmuştur.

Eğim parametresine göre sınıflandırma yapılırken eğim derecelerine göre yüzeysel akışa geçen suyun miktarı göz önünde bulundurulmuştur. Eğim derecelerine göre sınıflandırma yapılırken; eğim koşullarına bağlı olarak suyun drenaj ve hareket özellikleri göz önüne alınmıştır. Literatür taraması sonucunda suyun hareketi ile eğim arasında ilişki kuran sel ve taşkınlar ile ilgili çalışmalardan [43],[77] yararlanılmıştır. Eğim ile drenaj koşulları arasındaki ilişki toprak ve yeraltı suyu kirliliği risk derecesi ve risk çarpanının belirlenmesinde etkili olmuştur. 0°- 2 ° eğime sahip araziler toprak kirliliği riski taşıyan jeomorfolojik birimler olup buraları genellikle vadi tabanlarıdır (Davis ve diğerleri, 1997). Eğim değerlerinin 2° ve üstünde olduğu araziler su hareketinin ve buna bağlı olarak kirliliklerin taşınmasının nispeten kolay olduğu arazilerdir. Su akışına uygun olan eğimler infiltrasyonu azaltacaktır. Buna bağlı olarak düşük eğimlerde toprak kirliliği ve yeraltı suyu kirliliği için risk çarpanı yüksek, yüksek eğimlerde ise risk çarpanı düşüktür.

Bakı parametresine göre; havzanın güneşlenme süresi, yüzdesi ve şiddetine bağlı olarak toprağın suya doygunluğu farklılık göstermektedir. Kuzey bakılar güney bakılara oranla daha az güneşlenme yüzdesine sahiptir ve kuzey bakılarda toprağın suya doygunluğu fazla, güney bakılarda ise daha azdır. Toprak suya doygunsa drenaj suları toprak tarafından infiltrasyona uğramandan yüzeysel akışa geçer. Buna bağlı olarak suya doygun olmayan topraklarda toprak kirliliği ve yeraltı suları kirliliği risk derecesi ve risk çarpanı yüksektir.

İklim özelliklerine bağlı olarak kirliliklerin ve yağış sularının toprakta birikmesi veya yüzeysel akışa geçerek uzaklaşması söz konusudur. Yüksek yağışa sahip alanlarda toprak su doygunluğuna ulaşana kadar yüksek infiltrasyona bağlı toprak ve yeraltı suyu kirliliği risk çarpanı yüksektir. Toprak suya doyduktan sonra bu oran azalmaktadır. Aynı şekilde yüksek nem oranına sahip alanlarda toprağın tekstür özelliklerine de bağlı olarak infiltrasyon düşük; yüksek sıcaklıklarda ve sürekli rüzgârların kurutucu etkilerinin görüldüğü alanlarda hızlı buharlaşmaya bağlı olarak toprak ve yeraltı suyu kirliliği risk çarpanları düşüktür.

Büyük toprak grupları parametresi açısından; toprağın tekstür – strüktür yapısına bağlı olarak yüzeysel akışa geçen su miktarı farklılık gösterir. Toprağın killi yada kumlu yapıya sahip olması yüzeysel akışı ve toprakta suyun hareketini sağlayan süreçleri de etkiler. Buna bağlı olarak büyük toprak grupları için risk derecesi ve risk çarpanı belirlenirken araştırma alanındaki toprak türleri killi, kumlu ve killi – kumlu diye gruplandırılmıştır. Killi topraklarda infiltrasyon çok düşük, yüzeysel akış yüksektir. Buna bağlı olarak killi topraklarda toprak kirliliği ve yeraltı suları kirliliği riski için risk çarpanı düşüktür. Kumlu topraklarda infiltrasyon çok yüksek, yüzeysel akış düşüktür. Buna bağlı olarak kumlu topraklarda toprak kirliliği ve yeraltı suları kirliliği riski için risk çarpanı yüksektir. Araştırma alanını topraklarının %79,45'ini Kırmızı Kahverengi Akdeniz, Kireçsiz Kahverengi Orman, Kahverengi Orman, Redzina ve Vertisol toprakları oluşturmaktadır. Bu toprak türlerinin ortak özelliliği infiltrasyon kapasitesinin düşük olmasıdır. Başka bir ifade ile havzanın hemen hemen %80'ini kaplayan topraklar, toprak yüzeyine düşen suyun doğrudan akışa geçmesini sağlayan özelliklere sahiptir.

Arazi kullanımı parametresi açısından; arazi kullanıma bağlı olarak yüzeysel akışa geçen su miktarı farklılık gösterir. Buna bağlı olarak arazi kullanımı için risk derecesi ve risk çarpanı belirlenirken araştırma alanındaki arazi kullanımı türleri orman, tarım ve sert zemin (konut, sanayi, ticaret, v.s) diye gruplandırılmıştır. Orman alanlarında orman ölü örtüsünden dolayı infiltrasyon zayıf ve buna bağlı olarak toprak kirliliği ve yeraltı suları kirliliği riski için risk çarpanı düşüktür. Tarım alanlarında toprağın sürekli işlenmesinden dolayı infiltrasyon yüksek ve buna bağlı olarak toprak kirliliği ve yeraltı suları kirliliği riski için risk çarpanı yüksektir. Sert zeminlerde ise infiltrasyon söz konusu değildir.

Risklerin alt parametrelere göre derecelendirilmesinin ardından jeolojik yapı, jeomorfoloji, eğim, bakı, iklim, büyük toprak grupları ve arazi kullanımı parametrelerine göre önem derecelerine bağlı ağırlıklarını ortaya koyabilmek için risk çarpanları atanmıştır. Buna göre toprak kirlenmesi ve yeraltı suyu kirlenmmesi riski için en yüksek risk çarpanları jeolojik yapı, eğim ve arazi kullanımı, büyük toprak grupları, jeomorfoloji ve iklim şeklinde sıralanmaktadır.

Tez çalışması kapsamında öncelikle güncel toprak ve yeraltı suyu kirliliği riskleri değerlendirilmekte, ardından kırılma noktaları olarak seçilen 1989 ve 1999 yıllarındaki kirlilik riskleri ortaya konulmaktadır (Şekil 8.22 – Şekil 8.23). Ardından ortaya konulan

risklerin kırılma noktalarına göre neden – sonuç ilişkilerine bağlı olarak karşılaştırılması yapılmıştır. Ardından güncel toprak ve yeraltı suyu kirliliği riskleri ile Nazım İmar Planlarına bağlı alınan kararlar ve uygulamalar arasındaki ilişkiler değerlendirililerek değerlendirme ve sonuç bölümüne ulaşılmaktadır.

2009 yılı arazi kullanımına göre Nilüfer Çayı Havzası genelinde çok geniş alanların toprak kirliliği riski altında olduğu görülmektedir (Çizelge 8.23). Çok yüksek riske sahip alanlar havza genelinin %11,31'ini teşkil etmektedir. Yüksek riske sahip alanlar ise havzanın %16,21'lik bölümünü oluşturmaktadır. Bir başka ifade ile havzanın %27,52'lik bölümü toprak kirliliği riski altındadır. Bu alanlar; eğimin % 0-2 aralığında olan, metamorfik kayaçlar ve kahverengi orman toprakları ile kaplı, 7. Sınıf toprak kabiliyetine sahip orman alanlarıdır. Aynı zamanda aynı risk özelliklerini taşıyan diğer alanlar; yüksek infiltrasyon ve düşük yüzeysel akışa sahip kumlu topraklar olan alüvyal topraklar ile kaplı Bursa Ovası ve Nilüfer Çayı akış güzergâhı boyunca çayın mansabına doğru tüm çalışma alanı boyunca görülen düz alanlar, Ayvalı Deresi ve alt kolları olan Ürünlü, Kayapa, Çalı Deresi ve Hasanağa Deresi'nin güzergâhı üzerinde çok yüksek ve yüksek toprak kirliliğine sahip alanlar görülmektedir.

Çizelge 8.23 Toprak kirliliği risk dereceleri, toplam alanları ve yüzdesel dağılımları (2009 yılı için)

AÇIKLAMA	**RİSK DERECESİ**	**T. ALANI (km^2)**	**YÜZDESİ**
Risksiz Alanlar	2-3 arası	153,31	12,10%
Az Riskli Alanlar	3-5 arası	381,16	30,09%
Orta Derecede Riskli Alanlar	5-7 arası	383,51	30,28%
Yüksek Riske Sahip Alanlar	7-9 arası	205,28	16,21%
Çok Yüksek Riske Sahip Alanlar	9-10 arası	143,27	11,31%
TOPLAM		**1266,53**	**100,00%**

Orta derecede toprak kirliliği riskine sahip alanlar araştırma alanının %30,28'ini kaplamakta olup tüm risk grupları içinde en fazla yüzdeye sahip alanlardır. Bu alanlar; eğimin % 0-2 aralığında olan, yüksek infiltrasyon ve düşük yüzeysel akışa sahip kumlu topraklar olan alüvyal topraklar ile kaplı Bursa Ovası ve Nilüfer Çayı akış güzergâhı boyunca çayın mansabına doğru tüm çalışma alanı boyunca görülen düz alanlardır. Bu alanların arazi kullanımına bakıldığında genellikle tarım alanları olduğu görülmekte olup Bursa Ovası'nın güneyinde Bursa kent merkezini oluşturan yerleşim alanlarında,

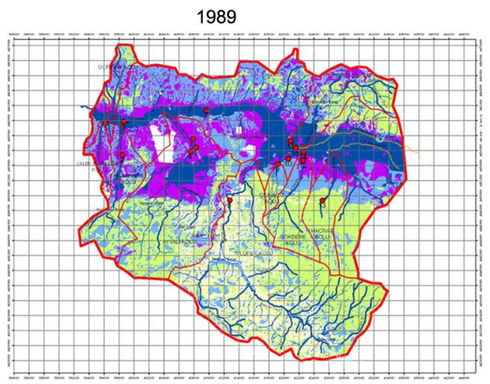
Kayapa ve Çalı göletleri çevresindeki orman ve tarım alanları, Doğancı Barajı ve Nilüfer Barajı ve Demirtaş Barajı'nın koruma alanlarında görülmektedir. Bunun yanında Ayvalı Deresi'nın Nilüfer Çayı'na bağlandığı düzlük alanlarda aynı risk özelliklerini göstermektedir. Tüm çalışma alanında eğim derecesinin % 2-5 aralığında olduğu alanlarda da genellikle orta derecede riske sahip alanlar bulunmaktadır.

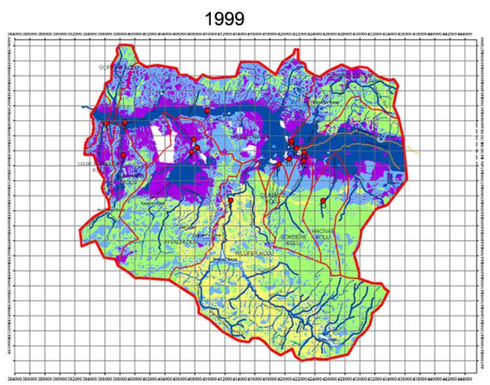
Toprak kirliliği açısından az riskli alanlar araştırma alanının %30,09'unu oluşturmaktadır. Bu alanlar; araştırma alanının kuzeydoğu kesimlerinde eğimin %15'ten büyük olduğu, kireçsiz orman toprağı gibi killi topraklar ile kaplı olan orman alanlarıdır. Aynı zamanda az riskli alanlar araştırma alanının güney kesiminde Nilüfer Çayı Altkolu'nda Nilüfer Çayı güzergâhı boyunca uzanan metamorfik kayaçlar ve kahverengi orman toprağı gibi killi topraklar ile kaplı orman alanları ve Uludağ'ın kuzey ve güney yamaçlarında yer alan volkanit çökel kayalar ve kahverengi orman toprağı ile kaplı orman alanlarıdır. Araştırma alanına genel olarak bakmak gerekirse; eğimin %5'in üzerinde olduğu alanların toprak kirliliği açısından genellikle az riskli alanlar olduğu görülmektedir. Buna göre toprak kirliliği riski ile eğim arasında ters orantı söz konusudur.

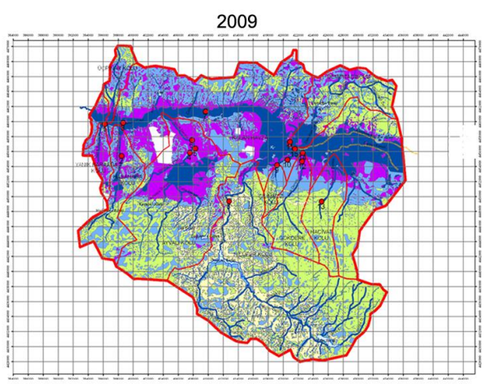
Risksiz alanlar ise havzanın %12,10'unu meydana getirmektedir. Toprak kirliliği riskinin olmadığı alanların havzanın morfolojik özellikleri ile doğrudan ilişkili alanlar olarak görülmektedir. Bu alanlar araştırma alanının güney kesiminde Nilüfer Çayı Altkolu'nda Nilüfer Çayı güzergâhı boyunca uzanan metamorfik kayaçlar ve kahverengi orman toprağı gibi killi topraklar ile kaplı orman alanları genellikle kuzey doğu kesimlerinde yer almakta olup eğimin %15'ten büyük olduğu, kireçsiz kahverengi orman toprağı gibi killi topraklar ile kaplı olan orman alanlarıdır. Ayvalı Deresi Alt Havzası'nda da Çalı Göleti yakın çevresi ve güneye doğru yüksek yamaçların bulunduğu ormanlık alanlarda görülmektedir.

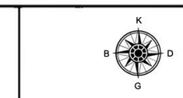
YTÜ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANA BİLİM DALI DOKTORA PROGRAMI

BURSA / NİLÜFER ÇAYI'NIN BAŞKÖY KESTEL BÖLÜMÜ 1989-1999-2009 YILLARI TOPRAK KİRLİLİĞİ RİSK HARİTASI









LEJAND

- ARAŞTIRMA ALANI
- ISTASYONLAR

HİDROLOJİK YAPI

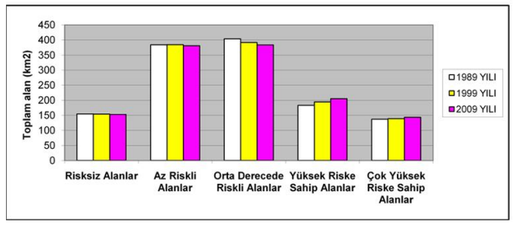
- BARAJ
- HAVZA SINIRLARI VE ALT KOLLARI
- KANAL
- MEVSİMSEL DERE
- SÜREKLİ DERE

RİSK ANALİZİ

- 2 - 3 RİSKSİZ
- 3 - 5 AZ RİSKLİ
- 5 - 7 ORTA DERECEDE RİSKLİ
- 7 - 9 YÜKSEK RİSKLİ
- 9 - 10 ÇOK YÜKSEK RİSKLİ

Yıllara göre toprak kirliliği riski alansal değişimi

		TOPLAM ALANI (km2)		
AÇIKLAMA	**RİSK DERECESİ**	**1989 YILI**	**1999 YILI**	**2009 YILI**
Risksiz Alanlar	2-3 arası	154.79	154.28	153.31
Az Riskli Alanlar	3-5 arası	384.05	384.51	381.16
Orta Derecede Riskli Alanlar	5-7 arası	403.99	391.77	383.51
Yüksek Riske Sahip Alanlar	7-9 arası	183.56	194.55	205.28
Çok Yüksek Riske Sahip Alanlar	9-10 arası	136.97	138.66	143.27
TOPLAM		**1263.36**	**1263.77**	**1266.53**



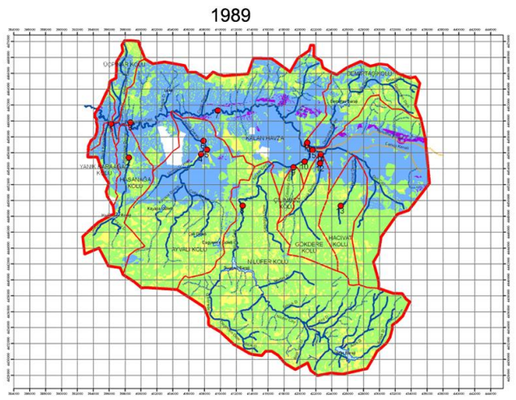
BURSA / NİLÜFER ÇAYI'NIN BAŞKÖY-KESTEL BÖLÜMÜ VE ALT HAVZALARININ KİRLİLİK / RİSK ANALİZİ

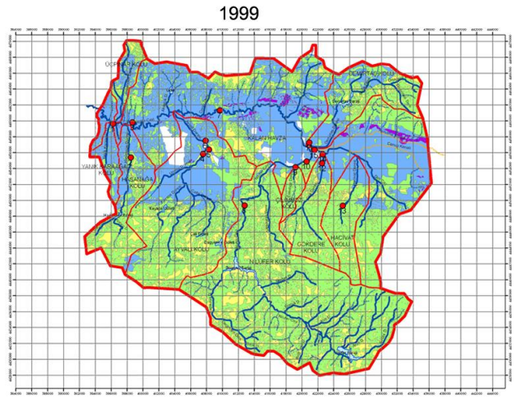
DOKTORA TEZİ
Ufuk Fatih KÜÇÜKALİ
Tez Danışmanı: Prof. Dr. Semra ATABAY

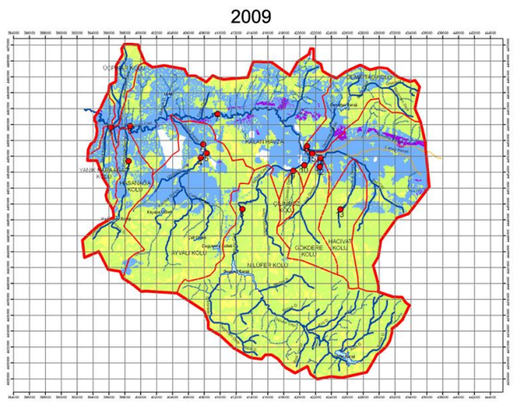
Şekil 8.22 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü 1989 - 1999 - 2009 yılları toprak kirliliği risk haritası

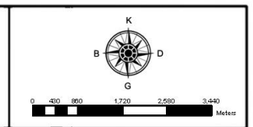
YTÜ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANA BİLİM DALI DOKTORA PROGRAMI

BURSA / NİLÜFER ÇAYI'NIN BAŞKÖY KESTEL BÖLÜMÜ 1989-1999-2009 YILLARI ARASINDA YER ALTI SUYU KİRLİLİĞİ RİSK HARİTASI









LEJAND

- ARAŞTIRMA ALANI
- ISTASYONLAR

HİDROLOJİK YAPI

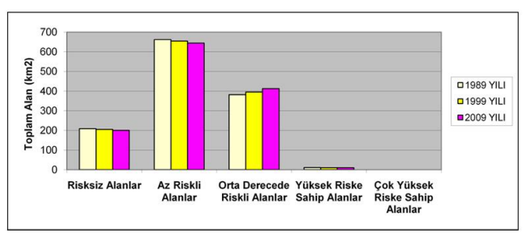
- BARAJ
- HAVZA SINIRLARI VE ALT KOLLARI
- KANAL
- MEVSİMSEL DERE
- SÜREKLİ DERE

RİSK ANALİZİ

- 2 - 3 RİSKSİZ
- 3 - 5 AZ RİSKLİ
- 5 - 7 ORTA DERECEDE RİSKLİ
- 7 - 9 YÜKSEK RİSKLİ
- 9 - 10 ÇOK YÜKSEK RİSKLİ

Yıllara göre yer altı suyu kirliliği riski alansal değişimi

AÇIKLAMA	RİSK DERECESİ	TOPLAM ALANI (km2)		
		1989 YILI	1999 YILI	2009 YILI
Risksiz Alanlar	2-3 arası	208.64	204.97	200.05
Az Riskli Alanlar	3-5 arası	661.81	654.02	643.71
Orta Derecede Riskli Alanlar	5-7 arası	381.97	394.71	412.58
Yüksek Riske Sahip Alanlar	7-9 arası	10.94	10.07	10.19
Çok Yüksek Riske Sahip Alanlar	9-10 arası	0	0	0
TOPLAM		**1263.36**	**1263.77**	**1266.53**



BURSA / NİLÜFER ÇAYI'NIN BAŞKÖY-KESTEL BÖLÜMÜ VE ALT HAVZALARININ KİRLİLİK / RİSK ANALİZİ

DOKTORA TEZİ
Ufuk Fatih KÜÇÜKALİ
Tez Danışmanı: Prof. Dr. Semra ATABAY

Şekil 8.23 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü 1989 - 1999 - 2009 yılları yer altı suyu kirliliği risk haritası

Araştırma alanındaki yeraltı su kirliliği riski taşıyan alanların belirlenmesi aşamasında; risklerin alt parametrelere göre derecelendirilmesinin ardından jeoloji, jeomorfoloji, eğim, bakı, iklim, büyük toprak grupları ve arazi kullanımı parametrelerine göre önem derecelerine bağlı ağırlıklarını ortaya koyabilmek için risk çarpanları atanmıştır. Buna göre yeraltı suyu kirlenmesi riski için en yüksek risk çarpanları jeolojik yapı, ardından büyük toprak grupları ve arazi kullanımı, bakı ve iklim şeklinde sıralanmaktadır.

