



**T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KENTSEL PEYZAJ PLANLAMA VE TASARIMINDA
RÜZGÂR ETKİSİ; DÜZCE KENTİ ÖRNEĞİ**

SİNEM ÖZDEDE

**DOKTORA TEZİ
PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN
YRD. DOÇ. DR. MEHMET KIVANÇ AK
EŞ DANIŞMAN
PROF. DR. YALÇIN MEMLÜK**

DÜZCE, 2017

T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KENTSEL PEYZAJ PLANLAMA VE TASARIMINDA
RÜZGÂR ETKİSİ; DÜZCE KENTİ ÖRNEĞİ

Sinem ÖZDEDE tarafından hazırlanan tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı'nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Yrd. Doç. Dr. Mehmet Kıvanç AK

Düzce Üniversitesi

Eş Danışman

Prof. Dr. Yalçın MEMLÜK

Ankara Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Yrd. Doç. Dr. Mehmet Kıvanç AK

Düzce Üniversitesi

Prof. Dr. Oğuz YILMAZ

Ankara Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Engin EROĞLU

Düzce Üniversitesi

Prof. Dr. Zeki DEMİR

Düzce Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Ahmet BENLİAY

Akdeniz Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 03/05/2017

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

03 Mayıs 2017

Sinem ÖZDEDE



Yaşanılabilir Bir Türkiye'ye

TEŞEKKÜR

Doktora öğrenimim ve bu tezin hazırlanması süresince gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı değerli danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Mehmet Kıvanç Ak'a en içten dileklerle teşekkür ederim. Tez çalışmam boyunca katkılarını esirgemeyen ve beni sadece varlığı ile dahi çalışmaya şevk ettiren eş danışmanım Prof. Dr. Yalçın Memlük'e ve bu süreçte her zaman yanımda olan Yrd. Doç. Dr. Engin Eroğlu Hocama da minnettarlığımı sunarım.

Arazi çalışmalarımın her anında bana yardım etmekten öte, elim, ayağım, ortağım olan Meral Demirkaya'ya ve canım kardeşim Melih Özdede'ye, sevgili arkadaşlarım Farah Kavaklı'ya, Efsun Çakır Eke'ye, Buse Dalgıç'a, Oğuzhan Berkarda'ya, babam Nahit Özdede'ye ve aile dostumuz Şinasi Yılmaz'a, kar kış demeden ihtiyacım olan her anda, benimle arazi de oldukları için çok teşekkür ederim. Ayrıca arazi çalışmaları sırasında yaşadığımız her sıkıntıda yanlarına sığındığım, Düzce sanayisinden Yıldray, Nurullah ve Hamdi abilerime yardımlarını bizden esirgemedikleri için teşekkürü bir borç bilirim.

BAP projesi kapsamında Vantage Pro 2 Meteoroloji istasyonlarını temin ettiğimizde bana; istasyon kullanımını, verilerin aktarılmasını ve analizlerini anlatmaktan öte, sabahlara kadar beni sabırla dinleyen ve adeta online ders veren Sayın Tolga Eryaşar'a; ayrıca istatistiksel analizlerimde yardımını esirgemeyen, gece gündüz fark etmeksizin anında dönüş yapan Sevgili Hocam Yrd. Doç. Dr. Naci Murat'a da şükranlarımı sunarım. Modelleme çalışmalarında bana yardımcı olan, hatta o olmasa hakikaten eksik kalacağım, çocukluk arkadaşım Peyzaj Mim. Çağatay Dede'ye, yüksek lisans ve lisans, isimlerini tek tek saymanın mümkün olamadığı ancak bana yardımcı olan tüm öğrenci arkadaşlarıma da teşekkür ediyorum.

Amerika'da tezimi yazma aşamasında bana yardımcı olan, bana inanılmaz bir vizyon katan çok sevgili Prof. Dr. Ümit Yılmaz Hocama ayrıca teşekkürü bir borç bilirim. Son olarak tabii ki tüm çalışmam boyunca yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen sevgili aileme ve çalışma arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışması, Düzce Üniversitesi BAP-2014.02.01.265 numaralı Bilimsel Araştırma Projesiyle desteklenmiştir.

03 Mayıs 2017

Sinem ÖZDEDE

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
İÇİNDEKİLER.....	II
ŞEKİL LİSTESİ.....	IV
ÇİZELGE LİSTESİ.....	V
HARİTA LİSTESİ.....	VI
KISALTMALAR.....	VIII
ÖZET.....	IX
ABSTRACT.....	X
EXTENDED ABSTRACT.....	XI
1. GİRİŞ.....	1
1.1. AMAÇ VE KAPSAM.....	5
1.2. KENTSEL PEYZAJ PLANLAMA VE TASARIMI.....	9
1.3. EKOLOJİK TASARIM ANLAYIŞI.....	11
1.4. İKLİM.....	15
1.4.1. Rüzgâr.....	21
<i>1.4.1.1. Rüzgâr Ölçümleri.....</i>	<i>23</i>
<i>1.4.1.2. Rüzgârın Hızı ve Şiddeti.....</i>	<i>26</i>
<i>1.4.1.3. Kentsel Peyzaj Tasarımı ve Rüzgâr Etkileşimi.....</i>	<i>29</i>
2. MATERYAL VE YÖNTEM.....	45
2.1. MATERYAL.....	45
2.2. YÖNTEM.....	46
2.2.1. Kaynak Araştırması ve Çalışma Alanına İlişkin Verilerin Temini.....	48
2.2.2. Yapı Yoğunluğu Durumu.....	49
2.2.3. Rüzgâr Ölçümleri (Alan Çalışması).....	49