2009 yılı arazi kullanımına göre araştırma alanı genelinde çok geniş alanların orta derecede yeraltı su kirliliği riski altında olduğu görülmektedir (Çizelge 8.22). Çok yüksek riske sahip alan bulunmamakla birlikte, yüksek riske sahip alanlar havzanın %0,80'lik bölümünü oluşturmaktadır. Bu alanlar; eğimin % 0-2 aralığında olan, metamorfik kayaçlar ve kahverengi orman toprakları ile kaplı, 7. Sınıf toprak kabiliyetine sahip orman alanlarıdır. Aynı zamanda aynı risk özelliklerini taşıyan diğer alanlar; Demirtaş Organize Sanayi Bölgesi'nin batısında yer alan tarım alanları, yüksek infiltrasyon ve düşük yüzeysel akışa sahip kumlu topraklar olan alüvyal topraklar ile kaplı Bursa Ovası ve Nilüfer Çayı akış güzergâhı boyunca çayın mansabına doğru çalışma alanı boyunca görülen düz alanlarda yüksek yeraltı suyu kirliliği riski görülmektedir.

Çizelge 8.24 Yeraltı suyu kirlenmesi risk dereceleri, toplam alanları ve yüzdesel dağılımları (2009 yılı için)

AÇIKLAMA	RİSK DERECESİ	T. ALANI (km^2)	YÜZDESİ
Risksiz Alanlar	1.8 -3 arası	200,05	15,80%
Az Riskli Alanlar	3-5 arası	643,71	50,82%
Orta Derecede Riskli Alanlar	5-7 arası	412,58	32,58%
Yüksek Riske Sahip Alanlar	7-9 arası	10,19	0,80%
Çok Yüksek Riske Sahip Alanlar	9-10 arası	0	0,00%
TOPLAM		**1266,53**	**100,00%**

Orta derecede yeraltı suyu kirliliği riskine sahip alanlar araştırma alanının %32,58'ini kaplamaktadır. Bu alanlar; eğimin % 0-2 aralığında olan, yüksek infiltrasyon ve düşük yüzeysel akışa sahip kumlu topraklar olan alüvyal topraklar ile kaplı Bursa Ovası ve Nilüfer Çayı akış güzergâhı boyunca çayın mansabına doğru tüm çalışma alanı boyunca görülen düz alanlardır. Bu alanların arazi kullanımına bakıldığında genellikle tarım alanları olduğu görülmekte olup Bursa Ovası'nın güneyinde Bursa kent merkezini

oluşturan yerleşim alanları görülmektedir. Bunun yanında Ayvalı Deresi'nın Nilüfer Çayı'na bağlandığı düzlük alanlarda aynı risk özelliklerini göstermektedir. Tüm çalışma alanında eğim derecesinin % 2-5 aralığında olduğu alanlarda da genellikle orta derecede riske sahip alanlar bulunmaktadır.

Yeraltı suyu kirliliği açısından az riskli alanlar araştırma alanının %50,82'sini oluşturmaktadır. Bu alanlar; araştırma alanının kuzey kesimlerinde eğimin %15'ten büyük olduğu, kireçsiz orman toprağı gibi killi topraklar ile kaplı olan orman alanlarıdır. Aynı zamanda az riskli alanlar araştırma alanının güney kesiminde Nilüfer Çayı Altkolu'nda Nilüfer Çayı güzergâhı boyunca uzanan metamorfik kayaçlar ve kahverengi orman toprağı gibi killi topraklar ile kaplı orman alanları ve Uludağ'ın kuzey ve güney yamaçlarında yer alan volkanit çökel kayalar ve kahverengi orman toprağı ile kaplı orman alanlarıdır. Araştırma alanına genel olarak bakmak gerekirse; eğimin %5'in üzerinde olduğu alanların yeraltı suyu kirliliği açısından genellikle az riskli alanlar olduğu görülmektedir. Buna göre yeraltı suyu kirliliği riski ile eğim arasında ters orantı söz konusudur.

Risksiz alanlar ise havzanın %15,80'ini meydana getirmektedir. Yeraltı suyu kirliliği riskinin olmadığı alanların havzanın morfolojik özellikleri ile doğrudan ilişkili alanlar olarak görülmektedir. Bu alanlar araştırma alanının genellikle kuzey kesimlerinde yer almakta olup eğimin %15'ten büyük olduğu, kireçsiz kahverengi orman toprağı gibi killi topraklar ile kaplı olan orman alanlarıdır.

2009 yılı toprak ve yeraltı suyu kirliliği risklerinin değerlendirilmesinin ardından kırılma noktaları olan 1989 ve 1999 yılları risk değerlendirmeleri arazi kullanımdaki değişimlere bağlı olarak yapılmış ve karşılaştırmalı olarak fiziki ve beşeri coğrafya özellikleri çerçevesinde aşağıda değerlendirilmiştir (Şekil 8.24 - Şekil 8.25).

1989, 1999 ve 2009 yılları için yapılan değerlendirmede riski ortaya koyan fiziki coğrafya özellikleri (jeoloji, jeomorfoloji, eğim, bakı, büyük toprak gurupları ve iklim) değişmemekle birlikte risk faktöründeki değişime arazi kullanımdaki yıllara bağlı değişim neden olmaktadır. Bu noktadan hareketle 1989 – 1999 ve 2009 yıllarındaki toprak kirliliği riski değişimleri (Çizelge 8.25) aşağıdaki gibidir:

1989 – 1999 yılları arasında toprak kirliliği açısından risksiz alanlar %0,04 oranında azalmıştır. 1989-2009 yılları arasında risksiz alanlarda yüzölçümü açısından toplam 1,48 km² azalma görülmüş olup, risk gurupları açısından araştırma alanında kapladığı alan %0,15 oranında azalmıştır. 1989 – 1999 yılları arasında toprak kirliliği açısından az riskli alanlar %0,03 oranında artmıştır. 1989-2009 yılları arasında risksiz alanlarda yüzölçümü açısından toplam 2,89 km² azalma görülmüş olup, risk gurupları açısından araştırma alanında kapladığı alan %0,31 oranında azalmıştır. 1989 – 1999 yılları arasında toprak kirliliği açısından orta derecede riskli alanlar %0,98 oranında azalmıştır. 1989-2009 yılları arasında orta derecede riskli alanlarda yüzölçümü açısından toplam 20,48 km² azalma görülmüş olup, risk gurupları açısından araştırma alanında kapladığı alan %1,70 oranında azalmıştır. 1989 – 1999 yılları arasında toprak kirliliği açısından yüksek riske sahip alanlar %0,86 oranında artmıştır.

YTÜ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANA BİLİM DALI DOKTORA PROGRAMI

BURSA / NİLÜFER ÇAYI'NIN BAŞKÖY KESTEL BÖLÜMÜ 1989-1999-2009 YILLARI ARASINDA ARAZİ KULLANIŞTAKİ DEĞİŞİM İLE TOPRAK KİRLİLİĞİ RİSKLERİNİN KARŞILAŞTIRMASI HARİTASI

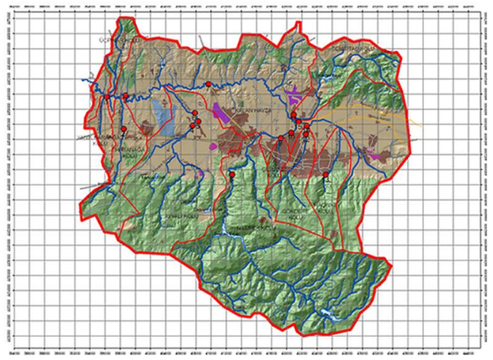
K

B D

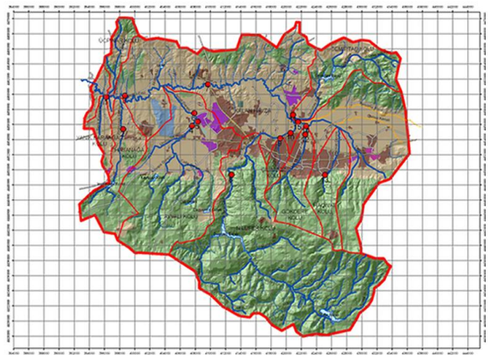
G

0 430 860 1.720 2.580 3.440 Metre

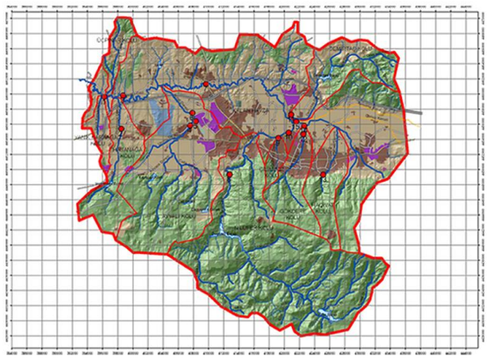
1989 YILI ARAZİ KULLANIMI



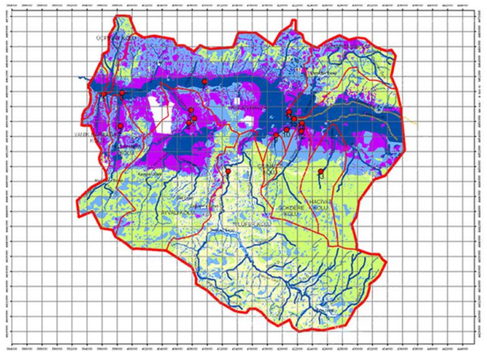
1999 YILI ARAZİ KULLANIMI



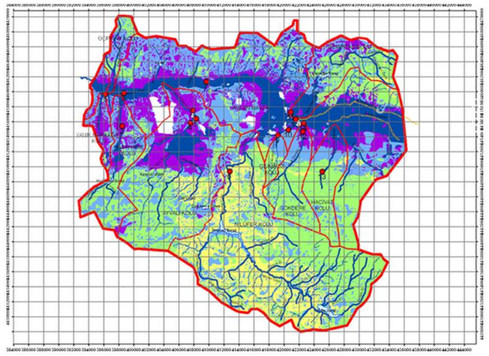
2009 YILI ARAZİ KULLANIMI



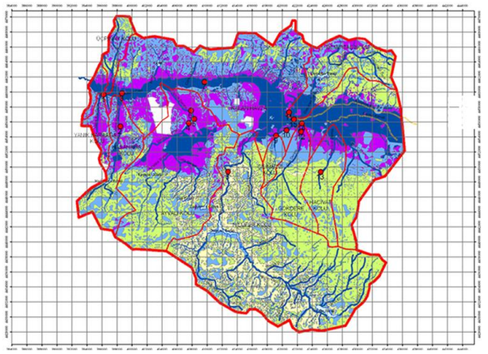
1989 YILI TOPRAK KİRLİLİĞİ



1999 YILI TOPRAK KİRLİLİĞİ



2009 YILI TOPRAK KİRLİLİĞİ



LEJAND

ARAŞTIRMA ALANI

İSTASYONLAR

HİDROLOJİK YAPI

BARAJ

HAVZA SINIRLARI VE ALT KOLLARI

KANAL

MEVSİMSEL DERE

SÜREKLİ DERE

ARAZİ KULLANIMI

ARITMA

BUSKİ

BUTTİM

CEZAEVİ

HAVAALANI

HAYVANAT BAHÇESİ

KONUT DIŞI KENTSEL ÇALIŞMA

KONUT

MEZARLIK

ORMAN

OSB

SANAYİ

SPOR

TARIM

TİCARET

ÇÖP ALANI

ÜNİVERSİTE

RİSK ANALİZİ

2 - 3 RİSKSİZ

3 - 5 AZ RİSKLİ

5 - 7 ORTA DERECEDE RİSKLİ

7 - 9 YÜKSEK RİSKLİ

9 - 10 ÇOK YÜKSEK RİSKLİ

BURSA / NİLÜFER ÇAYI'NIN BAŞKÖY-KESTEL BÖLÜMÜ VE ALT HAVZALARININ KİRLİLİK / RİSK ANALİZİ

DOKTORA TEZİ

Ufuk Fatih KÜÇÜKALİ

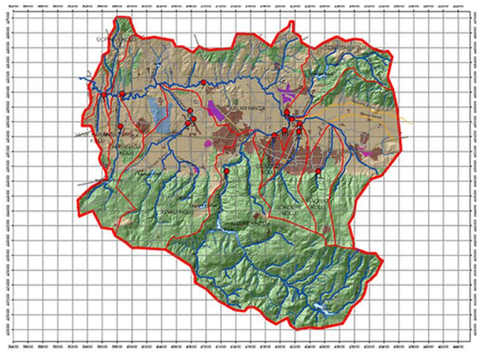
Tez Danışmanı: Prof. Dr. Semra ATABAY

Şekil 8.24 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü 1989 - 1999 - 2009 yılları arasında arazi kullanıştaki değişim ile toprak kirliliği risklerinin karşılaştırması haritası

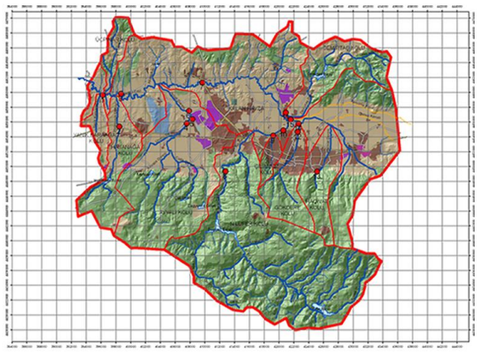
YTÜ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANA BİLİM DALI DOKTORA PROGRAMI

BURSA / NİLÜFER ÇAYI'NIN BAŞKÖY KESTEL BÖLÜMÜ 1989-1999-2009 YILLARI ARASINDA ARAZİ KULLANIŞTAKİ DEĞİŞİM İLE
YER ALTI SUYU KİRLİLİĞİ RİSKLERİNİN KARŞILAŞTIRMASI HARİTASI

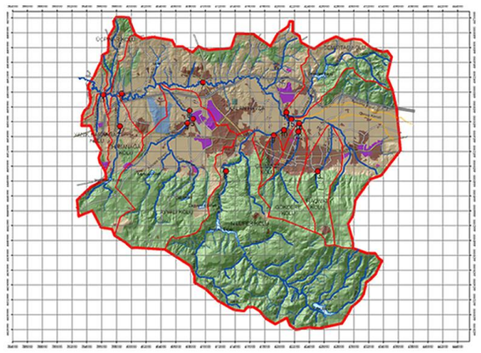
1989 YILI ARAZİ KULLANIMI



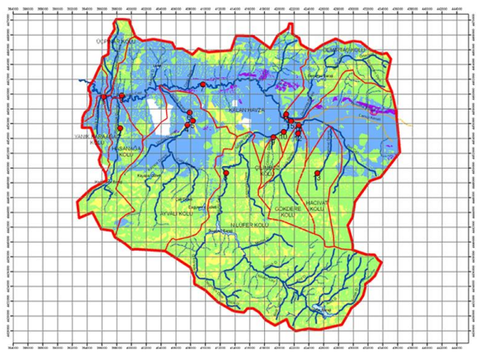
1999 YILI ARAZİ KULLANIMI



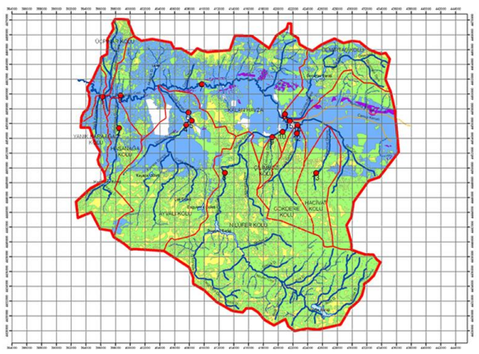
2009 YILI ARAZİ KULLANIMI



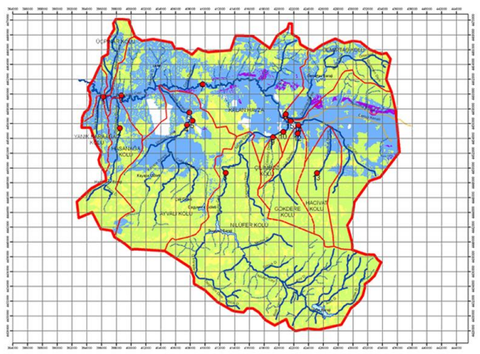
1989 YILI YERALTI SUYU KİRLİLİĞİ



1999 YILI YERALTI SUYU KİRLİLİĞİ



2009 YILI YERALTI SUYU KİRLİLİĞİ



K
B D
G
0 875 1,750 3,500 5,250 7,000 Meters

LEJAND

ARAŞTIRMA ALANI
ISTASYONLAR

HİDROLOJİK YAPI
BARAJ
HAVZA SINIRLARI VE ALT KOLLARI
KANAL
MEVSİMSEL DERE
SÜREKLİ DERE

ARAZİ KULLANIMI
ARITMA
BUSKİ
BUTTİM
CEZAEVİ
HAVAALANI
HAYVANAT BAHÇESİ
KONUT DIŞI KENTSEL ÇALIŞMA
KONUT
MEZARLIK
ORMAN
OSB
SANAYİ
SPOR
TARIM
TİCARET
ÇÖP ALANI
ÜNİVERSİTE

RİSK ANALİZİ
2 - 3 RİSKSİZ
3 - 5 AZ RİSKLİ
5 - 7 ORTA DERECEDE RİSKLİ
7 - 9 YÜKSEK RİSKLİ
9 - 10 ÇOK YÜKSEK RİSKLİ

BURSA / NİLÜFER ÇAYI'NIN BAŞKÖY-KESTEL BÖLÜMÜ VE ALT HAVZALARININ KİRLİLİK / RİSK ANALİZİ

DOKTORA TEZİ
Ufuk Fatih KÜÇÜKALİ
Tez Danışmanı: Prof. Dr. Semra ATABAY

Şekil 8.25 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü 1989 - 1999 - 2009 yılları arasında arazi kullanıştaki değişim ile yer altı suyu kirliliği risklerinin karşılaştırması haritası

1989-2009 yılları arasında yüksek riske sahip alanlarda yüzölçümü açısından toplam 21,72 km² artma görülmüş olup, risk gurupları açısından araştırma alanında kapladığı alan %1,68 oranında artmıştır. 1989 – 1999 yılları arasında toprak kirliliği açısından çok yüksek riske sahip alanlar %0,13 oranında artmıştır. 1989-2009 yılları arasında çok yüksek riske sahip alanlarda yüzölçümü açısından toplam 6,3 km² artma görülmüş olup, risk gurupları açısından araştırma alanında kapladığı alan %0,47 oranında artmıştır.

Çizelge 8.25 Yıllara göre toprak kirliliği riski toplam alanları ve yüzdesel dağılımları

		1989 Yılı		Yüzdesel	1999 Yılı		Yüzdesel	2009 Yılı		Toplam Değişim	
AÇIKLAMA	RİSK DERECESİ	T. ALANI (km2)	YÜZDESİ	Değişim	T. ALANI (km2)	YÜZDESİ	Değişim	T. ALANI (km2)	YÜZDESİ	Alansal (km2)	Yüzdesel
Risksiz Alanlar	2-3 arası	154,79	12,25%	-0,04%	154,28	12,21%	-0,11%	153,31	12,10%	-1,48	-0,15%
Az Riskli Alanlar	3-5 arası	384,05	30,40%	0,03%	384,51	30,43%	-0,34%	381,16	30,09%	-2,89	-0,31%
Orta Derecede Riskli Alanlar	5-7 arası	403,99	31,98%	-0,98%	391,77	31,00%	-0,72%	383,51	30,28%	-20,48	-1,70%
Yüksek Riske Sahip Alanlar	7-9 arası	183,56	14,53%	0,86%	194,55	15,39%	0,82%	205,28	16,21%	21,72	1,68%
Çok Yüksek Riske Sahip Alanlar	9-10 arası	136,97	10,84%	0,13%	138,66	10,97%	0,34%	143,27	11,31%	6,3	0,47%
TOPLAM		1263,36	100,00%		1263,77	100,00%		1266,53	100,00%		

Çizelge 8.26 Yıllara göre yeraltı suyu kirliliği riski toplam alanları ve yüzdesel dağılımları

		1989 Yılı		Yüzdesel	1999 Yılı		Yüzdesel	2009 Yılı		Toplam Değişim	
AÇIKLAMA	RİSK DERECESİ	T. ALANI (km2)	YÜZDESİ	Değişim	T. ALANI (km2)	YÜZDESİ	Değişim	T. ALANI (km2)	YÜZDESİ	Alansal (km2)	Yüzdesel
Risksiz Alanlar	2-3 arası	208,64	16,51%	-0,29%	204,97	16,22%	-0,42%	200,05	15,80%	-8,59	-0,71%
Az Riskli Alanlar	3-5 arası	661,81	52,38%	-0,63%	654,02	51,75%	-0,93%	643,71	50,82%	-18,1	-1,56%
Orta Derecede Riskli Alanlar	5-7 arası	381,97	30,23%	1,00%	394,71	31,23%	1,35%	412,58	32,58%	30,61	2,35%
Yüksek Riske Sahip Alanlar	7-9 arası	10,94	0,87%	-0,07%	10,07	0,80%	0,00%	10,19	0,80%	-0,75	-0,07%
Çok Yüksek Riske Sahip Alanlar	9-10 arası	0	0,00%	0,00%	0	0,00%	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
TOPLAM		1263,36	100,00%		1263,77	100,00%		1266,53	100,00%		

1989 – 1999 ve 2009 yıllarındaki yeraltı suyu kirliliği riski değişimleri (Çizelge 8.26) aşağıdaki gibidir:

1989 – 1999 yılları arasında yeraltı suyu kirliliği açısından risksiz alanlar %0,29 oranında azalmıştır. 1989-2009 yılları arasında risksiz alanlarda yüzölçümü açısından toplam 8,59 km² azalma görülmüş olup, risk gurupları açısından araştırma alanında kapladığı alan %0,71 oranında azalmıştır. 1989 – 1999 yılları arasında yeraltı suyu kirliliği açısından az riskli alanlar %0,63 oranında azalmıştır. 1989-2009 yılları arasında risksiz alanlarda yüzölçümü açısından toplam 18,1 km² azalma görülmüş olup, risk gurupları açısından araştırma alanında kapladığı alan %1,56 oranında azalmıştır. 1989 – 1999 yılları arasında yeraltı suyu kirliliği açısından orta derecede riskli alanlar %1 oranında artmıştır. 1989-2009 yılları arasında orta derecede riskli alanlarda yüzölçümü açısından toplam 30,61 km² artış görülmüş olup, risk gurupları açısından araştırma alanında kapladığı alan %2,35 oranında artmıştır. 1989 – 1999 yılları arasında yeraltı suyu kirliliği açısından yüksek riske sahip alanlar %0,07 oranında azalmıştır. 1989-2009 yılları arasında yüksek riske sahip alanlarda yüzölçümü açısından toplam 0,75 km² azalma

görülmüş olup, risk gurupları açısından araştırma alanında kapladığı alan %0,07 oranında azalmıştır. 1989 – 1999 ve 2009 yılları arasında yeraltı suyu kirliliği açısından çok yüksek riske sahip alanlarda bir değişim görülmemiştir.