2.2.3.1. Rüzgâr Ölçüm Zamanlarının Belirlenmesi	49
2.2.3.2. Ölçüm Noktalarının Sayılarının Belirlenmesi	51
2.2.3.3. Ölçüm Noktalarının Yerlerinin (Koordinatlarının) Belirlenmesi	53
2.2.4. Sabit İklim İstasyon Verilerinin Elde Edilmesi ve Rüzgâr Haritalarının Oluşturulması.....	53
2.2.5. Elde Edilen Verilerin Değerlendirilmesi ve Önerilerin Oluşturulması	56
3. BULGULAR VE TARTIŞMA	58
3.1. ALANIN ÖZELLİKLERİ	58
3.1.1. Coğrafik Durum.....	58
3.1.2. İklimsel durum	59
3.1.3. Jeolojik Durum	62
3.1.4. Nüfus ve İdari Durum	64
3.1.5. Hava Kirliliği Durumu	65
3.1.6. Kentsel Gelişim ve Yeşil Alan Durumu	66
3.2. ANALİZLERE YÖNELİK DEĞERLENDİRMELER.....	70
3.2.1. Kentsel Yapı Yoğunluğuna İlişkin Çalışmaların Değerlendirilmesi.....	70
3.2.2. 2003-2013 Düzce Kenti İmar Planları Değişimi-Gelişimi	75
3.2.3. Rüzgâr Analizleri ve Ölçümlerinin Değerlendirilmesi.....	79
3.2.4. İstatistiksel Değerlendirmeler.....	81
3.2.4.1. Rüzgâr Yönüne İlişkin Bulgular	81
3.2.4.2. Rüzgâr Hızına İlişkin Bulgular	89
3.2.5. Rüzgâr Haritalarının Değerlendirilmesi	97
4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	115
5. KAYNAKLAR.....	123
6. EKLER.....	132
6.1. EK 1: (DİJİTAL VERİ) 300 ADET ÖLÇÜM NOKTALARININ TAM KOORDİNATLARI, YÜKSELTİLERİ VE FOTOĞRAFLARI.....	132
6.2. EK 2: RÜZGÂRA DAYANIKLI BİTKİLERİN LİSTESİ	133
6.3. EK 3: MERKEZ MAHALLE KÜTLE-BOŞLUK DEĞERLERİ.....	134
ÖZGEÇMİŞ.....	167

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1. Ilımlı-nemli iklim bölgelerindeki optimum bina yönelmeleri.....	19
Şekil 1.2. Biyoiklimsel çizelge	20
Şekil 1.3. Yüksek ve alçak basınç hareketi.....	22
Şekil 1.4. Rüzgârların estikleri yönleri göre isimleri.	23
Şekil 1.5 .a. Anemometre. b. El anemometresi. c. Anemograf.....	24
Şekil 1.6. Rüzgâr gülü örneği	25
Şekil 1.7. Doğal havalandırma sistemleri-rüzgâr kuleli avlu evi örneği	31
Şekil 1.8. Yapılarda doğal havalandırma sistemleri (Tek yanlı havalandırma- Çapraz havalandırma - Baca etkisi)	31
Şekil 1.9. Bitkilerden yararlanarak rüzgârın engellenmesi, hava akımının ötelenmesi, havanın süzülmesi	34
Şekil 1.10. Bitkilerle oluşturulan rüzgâr kırıcılar.	34
Şekil 1.11. Rüzgârın yüksek bir engel karşısındaki davranışı	36
Şekil 1.12. Yapı yüksekliğine bağlı olarak rüzgâr hareketi.	36
Şekil 1.13. Bina dışı sert peyzaj elemanlarıyla rüzgâr kontrolü.	37
Şekil 1.14. Sert peyzaj elemanlarıyla rüzgâr kontrolü.....	37
Şekil 1.15. Yeşil doku ile rüzgâr hızının azaltılması.	38
Şekil 1.16. Tipik bir rüzgâr kırıcı planı	38
Şekil 1.17. Yükseklik ve rüzgâr hızı oranları.	39
Şekil 1.18. Rüzgâr sirkülasyonunda hiyerarşik tasarımın önemi.....	40
Şekil 1.19. Türbülans etkisini azaltmada teras sistemlerin önemi.	40
Şekil 1.20. Hava akım tipleri.	41
Şekil 1.21. Daralan yüzeyde artan rüzgâr hızı-venturi etkisi.....	41
Şekil 1.22. Bitkisel tasarım ile rüzgârın yönlendirilmesi.....	42
Şekil 1.23. Bitkisel tasarım ile rüzgârın yönlendirilmesi.....	43
Şekil 1.24. Yapı çevresi bitkisel tasarım ile hava akımı yönlendirmesi.	43
Şekil 1.25. Bitkisel elemanların doğal havalandırma etkisi.....	44
Şekil 2.1. Yöntem akış şeması	47
Şekil 2.2. Alan çalışmasındaki rüzgâr ölçümleri zaman dilimleri.....	51
Şekil 2.3. Rüzgâr analiz yazılımlarından bir örnek.	56
Şekil 3.1. AB sınır değeri ve 2015 Düzce PM 10 değerleri ölçüm sonuçları.	66
Şekil 3.2. 2003-2013 Düzce Kenti imar planları arasındaki kütle-boşluk oranları.	79
Şekil 3.3. Yıllık ortalama rüzgâr frekans diyagramı.....	80
Şekil 3.4. Mevsimlere göre rüzgâr frekans diyagramı.....	81
Şekil 3.5. Alan ölçümleri ve meteoroloji ölçümlerinden elde edilen rüzgâr frekans diyagramı.	82
Şekil 3.6. Mevsimlere göre rüzgâr yön dağılımları.	85
Şekil 3.7. Alan ölçümleri ve meteoroloji ölçümleri sonucu ortaya çıkan hâkim rüzgâr yönleri.	86
Şekil 3.8. Alan özelliklerine göre rüzgâr yönleri dağılımı.	89
Şekil 3.9. Mevsimlere göre alan çalışmasındaki rüzgâr hızı verilerinin meteoroloji verilerinden daha düşük olduğu alanlar.	95
Şekil 3.11. Kütle yüksekliklerinin rüzgâr hızına etkisi.....	97
Şekil 3.12. Rüzgâr simülasyonunda koridor özelliği.....	97
Şekil 6.1. Alan çalışmaları sırasında elde edilen 300 adet veri (Dijital Ek).....	132

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 1.1. Farklı iklim bölgelerine göre ulaşım akslarının düzenlenmesi.....	18
Çizelge 1.2. Rüzgârın hız kuvvetine göre etkileri.	27
Çizelge 2.1. Rüzgâr yönlerinin derece-dakika değerleri.....	54
Çizelge 2.2. Vantage Pro2 meteoroloji istasyonu veri tablo örneği.	55
Çizelge 3.1. Düzce merkez istasyon aylık ortalama sıcaklık verileri	60
Çizelge 3.2. Düzce meteoroloji istasyonundaki 2011 yılı rüzgâr rejimi rasat normalleri	61
Çizelge 3.3. Rüzgârların esme sayıları toplamı.	61
Çizelge 3.4. Düzce kent merkezi parkları.....	69
Çizelge 3.5. 48 mahallenin kütle-boşluk oranı ve ölçüm nokta sayısı dağılımı.	72
Çizelge 3.6. 2003-2013 Düzce Kenti imar planları mahalle sınırları değişim tablosu..	75
Çizelge 3.7. 2003-2013 Düzce Kenti imar planları kütle-boşluk oranı değişimi.	78
Çizelge 3.8. Alan ölçümleri ve meteoroloji ölçümlerinin genel rüzgâr yönleri ve esme sayıları.....	83
Çizelge 3.9. Alan ölçümleri ve meteoroloji ölçümlerinin mevsimlere göre rüzgâr yönleri ve esme sayıları.	84
Çizelge 3.10. Alan özelliklerine göre rüzgâr yönü frekansları.	88
Çizelge 3.11. Alan özelliklerine göre tanımlayıcı istatistikler.....	89
Çizelge 3.12. Alan özelliklerine göre rüzgâr hızları (Alan Ölçümleri).	90
Çizelge 3.13. Rüzgâr hızının (m/s) mevsimlere göre tanımlayıcı istatistikleri.	90
Çizelge 3.14. Rüzgâr hızının mevsimlere göre değerlendirilmesi.....	91
Çizelge 3.15. Rüzgâr hızı ile yükselti karşılaştırılması.	91
Çizelge 3.16. Rüzgâr hızının alan çalışması ve meteoroloji verilerine göre karşılaştırılması.	92
Çizelge 3.17. Rüzgâr hızı alan çalışması ile mahalle yapısal yoğunluklarının karşılaştırılması.	93
Çizelge 3.18. Rüzgâr hızı alan çalışması ile alan özelliklerinin karşılaştırılması.....	94
Çizelge 3.20. Mevsimlere göre rüzgâr yönü ve hızına uygun alanların Düzce Kenti'ndeki oranı	114

HARİTA LİSTESİ

Sayfa No

Harita 1.1. Türkiye iklim bölgeleri haritası	17
Harita 2.1. Düzce Kenti konumu ve çalışma alan sınırı	45
Harita 3.1. Düzce Kenti haritası.....	58
Harita 3.2. 1980-2015 yılları arası Türkiye yıllık ortalama rüzgâr hızı ve hâkim rüzgâr yönü dağılımı.....	62
Harita 3.3. Türkiye deprem bölgeleri haritası.....	63
Harita 3.4. Düzce 1. derece deprem bölgesi haritası	63
Harita 3.5. Düzce Kenti mahalleleri nüfus yoğunlukları haritası	65
Harita 3.6. 2003 Düzce İmar Planı'ndan elde edilen Azmimilli Mahallesi kütle-boşluk değeri	71
Harita 3.7. Ölçüm noktalarının dağılımı.....	74
Harita 3.8. 48 mahallenin ölçüm noktalarının dağılımlarına göre yoğunluğu.....	75
Harita 3.9. 2003-2013 Düzce Kenti imar planları arasındaki mahalle sınırları değişimi	77
Harita 3.10. Düzce Kenti'nin rüzgâr sirkülasyonu açısından önemli aksları	87
Harita 3.11. Tüm mevsimlere göre alan çalışmasındaki rüzgâr hızı verilerinin meteoroloji verilerinden daha düşük olduğu alanlar	96
Harita 3.12. İlkbahar mevsimi rüzgâr hızı değerleri (Alan Çalışması).....	99
Harita 3.13. İlkbahar mevsimi rüzgâr yönü değerleri (Alan Çalışması).....	99
Harita 3.14. Mahalle bazında rüzgâr hızı değerleri (Alan Çalışması-İlkbahar Mevsimi)	100
Harita 3.15. Mahalle bazında rüzgâr hızı değerleri (Alan Çalışması-İlkbahar Mevsimi)	101
Harita 3.16. Mahalle bazında rüzgâr hızı değerleri (Alan Çalışması-İlkbahar Mevsimi)	102
Harita 3.17. Mahalle bazında rüzgâr yönü değerleri (Alan Çalışması-İlkbahar Mevsimi)	102
Harita 3.18. Yaz mevsimi rüzgâr hızı değerleri (Alan Çalışması).....	103
Harita 3.19. Yaz mevsimi rüzgâr yönü değerleri (Alan Çalışması).....	104
Harita 3.20. Sonbahar mevsimi rüzgâr hızı değerleri (Alan Çalışması).....	105
Harita 3.21. Sonbahar mevsimi rüzgâr yönü değerleri (Alan Çalışması).....	105
Harita 3.22. Mahalle bazında rüzgâr hızı değerleri (Alan Çalışması-Sonbahar Mevsimi)	106
Harita 3.23. Mahalle bazında rüzgâr yönü değerleri (Alan Çalışması-Sonbahar Mevsimi)	107
Harita 3.24. Kış mevsimi rüzgâr hızı değerleri (Alan Çalışması)	108
Harita 3.25. Kış mevsimi rüzgâr yönü değerleri (Alan Çalışması)	108
Harita 3.26. Mahalle bazında rüzgâr hızı değerleri (Alan Çalışması-Kış Mevsimi)	109
Harita 3.27. İlkbahar mevsimi uygunluk haritası	111
Harita 3.28. Yaz mevsimi uygunluk haritası	112
Harita 3.29. Sonbahar mevsimi uygunluk haritası.....	112
Harita 3.30. Kış mevsimi uygunluk haritası	113
Harita 6.1. Akınlar Mahallesi kütle-boşluk değeri	134
Harita 6.2. Ağa Mahallesi kütle-boşluk değeri	135
Harita 6.3. Akpınar Mahallesi kütle-boşluk değeri.....	136
Harita 6.4. Arap Çiftliği-Bostanyeri Mahallesi kütle-boşluk değeri	137