Toprak ve yeraltı su kirliliği riskleri açısından 1989 – 1999 ve 2009 yıllarına bağlı değişimlerin ortaya konulmasından sonra bu risk alanları ile planlara bağlı verilmiş olan kararlar ve arazi kullanımdaki yansımaları arasındaki ilikiler ortaya konulmuştur (Şekil 8.24 – Şekil 8.25).

Toprak ve yeraltı su kirliliği riski ile tarım alanlarının yüz ölçümleri arasında doğru orantılı bir ilişki bulunmaktadır. Tarım alanlarında yüksek infiltrasyona bağlı olarak toprak ve yeraltı su kirliliği riski sözkonusudur. Araştırma alanında 1989-1999-2009 yıllarındaki arazi kullanımları karşılaştırıldığında tarım arazilerinin 20 yıllık bu süreç içinde % 6,53 oranında azaldığı görülmektedir. Yüzölçümü açısından bu oran 32,22 km² 'lik bir tarım alanı kaybına işaret etmektedir. Buna rağmen aynı kırılma yıllarında yapılan toprak kirliliği risk analizleri incelendiğinde tarım alanları üzerindeki çok yüksek ve yüksek riske sahip alanların toplamda % 2,15 oranında arttığı ve bu oranın yüzölüçü olarak karşılığının 28,02 km² olduğu görülmektedir. Ayrıca aynı kırılma yıllarında yapılan yeraltı suyu kirliliği risk analizleri incelendiğinde tarım alanları üzerindeki orta derecede riske sahip alanların toplamda % 2,35 oranında arttığı ve bu oranın yüzölüçü olarak karşılığının 30,61 km² olduğu görülmektedir. 1989-1999-2009 yıllarındaki arazi kullanımı değişimleri incelendiğinde tarım alanlarındaki azalmaya karşılık aynı yıllar için yapılan toprak ve yeraltı suyu kirliliği riski analizleri tarım alanları üzerinde risk değerlerinden azalma olması beklenirken; çok yüksek, yüksek ve orta derecede yüksek risk değerlerinde artış görülmektedir. Bunun nedeni geçmiş 20 yıllık süre içinde gerek tarımsal faaliyetlerin yoğun bir şekilde uygulanmasına bağlı olarak toprağın aşırı işlenmesi, gerekse tarımsal faaliyetlerde kullanılan pestisit, fungusit ve kimyasal gübre kullanımlarındaki artışlardır. TUİK'e göre Bursa'da 2009 yılı toplam pestisit kullanımı 3441 ton olup, 20 yıllık süreçte kayıt dışı kullanımlar hariç pestisit kullanımındaki artış ortalama %32'dir.

Toprak ve yeraltı su kirliliği riski ile orman alanlarının yüz ölçümleri arasında ters orantılı bir ilişki bulunmaktadır. Orman alanlarında orman ölü örtüsünden dolayı düşük

infiltrasyon oluşmaktadır. Buna bağlı olarak orman alanlarında toprak ve yeraltı su kirliliği riskinin az olması veya hiç olmaması sözkonusudur.

Araştırma alanındaki orman alanlarının konumları incelendiğinde; araştırma alanının kuzeydoğu kesimlerinde eğimin %15'ten büyük olduğu, kireçsiz orman toprağı gibi killi topraklar ile kaplı olan orman alanları, araştırma alanının güney kesiminde Nilüfer Çayı Altkolu'nda Nilüfer Çayı güzergâhı boyunca uzanan metamorfik kayaçlar ve kahverengi orman toprağı gibi killi topraklar ile kaplı orman alanları ve Uludağ'ın kuzey ve güney yamaçlarında yer alan volkanit çökel kayalar ve kahverengi orman toprağı ile kaplı orman alanları görülmektedir. Araştırma alanındaki orman alanlarının üzerinde dağılış gösterdiği alt havzaların eğim, litoloji, toprak grupları özelliklerine bağlı olarak risk değer atamalarına ve risk ağırlıklarına bağlı olarak toprak ve yeraltı suyu kirliliği riski açısından risksiz veya az riskli alanlar olduğu görülmektedir.

Araştırma alanında 1989-1999-2009 yıllarındaki arazi kullanımları karşılaştırıldığında orman alanlarının 20 yıllık bu süreç içinde % 2,06 oranında azaldığı görülmektedir. Yüzölçümü açısından bu oran 14,07 km² 'lik bir orman alanının amaç dışı kullanılarak konut ve tarım arazisine dönüştürüldüğüne işaret etmektedir. Ayrıca aynı kırılma yıllarında yapılan toprak kirliliği risk analizleri incelendiğinde orman alanları üzerindeki risksiz ve az riske sahip alanların toplamda % 0,46 oranında azaldığı ve bu oranın yüzölüçü olarak karşılığının 4,37 km² olduğu görülmektedir. Ayrıca aynı kırılma yıllarında yapılan yeraltı suyu kirliliği risk analizleri incelendiğinde orman alanları üzerindeki risksiz ve az riske sahip alanların toplamda % 2,27 oranında azaldığı ve bu oranın yüzölüçü olarak karşılığının 26,69 km² olduğu görülmektedir.

1989-1999-2009 yıllarındaki arazi kullanımlarının değişimleri incelendiğinde orman alanlarındaki azalmaya karşılık aynı yıllar için yapılan toprak ve yeraltı suyu kirliliği riski analizleri de orman alanları üzerinde risk değerlerinde azalma olduğunu göstermektedir. Buda kırılma noktalarındaki arazi kullanımına bağlı orman alanlarındaki değişim ile toprak ve yeraltı suyu kirliliği riski değişimleri arasındaki ilişkinin tutarlı olduğunu göstermektedir.

Toprak ve yeraltı suyu kirliliği riski ile konut alanlarının yüz ölçümleri arasındaki ilişki değerlendirilirken konut alanları sert zemin olarak değerlendirilir ve infiltrasyona izin vermediği için fiziki coğrafya özellikleri açısından toprak ve yeraltı suyu kirliliği riski

taşımazlar. Buna rağmen araştırma alanındaki konut alanlarının konumları ve yayılışları incelendiğinde yüksek ve çok yüksek toprak ve yeraltı suyu kirliliği riski taşıdıkları görülmektedir.

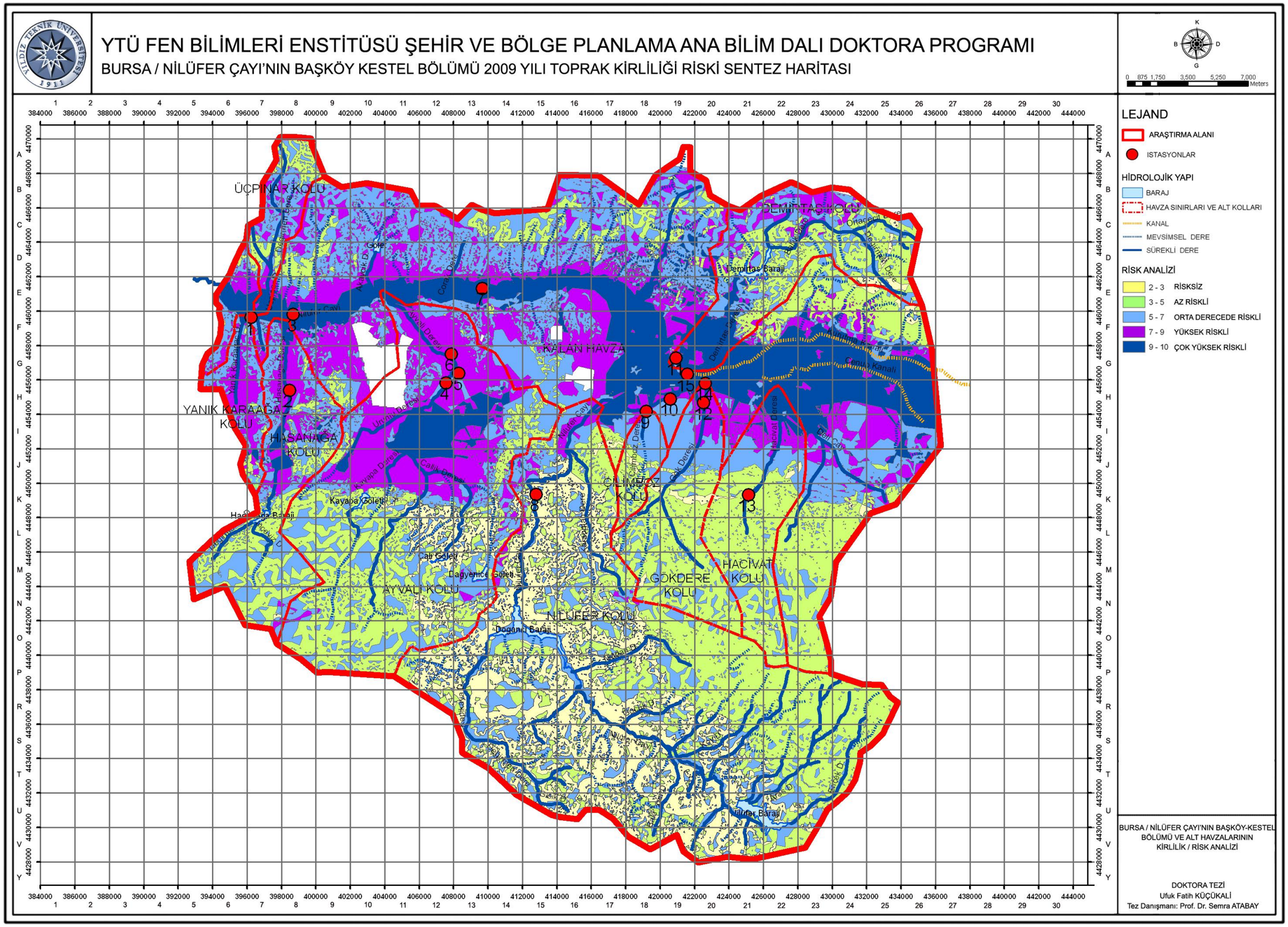
1989-1999-2009 yıllarındaki arazi kullanımları karşılaştırıldığında konut alanlarının kapladıkları yüzölçümündeki artış ile aynı yıllar için yapılan toprak ve yeraltı suyu kirliliği riskleri karşılaştırmasındaki artış arasında tutarlı bir ilişki söz konusudur. Araştırma alanında 1989-1999-2009 yıllarındaki arazi kullanımları karşılaştırıldığında konut alanlarının 20 yıllık bu süreç içinde % 36,42 oranında arttığı görülmektedir. Yüzölçümü açısından bu oran 29,92 km² tarım alanı ve orman alanlarının amaç dışı kullanılarak konut alanına dönüştürüldüğünü işaret etmektedir.

Aynı kırılma yıllarında yapılan toprak kirliliği risk analizleri incelendiğinde konut alanları üzerindeki çok yüksek ve yüksek riske sahip alanların toplamda % 2,15 oranında arttığı ve bu oranın yüzölüçü olarak karşılığının 28,02 km² olduğu görülmektedir. Ayrıca aynı kırılma yıllarında yapılan yeraltı suyu kirliliği risk analizleri incelendiğinde konut alanları üzerindeki orta derecede riske sahip alanların toplamda % 2,35 oranında arttığı ve bu oranın yüzölüçü olarak karşılığının 30,61 km² olduğu görülmektedir.

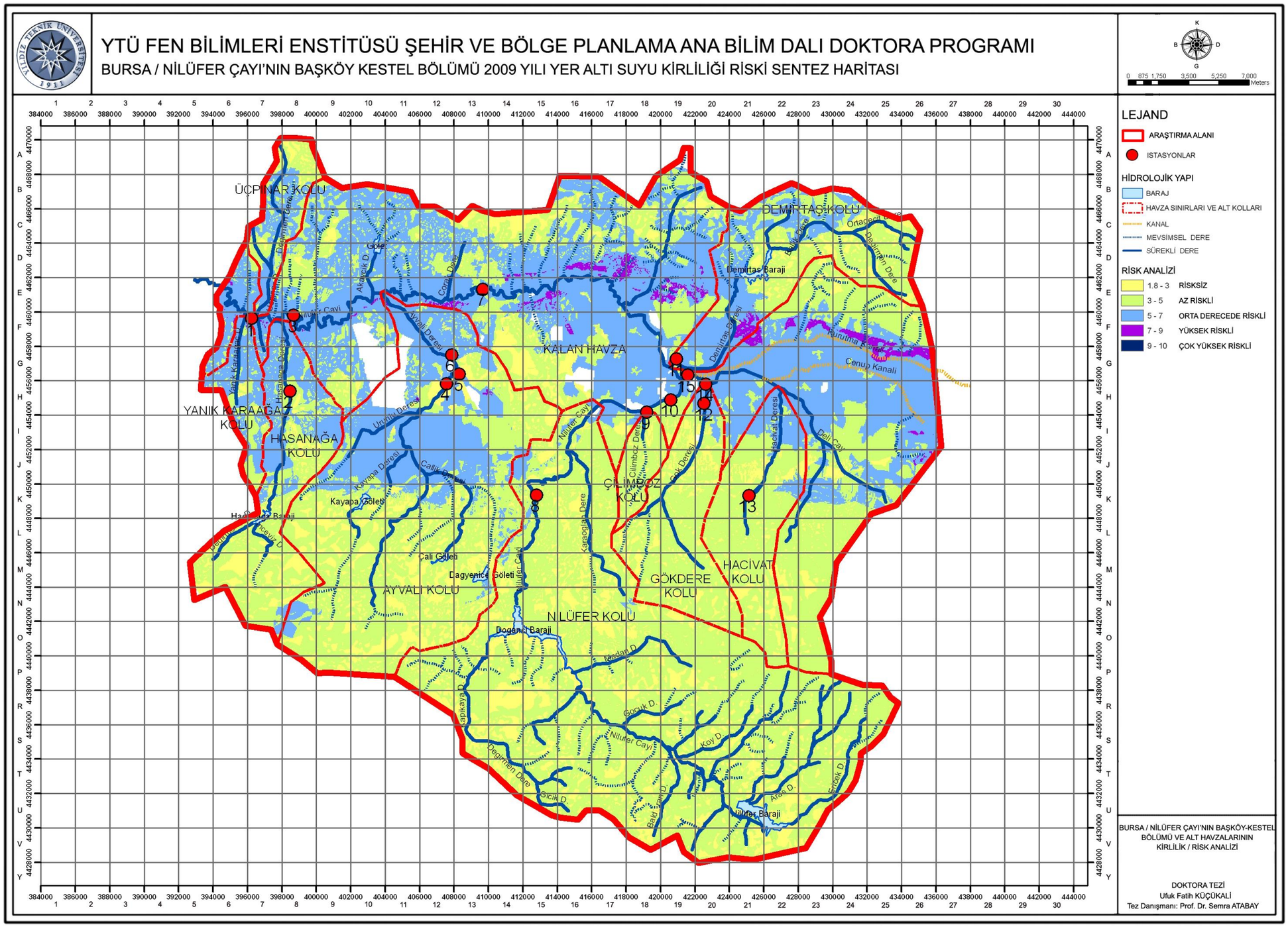
1989-1999-2009 yıllarındaki arazi kullanımı değişimleri incelendiğinde konut alanlarındaki artış ile aynı yıllar için yapılan toprak ve yeraltı suyu kirliliği riski analizlerinde çok yüksek, yüksek ve orta derecede yüksek risk değerlerinde artış görülmektedir. Buda kırılma noktalarındaki arazi kullanıma bağlı konut alanlarındaki değişim ile toprak ve yeraltı suyu kirliliği riski değişimleri arasındaki konut alanlarının sert zemin özelliklerine bağlı infaltrasyonu engellemesinden dolayı bir ilişki olmaması gerekirken, aralarında doğru orantılı bir ilişki olduğunu göstermektedir. Bunun nedeni tezin "Yerleşimden kaynaklanan etkiler, etki türleri ve özellikleri" alt bölümünde detayları ile anlatıldığı gibi konut alanlarından kaynaklanan boşaltımların direk kaçak kuyular ile yeraltı sularına, direk boşaltımlar ile yer üstü sularına ve toprağa karışması, neden oldukları hava kirliliklerinin de inversiyon ile direk toprak ve suya karışmasıdır.

Güncel arazi kullanıma göre araştırma alanında 118,08 km² konut alanı mevcutken, imar planlarına göre 125,73 km² konut alanı öngörülmektedir. Bunun sonucunda 13,65 km² konut alanı yapılması ve güncel konut alanlarının %12,18 oranında arttırılması imar planlarınca desteklenmektedir. Alt havzalar açısından bakıldığında bazı alt havzalarda

(Cilimboz, Gökdere, Hacivat, Üçpınar, Y. Karaağaç Kolları) konut alanlarının imar planlarında öngörülen değerlerin oldukça fazla üzerine çıktığı görülmektedir. Diğer alt havzalarda da konut üretimi imar planlarınca özendirilmektedir. Bunun sonucunda toprak ve yeraltı suyu kirliliği risklerinin artarak devam edeceği imar planlarınca alınan kararların yerine getirilmesi durumunda da görülmektedir.



Şekil 8.26 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü 2009 Yılı Toprak Kirliliği Riski Sentez Haritası



Şekil 8.27 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü 2009 Yılı Yer altı Suyu Kirliliği Riski Sentez Haritası

BÖLÜM 9

SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmanın 8.'inci bölümünde yer alan analitik çalışmalardan elde edilen bulgulara göre araştırma alanındaki kirliliklerin ve kirlilik risklerinin arazi kullanımları ile bunu yönlendiren planlama kararları arasındaki neden – sonuç ilişkileri elde edilmiştir. Yapılmış olan kirlilik araştırmaları incelendiğinde; insan eylemleri ve bunun için dönüştürdüğü doğal çevrenin insan eylemleriyle ekosistemin biyotik ve abiyotik unsurları üzerinde geniş bir boyutta tahribata neden olduğu görülmektedir.

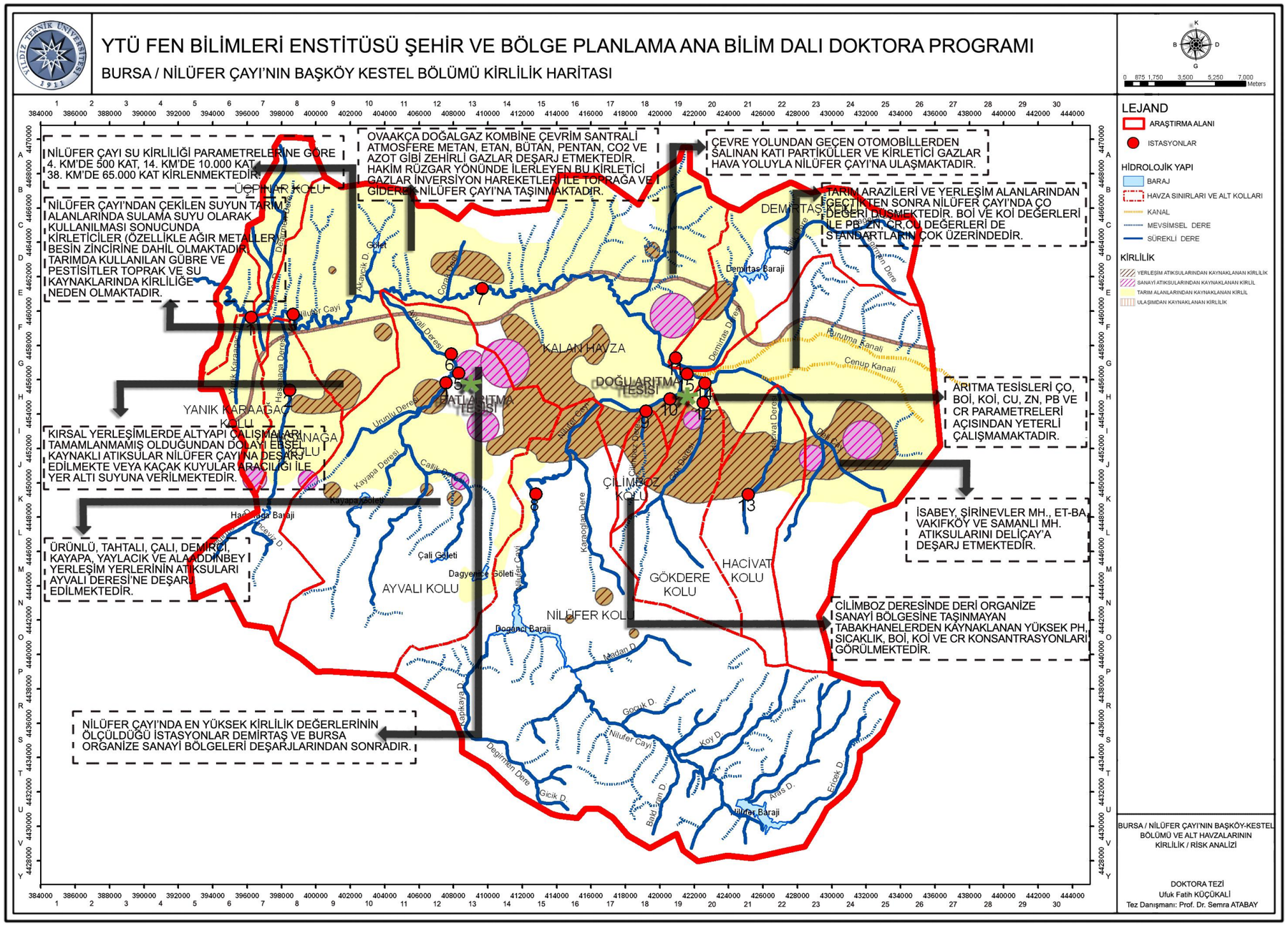
Araştırma alanı olarak ele alınan Bursa Nilüfer Çayı Başköy – Kestel Bölümü ve alt havzalarının güncel arazi kullanımı incelendiğinde (Şekil 6.25) hükümetlerin aldıkları kararlar neticesinde birinci sınıf tarım toprakları üzerinde ve jeolojik açıdan yüksek geçirgenliğe sahip kayaçların oluşturduğu alanlarda (Şekil 5.8) yer alan yerleşim ve sanayi gibi fonksiyon alanlarının havzayı oluşturan doğal kaynaklar üzerinde uluslararası standartlara göre kabul edilebilir ölçütlerin üzerinde kirlilikleri ortaya koyduğu görülmüştür. Bu alanlar: vadi tabanlarını kaplayan ve Bursa Ovası'nı oluşturan alüvyonlar, araştırma alanının kuzey batısında ve kuzeyinde Dereköy, Hasköy, Bademli ve Çağlayan beldeleri ile (Şekil 5.8 - jeoloji haritası: E7, E8, E9) Yanık Karaağaç Kolu Alt Havzası, Hasanağa Kolu Alt Havzası ve Ayvalı Kolu Alt Havzası'nın kuzey kesimlerinde (Şekil 5.8: F7-10, G7-10, H7-10, I7-10, J7-10) kumtaşı-çamurtaşı-kireçtaşı formasyonu alanları, Uludağ kütlesinin zirveye yakın kısımlarından başlayarak güneyde metamorfik formasyona kadar, kuzeyde ise gnays formasyonuna kadar (Şekil 5.8: M19-24, N19-24, O19-24, P19-24, R19-24) yer alan volkanit çökelti kayaçları olarak belirlenmiştir.