Harita 6.5. Aziziye Mahallesi kütle-boşluk değeri	138
Harita 6.6. Bahçelievler Mahallesi kütle-boşluk değeri	139
Harita 6.7. Beyciler Mahallesi kütle-boşluk değeri	140
Harita 6.8. Burhaniye Mahallesi kütle-boşluk değeri	141
Harita 6.9. Camikebir Mahallesi kütle-boşluk değeri.....	142
Harita 6.10. Cedidiye Mahallesi kütle-boşluk değeri	143
Harita 6.11. Cumhuriyet Mahallesi kütle-boşluk değeri.....	144
Harita 6.12. Çakırlar Mahallesi kütle-boşluk değeri.....	145
Harita 6.13. Çamlievler Mahallesi kütle-boşluk değeri	146
Harita 6.14. Çay Mahallesi kütle-boşluk değeri	147
Harita 6.15. Demetevler Mahallesi kütle-boşluk değeri	148
Harita 6.16. Fatih Mahallesi kütle-boşluk değeri	149
Harita 6.17. Hamidiye Mahallesi kütle-boşluk değeri.....	150
Harita 6.18. Kiremitocağı Mahallesi kütle-boşluk değeri.....	151
Harita 6.19. Karaca Mahallesi kütle-boşluk değeri	152
Harita 6.20. Karahacımusca Mahallesi kütle-boşluk değeri.....	153
Harita 6.21. Koçyazı Mahallesi kütle-boşluk değeri	154
Harita 6.22. Körpeşler Mahallesi kütle-boşluk değeri.....	155
Harita 6.23. Kuyumcu Hacı Ali Mahallesi kütle-boşluk değeri	156
Harita 6.24. Nalbantoğlu Mahallesi kütle-boşluk değeri.....	157
Harita 6.25. Nusrettin Mahallesi kütle-boşluk değeri.....	158
Harita 6.26. Sancaklar Mahallesi kütle-boşluk değeri.....	159
Harita 6.27. Şerefiye Mahallesi kütle-boşluk değeri	160
Harita 6.28. Şıralık Mahallesi kütle-boşluk değeri	161
Harita 6.29. Tokuşlar Mahallesi kütle-boşluk değeri	162
Harita 6.30. Uzunmustafa Mahallesi kütle-boşluk değeri	163
Harita 6.31. Yahyalar Mahallesi kütle-boşluk değeri	164
Harita 6.32. Yeni Mahalle kütle-boşluk değeri.....	165
Harita 6.33. Yeşiltepe Mahallesi kütle-boşluk değeri.....	166

KISALTMALAR

2B	2 Boyutlu
3B	3 Boyutlu
AB	Avrupa Birliği
ASCE	American Society of Civil Engineers
B	Batı
BGB	Batı-Güneybatı
BKB	Batı-Kuzeybatı
CFD	Computational Fluid Dynamics
D	Doğu
DGD	Doğu-Güneydoğu
DİÇDR	Düzce İl Çevre Durum Raporu
DKD	Doğu-Kuzeydoğu
G	Güney
GB	Güneybatı
GD	Güneydoğu
GGB	Güney-Güneybatı
GGD	Güney-Güneydoğu
K	Kuzey
KB	Kuzeybatı
KD	Kuzeydoğu
KKB	Kuzey-Kuzeybatı
KKD	Kuzey-Kuzeydoğu
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
MTA	Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
TMMOB	Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu

ÖZET

KENTSEL PEYZAJ PLANLAMA VE TASARIMDA RÜZGÂR ETKİSİ; DÜZCE KENTİ ÖRNEĞİ

Sinem ÖZDEDE

Düzce Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

Doktora Tezi

Danışman: Yrd. Doç. Dr. M. Kıvanç AK

Eş Danışman: Prof. Dr. Yalçın MEMLÜK

Mayıs 2017, 168 sayfa

Tarihten beri süregelen planlama ve tasarım anlayışının en önemli amaçlarından biri, insan konforunun artırılması olmuştur. İnsanoğlunun istekleri yanı sıra çevrenin; uzun dönemli, doğa-dostu planlama ve tasarım anlayışı da, sürdürülebilir çevre çalışmalarında önemli bir etmen olarak görülmektedir. Bu çalışmada; önemli iklim elemanlarından biri olan rüzgârın, insan konfor düzeyini ne ölçüde etkilediği saptanarak, kente uygun peyzaj planlama ve tasarım önerilerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu önerilerin, özellikle kentin yayılma yönlerinde, sürdürülebilir kent modellerinin de desteklediği, rüzgâr sistemlerine ilişkin koridorlar sağlanarak ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu şekilde, kent içerisinde önemli bir ekolojik etmen olan rüzgârın göz önünde bulundurulduğu bir tasarım anlayışı geliştirilmesi söz konusu olacak, çarpık kentleşme sonucu rüzgârın devamlılık oluşturamadığı alanlar azaltılarak kent kullanıcılarının uzun vadede yaşam kalitesinin artmasına olanak tanınacaktır. Bu bağlamda kentsel peyzaj planlama ve rüzgâr arasındaki ilişkinin temelini belirlemek için, yerel rüzgâr ölçümleri yapılmış ve Düzce Meteoroloji İl Müdürlüğü'nden alınan eş zamanlı veriler ile karşılaştırılarak istatistiksel anlamlar ortaya konulmuştur. Temelde “Kentsel peyzaj planlama ve tasarımında, alan özelliğinin (*Açık-Yeşil alan/Koridor /Yapı*) rüzgâr sirkülasyonunu etkilediği” ve “Kentın kütle-boşluk (yapısal yoğunluk) oranlarının rüzgâr hızını değiştirdiği” ön savları sorgulanmıştır. Çalışma alan sınırları Düzce Kenti mücavir alan sınırları olarak belirlenmiştir. Kentin çeşitli noktalarından elde edilen rüzgâr ölçümleri ile birlikte meteorolojik veriler ve imar planları ana materyal olarak; Vantage Pro2 meteoroloji istasyonları ve çeşitli bilgisayar yazılımları da yardımcı materyaller olarak yer almıştır. Çalışma sonucunda; Düzce Kenti genelinde hangi alan ve aksların planlama ve tasarım ölçütlerine rüzgâr yönü ve hızı açısından uygun olduğu ve hangi mevsimlerde en yoğun ve en az sirkülasyon özelliğine sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca mahallelerdeki kütle-boşluk oranlarının rüzgâr hızıyla ters orantılı olduğu görülmüştür. Avrupa Peyzaj Sözleşmesi'nin amaçlarında da belirtildiği üzere; çevre koruma, yönetimi ve planlanmasını geliştirmek, peyzaj mimarlığı meslek alanının öncelikli koşuludur. Bu bağlamda; çalışmanın sonuçları, planlama aşamasında alınan kararların, kentlere ne şekilde uygulanabileceği konusunu gündeme getirecektir.

Anahtar sözcükler: Kentsel peyzaj planlama ve tasarımı, Rüzgâr, Ekolojik tasarım, Düzce.

ABSTRACT

WIND EFFECTS ON URBAN PLANNING AND DESIGN; A CASE STUDY OF DUZCE

Sinem ÖZDEDE

Duzce University

Graduate School of Natural and Applied Sciences,

Department of Landscape Architecture

Doctoral Thesis

Supervisor: Assist. Prof. Dr. M. Kıvanç AK

May 2017, 168 pages

Continuing throughout the history, one of the most important purposes of planning and design has been the enhancement of human comfort. In addition to the wishes of the human beings; long-term, nature-friendly planning and design approach is also seen as an important factor in sustainable environmental studies. In this study; the influence of wind, as one of the important climate elements, on human comfort was examined. In order to shape the landscape planning and design studies in cities, this study was influenced with the idea of how wind can be used and guided effectively. These proposals were aimed at providing corridors related to wind systems supported by sustainable urban models, especially in urban expansion directions. According to this framework, increasing the quality of living in urban habitats to an optimum level, and developing a planning perspective that considers ecological factors in cities constitute the primary objectives of this study. Thus, it will be possible to reduce the areas where the wind can not sustain continuity of urbanization and increase the quality of life for urban users in the long run. In this context, local wind measurements were used to determine the basis of the relationship between urban landscape planning and the wind, and it was statistically compared with the simultaneous data obtained from the Provincial Directorate of Meteorology. Basically, the hypotheses of “the effects of landscape features (open and green areas/corridors/building areas) on wind circulation” and “the effects of mass-gap ratios on the wind speed” have been adressed. Boundaries of the study area was determined as the Municipality Limits of the City of Duzce. Wind measurements obtained from various sampling locations across the city as well as the meteorological data and urban plans were used as main study materials; Vantage Pro2 meteorological stations and various computer programs were also included as auxiliary materials. As a result; It has been determined that the areas and axes of Düzce City are suitable for the planning and design criteria in terms of wind direction and speed, and have the most and least circulation characteristics. As a matter of fact, the mass-gap ratios in the neighborhoods are inversely proportional to the wind speed. As expressed in the aims of the European Landscape Convention; improving environmental protection, management and planning is the primary goal of a landscape architect’s professional discipline. The results of this study will reveal how decisions made during the planning stage can be applied to city landscapes.

Keywords: Urban landscape planning and design, Wind, Ecologic design, Duzce.

EXTENDED ABSTRACT

WIND EFFECTS ON URBAN PLANNING AND DESIGN; A CASE STUDY OF DUZCE

Sinem ÖZDEDE
Duzce University
Graduate School of Natural and Applied Sciences,
Department of Landscape Architecture
Doctoral Thesis
Supervisor: Assist. Prof. Dr. M. Kıvanç AK
May 2017, 168 pages

1. INTRODUCTION:

Many contemporary landscape planning projects, through their established design criteria, does not account for the local data associated with the venue of interest. This results in uniform and monotonous planning suggestions for all urban places. However, even a small locational variation of structural blocks inside the urban fabric can affect wind quality, resulting in drastic changes in microclimate. It is, therefore, important that information about climatic variation is not overlooked in order to increase the life quality of city dwellers, and decrease the energy consumption in the cities.

In this study, wind, as one of the basic sustainable climate factors, was considered. When the development of cities is concerned, wind has an important role in directing and shaping a city. The fact that, in Duzce, densely populated city centers are close to flat areas, appropriate channeling of wind speed and direction can influence quality of life.

2. MATERIAL AND METHODS:

This study is conducted at the city scale. Because of that, the study area is designated as “Duzce Central Municipality Zones”. Map sheets that were used in the analysis and interpretation stages came from Duzce City Urban Plans of 2003 and 2013. Also, satellite imagery was used in the study. Finally, literature which have been published on this topic was evaluated as supplementary material.

Wind measurements conducted in 48 different Duzce City Center neighborhoods for 1 year and over 4 seasons were compared with meteorological data to determine the uncomfortable areas in the subscale. At the same time, in order to assess the structural density in all neighborhoods, mass/emptiness values have been calculated. After that, area modellings and planning suggestions have been created.

Wind measurements were conducted by implementing Vantage Pro2 Meteorological Station, and the results were visualized through WeatherLink 6.0.2 software program. Also, wind measurements from every minute were obtained from Duzce Provincial Directorate of Meteorology. At the same time, gap-mass analysis was created by using AutoCad 2014, city modelling, Sketch-up 2014 software programs. Wind analyses was realized through Autodesk Flow Design and ArcMap 10.1 software programs. Assessment of study results were done through computer aided SPSS-22 statistical program. Figures, tables and maps were created by using Photoshop CS6.

This study tested two hypotheses:

1. “The effect of areal features (i.e. Open and Green Areas / Corridor / Structural area) on wind circulation”
2. “The effect of gap-mass ratios on wind speed”

In the statistical methodology, Anova, and Correlation tests were implemented in order to find how wind speed interacts with areal features, seasons and gap-mass ratios, correlations. To assess the impact of areal features and seasons on wind direction, wind direction tables were prepared. Also, wind direction frequency tables were used to determine the most frequent wind directions. Furthermore, the maps of the current availability of the wind were revealed with Photoshop CS6 and ArcMap 10.1 software programs in Düzce City. These maps were obtained by interpolating with the results of wind direction maps. Thereby, it has been determined which areas fit the bioclimatic comfort in terms of breathing the city.

3. RESULTS AND DISCUSSIONS:

This section includes the description of areal features (geographical, climatic, geological, and air pollution circumstances) and the results of the statistical analyses. Also, the direction in which the city is developing in the last 10 years was explained by

using urban plans between 2003 – 2013. In the data related to wind direction, wind frequency diagrams were produced to observe any differences between areal and meteorological measurements.