Tarım alanlarında kullanılan gübre ve pestisitler, sanayi alanlarından kaynaklanan işlem atıklarının Nilüfer Çayı'na, toprağa ve kuyular aracılığı ile yeraltı suyuna boşaltılması, konut alanlarından kaynaklanan evsel atık suların Nilüfer Çayı'na veya kuyulara boşaltılması, bazı bölgelerde var olan kanalizasyon şebekelerindeki kaçaklar ile ulaşımdan kaynaklanan emisyonlar yeraltı ve yüzey sularını kirletmektedir (Şekil 9.1 - Çizelge 8.20).

Bursa Ovası'nda tarımsal sulama amaçlı olarak kullanılan Nilüfer Çayı'nın Uludağ'daki kaynağından Bursa kent merkezine kadar olan bölümünün yüksek çözünmüş oksijen (ÇO), düşük biyolojik oksijen ihtiyacı (BOI_5) ve kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) değerleri gösterdiğinden kirlenmemiş olduğu kabul edilmektedir. Buna karşılık kent merkezinden geçerek Bursa Ovası'na doğru ilerleyen kesiminde Nilüfer Çayı'nın ÇO değeri düşmekte, BOI_5 ve KOİ değerleri ile kurşun, nikel, çinko, krom, ve bakır konsantrasyonlarının yüksekliği dikkat çekmektedir.

Araştırma alanında en düşük ÇO değerlerinin 2007 yılında Ayvalı Deresi karışımından önce yer alan 7 nolu istasyonda (Şekil 8.7, Şekil 9.1 - kirlilik haritası: E13) yerleşim alanları, tarımsal faaliyetler, sanayi kuruluşları boşaltımları ve hava kirliliğinden kaynaklanarak 0,60 mg O_2/lt olarak ölçülmüş olup 4. sınıf su kalitesini ifade etmektedir (SKKY yönetmeliğine göre ÇO'nun alt limit değeri 3 mg O_2/lt'dir). En yüksek $BOİ_5$ değeri 2001 yılında Ayvalı Deresi üzerinde bulunan 6 nolu istasyonda (Şekil 8.8, Şekil 9.1: G12) gıda sanayi ve tabakhanelerin boşaltımlarından kaynaklanarak 600 mg/lt olarak ölçülmüş olup 4. sınıf su kalitesini ifade etmektedir (SKKY yönetmeliğine göre $BOİ_5$'nin üst limit değeri 20 mg/lt'dir).

En yüksek KOİ değeri değerinin 2001 yılında 6 nolu istasyonun (Şekil 9.1 – kirlilik haritası: G12) bulunduğu Ayvalı Deresi üzerinde gıda sanayi ve tabakhanelerin boşaltımlarından kaynaklanarak 1246,00 mg/lt olarak ölçüldüğü görülmekte olup 4. sınıf su kalitesini ifade etmektedir (SKKY yönetmeliğine göre KOİ'nin üst limit değeri 70 mg/lt'dir).



Şekil 9.1 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü kirlilik haritası

Su kalitesi açısından değerlendirildiğinde Nilüfer Çayı'nın kaynağında su kalitesi ilgili parametrelere göre 1. sınıf su olduğu halde, 4.'cü kilometrede (M14) 500 kat, 14.'cü kilometrede (F18) 10.000 kat ve 38.'inci kilometrede (E6) 65.000 kat kirlenmekte ve 3. ve 4. sınıf su kalitesine dönüşmektedir (Şekil 9.1: kirlilik haritası). Bu olgunun başlıca nedeni; araştırma alanının doğal kaynaklarının fiziksel – biyolojik ve ekolojik özelliklerinin göz ardı edilmiş olduğu arazi kullanımı kararlarının ortaya koyduğu olumsuz etkiler neticesinde özellikle araştırma alanında yer alan sanayi ve kentsel ya da kırsal yerleşimlerin neden olduğu su, toprak ve hava kirlilikleridir. Bu kirliliğin yaklaşık olarak sadece yüzde 10'u evsel nitelikli olup, diğer büyük bir kısmını endüstriyel atıklara bağlı kirliliklerin oluşturduğu görülmektedir.

Bursa Ovası, ülke ve bölge çapında önemli tarım alanlarından biri olup, büyük bir nüfus kitlesinin besin ihtiyacını karşılamakta olduğundan dolayı tarım alanlarında Nilüfer Çayı'ndan çekilen suyun sulama suyu olarak kullanılması sonucunda kirlilikler (özellikle: sodyum, bor ve ağır metaller) tüm canlılar ile insanları direk olarak etkilemektedir. Ağır metaller ihtiva eden sulama suyu nedeniyle, toksik maddeler bitkiler yoluyla besin zincirine katılmakta, önemli sağlık sorunlarına yol açmaktadır (Çizelge 8.1).

Araştırma alanındaki endüstriyel kullanımdan kaynaklanan faaliyetler hava, su, toprak kirlenmesine neden olduğu görülmektedir. Araştırma alanındaki kirliliklere neden olan endüstriyel kullanımlar; işletmeler, maden işletmeleri (Şekil 6.25 – 2009 arazi kullanımı haritası, Şekil 8.15 – sanayi kuruluşları haritası: E26, K13, O21, O23), depolama alanları (E26, F12, K13), tekstil (K8, F14, G12-14, H14, E19-20, I24, J12, J24-27) otomotiv (F19-20, H14-15, I13, J6-9-12), deri (K19, H19-20), çimento (H20, J15), metal (G11-12), gıda (G14-15, I13, K7), kauçuk ve plastik sanayileri (H12-13), tabakhaneler (I18-19), boyahaneler (H19, J20), maden işleme atölyeleri (I20, K11, N19) ve taş ocaklarıdır (E26, K13, O21, O23). Nilüfer Çayı kenarına kurulmuş olan sanayi tesisleri, bir yandan atık suları ile Nilüfer Çayı'nı kirletmekte, bir yandan da yerleşim alanları, tarım alanları ve Nilüfer Çayı üzerinde hava kirliliği oluşturmaktadır. Bu hava kirliliği de inversiyon hareketleri neticesinde tarım alanları ve yüzey sularına ulaşmaktadır. Araştırma alanında endüstriyel faaliyetler sonucu Nilüfer Çayı su kalitesi üzerinde en büyük kirlilik oluşturan etki endüstriyel atıksuların Nilüfer Çayı'na boşaltılmasıdır.

Endüstriyel atıksuların özellikleri endüstri türüne göre farklılıklar göstermekte, aynı sektörde faaliyet gösteren endüstrilerde bile farklı işlem atıklarından oluşan kimyasal içerikler söz konusudur. Kirlilik bileşenlerinin kimyasal özelliklerinin farklı olması nedeniyle her endüstrinin Nilüfer Çayı su kalitesine etkileri de farklı olmaktadır. Nilüfer Çayı'na etki eden endüstrileri detaylı olarak incelemek gerekirse: çalışma alanındaki gıda endüstrisi (Şekil 8.15 – sanayi kuruluşları haritası: G12, I18) atıksuları yüksek organik kirlilik (2001 yılında 6 nolu istasyonda $BOİ_5$ açısından en yüksek değer olan 600 mg/lt ve 9 nolu istasyonda 570 mg/l tile KOİ açısından 6 nolu istasyonda 1246,00 mg/lt) içermektedir. Bursa Ovası'nda yer seçmiş olan tekstil sanayindeki (Şekil 8.15: K15, I18, H19-20, G12) ana kirleticiler ise boya işlemlerinden kaçan boyalar ve bunların neden olduğu renk ve işleme esnasında kostik kullanılması sonucu oluşan yüksek pH (9 nolu istasyonda 9,07 ve 8 nolu istasyonda 9,03 pH değerleri), yüksek Cd (2000 yılında 4 nolu istasyonda 0,713 mg/lt, 6 nolu istasyonda 0,620 mg/lt ve 13 nolu istasyonda 0,558 mg/lt), yüksek Zn (2007 yılında 9 nolu istasyonda 407 mg/lt) ve yüksek Cr (2005 yılında 10 nolu istasyonda 2,564 mg/lt) değerleridir. Araştırma alanındaki kimya endüstrisi (Şekil 8.15: G12-13) atıksuları; yağ emisyonları, sülfit ve fenoller, makine yağları, katı maddeler, yüksek pH, fosfatlar, indirgenemeyen organik maddeler içermektedir. Metal sanayinden (Şekil 8.15: G12-13, L21) kaynaklanan atıksularda ise Cr (2005 yılında 10 nolu istasyonda 2,564 mg/lt), Cd (2000 yılında 4 nolu istasyonda 0,713 mg/lt, 6 nolu istasyonda 0,620 mg/lt ve 13 nolu istasyonda 0,558 mg/lt), CN-, Zn (2007 yılında 9 nolu istasyonda 407 mg/lt) metal kirlilikleri gözlemlenmektedir. Nilüfer Çayı kenarında yer alan tabakhanelerden (Şekil 8.15: I18-19) kaynaklanan atıksuların tipik özellikleri ise; kıl, katı madde, $BOİ_5$, azot, krom, sülfit, yüksek pH ve kokudur.

Bursa'da faaliyet gösteren OSB'lerde ise kendi artıma tesisleri mevcut olmasına rağmen yeterli seviyede ve verimlilikte çalıştırılamamakta, kimyasal ve fiziksel olarak arıtılan atıksular biyolojik olarak arıtılmadan Nilüfer Çayı'na boşaltılmaktadır. Doğu Atıksu Arıtma Tesisi (DAAT – G19) boşaltımlarından önce ve sonra yer alan su kirliliği ölçüm istasyonları olan 14 ve 15 nolu istasyonlar ile Batı Atıksu Arıtma Tesisi (BAAT – G12) boşaltımlarından önce ve sonra yer alan 4 ve 5 nolu su kirliliği ölçüm istasyonları su kirliliği parametrelerine göre değerlendirildiğinde bu tesislerin yeterli seviyede çalışıp çalışmadıkları test edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda DAAT ve BAAT

boşaltımlarından önce ve sonra pH (Çizelge 8.6) ve Fe (Çizelge 8.11) değerlerinin tesislerin işletilmeye başladığı yıl olan 2006 yılından itibaren azalma eğiliminde olduğu, sıcaklık (Çizelge 8.7), Cu (Çizelge 8.12), KOİ (Çizelge 8.10) ve $BOİ_5$ (Çizelge 8.9) değerlerinin artış eğiliminde olduğu, Cd (Çizelge 8.13) değerlerinde anlamlı bir artış veya azalma eğiliminin olmadığı görülmüştür. Ayrıca BAAT boşaltımlarından önce ve sonra Zn (Çizelge 8.14) ve Pb (Çizelge 8.15) değerlerinin bu tesislerin işletilmeye başladığı yıl olan 2006 yılından itibaren azalma eğiliminde olması beklenirken tam tersine artış eğiliminde olduğu görülmüştür. DAAT boşaltımından önce ve sonra ölçülen Zn ve Pb değerlerinde ise azalma görülmektedir. BAAT boşaltımından önce ve sonra Cr (Çizelge 8.16) değerlerinin 2006 yılından itibaren azalma eğiliminde olması beklenirken tam tersine 2006-2007 yılllarında artış eğiliminde olduğu görülmüştür. Bunun yanında DAAT boşaltımından önce ve sonra ölçülen Cr değerlerinde azalma tespit edilmiştir. Bu olgular göstermektedir ki DAAT ve BAAT'nde kimyasal arıtma süreçlerinde sıcaklık, Cu, KOİ, $BOİ_5$, Cd, Zn, Pb ve Cr parametreleri açısından atık suların arıtılması için uygun ve yeterli bir işlem yapılmamaktadır. Endüstriyel faaliyetler sonucu sanayi tesislerinin atıksularını Nilüfer Çayı'na doğrudan boşaltmasının yanında kaçak kuyular ve toprağa yapılan deşarlar ile de yeraltı su sistemine karışan kirlilikler yeraltı sularının kirlenmesine, su ısısında değişime (Çizelge 8.7) ve buna bağlı olarak dolaylı yoldan Nilüfer Çayı su kalitesine etkide bulunmaktadır (Çizelge 8.2).

Nilüfer Çayı ve alt kollarında yer alan sanayi kuruluşlarının yerleri (Şekil 8.15) ve yapılan boşaltımların 1989-1999-2009 yıllarındaki değişimleri incelendiğinde bazı eksterm değerler ve değişimler görülmektedir. Şöyle ki;

Bursa'da sanayi faaliyetlerinin ivme kazandığı yıllar olan 1989-1999 yılları ve 2009 yılında sanayi işletmeleri sayıları (Şekil 8.16) karşılaştırıp işletme sayılarındaki değişimleri, işletmelerin faaliyet alanlarına göre değerlendirdiğimizde (Çizelge 8.18) en yüksek artışın tekstil sanayinde (her on yılda bir 70 işletme faaliyete başlamaktadır), ardından otomotiv ve gıda sanayilerinde (1989-1999 yılları arasında işletme sayısı 3 katına çıkmıştır) olduğu görülmektedir. Boşaltımları yüksek pH, $BOİ_5$, KOİ, ZN, Pb, Cd ve Cr içeren bu sanayi kuruluşlarının sayısındaki artış ile araştırma alanında hidrolojik yapı üzerinde ve Nilüfer Çayı su kalitesi üzerinde oluşturduğu olumsuzluklar arasında neden - sonuç ilişkisi bulunmaktadır. İşletmelerin toplam atık su debilerindeki değişim

incelendiğinde (Şekil 8.18) özellikle 1999-2009 yılları arasında iki katına yakın bir artış görülmektedir. 1989 – 1999 - 2009 yıllarında araştırma alanında faaliyet gösteren işletmelerin toplam $BOİ_5$, KOİ, N ve P değerleri incelendiğinde; $BOİ_5$ ve N değerlerinin her on yılda iki katına çıktığı, KOİ değerinin de benzer bir eğilim gösterdiği, P değerinin ise 1989 yılından günümüze on katı kadar arttığı görülmektedir (Çizelge 8.17, Şekil 8.19, Şekil 8.20) .

Sağlık Bakanlığı ve TUİK'in "Bursa'da alıcı ortamlarına göre boşaltılan atıksu miktarlarının yıllara göre değişimi" [171] verileri incelendiğinde Nilüfer'e boşaltılan atıksu 2001-2005 yılları arasında %25 artmış, yapılan müdahaleler ile 2006 ile birlikte tekrar 2001 yılı seviyesine gerilemiştir. Fakat aynı yılar aralığında araştırma alanında yapılan kontrolsüz boşaltımların kirliliği 2 kat arttırdığı su kirliliği ölçüm istasyonlarından ilgili yıllarda yapılan analizlerde görülmektedir (Çizelge 8.6, Çizelge 8.7, Çizelge 8.8, Çizelge 8.9, Çizelge 8.10, Çizelge 8.11, Çizelge 8.12, Çizelge 8.13, Çizelge 8.14, Çizelge 8.15, Çizelge 8.16).

Kirlilik kaynakları açısından araştırma alanında özellikle Cilimboz Kolu Alt Havzası'nda (Şekil 8.15: I18, J18) yoğunlaşmış olan diğer alt havzalarda da dağınık olarak yerleşmiş olan tabakhanelerin 2008 yılı itibari ile Deri Organize Sanayi Bölgesi'ne (Şekil 8.15 – sanayi kuruluşları haritası: F2) taşınmasına bağlı olarak 2008 yılı itibari ile araştırma alanındaki su kirlilik ölçüm istasyonları değerlerinde değişimler gözlenmiştir. Özellikle 9 (H18) ve 10 (H19) nolu istasyonlarda ve bunun yanında genel olarak tüm araştırma alanındaki istasyonlarda 2008 yılına kadar tabakhanelerin boşaltımlarına bağlı olarak SKKY sınır değerlerinin çok üzerinde ölçülen pH, Sıcaklık, $BOİ_5$, KOİ, Cr değerlerinin 2008 yılından itibaren azalma eğilimine geçtiği görülmektedir. (bkz: Çizelge 8.6, Çizelge 8.7, Çizelge 8.9, Çizelge 8.10, Çizelge 8.16) Bununla birlikte araştırma alanında dağınık olarak bulunan ve Deri Organize Sanayi Bölgesi'ne taşınmayan, işlem atıklarını Nilüfer Çayı'na kuyulara boşaltan boyahaneler faaliyetlerini sürdürmektedir.

Bursa kent merkezinden toplanan çöpler 1996 yılından itibaren Hamitler Kent Katı Atık Sıhhi Depolama alanına (Şekil 6.25 – 2009 yılı arazi kullanımı haritası: F15) götürülmekte olup döküm sahalarında depolanan katı atık miktarları ile ilgili kesin kayıtların tutulmadığı görülmüştür. Hamitler'e atık getiren belediyeler dışında, havzada yer alan belediyelerin tamamına yakınında katı atık bertarafında düzensiz depolama

yöntemi kullanılmaktadır. Genellikle orman vasfını yitirmiş arazilere, dere ve çay kenarlarına, maden hafriyat sahalarına ve açık araziye kontrolsüz bir şekilde dökülmekte olan atıklar, sızıntı suları ile toprak, akarsu ve yeraltı suyunu kirletmektedir. Katı atık depolama alanlarından kaynaklanan çöp sızıntı suları özellikle kontrolsüz / vahşi depolama sahaları olan Kestel-Gürsu bölgesinde (Şekil 6.25: I24) ve Demirtaş vahşi depolama sahasından (Şekil 6.25: D20) Nilüfer Çayı'na ulaşmakta ve içerdikleri organik kirlilik yükleri ile Kestel-Gürsu bölgesinde 14 nolu istasyondaki ölçümlerden ($BOİ_5$ parametresi açısından 2007 yılında 220 mg/lt, 2008 yılında 180 mg/l; KOİ parametresi açısından 2002 yılında 466 mg/lt, 2007 yılında 393 mg/lt; ÇO parametresi açısından 2008 yılında 2,20 O_2/lt) ve Demirtaş bölgesinde ise 11 nolu istasyonda yapılan analizlerden ($BOİ_5$ parametresi açısından 2001 yılında 300 mg/lt, 2007 yılında 138 mg/l; KOİ parametresi açısından 2002 yılında 448 mg/lt, 2005 yılında 299 mg/lt; ÇO parametresi açısından 2008 yılında 1,20 O_2/lt) görüldüğü gibi uluslararası limit değerlerin çok üzerinde ölçüm değerleri ile su kalitesini 4. sınıfa kadar düşürmektedir.

Bunun yanında; Orhaneli Termik Santrali baca gazlarının arıtılmadan doğal ortama verilmesi, diğer taraftan Bursa şehir merkezi ve kırsal yerleşim birimlerinde kalitesiz kömürün ısınma aracı olarak kullanılması sonucunda oluşan baca gazları ve ulaşım araçlarının egsoz gazlarından kaynaklanan hava kirliği sözkonusudur. Dolayısıyla hakim rüzgar yönünün kuzeydoğu yönlü olmasına bağlı olarak, araştırma alanının güneyinde yer alan doğal eşik alanı Uludağ'ı aşamayan kirli hava kütlesi şehir merkezi üzerinde asılı kalmakta, inversiyon ve asit yağmurları ile toprak, su kaynakları ve bitki örtüsünü olumsuz yönde etkilenmektedir.