The results showed that Duzce meteorological data was already lower than the optimum conditions, but some neighborhoods were even lower than the values captured by meteorology data. Besides it was determined that corridors and building orientations cause differences in wind movements. In this context, suitability maps were arranged according to the seasons to show how the Düzce Town is in harmony with the wind directions. According to this, in terms of urban landscape planning and design, inadequate wind speed and direction were determined in over four seasons. Particularly Autumn-Summer-Winter seasons, the incompatibility (~0%) affects the city negatively.

4. CONCLUSION AND OUTLOOK:

Within this study, wind measurements conducted in Duzce City Center showed that areal features have an affect on wind speed. It was demonstrated that this effect is largest in structural areas, followed by corridors and open landscapes. During city planning and design stages, early consideration of city axes and structural areas is important due to their benefits to the city.

Every urban design and urban planning decision done in Duzce Province should be organized by supporting optimum city axes. It is because decrease in wind speed is not only limited to one season, but occurs in all 4 seasons. In other words, the city needs a Venturi effect. Planning decisions are needed that are not implemented to block wind, but implemented to increase its speed and continuity through longer corridors. Therefore, the compatibility of the wind directions is very important for Düzce City and this should always be taken into consideration in urban planning and design works. Although air pollution, quality of life, human health etc. were studied in Duzce Province, the topic of wind was not studied before, which allows the results obtained at the end of this study to have important contribution on the literature and local government. Besides the fact that this study is the first of its kind in the study region, by pioneering similar studies in future years, it will contribute to the topic and diversity of research in this area.

1. GİRİŞ

Günümüz büyük kentlerinde yeşil alanların ve buharlaşma yüzeylerinin azalması; beton ve asfaltla kaplanmış yüzeylerin, yapısal alanların artması ve bu alanlarda kullanılan yapı malzemelerinin sıcaklığı daha iyi iletme ve yüksek sıcaklık depolama özelliklerine sahip olmaları gibi nedenlerle, değişen meteorolojik parametreler yerel ve bölgesel ölçekte iklim değişimine neden olmaktadır. Bu nedenle büyük kentler kendilerine özgü iklimleri olan alanlar haline gelmektedirler [1].

Günümüzde üretilen birçok kentsel tasarım projesi, ortaya koyduğu tasarım ölçütleri ile mekânın yerel verilerini dikkate almadan, tüm kentsel mekânlar için tek düze önerilerde bulunmaktadır. Oysa kent dokusu içerisinde değişiklik gösteren kütlelerin, küçük bir konum değişikliği bile rüzgâra etki etmekte ve mikro iklimde büyük değişimler oluşturabilmektedir. Bu nedenle iklim verilerinin tasarımda göz ardı edilmemesi; yaşam kalitesinin artması, enerji tüketiminin ve maliyetli yapı çevrelerinin azalması açısından önem oluşturmaktadır.

Yüksekliğin artması, sürtünmenin azalarak ve pürüzlülük katsayısına bağlı olarak rüzgâr hızında artışına neden olmaktadır [2]. Bu bağlamda düz bir arazideki veya su kütleli üzerindeki rüzgâr hızının, yoğun yapılaşmanın olduğu bölgelerden ya da ormanlık arazidekilerden daha yüksek olması beklenmektedir.

Kentte oluşan iklim değişiklikleri ile rüzgâra yönelik çalışmalar çeşitli meslek disiplinleri tarafından ele alınmaktadır. Mühendislik tabanındaki çoğu çalışma, rüzgârın akışkan yapısının hesaplanmasına ilişkin ele alınırken; mimarlık, şehir planlama vb. alanlarda rüzgârın, kente ya da daha alt ölçeklerde yapılara hangi koşulda etki ettiği ele alınmaktadır. Bunun yanı sıra biyoiklimsel konfor çalışmalarında rüzgâr etkisinin insan üzerindeki etkilerine ilişkin çalışmalar ya da mikro iklimsel verilerin tümünü kapsayan çalışmalar bulunmaktadır.

Kullanılan yöntemler açısından daha önce yapılan çalışmalara bakıldığında, meteoroloji verilerini kullanarak mikro iklime ilişkin sonuçlar ortaya koyan çalışmalara örnek olarak, Bernhofer [3] “*Seasonal and Daily Variations of An Urban Heat Island, Caused*

by Topography and Wind” isimli çalışması verilebilir. Bu çalışmada; istasyonların sıcaklık ve rüzgâr hızı verileri incelenmiştir. Viyana’da yapılan çalışmada sıcaklık istasyonları sayesinde kentin, Ocak ve Temmuz aylarında günlük sıcaklık ölçümleri yapılarak istatistiksel olarak araştırılmıştır. Ortalama ısı adası yoğunluğu gece vaktinde ve Ocak-Temmuz aylarında en yüksek değer olarak 3°C olarak saptanmıştır. Bunun yanı sıra, Duman Yüksel [1] “Kentlerde Yapısal ve Yeşil Alanlardaki Hava ve Yüzey Sıcaklıklarının İrdelenmesi: Ankara Örneği” adlı çalışmasında sıcaklık ve nem ölçümleri yapmış ve bu ölçümler sırasında; ölçüm istasyonlarının kurulacağı yerler belirlenirken göz önünde bulundurulmuş diğer ölçütler; istasyonlar arasındaki yükselti farkının 100 m’den fazla olmaması, istasyonların aynı bakarlı olması, istasyonların 5 km x 5 km’lik bir alanda kurulmuş olmasına dikkat etmiştir. Ölçümler yapılırken istasyonlar yerden 2 m yükseklikte kurulmuş ve 6 aylık bir süre içerisinde sabit meteorolojik ölçüm aletleri ile yapılmıştır. Ölçümlerin 2 m yükseklikte yapılmasının nedeni; bunların yüzeye daha yakın noktalarda yapılan sıcaklık ölçümleri karşılaştırıldığında, yere yakın yapılan ölçümler albedo (beyazlık derecesi), toprak nemi ya da toprağın ısıl (termal) özellikleri gibi yer yüzeyindeki malzemelerin ısıl özelliklerinden çok daha fazla etkilendiğinden, elde edilen değerlerde sapmalar olabilmektedir. Daha sonra elde edilen hava sıcaklığına ilişkin veriler bilgisayar ortamına aktarılarak Microsoft Excel yazılımında düzenlenmiştir. Düzenlemenin ardından farklı istasyon verilerinin karşılaştırmaları yapılmıştır. Yüzey sıcaklığı ve hava sıcaklıklarının paralel şekilde yeşil alanlarda, asfalt yüzeylere oranla daha düşük derecelerde çıkmış ve anlık hava sıcaklıklarının 15°C ye kadar yükselebileceğini saptamıştır.