Doğancı Barajı'ndan çıkan Nilüfer Çayı, Dobruca'da arıtma tesislerinden geçmektedir. Nilüfer Çayı Çekirge ve Hüdavendigâr Mahalleleri'nin (Şekil 6.25 – 2009 yılı arazi kullanımı haritası: K14) kanalizasyon sularını alarak kirlenmeye başlamakta, evsel ve endüstriyel atık alarak akışına devam etmektedir. BUSKİ ve DSİ su kalitesi analizleri değerlendirildiğinde; Nilüfer Çayı'nda en yüksek kirlilik değerlerinin ölçüldüğü istasyonların Demirtaş Organize Sanayi Bölgesi (E20) ve en yüksek kirlilik seviyesine sahip işlem atıkları bulunan boyahanelerin olduğu Bursa Organize Sanayi Bölgesi (G13-14, H13-14) boşaltımlarından sonra olduğu görülmektedir (Çizelge 8.8, Çizelge 8.9,

Çizelge 8.10). Bu istasyonlarda ölçülen yüksek kirlilik değerleri yalnızca sanayi boşaltımlarından kaynaklanmamaktadır. Sanayiye bağlı yakın çevresinde gelişim gösteren yerleşim alanlarının organik maddece zengin kirliliklere sahip evsel atıksularının da etkisi bulunmaktadır. Demirtaş Sanayi Bölgesi ve Bursa Organize Sanayi Bölgesi yakın çevresinde yer alan tarım alanlarında sulama suyu olarak Nilüfer Çayı'nın kullanılması bu kirliliklerin besin zincirine katılmasına neden olmaktadır. Bursa Ovası'nın doğu kesiminin sularının da katılmış olduğu 11 nolu istasyon (G19) olan Panayır Deresi gözlem noktasından alınan su numunelerinde 1,20 mg O_2/lt'ye düşen çözünmüş oksijen değeri, 34 mg/lt'ye çıkan $BOİ_5$ değeri ölçülmüştür. Bu durum Nilüfer Çayı'nın, uluslararası standartlara göre, en kirli su sınıfında olduğunu gösterir. Bir başka gösterge olan pH değeri de incelendiğinde; Nilüfer Çayı'nın kirlenmeye başladığı noktada pH değeri 8,13 iken Panayır Deresi'nde 6,82'ye inmekte, ayrıca ağır metal (özellikle: Cr, Pb, Cd, Cu, Fe, Zn) konsantrasyonlarında önemli artışlar meydana gelmektedir.

Araştırma alanında tarımsal uygulamalar ve sanayi faaliyetlerinin neden olduğu kirlilikler yanında yerleşim alanlarından kaynaklanan kirlilikler tespit edilmiştir. Araştırma alanındaki farklı nitelikteki konut alanlarının mekansal dağılımına baktığımız zaman büyük bir kısmının düzensiz gelişmiş alanlardan oluştuğunu görmekteyiz. Bu alanların bir kısmı ıslah planları ile yeniden yasallaştırılmış (Şekil 6.29 – Bursa Nazım İmar Planı: D13, F15, G15) , bir kısmı ise toplu konut (Şekil 6.29: G9, H8, K9) olarak gerçekleştirilen konut alanlarından oluşmaktadır. Konut alanlarının havza ile ilişkisine bakıldığı zaman önemli bir kısmının verimli tarım arazilerini içeren Bursa Ovası ve orman alanlarında yerleştiği görülmektedir. 1997 yılına kadar havzada bulunan yerleşimlerin büyük kısmının evsel atıksuları Nilüfer Çayı'na boşaltılmaktaydı. Halen BUSKİ atıksu toplama kollektörüne bağlanmadan evsel atıklarını kaçak olarak Nilüfer Çayı'na boşaltan yerleşimler bulunmaktadır. BUSKİ tarafından yaptırılan atıksu toplama kollektörüne yapılan bağlantılar nedeni ile Nilüfer Çayı membasından Nilüfer Çayı'nın Yalova Yolu Panayır Deresi bağlantı noktasına kadar Cilimboz Deresi dışında atıksu boşaltılmamaktadır. Şehrin doğusunda İsabey, Şirinevler Mahallesi'nin bir bölümü, ET-BA, Vakıfköy, Samanlı Mahallesi mevcut İller Bankası Kollektörünün altında kaldığı için halen Deliçay'a, Gökdere civarındaki evsel boşaltımlar da atıksu kollektör bağlantısı

tamamlanan kadar Gökdere'ye boşaltılmaktadır. Kentin batı bölgesinde Ürünlü, Tahtalı, Çalı, Demirci, Kayapa, Yaylacık ve Alaaddinbey yerleşim yerlerinin atıksuları DSİ sulama kanalları ve yan derelere boşaltılmakta, Ayvalı Deresi vasıtası ile Nilüfer Çayı'na ulaşmaktadır. Bu boşaltımların neden olduğu kirlilikler ilgili ölçüm istasyonlarında yapılan ölçümlerde görülebilmektedir. Kırsal yerleşimlerde ise altyapı çalışmalarının tamamlanmamış olmasından dolayı evsel kaynaklı atıksular yan derler aracılığı ile Nilüfer Çayı'na veya kaçak kuyular aracılığı ile yeraltı suyuna boşaltılmaktadır. Buna bağlı olarak yeraltı suyuna karışan kirlilikler kırsal yerleşimlerde ve Bursa Ovası'nda açılmış olan kuyulardan çekilen sular tarımda sulama suyu amacıyla kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra yeraltı suyundan Nilüfer Çayı'na ulaşan kirlilikler tarımsal sulama amacıyla Nilüfer Çayı'ndan çekilen sular ile toprağa verilerek besin zincirine ulaşmaktadır (Çizelge 8.3).

Araştırma alanında ulaşımın neden olduğu kirlilikler incelendiğinde; konu ile ilgili araştırma alanı özelinde yapılmış bilimsel bir çalışma bulunmamasına rağmen ulaşım araçlarından salınan katı partiküllerin ve kirletici gazların hava yolu ile Nilüfer Çayı'na veya inversiyon ile toprağa, yeraltı sularına ve Nilüfer Çayı'na taşındığı yapılan analizlerde görülmektedir. Özellikle bir kısmı viyadük üzerinden giden çevre yolunda egzoz gazlarından çıkan ağır metaller (kurşun, asbest, kadmiyum ve benzerleri) çevredeki tarım alanlarına yayılmakta, hava hareketleri ile tarım arazileri kirlenme açısından geniş bir yelpazede baskı altına alınmaktadır. Aynı zamanda otomobil lastiklerinin sürtünme etkisiyle aşınması ile havaya karışan kirletici partiküller inversiyon ile yerüstü suları, yeraltı suları ve toprağa karışarak besin zincirine dahil olmaktadır. Aynı zamanda ulaşım araçlarında kullanılan benzin özellikleri (solventler vs.), lastik profil derinlikleri Avrupa Çevre Mevzuatı'nda belirlenen koşullara uygun değildir. Özellikle Nilüfer Çayı güzergâhında bulunan çevre yolu yoğun araç trafiği açısından kirlilik riski doğurmaktadır. Aynı zamanda hava yolunun kalkış ve iniş güzergâhlarının tarım arazileri üzerinde olmasının neden olduğu kirlilik riskleri incelendiğinde uçakların özellikle kalkış anında boşalttıkları yoğun uçak yakıtı atıkları Nilüfer Çayı'na veya toprağa oradan da yeraltı sularına karışmaktadır. Bursa Yenişehir Havaalanı'nın konumu da çevresindeki tarım arazileri açısından aynı riski ortaya koymaktadır (Çizelge 8.4).

RİSK KAYNAKLARI		ALT BİLEŞENLERİ	RİSK OLUŞTURAN ETKİLER	Toprak ve Yer altı Suyu Kirliliği Risk Analizi		
				Riskin Görüldüğü Yerler	Risk Derecesi	Risk Derecesi Açıklaması
DOĞAL YAPIYA BAĞLI RİSK KAYNAKLARI	JEOLOJİK YAPI (Litoloji)	Alüvyon	Kumlu yapısına bağlı olarak infiltrasyon kapasitesi çok yüksek	Bursa Ovası ve Nilüfer Çayı güzergahı boyunca vadi tabanlarında	10	Çok Yüksek Risk
		Kireçtaşı	İnfiltrasyon kapasitesi yüksek	Dereköy, Hasköy, Bademli ve Çağlayan Beldeleri, Y. Karağaç Kolu Althavzası	9	Çok Yüksek Risk
		Metakırıntılı Kayaç	İnfiltrasyon kapasitesi düşük	Katırdağı'nın kuzeydoğu yamaçları	3	Az Riskli
		Meta Volkanit	İnfiltrasyon kapasitesi düşük	Dürdane Tepesi'nin güney yamaçları	3	Az Riskli
		Metamorfik	İnfiltrasyon kapasitesi düşük	Uludağ'ın güney yamaçları	3	Az Riskli
		Gnays	İnfiltrasyon kapasitesi yüksek	Uludağ'ın kuzey yamaçları	9	Çok Yüksek Risk
		Traverten	İnfiltrasyon kapasitesi yüksek	Çekirce, Kükürtlü ve Kaynarca	9	Çok Yüksek Risk
		Volkanit Çökelti K.	İnfiltrasyon kapasitesi yüksek	Uludağ'ın zirvesine yakın kısımları	9	Çok Yüksek Risk
		Yamaç Molozu	İnfiltrasyon kapasitesi yüksek	Demirtal Kolu Althavzası, Kuruçeşme ve Üçpınar Beldeleri	7	Yüksek Risk
	JEOMORFOLOJİ	Dağlık Alan	İnfiltrasyon kapasitesi çok düşük	Uludağ	2	Risksiz
		Plato	İnfiltrasyon kapasitesi düşük	Nilüfer Çayı Kolu Althavzası	4	Az Riskli
		Ova	İnfiltrasyon kapasitesi yüksek	Bursa Ovası	10	Çok Yüksek Risk
	EĞİM	%0-2	İnfiltrasyon kapasitesi yüksek	Bursa Ovası ve Nilüfer Çayı güzergahı boyunca vadi tabanlarında	10	Çok Yüksek Risk
		%2-5	İnfiltrasyon kapasitesi yüksek	Nilüfer Çayı'nın aktığı vadi tabanları ile yüksek kesimler arasında	8	Yüksek Risk
		%5-15	İnfiltrasyon kapasitesi düşük	Uludağ'ın etekleri	4	Az Riskli
		%15-100	İnfiltrasyon kapasitesi çok düşük	Uludağ ve diğer dağlık alanlar	2	Risksiz
	BAKI	Düz alanlar	İnfiltrasyon kapasitesi yüksek	Bursa Ovası	10	Çok Yüksek Risk
		Kuzey	İnfiltrasyon kapasitesi düşük	Araştırma alanının kuzey bakılı alanları	2	Risksiz
		Doğu	İnfiltrasyon kapasitesi düşük	Araştırma alanının doğu bakılı alanları	1	Risksiz
		Güney	İnfiltrasyon kapasitesi yüksek	Araştırma alanının güney bakılı alanları	8	Yüksek Risk
		Batı	İnfiltrasyon kapasitesi düşük	Araştırma alanının batı bakılı alanları	1	Risksiz
	İKLİM	Sıcaklık	Yüksek sıcaklık görülen alanlarda buharlaşmadan dolayı infiltrasyon düşük	Bursa Ovası	3	Az Riskli
		Yağış	Yüksek yağışa sahip alanlarda toprak su doygunluğuna ulaşana kadar infiltrasyon yüksek	Uludağ'ın kuzey yamaçları	6	Orta Derecede Riskli
		Nem	Düşük nem oranına sahip alanlarda infiltrasyon yüksek	Uludağ'ın kuzey yamaçları	3	Az Riskli
		Rüzgarlar	Sürekli rüzgarların kurutucu etkilerinin görüldüğü alanlarda buharlaşmaya bağlı olarak infiltrasyon düşük	Uludağ'ın kuzey yamaçları	2	Risksiz
	BÜYÜK TOPRAK GRUPLARI	Alüvyal T.	İnfiltrasyon kapasitesi yüksek	Bursa Ovası ve Nilüfer Çayı güzergahı boyunca vadi tabanlarında	10	Çok Yüksek Risk
		Kırmızı Kahverengi Akdeniz T.	İnfiltrasyon kapasitesi düşük	Nilüfer Organize Sanayi Bölgesi, Özlüce, Hamitler Katı Atık Depolama Merkezi ve Çukurca Köyü	4	Az Riskli
		Kireçsiz Kahverengi Orman T.	İnfiltrasyon kapasitesi düşük	Bursa kent merkezi	4	Az Riskli
		Kolüvyal T.	İnfiltrasyon kapasitesi yüksek	Uludağ'ın kuzey yamaçları	8	Yüksek Risk
		Kahverengi Orman T.	İnfiltrasyon kapasitesi düşük	Nilüfer, Ayvalı ve Hasanağa Kolu Alt havzaları,	4	Az Riskli
		Redzina T.	İnfiltrasyon kapasitesi düşük	Soğukpınar Köyü	4	Az Riskli
		Vertizoller	İnfiltrasyon kapasitesi düşük	Hasanağa ve Ayvalı Kolu Althavzaları	4	Az Riskli
ARAZİ KULLANIŞA BAĞLI RİSK KAYNAKLARI	TARIMSAL FAALİYETLER	Gübre kullanımı	Toprağın kimyasal dengesinin değişimi	Bursa Ovası ve diğer tarım alanları	9	Çok Yüksek Risk
			Drenaj suları ile taşınarak yüzey sularının kirlenmesi		9	Çok Yüksek Risk
			Taban sularının kirlenmesi		9	Çok Yüksek Risk
		Pestisit kullanımı	Drenaj suları ile taşınarak yüzey sularının kirlenmesi		9	Çok Yüksek Risk
			Taban sularının kirlenmesi		9	Çok Yüksek Risk
		Aşırı sulama	Topraktaki tuzlanmanın artması		4	Az Riskli
			Kirliliklerin yer altı suyuna iletilmesi		7	Yüksek Risk
	ENDÜSTRİYEL FAALİYETLER	İşletmeler	Atıksuların Nilüfer Çayı'na deşarjı	OSB'ler dışında kent içinde dağınık olarak yer seçmiş olan işletmeler	10	Çok Yüksek Risk
			Atıksuların kuyulara deşarjı	Karacabey, Osmangazi, Nilüfer, Yıldırım, Mustafakemalpaşa, İnegöl, Kestel ilçeleri, Çalı, Demirtaş ve Görükle beldeleri ile Bademli'de bulunan çeşitli sanayi bölgelerinde	10	Çok Yüksek Risk
			Mermer ve taşocakları sanayii katı atıklarının Nilüfer Çayı'na dökülmesi	Uludağ, Karacabey, Mustafa Kemal Paşa'daki mermer ve taşocakları sanayi	7	Yüksek Risk
			Tekstil, Otomotiv, Gıda, Deri, Çimento, Metal, Kauçuk ve Plastik Sanayii atık sularının Nilüfer Çayına, kuyulara ve toprağa deşarjı	Demirtaş, Bursa Ticaret Odası, Nilüfer, Gürsu ve Kestel OSB'nin atıksuları gerek kısmi olarak arıtılarak gerekse hiç arıtılmadan Nilüfer Çayı ve kuyulara deşarj edilmektedir	10	Çok Yüksek Risk
		Maden işletmeleri	Yer altı su güzergahlarındaki değişim	Kaynarca-Çekirge, Orhangazi-Keramet- İnegöl-Oylat, Gemlik-Terme, Dümbüldek, Orhaneli-Ilıcaksu, Orhaneli-Sadağ ve Ağaçhisar jeotermal alanları	3	Az Riskli
			Madencilik atıklarının yer altı ve yerüstü sularına deşarjı	Hayriye ve Saadet Köyü'ndeki bakır, kurşun ve çinko maden işletmeleri, Orhaneli ve Harmancık'taki krom işletmeleri, Kestelek sahasındaki bor maden işletmeleri	8	Yüksek Risk
			Toprak kirliliği	Orhaneli-Burmu-Çivili- Sağırlar, Keles-Harmanalan, Keles-Davutlar, Mustafa Kemal Paşa-Devecikonağı, Soğukpınar kömür sahaları ve Orhaneli-Burmu-Çivili-Sağırlar linyit sahasında	7	Yüksek Risk
		Depolama alanları	Sızıntı sularını yer altı sularına karışması	Demirtaş, Bursa Ticaret Odası, Nilüfer, Gürsu ve Kestel OSB'nin yakın çevresinde yapılan kaçak depolama alanları	10	Çok Yüksek Risk
		Katı atık depolama alanları	Çöp süzüntü suları	Hamitler süzüntü suyu arıtma tesisi ve kaçak depolama yapılan alanlar	9	Çok Yüksek Risk
		Tabakhaneler	Organik atıksuların Nilüfer Çayı'na deşarjı	Şehir merkezindeki tabahhaneler ve Deri Organize sanayi Bölgesi'ndeki tabakhaneler	9	Çok Yüksek Risk
		Boyahaneler	Atıksuların Nilüfer Çayı'na deşarjı	Bursa Tekstil Boyahaneleri OSB	10	Çok Yüksek Risk
			Atıksuların kuyulara ve toprağa deşarjı	Bursa Tekstil Boyahaneleri OSB	10	Çok Yüksek Risk
	YERLEŞİM	Kentsel Yerleşim	Evsel kaynaklı atıksuların Nilüfer Çayı'na	Bursa Ovası, Çekirge ve Hüdavendigar Mh.	8	Yüksek Risk
			Kanalizasyon kaçaklarının ve foseptiklerin yer altı suyuna karışması	Şehrin doğusunda İsabey, Şirinevler Mahallesinin bir bölümü, ET-BA, Vakıfköy, Samanlı Mahallesi mevcut İller Bankası Kollektörünün altında kaldığı için halen Deliçay'a, Gökdere civarındaki evsel deşarjlar da atıksu kollektör bağlantısı tamamlanan kadar Gökdere'ye deşarj	9	Çok Yüksek Risk
		Kırsal Yerleşim	Evsel kaynaklı atıksuların Nilüfer Çayı'na deşarjı		9	Çok Yüksek Risk
			Foseptiklerin yer altı suyuna karışması		9	Çok Yüksek Risk
	ULAŞIM	Karayolu	Otomobillerden salınan katı partiküllerin ve kirletici gazların Nilüfer Çayı'na, toprağa ve yer altı suyuna taşınması	Nilüfer Çayı boyunca uzanan Çevre Yolu yakın çevresi, Ankara - İzmir yolu ile Mudanya ve Yalova yolları yakın çevresi, kent içi toplayıcı ve dağıtıcı yolların yakın çevresi ve etki alanı	6	Orta Derecede Riskli
		Havayolu	Uçaklardan salınan katı patikül ve kirletici gazların Nilüfer Çayı'na, toprağa ve yer altı suyuna taşınması	Bursa Yenişehir Havaalanı yakın çevresi ve etki alanı	3	Az Riskli

Çizelge 9.1 Araştırma alanında toprak kirliliği ve yer altı suyu kirliliği risk kaynakları, riski oluşturan etkiler ve risk dereceleri matrisi

Kaynak: Akbay, 1998; Küçükali, 2005'den yararlanarak hazırlanmıştır.

Araştırma alanındaki kirliliklerin değerlendirilmesinin ardından bu kirliliklerin neden olduğu toprak ve yeraltı suyu kirlilik riskleri değerlendirilmiştir (Çizelge 9.1). Doğal yapıya bağlı risk kaynakları jeolojik yapı, jeomorfoloji, eğim, bakı, iklim ve büyük toprak gruplarıdır. Buna bağlı olarak çok yüksek riskli alanlar: sahip olduğu jeolojik yapı özelliklerine göre alüvyonlar ile kaplı Bursa Ovası ve Nilüfer Çayı güzergâhı boyunca uzanan vadi tabanları; kireç taşı ile kaplı Dereköy, Hasköy, Bademli ve Çağlayan beldeleri; gnays, traverten ve volkanit çökeller ile kaplı Çekirge, Kükürtü, Kaynarca beldeleri ve Uludağ'ın kuzey yamaçlarıdır (Şekil 8.26, Şekil 8.27). Jeomorfolojik özellikler, eğim ve bakı özellikleri açısından çok yüksek sahip alanlar Bursa Ovası ve Nilüfer Çayı güzergâhı boyunca uzanan vadi tabanlarıdır. Arazi kullanıma bağlı risk kaynakları; tarımsal faaliyetler, endüstriyel faaliyetler, yerleşim ve ulaşımdır. Buna bağlı olarak çok yüksek riskli alanlar: Bursa Ovası ve araştırma alanı içinde gübre ve pestisit kullanılan ayrıca sulama suyu olarak Nilüfer Çayı'ndan yararlanılan tarım alanları; tekstil, otomotiv, gıda, deri, çimento, metal, kauçuk ve plastik sanayilerinin faaliyet gösterdiği Karacabey, Osmangazi, Nilüfer, Yıldırım, Mustafakemalpaşa, İnegöl, Kestel ilçeleri, Çalı, Demirtaş ve Görükle beldeleri ile Bademli'de bulunan çeşitli sanayi bölgeleridir (Şekil 8.26). Bunun yanında Demirtaş, Bursa Ticaret Odası, Nilüfer, Gürsu ve Kestel OSB'nin yakın çevresinde yapılan kaçak depolama alanlarından kaynaklanan sızıntı sularının yeraltı suyuna karışması çok yüksek risk teşkil etmektedir. Ayrıca Hamitler katı atık depolama alanından (Şekil 8.26 – toprak kirliliği riski haritası: F15) ve kaçak olarak toprak üzerine dökülen katı atıklardan kaynaklanan çöp süzüntü suları, şehir merkezinde dağınık olarak bulunan, Deri Organize Sanayi'nde (F2) ve Bursa Tekstil Boyahaneleri OSB'de faaliyet gösteren tabakhanelerin ve boyahanelerin atıksuları, kentsel ve kırsal yerleşimlerden kaynaklanan kanalizasyon ve foseptik kaçaklarının yüzey ve yeraltı sularına karışması çok yüksek risk teşkil etmektedir.

Arazi kullanımın 20 yılık süre içindeki değişimine bağlı olarak meydana gelen güncel kirlilikler ile bu değişim ve planlama kararları arasındaki ilişki değerlendirildiğinde; araştırma alanındaki arazi kullanımı biçimlendiren ve "Bursa Metropolitan Alanı" içindeki planlama bölgeleri için yapılmış olan imar planları ile güncel arazi kullanımının örtüşmediği görülmektedir (Şekil 6.29). Bu olgu yasal planlama kararlarının yönlendirdiği arazi kullanımdaki değişime bağlı kirliliklerin yanında yasal olmayan

plansız arazi kullanımların neden olduğu kirliliklerin de önemini ortaya koymaktadır. İmar planlarının arazi kullanımı üzerinde özellikle araştırma alanı için konut ve sanayi arazi kullanımlarının artışını destekleyen imar planları ve plan notlarına bağlı olarak ekolojik riskler ortaya çıkmaktadır (Çizelge 9.1). Özellikle tarım alanları ve orman alanlarının kaybına neden olan bu süreçlere bağlı olarak doğal eşikler aşılmakta ve doğal kaynaklar elden çıkmaktadır.

Yukarıda ayrıntılı olarak belirtilen analiz sonuçları değerlendirildiğinde araştırma alanı için **Ekolojik Havza Master Planı Önerisi**'ne bağlı olarak planlı veya plansız gelişme sonucunda oluşan arazi kullanımın neden olduğu mevcut kirlilik durumu ve kirlilik riskleri göz önüne alınarak mutlak koruma, koruma – kullanma, sıhhileştirme, yenileme ve gençleştirme alanlarının saptanarak (Şekil 9.2) eşiklere özgü planlama kararları oluşturulması gerekir.

Bu bağlamda; Demirtaş Barajı'nın su toplama havzası olan Demirtaş Kolu Alt Havzası (Şekil 9.2 – ekolojik master planı önerisi: D21-22, E21-22) ile Uludağ eşiğinin güneyinde yer alan Nilüfer Barajı (U21-22) ve Doğancı Barajı'nın (N14-15, P14-15) su toplama havzası olan Nilüfer Kolu Alt Havzası ve Çalı Göleti (L12, M12), Dağyenice Göleti (M13-14) ve Kayapa Göleti'nin (K9-10) su toplama havzası olan Ayvalı Kolu Alt Havzası'nın güney kesimleri ile Hasanağa Barajı'nın (Şekil 9.2: J6-7, K6-7) su toplama havzası olan Hasanağa Kolu Alt Havzası'nın güney kesimleri **mutlak koruma alanları** olarak belirlenmiştir. Mutlak koruma alanlarında içme ve kullanma suyu temin edilen ve edilecek olan yüzeysel ve yeraltı suyu kaynaklarını kirlenmesine sebep olacak hiçbir faaliyete, çöp, moloz ve çamur gibi atıkların yüzeysel ve yeraltı su kaynaklarının etkilenme alanına dökülmesine ayrıca turistik tesis iskan, konut, endüstri depolama vb. kullanımlar amacıyla hiçbir türlü yapı yapılmasına, kazı yapılması ve maden ocağı açılması ve işletilmesine izin verilmesi söz konusu değildir. Özellikle derin kazı işlemlerinin yapıldığı madencilik faaliyetlerinde yeraltı basıncı değişmekte, buna bağlı olarak yeraltı suları güzergah değiştirmekte ve yeraltı sularından beslenen yüzeysel suların su bilançosu değişmektedir. Bu alanlar içinde mevcut konut, turistik ve depolama tesisleri ile endüstri kuruluşları desantralize edilinceye kadar atıklarını sızdırmasız atık su depolama tanklarında toplarak, bu atık sular, atık suların kanalizasyon şebekesine deşarj yönetmeliği esaslarına göre bu alandan uzaklaştırılması

uygun bir çözüm olacaktır. Desantralize edilecek fonksiyonların desantralize edileceği yerler belirlenirken tez kapsamında belirtilen doğal kaynakların ekolojik hassasiyetleri göz önünde bulundurularak jeolojik ve jeomorfolojik özelliklerin belirleyici olduğu yerseçimi kararlarının Ekolojik Master Plan çerçevesinde verilmesi önem kazanmaktadır.

Bunun yanında kırsal yerleşimlerin ve tarım alanlarının yer aldığı henüz yerleşilmemiş alanlar olan Yanık Karaağaç Kolu Alt Havzası (Şekil 9.2 – ekolojik master planı önerisi: G6- H6), Üç Pınar Kolu Alt Havzası (C7) ile Hasanağa Kolu ve Ayvalı Kolu Alt Havzaları'nın kuzey kesimleri (F8-13, G7-13) ve araştırma alanının kuzey – kuzey doğusunu kapsayan alanlar (C20-26, D20-26, E20-26) **koruma – kullanma alanları** olarak belirlenmiştir. Koruma - kullanma alanlarında yol, köprü vb. gibi tesislerin yapımı için ihtiyaç duyulacak her türlü inşaat, boru döşeme, kazı yapılması, taş ocakları açılması ve işletilmesine Ekolojik Master Plan'da o havzaya özgü alınmış olan ekolojik – biyolojik - fiziksel tedbirler alınmak şartıyla izin verilebilir. Koruma – kullanma alanları içinde bulunan kırsal yerleşimlerin kanalizasyon altyapılarının oluşturulması ve yenilenmesi ile bu alanlarda yer alan ve endüstriyel nitelikte atıksu oluşturan endüstri kuruluşlarının yukarıda bahsedilen ilkeler çerçevesinde desantralize edilmesi zorunlu görülmektedir.

Son olarak Bursa şehir merkezini oluşturan yerleşilmiş alanlar ile Nilüfer OSB (G12), Bursa Ticaret OSB (H13-14), Demirtaş OSB (E20), Göksu – Kestel sanayi alanları (J24-25) ve kent içinde dağınık olarak yer seçmiş olan sanayi alanlarını, araştırma alanının katı atıklarının düzenli olarak depolandığı Hamitler Katı Atık Depolama Alanı (Şekil 8.26: F15) ile katı atıkların düzensiz olarak depolandığı Kestel – Gürsu ve Demirtaş çöp döküm alanları (I22-23) ve 1. Sınıf tarım toprağı üzerinde yerleşim ve sanayi alanlarının yer seçtiği Bursa Ovası'nın tamamı **sıhhileştirme yapılacak alanlar** (Şekil 9.2) olarak belirlenmiştir. Bu alanlarda verilecek desantralizasyon kararlarında yukarıda belirtilen kriterler göz önünde bulundurularak desantralize edilen fonksiyonun özelliğine göre teknik ve biyolojik onarımın yapılması ve bu alanların gerekli görüldüğü takdirde orman alanına dönüştürülmesi uygun çözüm olacaktır. Orman alanlarında yapılan sıhhileştirme çalışmaları çerçevesinde yapılan gençleştirme çalışmalarında ise orman

alanının bulunduğu havza doğal kaynak özellikleri, mikro iklim yapısı ve doğal florası önem taşımaktadır.

Bu bağlamda; söz konusu olan özel planlama kararlarına bağlı olarak mutlak koruma alanı olan **Demirtaş Kolu Alt Havzası'nda** orman alanı içinde yeni yerleşim alanlarına izin verilmeyerek mevcut yerleşim alanlarının altyapı çalışmalarının tamamlanması zorunlu görülmektedir. Yerleşim alanlarında kanalizasyon kaçaklarının önlenmesi amacıyla tüm alt yapı sisteminin yenilenmesi, 1. Sınıf arazi sınıfına sahip verimli ova toprağı üzerinde yer alan Demirtaş OSB ve Demirtaş yerleşim merkezi çevresinde (Şekil 9.2 – ekolojik master planı önerisi: E20-21) bir yeşil tampon bölge oluşturularak sanayi alanlarının büyümelerinin engellenmesi söz konusudur. Havza içinde katı atıkların orman vasfını yitirmiş arazilere, dere ve çay kenarlarına, maden hafriyat sahalarına ve açık araziye geçirimsizlik tabakası inşa edilmemiş alanlara kontrolsüz bir şekilde dökülmesi, özellikle kontrolsüz depolama sahası olan Demirtaş vahşi depolama sahasının (D20) kapatılması, biyolojik ve teknik onarım yöntemleri ile çöp sızıntı sularının Nilüfer Çayı ve yeraltı sularına ulaşması önlenmeli ve bu alanda depo sahası altında ve yakın çevresindeki toprak yapısı ve doğal florası göz önünde bulundurularak yüksek tolerans aralığına sahip bitki türleri seçilerek ağaçlandırma çalışmalarının yapılması önem kazanmaktadır. Demirtaş düzensiz depolama alanında yapılacak olan kirlilik analizlerine göre depolama alanı altındaki zemin ve yeraltı suyu uluslararası standartlara göre üst limitlerin üzerinde kirlenmişse yeraltı suyunun ve toprağın tamamen ıslah ve rahabilite edilmesi zorunlu görülmektedir. Bu durumda sahadaki tüm atıkların çıkartılması ve bunların düzenli bir depolama sahasına taşınması söz konusudur. Bunun yanında kirlenmiş yeraltı suyunun belirli bir müddet çekilerek arıtılması gibi tekniklerin kullanılması düşünülmelidir.

Cilimboz Kolu Alt Havzası'nda Cilimboz Deresi çevresinde ve kent içinde dağınık olarak bulunan tabakhanelerin Deri Organize Sanayi Bölgesi'ne taşınması sağlanarak mevcut planlara aykırı bir şekilde oluşmuş olan Göksu ve Kestel bölgesinde yer alan sanayi alanları ve bu sanayi alanlarının beraberinde gelişen yerleşim alanlarının daha fazla büyümesini engellemek için yeşil bir tampon bölge (Şekil 9.2: I24, J23-25) içine alınması söz konusudur. Böylelikle şehrin gelişme yönünün doğuda sınırlandırılması uygun bir çözüm olacaktır.

Nilüfer Kolu Alt Havzası'nda yeni yerleşim alanlarına izin verilmemeli, mevcut yerleşim alanlarının altyapı çalışmaları tamamlanmalı, Uludağ'da yer alan küçük ölçekli sanayi kuruluşları (Şekil 9.2: L18, M17, P18) desantralize edilmeli, madencilik faaliyeti yürüten kuruluşların ise faaliyetleri kontrol altında tutularak işletme ömrü dolan maden ocaklarının bulunduğu yerlerde orman alanları oluşturularak (O21, O23) biyolojik onarım çalışmaları yapılması önem kazanmaktadır. Nilüfer Kolu Alt Havzası'nda mutlak korunması gereken alanlarda hiçbir yeni yapılaşmaya izin verilmeyerek kırsal yerleşim kontrol altında tutulmalı, Bursa'da içme suyu barajları olarak kullanılan Nilüfer ve Doğancılar Barajı yakın çevresinde tarım ve rekreasyon da dahil hiçbir fonksiyona izin verilmemesi zorunlu görülmektedir. Dağyenice Göleti çevresinde yer alan tarım alanlarında (L13, M12) gübre ve pestisit kullanımı yasaklanarak, Dağyenice Köyü'nde işletme ömrü dolmuş olan maden ocaklarının (N13) gerekli teknik ve biyolojik onarım faaliyetleri gerçekleştirilerek gölet alanlarına dönüştürülmesi söz konusudur. Ayrıca Çalı Göleti yakın çevresinde hiçbir fonksiyona izin verilmemeli, Nilüfer Kolu Alt Havzası'nda mevcut küçük sanayi alanları desantrilize edilerek biyolojik onarım çalışmaları yapılmalı ve bu alanlarda Uludağ doğal florasına uygun tür seçimi yapılarak orman alanlarına dönüştürülmesi önem taşımaktadır.

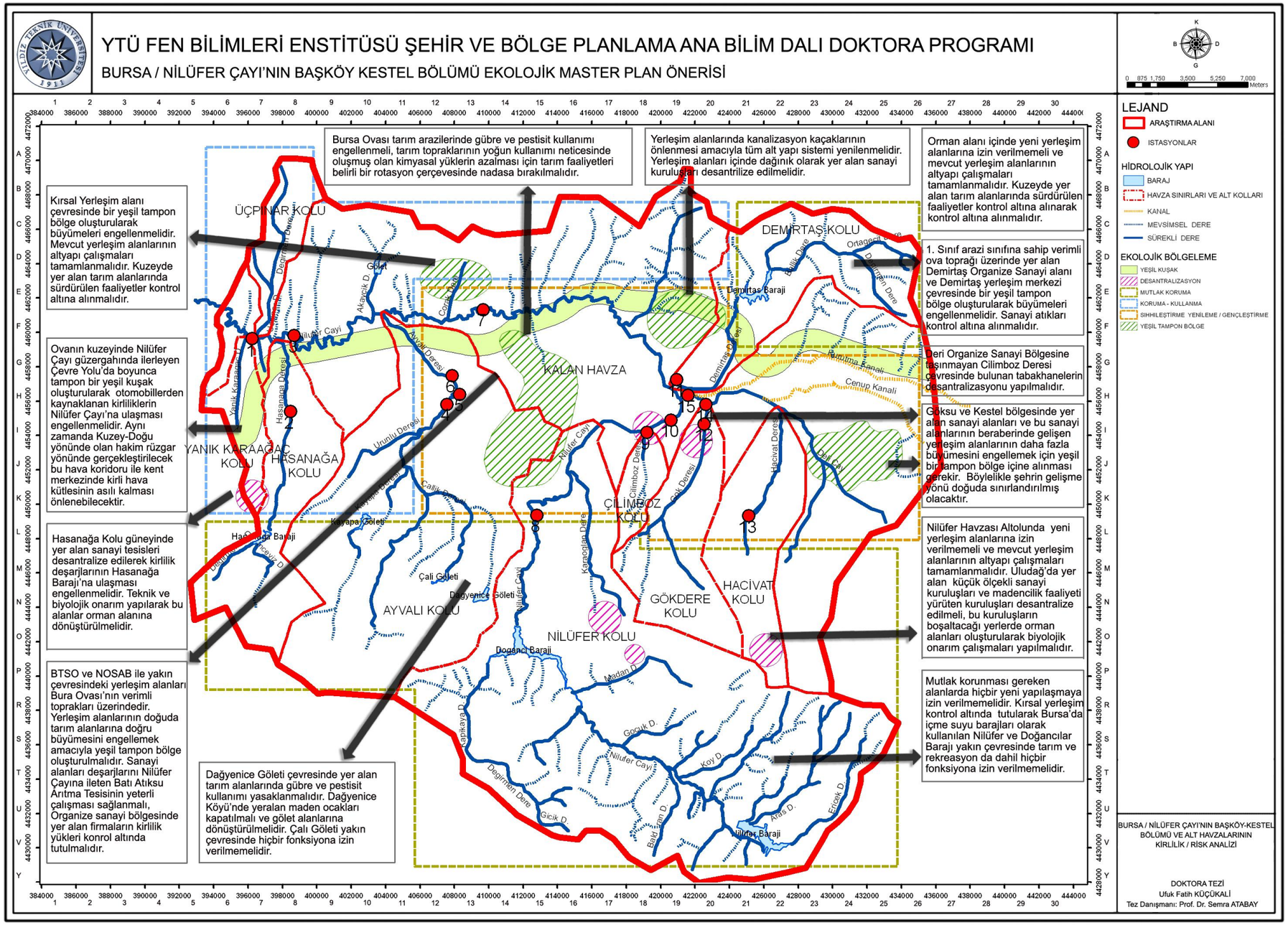
Ayvalı Kolu Alt Havzası'nda yer alan Bursa Ticaret Odası OSB (Şekil 9.2: H13-14) ve Nilüfer OSB (G12) ile yakın çevresindeki yerleşim alanları Bura Ovası'nın I. ve II. sınıf verimli toprakları üzerindedir. Yüksek geçirgenliğe sahip alüvyonlar üzerinde yer seçmiş olan OSB'ler içinde faaliyet gösteren yüksek kimyasal ve organik kirlilik oluşturan sanayilerden tekstil ve gıda sanayileri sıvı ve katı atıklarını arıtma işlemi yapılmadan direk Nilüfer Çayı'na ve OSB yakın çevresindeki boş alanlara boşaltmaktadırlar. Dolayısıyla bu sanayilerden kaynaklanan yerüstü suyu ve yer altı suyu kirliliği sözkonusu olup bu sanayilerin atıklarını arıtarak boşaltmalarının sağlanması zorunlu görülmektedir. Sanayi alanları boşaltımlarını hali hazırda Nilüfer Çayı'na ileten Batı Atıksu Arıtma Tesisi'nin olması gerektiği gibi çalışması sağlanmalı ve OSB'de yer alan işletmelerin kirlilik yükleri kontrol altında tutularak boşaltım standartlarına uymalarının sağlanması önem taşımaktadır. OSB'lere bağlı olarak çevresinde gelişim gösteren yerleşim alanlarının doğuda tarım alanlarına doğru büyümesini engellemek amacıyla yeşil tampon bölge oluşturulması söz konusudur. Bunun yanında Hamitler düzenli katı

atık depolama alanının yüksek geçirgenlik özelliğine sahip alüvyon formasyonu üzerinde yer seçmiş olması gerekli tüm teknik alt yapı, izolasyon önlemlerinin alınması durumunda bile önemli kirlilik riskleri taşımaktadır. Özellikle taban suyu seviyesinin yüzeye yakın olduğu Hamitler'de sızıntı suyunun yer altı suyuna karışmasını tam olarak engellemek mümkün görünmemektedir. Bu alanlarda olumsuzlukları önleyici mühendislik çalışmaları yürütülmesi zorunlu görülmektedir.

Hasanağa Kolu Alt Havzası'nın güneyinde yer alan sanayi tesisleri (Şekil 9.2: J7-8) desantralize edilerek kirlilik boşaltımlarının Hasanağa Barajı'na ulaşması engellenmeli, teknik ve biyolojik onarım yapılarak bu alanlar orman alanına dönüştürülmesi uygun bir çözüm olacaktır. Ovanın kuzeyinde Nilüfer Çayı güzergâhında ilerleyen çevre yolu boyunca tampon bir yeşil kuşak oluşturularak otomobillerden kaynaklanan kirliliklerin Nilüfer Çayı'na ulaşması engellenmeli, böylelikle kuzeydoğu yönünde olan hâkim rüzgâr yönünde gerçekleştirilecek bu hava koridoru ile kent merkezinde kirli hava kütlesinin asılı kalması önlenebilecektir.

Yerleşim alanları içinde dağınık olarak yer alan sanayi kuruluşları desantrilize edilerek kuruluşların işlem atıklarını Nilüfer Çayı'na veya DSİ kanallarına arıtmadan boşaltmaları önlenmeli ve arıtma tesisi kurmaları için gerekli önlemlerin alınması zorunlu görülmektedir. Arıtma tesisi bulunanların tesislerini verimli şekilde kullanıp kullanmadıkları denetlenerek, Doğu ve Batı Atıksu Arıtma Tesisleri'nin olması gereken özellikte çalışması ve biyolojik arıtma ünitelerinin en yakın zamanda faaliyete geçmesinin sağlanması önem kazanmaktadır.

Nilüfer Çayı yatağına çökelmiş bulunan çamur ve ağır metallerin temizlenmesi amacıyla teknik ve biyolojik onarım yapılması, Nilüfer Çayı yatağının doğal profiline geri döndürülmesi sağlanarak sucul ve geçiş ekosistemlerinin ve ekolojik döngülerin sürdürülebilir kılınması söz konusudur. Bursa Ovası'nın birinci derece deprem riski taşıması ve taban suyu seviyesinin yüzeye yakın olması nedeniyle ilk büyük depremde en fazla tahribatın, ovanın alüvyal tabanında gerçekleşeceği açıktır. Bu tahribatın oranı zemin sıvılaşması nedeniyle daha da artabilecektir. Zemin sıvılaşmasının görüldüğü yerler kent merkezinde yerleşim alanı olarak kullanılmaktadır. Yerleşmelerin deprem riski taşımayan alanlara yönlendirilmesi ve yapım tekniklerinin deprem olgularına dayanıklı olmasının sağlanması da diğer önemli konulardan biridir.



Şekil 8.28 Bursa / Nilüfer Çayı'nın Başköy Kestel Bölümü Ekolojik Master Planı

Araştırmada elde edilen sonuçlara göre doğal kaynakların fiziksel – biyolojik - ekolojik özelliklerinin saptanması ve analizi büyük önem taşımakta olup buna bağlı olarak planlamanın içeriği ve etapları konusu gündeme gelmektedir.