Kentteki mikro iklimsel durumları ortaya koyan ve Yunanistan’da yapılan bir diğer çalışma, Dimoudi ve diğ. [4] “*Investigation of Urban Microclimate Parameters in An Urban Center*” adlı çalışmasıdır. Serres Kenti’nde en yoğun bölgelerden birini belirleyerek sokak kanyonlarında eş zamanlı iklim istasyonları (yaya düzeyi) ile rüzgâr hızı yönü ve nem değerlerini ölçerek genel iklim verileri ile karşılaştırarak mikro iklimsel durumları ortaya koymuştur. Çalışma sonucunda, rüzgâr yönleri ve rüzgâr hızları açısından sokaklar arası fark bulunmuş; kentsel geometrinin, yapıların yolların, kullanılan malzemenin yerel mikro iklime etki ettiği saptanmıştır.

Mikro iklimsel etkiler ve bina ölçeğinde ele alınarak yapılmış Fahmy ve diğ. [5] “*Adaptive Urban Form Design on A Climate Change Basis A Case Study in Nubia,*

Egypt” çalışmasında, iklim değişikliği kapsamında gelecekteki senaryo kurgularını Envi-MET yazılımını kullanarak belirlemiştir. Kabul edilebilir bir konfor düzeyi için kentsel pasif tasarımlar önermiş ve bunları iki örnek ile aralarındaki mikro iklimsel farkları ele alarak gerçekleştirmiştir. Bina tipolojisi ya da doku morfolojisi ile bir değişikliği olmayan bu iki kentsel alanda sadece bina yüksekliklerini değiştirerek çalışmalar arası farkı ortaya koymuştur. Benzer şekilde Envi-MET simülasyon yazılımını kullanan Son ve diğ. [6] “*A Study on Planning Methods of Apartment Complex for A Sustainable Residential Environment*” adlı çalışmasında; kullandığı yazılım ile 3B mikro iklim modelleri oluşturmuş ve rüzgârın örnek konut yerleşimindeki avantajlı kullanımlarını irdelemişlerdir. Bir aylık (Ağustos) süreçte yerden 5 m yükseklikte olacak şekilde rüzgârı, nemi ve sıcaklığı ölçerek var olan potansiyel ile 3B modeldeki varsayımları karşılaştırarak farklı 3 konut tipi ve konumlarının rüzgâr hızındaki değişimlerini ortaya koymaktadırlar.

Yapı ölçeğinde ele alınmasına rağmen, iklimle dengeli konut planlamasının yanında çevresel etkilere de değinen Akın [7], “Doğal Çevre Etmenlerine Bağlı Olarak Yerleşme ve Bina Ölçeğinde İklimle Dengeli Konut Tasarım Denetleme Modeli” isimli doktora tez çalışmasında; iklimle dengeli bir mimari tasarımın gerçekleşmesinin, iklimi oluşturan verilerin uygun çözümleri ile mümkün olabileceğini öngörmüştür. Materyal olarak iklimle dengeli konut tasarımına örnek oluşturabilecek Diyarbakır evleri ve günümüz konutları seçilmiş ve analitik bir bakış açısıyla ölçekler arası ilişkiye değinilerek, alternatif bir tasarım denetleme modeli sunulmuştur.

Kullanılan güncel yazılımlardan önce, rüzgârın yönleneşine ilişkin yapılan deneyler duman deneyleri olarak geçmektedir. Olgay’ın çalışmalarında da yer alan bu deney Türkiye’de İtü’de yapılan ve Mimarlık Fakültesi Fiziksel Çevre Kontrolü Laboratuvarı’nda yürütölen yüksek lisans tezinde, Yücel [8] “Yüksek Binaların Yakın Çevre Bina Yüzeylerindeki Hava Akışına Etkileri” çalışmasında da yapılmıştır. 1/500 ölçekte 4 adet rüzgâr kulesi modelleyerek bina yüzeylerindeki basınç ölçümlerini saptamıştır. Hâkim rüzgârı duman püskürtücü duman deneyi ile gerçekleştirerek konumlarına göre aerodinamik etkileri incelemiştir. Uzun yıllar önce Alberts [9] “*Modeling The Wind in The Town Planning Process*” çalışmasında da olası rüzgâr hızları ve yönleri üzerinde modelleme yaparak, yapı modelleri ve yönleneşlerinin rüzgâr açısından optimum değeri hangi koşullarda sağlandığını ortaya koymaya

çalışmıştır. Geniş sokaklarda rüzgâr yönü paralelliği, dar sokaklarda ise 45° açı olması rüzgâr akışı için daha olumlu sonuç verdiği belirtilmiştir.

Günümüzde bu tip araştırmalar, CFD, Ecotect vb. yazılımlar yolu ile yürütülmektedir. Bu bağlamda, Dimoudi ve Nikolopoulou [10] “*Vegetation in The Urban Environment: Microclimatic Analysis and Benefits*” isimli çalışmasında; CFD teknikleri ile bitki toplulukları simülasyonu yaparak kentsel yapı ölçeğinde bir park etkisini saptamaya çalışmıştır. Kentsel çevre, bitki toplulukları ve iklim ilişkisinde kurduğu bu ilişkide bitkisel dokudaki 3B objeyi ağaç olarak belirlerken; çim, yer örtücü, çalı, bitkisel pergolalar vb. detayları 2B objeler olarak belirlemiştir. Yuan ve Ng [11] “*Building Porosity For Better Urban Ventilation In High-Density Cities – A Computational Parametric Study. Building and Environment*” isimli çalışmasında, yaya düzeyindeki doğal havalandırma üzerinde, farklı kentsel morfolojilerin etkisini görebilmek için CFD tekniklerini kullanarak karşılaştırmalar yapmıştır. Hem planlama hem de mimari açıdan farklı tasarımlar yaparak, rüzgâr yönü derecelerinin ve bina yükseklikleri ve biçimlerinin doğal havalandırmayı ne derece etkilediğini ortaya koymuştur. Hâkim rüzgâra göre ızgara (grid) düzende yönlendirmelerin, taban alanı düşürülerek ortaya çıkarılan geniş caddelerin ve hava geçitleri tasarımlarının olabildiğince yer düzlemine yakın düzenlenmesinin kentsel doğal havalandırmayı artırıcı etkisi olduğunu ortaya koymuştur. Wong ve diğ. [12] “*Gis Techniques For Mapping Urban Ventilation, Using Frontal Area Index And Least Cost Path Analysis*” isimli çalışmasında; Hong Kong örneğinde CFD tekniklerini kullanarak; bina frontal (cephe) alan indeksleri ile kentsel rüzgâr havalandırma haritalarını sunmuştur. Olası (potansiyel) havalandırma yolları amaçlanarak, özel alanların, kamu alanlarının, bitkisel alanların sayısal değerleri pürüzlülük yüzeyleri şeklinde hesaplanmıştır.