Bu bağlamda konuyu ele aldığımızda ülkemizde planlama süreci, 3194 sayılı İmar Kanunu'nda: bölge planı, çevre düzeni planı, nazım imar planı ve uygulama imar planı kademeleri ile tanımlanmıştır. Bu sıralamada bölge planı ve çevre düzeni planı üst ölçekli planları oluşturmaktadır. Ülkemizde bölge planı sosyo-ekonomik kararların mekana yansıması amacıyla yapılmaktadır. Ancak sosyo-ekonomik kararların yanında doğal kaynakların ekolojik ve biyolojik özelliklerini içeren ve bunları göz önünde tutan bir bölge planlama anlayışı ülkemiz planlama pratiğinde olgunlaşmamıştır. Yalnızca sosyo-ekonomik kararların göz önüne alındığı planlar tezdeki irdelemelerle elde edilen sonuçların kanıtladığı gibi doğal kaynakların yok olmasına ve çevre kirliliğine neden olmaktadır. Üst ölçekli planlama kaynak koruma adına bir fırsat sunmakta; ancak mevcut plan tanımlamalarında planlara temel teşkil edecek ekolojik parametreler için havzalar veya başka herhangi bir doğal kriter belirleyici kılınmamıştır. Ayrıca, yasal düzlemde bölge planlamanın zorunlu olmaması, uygulamada planlama kademelenmesinin ortadan kalkmasına neden olmaktadır. Çevre düzeni planları ise, ülke genelinde yaygın şekilde çok yakın bir zamanda hazırlanmaya başlanmıştır. Üst ölçekli bir plan olarak çevre düzeni planının ülkemiz planlama pratiğinde yer kazanmasının ekolojik bütünlükleri kavrayabilmek açısından taşıdığı potansiyel yetersiz olup, bu planların il sınırları ele alınarak hazırlanmasından dolayı çevresel sorunların ortaya çıkmasına neden olduğu açıktır. Çevre düzeni planları ülkemizde planlama eyleminin üst ölçekli planların yokluğunda, nazım ve uygulama imar planlarıyla kent ölçeğinde yürütülmekte olup yukarıda belirtilen özellikte, nitelikte ve kademelenmede yapılmamakta, yeterli ekolojik irdelemeleri kapsamamaktadır. Aynı şekilde bir alt ölçekte nazım imar planı ve uygulama imar plarında da doğal kaynaklarının fiziksel ve ekolojik özellikleri ve doğal kaynakların potansiyelleri ortaya konulmamaktadır. Doğal açıdan önem taşıyan havza alanları için Ekolojik Master Planı'nın yukarıda sözü edilen bölge planından daha önce üretilmesi ve doğal kaynakların koruma – kullanma özelliklerine göre planlanmasında belirleyici olması zorunluluğunu ortaya koyduğu açıktır.

Başka bir deyişle mevcut planlama sürecinde üst ölçekli plan sınırlarının havza sınırlarıyla örtüşmemesinden dolayı planlar arasında ekolojik bütünlük açısından bir hiyerarşi bulunmamaktadır. Aynı zamanda her bir plan kademesinin farklı kurumların yetkisinde yapılması (DPT, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, TOKİ, DSİ, yerel yönetimler, bölge ajansları gibi) ve bu kurumlar arasında eşgüdüm bulunmamasından dolayı yönetim açısından yetki karmaşası yaşanmakta, ortaya çıkan sonuç ürünlerde eksiklikler görülmektedir. Ekosistemin bir bütün olarak işlemesi prensibinden yola çıkarak havzaların fiziksel - ekolojik – biyolojik özelliklerine göre planlanabilmesi için disiplinler arası bir çalışma gerekmektedir. Örneğin tüm doğal kaynak analizlerinin havza ölçeğinde yapılması, şehir plancısı, eko-plancı, ekolog, biolog, zoolog, jeolog, toprak bilimcisi, klimatolog ve benzeri gibi uzmanlar tarafından yapılarak ekolojik havza planlaması elde edilmesi söz konusudur.

Bölge planı, havza planı ve yerel alan planlarında doğal kaynakların mevcut durumu saptanmakta ancak farklı coğrafyalarda yer alan çeşitli doğal kaynaklara ait fiziksel – biyolojik – ekolojik özellikleri olması gerektiği gibi irdelenerek arazi kullanımı kararlarına yansıtılmamaktadır. Planlama sürecine bu verilerin dahil edilebilmesi için öncelikle ekolojik değeri bulunan doğal unsurlara ilişkin ülke genelinde bir doğal kaynak envanterinin ortaya çıkartılması gerekmektedir. Aynı zamanda ekolojik değer sürekli izlenmeli ve bu değerler üzerinde oluşabilecek olumlu yada olumsuz tüm değişiklikler planlama sürecine dahil edilmelidir.

Önerilen havza planlamasında havzaların coğrafi - fiziki yapısı ve ekolojik özelliklerinin planlama kararlarına yansıtılabilmesi için planlamayı yönlendiren ve destekleyecek olan hukuki mevzuatında bu yönde geliştirilmesi ve uluslararası sözleşmelere de işlerlik kazandırılması gereği bulunmaktadır. Su havzaları ile ilgili mevcut yasa ve yönetmeliklerdeki (çevre kanunu, imar kanunu, toprak koruma ve arazi kullanımı kanunu, su kirliliği kontrol yönetmeliği, su kaynaklarının korunması yönetmeliği, su havzaları koruma yönetmeliği, çevresel etki değerlendirmesi yönetmeliği ve diğerleri) koruma tedbirleri yetersiz olduğundan dolayı kirlenme ile ilgili koruma tedbirlerinin kendine has özel ekolojik koşullar taşıyan ve doğal kaynak potansiyeline sahip olan her bir havza alanı için ayrı olarak oluşturulması ve uygulanması gerekmektedir. Örneğin

ülkemizde hukuki mevzuat içinde su havzaları için koruma bantları öngörülmüş ve mutlak (300 m), kısa (700 m), orta (1000 m – 2000 m) ve uzun mesafeli koruma alanları (2000 m'den fazla) prototip olarak tanımlanmıştır. Her havzanın jeomorfolojik yapısı, jeolojik özellikleri, toprak yapısı ve iklim koşulları farklı olduğundan dolayı her su havzasına özel fiziksel – biyolojik – ekolojik özelliklerine göre belirlenen koruma bantları oluşturulması söz konusu olması gerekmektedir. Araştırma alanı olan Nilüfer Çayı Başköy – Kestel Bölümü ve alt havzalarındaki koruma bantlarının ekolojik araştırma sonuçlarına göre belirlenmesi sürdürülebilirlik açısından önemlidir.

Ülkemizde sosyo-ekonomik gelişme amacıyla yapılan kalkınma planlarında havzalarda yapılan sulama ve enerji üretimi gibi projelerin yatırım maliyeti, işletme süresi ve elde edilecek hasılanın hesaplanmasına karşın bu yatırımların çevresel değerleri ne düzeyde etkileyeceği ve doğal kaynak kayıplarının maliyetleri hesaplanmamaktadır. Bu bağlamda doğal kaynaklar bir sermaye olarak değerlendirilerek yapılan yatırımların maliyet analizleri eko-ekonomi açısından irdelenmelidir. Ancak ülkemiz fiziki planlamasında Ekolojik Planlama modeli uygulanmadığı sürece rasyonel kaynak kullanımı söz konusu değildir.

Ekolojik Planlama ve buna bağlı olarak havza planlaması; mekansal planlamanın üstünde bir ölçekte, doğal kaynakların biyolojik ve ekolojik özelliklerinin sürdürülebilirliğini kesin koruma, koruma - kullanma dengesini sağlayıcı ilkeleri ortaya koyan, kaynakların akılcı yönetimini sağlayan, konuların bir bütünlük içerisinde ele alındığı bir fiziksel planlama yaklaşımıdır.

Özgün bir sistematik içeren **Ekolojik Planlama** modeline bağlı olarak yerleşik alanlardaki ekolojik açıdan uygun olmayan arazi kullanımlarının gözden geçirilerek sıhhileştirme projelerinin yapılması ve henüz yerleşilmemiş kırsal nitelikli alanlarda da arazi kullanımlarını yönlendiren Ekolojik Master Planı ile birlikte düşünülerek, planlamaya yön verildiği takdirde ülkemizin doğal kaynaklarının ve su havzalarının sürdürülebilirliğinin sağlanacağı açıktır.

KAYNAKLAR

[1] OECD, (1997). Sustainable Development, OECD Policy Approaches for 21st Century, OECD Publications.

[2] Brundtland Report, (1991). Ortak Geleceğimiz, Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayını, Çev. Çorakçı, Üçüncü Baskı, Oxford University Pres.

[3] Atabay, S., (1994). "Şehirleşme Süreci ve İstanbul Su Havzalarına Etkileri", İstanbul'daki Su Havzalarının Çevre Sorunları ve Korunmaları Sempozyumu, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Türkiye Tabiatı Koruma Derneği İstanbul Şubesinin Düzenlediği Sempozyum Bildiri Kitabı, Editör: Doç. Dr. Semra Atabay, 21, İstanbul.

[4] Lumley, S. ve Armstrong, P., (2004). Some of the Nineteenth Century Oigins of the Sustainability Concept, Environment, Development and Sustainability 6: 367-378, Kluwer Academic Publishers.

[5] Storksdieck, M. ve Zimmermann, K.O., (1994). Advanced Environmental Management Tools and Environmental Budgeting at The Local Level. International Council for Local Environmental Initiatives, Freiburg, Germany, 59.

[6] U.S. EPA (1998). Guidelines for Ecological Risk Assessment. EPA/630/R-95/002F,Risk Assessment Forum, Washington, 114.

[7] U.S. EPA (1989). Example Ecological Risk Assessments for Hypothetical Sites, Ecological Risk Assessment Guidance for Superfund: Process for Designing and Conducting Ecological Risk Assessments, Interim Final. EPA: 540-R-97-006, Washington, 116.

[8] U.S. EPA (1996). a, Waquoit Bay Watershed Ecological Risk Assessment Planning and Problem Formulation, EPA/ 630/R-96/004A (Draft). Risk Assessment Forum, Washington, 111.

[9] U.S. EPA (1996). b, Clinch Valley Watershed Ecological Risk Assessment Planning and Problem Formulation, EPA/ 630/R-96/005A (Draft). Risk Assessment Forum, Washington, 62.

[10] U.S. EPA (2000). Ecological Risk Assessment for the Middle Snake River, Idaho. Region 10 Office of Environmental Assessment, Washington, 100.

[11] U.S. EPA (2007). Considerations for Developing a Dosimetry-Based Cumulative Risk Assessment Approach for Mixtures of Environmental Contaminants, Washington.

[12] U.S. EPA (2009). The U.S. Environmental Protection Agency's Strategic Plan for Evaluating the Toxicity of Chemicals, Washington.

[13] Malczewski, J. (1999). GIS and Multicriteria Decision Analysis, John Wiley & Sons Inc., New York.

[14] Rejeski, D., (1993). GIS and Risk: A Three - Culture Problem in Environmental Modeling with GIS, Eds. Goodchild, F.M., B.O. Parks, L.T. Steyaert, Oxford Press, New York, 319-329.

[15] Preston, B.L., (2002). "Indirect Effects in Aquatic Ecotoxicology: İmplications For Ecological Risk Assessment", Environmental Management, 29, 3: 311-323.

[16] U.S. EPA (1994). "Effects of Physical Disturbance on Water Quality Status and Water Quality Improvements Function of Urban Wetlands", A Review of Ecological Assessment Case Studies from a Risk Assessment Perspective, 151.

[17] Harris, J., H., R., B. ve Wenger, A., V., (1994). "A Method for Assessing Environmental Risk: A Case Study of Green Bay, Lake Michigan, USA", Environmental Management, 18: 295–306.

[18] U.S. Fish and Wildlife Service Region One, (2003). The Bolsa Chica Lowlands, Restoration of Bolsa Chica Wetlands Moves Forward with Comletion of Ecological Risk Assessment, California.

[19] Suter, G.W., (1996). Guide for Developing Conceptual Models for Ecological Risk Assessments. Environmental Risk Assessment Program Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tennessee, 14.

[20] Suter G., W., (1993). Ecological Risk Assessment, Lewis Publishers, Florida.

[21] Kooistra, L., R., S., E., W. ve LEUVEN, P., H., (2001). "A Procedure For Incorporating Spatial Variability in Ecological Risk Assessment of Dutch River Floodplains", Environmental Management 28: 359 – 373.

[22] Serveiss, V.,B., (2002). "Applying Ecological Risk Principles to Watershed Assessment and Management", Environmental Management 29: 145 – 154.

[23] Solomon, K.R. ve Sibley, P., (2002). "New Concepts In Ecological Risk Assesment: Where Do We Go From Here?", Marine Pollution Bulletin, 44: 279 - 285.

[24] Power, M. ve Adams, S.M. (1997). "Perspectives of hhe Scientific Community on the Status of Ecological Risk Assessment", Environmental Management, 6: 803 - 830.

[25] Power, M. ve Mccarthy, L., S., (1997). "Fallacies in Ecological Risk Assessment Practices", Environmental Science & Technology, 31, 8: 370-375.

[26] Çelik, G., (2000). Çevre Yönetiminde Ekolojik Risk Değerlendirmesi ve Uluabat Ramsar Alanı İçin Problem Formülasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi - Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 149.

[27] Şişman, E.E. ve Korkut, A.B, (2003). "Ecological Risk Analysis for Biotope Potantiality of Gala Lake in Turkey", Asian Network for Scientific Information, ISBN: 1028-8880.

[28] Salihoğlu, G. ve Karaer, F., (2005). "Uluabat Gölü için Ekolojik Risk Değerlendirmesi", İTÜ Dergisi, 15: 17 - 28, İstanbul.

[29] Salihoğlu, G., Pınarlı, V. ve Salihoğlu, N. K., (2001). "Uludağ İçin Ekolojik Risk Değerlendirmesinde Problem Formülasyonu" , IV. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, TMMOB Çevre Mühendisleri Odası, 312-321, Mersin.

[30] Özdemir, H., (2007). Havran Çayı Havzasının (Balıkesir) CBS ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Taşkın ve Heyelan Risk Analizi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Coğrafya Anabilim Dalı, İstanbul.

[31] Boğaziçi Üniversitesi, T.C. Çevre Bakanlığı, (1992). Su Havzalarında Kirlenme Durumlarının İncelenmesi ve Kalite Durumunun Tespiti Projesi: Susurluk Havzası, Boğaziçi Üniversitesi, Çevre Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[32] BUSKİ, (2009). Bursa Çevre, İçme Suyu ve Kanalizasyon Projesi, Bursa.

[33] Kestioglu K. ve Karaer, F., (1994). "Bursa Nilüfer Çayı Kirlilik Araştırması", U.Ü., Gökova Körfezi Çevre Sorunları ve Çevre Yönetimi Sempozyumu, Bursa.

[34] Dedeoğlu, Y., (2000). Pollutant Resources of Surface Waters in Bursa and Determination of Pollutional Load of Nilufer Stream Together with Recomended Solutions, Master of Thesis in Science and Technology Instıtute of Uludag University, Bursa.

[35] Küçükkballı, A., (2003). Determination of Water Quality in Nilüfer Stream Basin and Investigation of Some Parameters with QUAL 2E Model, Master of Thesis in Science and Technology Institute of Uludağ University, Bursa.

[36] Kaynak, A. G., (2002). Wastewaters Originating from Bursa City Center, Their Treatment and Effects on Nilüfer Stream, Master of Thesis in Science and Technology Institute of Uludağ University, Bursa.

[37] Bursa Büyükşehir Belediyesi, (2002a). Bursa Atıksu Master Plan Raporu, GIBB Tabar.

[38] Bursa Büyükşehir Belediyesi, (2002b). Bursa Su Kaynakları ve Güncel Kalitesi Raporu, Bursa.

[39] TUBİTAK (2005). Kara Kökenli Kirleticilere İlişkin Ulusal Eylem Planı Hazırlanması Projesi – Marmara Denizi Havzası, Ankara.

[40] DSİ, (1984). Bursa Bölgesi Su Kaynakları Kirlilik Araştırması, 1979 - 1982, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.

[41] DSİ, (2000). Susurluk Nehri Havzası'nda Su Kalitesi Yönetimi, 1998 - 1999, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.

[42] Atabay, S., (1991). "Doğal Çevreye Uyumlu Planlama", Cumhuriyet Gazetesi, 5 Kasım 1991, İstanbul.

[43] Turoğlu, H., (2007). "Flood and Flash Floods Analysis for Bartin River Basin", International River Basin Management Congress, 0-14.

[44] Turoğlu, H. (2008). Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Temel Esasları, ISBN: 978-975-9060-41-0, Çantay Yayınevi, İstanbul.

[45] Reis, S., (2003). Çevresel Planlamalara Altlık Bir Cografi Bilgi Sistemi Tasarımı ve Uygulaması: Trabzon İl Bilgi Sistemi (T<B<S) Modeli, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

[46] Reis, S. ve Yomralıoğlu, T., (2005). "Coğrafi Bilgi Sistemleri ile İl Ölçeğinde Afet Yönetim Amaçlı Planlama", TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara.

[47] Ekinci, D., (2005). "Karadeniz Ereğlisi'nin Zemin Hareketleri Duyarlılık Sahalarının Sınıflandırılması ve Yüksek Riskli Yerleşmelerin Zemin Stabilite Analizi", İstanbul Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, Coğrafya Dergisi, 13: 121-137, İstanbul.

[48] Arslan, O., (2008), "Su Kalitesi Verilerinin CBS ile Çok Değişkenli İstatistik Analizi (Porsuk Çayı Örneği)", Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi, 99.

[49] Özcan, O., Musaoğlu, N. ve Şeker, D., Z., (2009). "Taşkın Alanlarının CBS ve Uzaktan Algılama Yardımıyla Belirlenmesi ve Risk Yönetimi: Sakarya Havzası Örneği", TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara.

[50] Elçi, A., (2010). Yeraltı Suyu Kalite Verisi ile Optimize Edilmiş Yeraltı Suyu Kirlenebilirlik Haritalarının Oluşturulması: Tahtalı Havzası Örneği", TUİK 2010 Mekânsal Planlama Jeodezi Sempozyumu, Ankara.

[51] Yün, M., (2009). Havza Planlaması ve Yönetimi – Ömerli Havzası Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kentsel Planlama Programı, İstanbul.

[52] Brooks, N., K., (2004). "Hydrologic Role of Agroforestry Practices as Integral Components of Watershed Management in Central America," K.N. Brooks and B. Ramakristn, as part of "White Water to Blue Water Conference, Miami Florida.

[53] Teclaff, L., A., (1996). "Evolution of the River Basin Concept in National and International Water Law", Natural Resource Journa, 36: 359-391.

[54] Atabay, S., (1989). Peyzaj Planlama, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü Ders Kitabı, YTÜ Matbaası, SP-372.18.89, İstanbul.

[55] Atabay, S., (1995). "Küreselleşme-Yerelleşme Sürecine Uyum ve Ekolojik Bölge Planlama Kavramı", Bölge ve Bölge Planlamanın Değişen Anlamı Kongresi, ODTÜ, Ankara.

[56] Atabay, S., (1998). "Ekolojik Temele Dayalı Bölge Planlamasına Küreselleşme Açısından Yaklaşım", Ekolojik Temele Dayalı Bölge Planlama Uluslararası Sempozyum Kitabı, İstanbul Goethe Enstitüsü, Editör: Prof. Dr. Semra Atabay, İstanbul.

[57] Sönmez, N., (1999). Ortak Geleceğimiz, Stockholm 1972- Rio 1992 ve Sonrası, Yeni Türkiye Dergisi, Çevre Özel Sayısı, 5: 194-209.

[58] Steiner, F., (1991). The Living Landscape, An Ecological Approach to Landscape Planning, McGraw-Hill, Inc., New York.

[59] Session, G., (1995). “Ecocentrism and Antropocentric Detour”, Deep Ecology for 21th Centry, 17: 156 - 183, Shambhala Publications.

[60] Ramsar Convention, (1998). Guidelines on Management Planning for Ramsar Sites and other Wetlands, The Ramsar Convention Breau.

[61] Burström F. ve Korhonen, J., (2001). “Municipalities and Industrial Ecology: Reconsidering Municipal Environmental Management”, Sustainable Development, 9: 36 - 46.

[62] Doyle, T. ve Mceachern, D., (1998). Environment and Politics, Routledge Introduction to Environment Series, Publishimg by Routledge.

[63] Erdmenger, C. (1998). Environmental Management Instruments, A Guide For Local Authorities, The International Council for Local Environmental Initiatives (ICLEI), Freiburg, Germany, 79.

[64] Atabay, S., (1996). “Kentlerin Entegre Yönetimi ve Ekolojik Planlama Stratejileri”, Habitat Forumu, İTÜ, İstanbul.

[65] UNEP, (1992). Earth Summit'92, The United Nations Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro, United Nations Environment Programme, Nairobi.

[66] Küçükali, U.F. (2009). “Ecological Risk Assessment and Problem Formulation”, Uluslararası Ekolojik Mimarlık ve Planlama Sempozyumu, Antalya.

[67] Holmes, G., B.R ve Singh, L. Theodore. (1993). Environmental Risk Assessment, “In, Handbook of Environmental Management and Technology”, John Wiley & Sons, Inc., New York, 628.

[68] Adams, S. M. ve Power, M., (1997). “Assessing the Current Status of Ecological Risk Assessment”, Environmental Management, 21: 825 - 830.

[69] Bartell, S.M., (1997). “Ecological Risk Assessment: Progressing Through Experience or Stalling in Debate”, Environmental Management, 21: 822 - 825.

[70] Suter, G. W., (1999). A framework for Assessment of Ecological Risks from Multiple Activities, Human Ecological Risk Assessment, 5: 397 – 413.

[71] U.S. EPA (1992). Guidance for Data Useability in Risk Assessment (Part A), PB92-963356, Office of Emergency and Remedial Response, Washington, 263.

[72] Wenger, R., B., Harris, H., J. Ve Devault, D., S., (2000). “An Assessment of Ecosystem Risks in the St. Croix National Scenic Riverway”, Environmental Management 25: 599 – 611.

[73] Lemly, A.D. (1997). “Risk Assessment as an Environmental Management Tool: Considerations for Freshwater Wetlands”, Environmental Management, 21, 3: 343 - 358

[74] Hogsett, W., E., J., E., Weber, D., Tingey, A., Herstrom, E., H., Lee ve J., A., Laurence, (1997). “An Approach for Characterizing Tropospheric Ozone Risk to Forest”, Environmental Management 21 :105 – 120.

[75] Turoğlu, H. ve Özdemir, H., (2004). Geomorphological Analyasis Using Remote Sensing and Geographical Information System Technologies in Bartın and Its

Vicinity, Prooceedings of International Symposium on Earth System Sciences, ISBN: 975-404-733, İstanbul, 2: 741-752.

[76] Turoğlu, H., (2005). "Bartın'da Meydana Gelen Sel ve Taşkınlara Ait Zarar Azaltma ve Önleme Önerileri", İTÜ Türkiye Kuvaterner Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, İstanbul, 104-110.

[77] Turoğlu, H., (2010). "8-10 Eylül 2009 Tarihlerindeki Yağışların Silivri - Selimpaşa Sahil Kuşağında Neden Olduğu Sel ve Taşkınlar", DSİ Genel Müdürlüğü, II. Ulusal Taşkın Sempozyumu Tebliğler Kitabı, Afyon Karahisar, 31-43.

[78] WHO, (2001). An Integrated Framework for Health and Ecological Risk Assessment, A Special Forum of the World Health Organization's International Programme on Human Health and Ecological Processes.

[79] Don Maughan, W., (1972). "Recent Developments in Water Management Policy of the US Government", Water Management Basic Issues, OECD, 47-56.

[80] Kleinschmidt, V. ve Wagner, D., (1997). Report of 4th European Workshop on Strategic Environmental Assessment, ed. Klesinschmidt and Wagner, Founded by Environmental Ministry of the State of Brandenburg, Federal Environmental Agency and Europian Commission.

[81] İSO, (2007). Avrupa Birliği Yeni Kimyasallar Stratejisi - REACH, REACH'in Uygulaması, Bilgilendirme Toplantısı, İstanbul.

[82] EEA, (1999). European Environment Agency, Environmental Indicators: Typology and Overview Technical Report: 25.

[83] Budak, S., (1997). Avrupa Topluluğu'nun Çevre Politikası ve Türkiye'nin Uyum Sorunu, Doktora Tezi, İ.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

[84] NRC, (1983). U.S. National Research Council, Risk Assessment in the Federal Government: Managing the Process. National Academy Press, Washington.

[85] Barnthouse, L.W. ve Suter, G. W., (1986). Users Manual for Ecological Risk Assessment, ORNL-6251, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN.

[86] Barnthouse, L.W., (1993). Ecological Risk Assessment and the National Research Council, In: Bender, E.S. and Jones, F.A., eds., Applications of Ecological Risk Assessment to Hazardous Waste Site Remediation. Alexandria, USA, Water Environment Federation.

[87] Toope, J., S., (2003). "Managing and Allocating Water Resources: Adopting the Integrated Water Resource Management Approach", ed. Alsharhar and Wood, Water Resources Perspectives: Evaluation, Management and Policy, Developments in Water Science, 50: 1 - 8, Elsevier.

[88] EC, (1996). Technical Guidance Document in support of Commission Directive 93/67/EEC on Risk Assessment for New Notified Substances and Commission Regulation (EC) No. 1488/94 on Risk Assessment for Existing Substances, Part I, Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities.

[89] Küçükali, U.F. (2010). "Integrated Water Basin Planning: The Comparision of Turkey and EU", New Perspectives in Eco-Technology and Eco-Economy – International Conference, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

[90] Kirby, C. ve White, W., R., (1994). Integrated River Basin Development, HR Wallingford Ltd. and Institute of Hydrology, John Wiley & Sons Ltd.

[91] Jorgensen, A., (1991). Handbook of Ecological Parameters and Ecotoxicology, 1st Edition. Elsevier Science Publishers B.V., Netherlands.

[92] CCME, (1997). Canadian Council of Ministers of the Environment Documents, c/o Manitoba Statutory Publications, Manitoba, Canada.

[93] Wood, C. ve Jones, C., E., (1997). "The Effect of Environmental Assessment on UK Local Planning Authority Decisions", Urban Studies, 34: 1237 - 1257.

[94] Mc Cutcheon, P., (1996). Evaluation and Control of Chemical Substances in The European Union, In: Risk Reduction, M. Richardson (Ed.), Taylor And Francis, London.

[95] Malkina-Pykh, I., G. ve Pykh, Y., A., (2003). Sustainable Water Resources Management, WIT Pres, Southampton, UK.

[96] NRC, (1996). Understanding Risk, Informing Decisions in a Democratic Society, National Academy Press, Washington.

[97] FAO/WHO, (1997). Risk Management and Food Safety, Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation, FAO Food and Nutrition Paper 65: 27 - 31 January 1997, Rome, Italy.

[98] OECD, (1995). Report of the OECD Workshop on Environmental Hazard/Risk Assessment, No. 94, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.

[99] Wolf, C., P., (1983). "The U.S. Model of Environmental Impact Assessment", Environmental Impact Assessment, Ed. PADC, NATO ASI Series, Behavioral and Social Sciences, Martinus Nijhoff Publishers, Boston, 14: 21 – 37.

[100] Yin,Y.Y., Huang, G.H. ve Hipel, K.W, (1999). "Fuzzy Relation Analysis for Multicriteria Water Resources Management", Journal of Water Resources Planning And Management, 125 - 1: 41 - 47.

[101] Burgman, M., (2005). "Risk and Decisions for Conservation and Enverimental Management", Cambridge University Press, ISBN – 13 978 - 0 – 521 – 83534 – 8, Cambridge University.

[102] Atabay, S., (1999). "Planning and Adaptation Paradigms in The Context of Globalization – Localization Process", AESOP Congress in Bergen - Norway.

[103] Atabay, S., (2003). Avrupa Peyzaj Sözleşmesi ve Türkiye Sempozyum Kitabı, Editör: Prof. Dr. Semra Atabay, Y.T.Ü. Basım-Yayım Merkezi, Üniversite Yayın No: MF.SBP-03.0705, Fakülte Yayın No: MF.ŞBP-03.001, İstanbul.

[104] Tal, A., (1997). "Assessing the Environmental Movement's Attitudes Toward Risk Assessment", Environmental Science & Technology, 31, 10: 470 - 478.

[105] Austin, J., (1972). "Canadian Water Policy: History, Problems and Recent Developments", Water Management, Basic Issues, OECD, 77 - 84.

[106] Hasançebi, A., (2002). "İstanbul Atatürk Havalimani Pat Sahasinda HC ve CO Emisyonlarinin Ölçüm ve Degerlendirilmesi", Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 10: 26 - 29.

[107] Uslu, A., (2001). Ankara İl Merkezinde Hava Kirliliğinin Gelişimi ve İnsan Sağlığına Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Istanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 2-4.

[108] Karpuzcu, M., (1996). Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü, Gebze İleri Teknoloji Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Bölümü, İstanbul.

[109] Aydın, Y., (1996). Motorlu Taşıt Araçlarının Çevreye Olan Etkileri ile Bunların Azaltılması Çabalarının Araştırılması ve Alternatif Yakıt ve Tahrik Sistemleri, Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

[110] Peavy, H., (1985). Environmental Engineering, Mc Grav Hill Int., 3.Edition.

[111] TOBB, (1993). Çevre Kurulu Raporu, Ankara.

[112] Glen, W.G., Zelenka, M.P. ve Graham, R.C, (1996). Relating Meteorological Variables and Eğilims in Motor Vehicle Emissions to Monthly Urban CO Concentraitons, Atmospheric Environmental, 30: 4225 - 4232.

[113] Doğan, L, (1991). Adana'da Ulaşım Kaynaklı Hava Kirliliğinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

[114] Ankara İli Çevre Koruma Vakfı, (1995). 1995 Bülteni, Ankara.

[115] Acar, H. A., (1996). "Motorlu Taşımacılığın Ortaya Çıkarttığı Çevre Kirliligi ve Önlemler", Birinci Ulusal Ulaşım Sempozyumu, İstanbul, 405-408.

[116] Özen, M., (2006). Karayolu Ulaşımının Hava Kirliliğine Etkileri ve Çözüm Önerileri, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

[117] Taşatar, B., (1995). Topraklarımız ve Toprak Kirliliği, T.C.Çevre Bakanlığı, 3: 72.

[118] Tack, F.M.G., Verloo, M.G., Vanmechelen, L. ve Vanranst, E., (1997). "Baseline Concentration Levels of Trace Elements as A Function of Clay and Organic Carbon Content in Soils in Flanders (Belgium)". Science Total Environmant, 201: 113 - 123.

[119] Mc Lean, J.E. ve Bledsoe, B.E., (1992). Behaviour of Metals in Soils, Office of Solid Waste and Emergency Response, (US EPA)/540/S-92 / 018.

[120] Mc Bride, M.B., (1994). Environmental Chemistry of Soils, Oxford University Pres, New York, 406.

[121] Yükselen M.A. ve Alpaslan, B., (2001). Leaching of Metals from Soils Contaminated by Mining Activities, J. Hazard Mater, 87: 289 - 300.

[122] Alpaslan, B. ve Yükselen M.A., (2002). Remediation of Lead Contaminated Soils by Stabilization / Solidification, Water Air Soil Pollut. 133(1/4): 253 - 263.

[123] Al-Khashman, O.A., (2004). Heavy Metal Distribution in Dust, Street Dust and Soils from the Work Place in Karak Industrial Estate, Jordan, AE International - Asia, Atmospheric Environment, 38: 6803 - 6812.

[124] Tan, K.H., (2000). Environmental Soil Science, Second Edition, Marcel Dekker, New York.

[125] Sponza, D. ve Karaoğlu, N., (2002). "Environmental Geochemistry and Pollution Studies of Aliaga Metal Industry District", Environmental International, 27: 541 - 553.

[126] Scazzola, R., Matteucci, G., Guerzoni, S., Chiamenti, E., Rossini, P. ve Molinaro, E., (2004). "Evaluation of Trace Metal Fluxes to Soils in Hinterland of Porto Marghera Industrial Zone: Comparions with Direct Measurements in The Lagoon of Venice", Water, Air and Soil Pollution, 153: 195 - 203.

[127] Chen, T., Zheng, L, M., Huang, Z., Wu, H., Chen, H., Fan, K., Yu, K., Wu, X. ve Tian, Q., (2005). Assessment of Heavy Metal Pollution in Surface Soils of Urban Parks in Beijingi China, 1 - 9.

[128] Webber, M.D., Kloke, A. ve Tjell, J.C., (1984). Processing and Use of Sewage Sludge, eds. L'Hermite, P., Ott, J.D. Reidel, Dordrecht, 371 - 386.

[129] O'riordan, E.G., Dodd, V.A., Tunney, H. ve Flemming, G.A., (1986). Irish J.Agric.Res., 25: 223 - 249.

[130] Eroğlu, V., (2004). "Türkiye'de Su Yönetimi ve Su Kirlenmesi Kontrolü", 9. Endüstriyel Kirlenme Kontrolü Sempozyumu, İstanbul.

[131] Abay, O., (2008). "Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifinde Nehir Havza Yönetimi'nin Önemi", Havza Kirliliği Konferansı, T.C Çevre ve Orman Bakanlığı, DSİ Genel Müdürlüğü, İzmir.

[132] Beyazıt N.ve Peker, İ., (1998). "Atıksularda Ağır Metal Kirliliği ve Giderim Yöntemleri," In: Atlı V, Belenli İ (Eds), Kayseri I. Atıksu Sempozyumu Bildirileri, Kayseri, 209 - 215.

[133] Cindoruk, Y. O., (2006). Bursa'nın Öncelikli Çevre Sorunlarının Tespiti ve Eylem Planı Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, Bursa.

[134] SKKY, (2004). Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Yayımlandığı Resmi Gazete Tarih: 31 Aralık Cuma 2004 Sayı :25687.

[135] Türkiye Çevre Atlası, (2004). ÇED ve Planlama Genel Müdürlügü, Çevre Envanteri Dairesi Baskanlıgı, Ankara.

[136] Özer, N. ve Aslan, C., (2004). "Tarımsal Drenaj Çalışmaları", Sulanan Alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Ankara, 59 - 68.

[137] Çevik, B. ve Tekinel, O., (2000). Sulama şebekeleri ve işletme yöntemleri, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın: 229 - 74, ÇÜ Ziraat Fakültesi Ofset Atölyesi, Adana.

[138] Atabay, S., (2002). Çevre Etki Değerlendirmesi Ders Notları, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı, Peyzaj Planlama Yüksek Lisans Programı, İstanbul. (Basılmamıştır)

[139] Arınç, K., (2010). "Ekolojik Yönleriyle Bursa Ovası'nda Arazi Kullanışı ve Çevresel Etkilerinin Değerlendirilmesi", Doğu Coğrafya Dergisi, Erzurum, 10.

[140] Turoğlu, H., (2000). **"**Doğal Ortam Analizi ve Düzenleme - Planlama Çalışmaları", İstanbul Üniversitesi Coğrafya Dergisi, 8.

[141] Oktay, F., Y., (1997). "Su Havzası Koruma Sınırlarının Belirlenmesinde Jeolojik Faktörlerin Önemi: Büyükçekmece Havzası Örneğinde İrdelenmesi,", Su Kaynaklarının Korunması ve İşletilmesi Sempozyumu, İSKİ, İstanbul, 31-40.

[142] Ternek,Z., Erentöz, C., Pamir ,H., N., ve Akyürek ,B., (1987). 1:500.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası, MTA Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.

[143] Bursa Büyükşehir Belediyesi (2009). Jeolojik – Jeofizik – Jeoteknik Değerlendirme Raporu, Bursa.

[144] Terlemez, İ. ve Yılmaz, A., (1980). Stratigraphy of the Region Amoung Ünye-Ordu-Koyulhisar-Reşadiye: Bulletin of Geological Society of Turkey (in Turkish with English abstract), 23/2: 179 - 191.

[145] Erdoğan, B (I982). Avnik (Bingöl) Yöresinin Jeolojisi ve Yapısal Özellikleri, Yayınlanmamış Doçentlik Tezi, 106, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

[146] Çoban, F., (2004). Gümeli (İvrindi-Balıkesir) Talk Oluşumlarının Mineralojik, Jeokimyasal Özellikleri, Osmangazi Üniversitesi Müh.Mim.Fak.Dergisi C.XVII: 1.

[147] BUSKİ, (2010). BUSKİ 2010 Faaliyet Raporu, Bursa.

[148] Bursa İl Çevre Durum Raporu, (2010). Bursa İl Çevre Müdürlüğü ve Bursa Valiliği, Özkan Yayınevi, Bursa.

[149] Üstün, G., E., (2006). Bursa Organize Sanayi Bölgesi (BOSB) Atıksu Arıtma Tesisi Çıkış Sularının Geri Kazanılabilirliğinin Araştırılması, Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.

[150] Tümsavaş, Z., (2001). "Bursa İli Kırmızı Kahverengi Akdeniz Büyük Toprak Grubu Topraklarının Verimlilik Durumunun Belirlenmesi", Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 15: 69 - 83, Bursa.

[151] Tümsavaş, Z. ve Çelik, İ., (2005). Bursa İli Kireçsiz Kahverengi Topraklarının Bazı Özellikleri Ve Besin Elementi İçerikleri, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 20: 69 - 83.

[152] Tümsavaş, Z., (2002). "Bursa İli Kolüvyal Büyük Toprak Grubu Topraklarının Verimlilik Durumunun Belirlenmesi," Anadolu J. of AARI, 12: 131 - 144.

[153] Tümsavaş, Z., (2003). "Bursa İli Vertisol Büyük Toprak Grubu Topraklarının Verimlilik Durumunun Toprak Analizleriyle Belirlenmesi", Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 17: 9 - 21, Bursa.

[154] KHGM, (2005). Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Yıllığı, Ankara

[155] Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, (2010). Bursa Merkez İstasyonu Verileri, Bursa.

[156] http://www.atlasharita.com/urun_icerik/00051/

[157] Darkot, B. ve Tuncel, M., (1981). Marmara Bölgesi Coğrafyası, İstanbul Üniversitesi Basımevi.

[158] Ekim, T, (1989). Türkiye'nin Tehlike Altındaki Nadir ve Endemik Bitkileri, Ankara.

[159] Tekeli, İ., (1999). "Bursa'nın Tarihinde Üç Ayrı Dönüşüm Dönemi", Osmanlı Devleti'nin Kuruluşunun 700. Yıldönümünde Bursa ve Yöresi 11. Yapı Yaşam Kongresi, TMMOB Mimarlar Odası Bursa Şubesi Yayınları, 7-30.

[160] Dostoğlu, N. ve Vural, T., (2004). "Löcher, Prost ve Piccinato'nun Bursa'daki Kentsel Gelişime Katkıları", Olay Gazetesi: Bursa'da Yaşam Eki, 122 - 126.

[161] Arslanoğlu, E., (2004). Genel Nazım Plan Yönetmeliği, Projeci: Mimar Luigi Piccinato, Olay Gazetesi: Yaşayan Bursa Eki, 36 - 54

[162] Kaplanoğlu, R. ve Cengiz, İ., (2005). Prusa'dan Bursa'ya: Avrupa Yolunda Kentleşen, Yapım İstanbul Oganizasyon, ISBN: 9759549783, İstanbul.

[163] Altaban, Ö., (1999). "Bursa Büyükşehir'de Kentleşmenin Bir Bilançosu", Osmanlı Devleti'nin Kuruluşunun 700. Yıldönümünde Bursa ve Yöresi 11. Yapı Yaşam Kongresi, TMMOB Mimarlar Odası Bursa Şubesi Yayınları, 169 - 192.

[164] Akkılıç, Y., (2002). Bursa Ansiklopedisi, BURDEF Yayınları, 3, Bursa.

[165] Tosun, E. K, (2007). Küreselleşme Sürecinde Kentlerde Mekânsal, Sosyal ve Kültürel Değişim: Bursa Örneği, Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa.

[166] Bursa 2020 Strateji Planı Raporu, (1998). Bursa Büyükşehir Belediyesi, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Bursa Valiliği.

[167] Bursa Büyükşehir Belediyesi, (1997). 1/100.000 Ölçekli 2020 Çevre Düzeni Strateji Plan Raporu, Bursa Büyükşehir Belediyesi Nazım Plan Büro Başkanlığı Yayını, Bursa, 192-193.

[168] Fidan, N., Alan, J. ve Güniçen, E., (2005). Bursa: Sağlıklı Bursa İçin Vizyonumuz ve Planlarımız Dünya Sağlık Örgütü Sağlıklı Şehirler Projesi IV. Faz (2003-2007), Bursa Büyük Şehir Belediyesi Sağlıklı Şehirler Proje Koordinatörlüğü, Bursa.

[169] DİE, (1993). 1990 Yılı Nüfus Sayımı, Nüfusun Sosyal ve Ekonomik Yapısı, Devlet İstatistik Enstitüsü Yayınları, Ankara, 1577.

[170] DİE, (2002). 2000 Yılı Nüfus Sayımı, Nüfusun Sosyal ve Ekonomik Yapısı, Devlet İstatistik Enstitüsü Yayınları, Ankara, 2718.

[171] http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?tb_id=39&ust_id=11

[172] Çalışkan V., (1994). Bursa'da Kentsel Gelişme ve Gecekondulaşma, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

[173] Aydın, M. ve Atacan, V. ve Kaplanoğlu, R., (2003). Bursa: Ekonomik ve Sosyal Göstergeler, Bursa Valiliği 80. Yıl Yayını, Bursa Valiliği – Çevre Koruma Vakfı Basımı, Bursa.

[174] http://www.btso.org.tr/?page=members/members.asp.

[175] BTSO, (2005). Bursa Ticaret ve Sanayi Odası, Oda Sicil Müdürlüğü, Bursa.

[176] ARGE, (2004), The Estimation of Wastewater Treatment Systems for a Small Textile Industrial Factory in Bursa, Arge Environmental Technologies Coo. Ltd., İstanbul.

[177] BTSO, (2010). Bursa Ticaret ve Sanayi Odası, Oda Sicil Müdürlüğü, Bursa.

[178] Bursa İl Çevre Durum Raporu, (2008). Bursa İl Çevre Müdürlüğü ve Bursa Valiliği, Özkan Yayınevi, Bursa.

[179] Küçükali, U.F. (2005). Havza Tanımı ve Doğal Kaynak Yönetimi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

[180] DPT, (2008). Dokuzuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı Kimya Sanayi Özel İhtisas Komisyonu Gübre Çalısma Grubu Raporu, DPT Yayın, , Ankara, 2514: 704.

[181] Bursa Büyükşehir Belediyesi, (2003). Bursa Dericiler Bölgesinin Kent İçinde Boşaltacakları Alanın Kente Kazandırılması Projesi, Bursa Büyükşehir Belediyesi APK Daire Başkanlığı Kentsel Gelişme Müdürlüğü, Kentsel Dönüşüm Sempozyumu, TMMOB Şehir Plancıları Odası, İstanbul, 359-366.

[182] Bursa İl Özel İdaresi, (2010). Nilüfer Çayı'na Deşarj Eden Sanayi Faaliyetleri Stratejik Planı, Bursa.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Ufuk Fatih KÜÇÜKALİ

Doğum Tarihi ve Yeri : 08/07/1980, İstanbul

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : ufukfatih@yahoo.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	Şehir ve Bölge Pl.	YTÜ	2006
Lisans	Peyzaj Mimarlığı	İÜ	2001
Lise		Sürmene Lisesi	1997

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2009	İstanbul Aydın Üniversitesi Mimarlık Bölümü	Öğretim Görevlisi

YAYINLARI

Bildiri

1. Küçükali, U. F. (2009). Ecological Risk Assessment and Problem Formulation, Uluslararası Ekolojik Mimarlık ve Planlama Sempozyumu, Antalya

2. Küçükali, U. F. (2010). Integrated Water Basin Planning: The Comparision of Turkey and EU, New Perspectives in Eco-Technology and Eco-Economy – International Conference, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul

Kitapta Bölüm Yazarlığı

1. Küçükali, U. F. (2007). "Ekoloji ve İnsan Bencilliği" başlıklı Makele, Planlama Felsefesi – Editörler: Ufuk Fatih Küçükali, Emrah Altınok, Töre Seçilmişler, Erhan Kurtarır, Sümer Gürel - Üniversite Yayın No: YTÜ.MF.DK-07.0779 / Fakülte Yayın No: MF.ŞBP-07.001 / ISBN: 978-975-461-421-3 Y.T.Ü Basım Yayın Merkezi – İstanbul