Bunun yanı sıra yerel rüzgâr endeksleri üzerinden çevre etkileri inceleyen, Bu ve diğ. [13]’ da “*New Criteria For Assessing Local Wind Environment At Pedestrian Level Based On Exceedance Probability Analysis*” isimli çalışmasında, alanın rüzgâr özellikleri, sayısal özellikleri açısından incelenmiştir. Rüzgâr ortamı havalandırma başarımı ve ısı konfor yönü yaya alanları için değerlendirilmiştir. Rüzgârın çevre üzerindeki etkisi ile ilgili belirsizlikleri öngörmek için temel yaklaşım olarak iklim analizi uygulanmıştır.

Bu çalışmada sürdürülebilirlik temelindeki iklim elemanlarından rüzgâr ele alınmıştır. Kent oluşumu söz konusu olduğunda rüzgâr; kentin yönlendirilmesi ve şekillendirilmesinde, buna bağlı olarak yaşam kalitesinin artırılmasında önemli rollerden birine sahiptir.

Düzce'nin özellikle kentin yoğun olduğu merkez alanlarının düze yakın oluşundan ve çarpık kentleşmeden ileri gelen rüzgâr sirkülasyon sorunu, rüzgârın doğru yönlendirilmesini gerekli kılmaktadır.

1.1. AMAÇ VE KAPSAM

Tarihten beri süregelen planlama ve tasarım anlayışının en büyük amacı, insanın konforunun sağlanması olmuştur. Günümüzde ise, yoğun ve çarpık kentleşme sonucu kentlerde oluşan mikro iklim, konforsuz kullanım alanlarını ortaya çıkarmaktadır.

Özellikle hava kirliliği, gürültü dağılımı, ısı konfor ve insan vücudundaki mekanik etkilerinden dolayı rüzgâr; mikro iklim parametreleri arasında oldukça önemli bir yere sahiptir [14]. Bu bağlamda rüzgârın, kentin oluşumu söz konusu olduğunda, iklimin en önemli doğal elemanlarından biri olduğunu söylemek olasıdır.

Rüzgâra ilişkin parametrelerin yeterince yer almadığı planlama ve tasarım çalışmaları, özellikle insan konforu üzerinde olumsuz sonuçlara neden olmaktadır. Son 30 yılda bu konudaki çalışmalara ağırlık verilmiş, birçok ülkede yapılan deneysel ya da hesaplamalı çalışmalarla, farklı rüzgâr konfor ölçütleri oluşturulmuştur.

21. yüzyılın en önemli konularından biri haline gelen sürdürülebilirlik temelinde ele alınan ekolojik tasarımlar, olabildiğince bu konuları ele alan bir anlayıştan söz eder. Ancak çoğu zaman ekolojik tasarım konularında, tasarımlara aktarılması gereken ölçütlerin çokluğu, farklılığı ve öncelikler sırası, tasarımcıyı doğru karar verme sorunuyla karşı karşıya bırakmaktadır.

Bu çalışmada da rüzgârın, insanın konfor düzeyini ne ölçüde etkilediği saptanarak, kente uygun peyzaj planlama ve tasarım önerileri geliştirilmiştir. Bu önerilerin, özellikle kentin yayılma (büyüme) yönlerinde, sürdürülebilir kent modellerinin de desteklediği, rüzgâr sistemlerine ilişkin koridorlar sağlanarak ortaya konulması amaçlanmaktadır. Bu

amaç doğrultusunda, kentsel planlama ve tasarım çalışmalarında ekolojik etmenlerin göz önünde bulundurulduğu bir anlayış geliştirilmiştir. Bu doğrultuda düzenlenen kentsel planlama ve tasarım çalışmaları ile insan konforunun artırılması hedeflenmektedir.

İnsan konforunun artırılmasında hava kalitesi önemli parametreler arasında yer almaktadır. Sipahioğlu [15] rüzgâr hızının, rüzgâr yönündeki kirleticilerin seyrelmesine neden olduğunu saptamış ve kirlilik konsantrasyonunun rüzgâr hızı ile ters orantılı olduğunu belirtmiştir [16]. Yoğun şehirleşme, çarpık kentleşme, topoğrafik ve meteorolojik koşullar gibi nedenlerin de, kentlerde özellikle kış mevsimlerinde hava kirliliğinin artmasına neden olduğu bilinmektedir. Garipağaoğlu [17], 1950’li yıllardan başlayan hızlı ve plansız kentleşmenin, birçok kentte hava kalitesinin bozulmasında başrolü oynadığını belirtmiştir.

Düzce Üniversitesi Tıp Fakültesi tarafından yapılan bir çalışmada da, Düzce Kenti’nde hava kirliliğinden kaynaklanan Faranjit ve Bronşit hastalarının yüzdelerinin arttığı (Ağustos ayında %5.8 iken, Ocak ayında %10.5) sonucu ortaya konulmuştur [18]. Benzer şekilde, Düzce İl Çevre Durum Raporu [19]’nda da; rüzgârın, Düzce Kenti’nde az olması ve bundan dolayı hava sirkülasyonunun sağlanamaması nedeniyle hava kirliliğinin kentte özellikle kış aylarında yoğun yaşanmakta olduğu belirtilmiştir.

Düzce Belediyesi Stratejik Planı [20]’nda; Düzce Kenti’nde ortalama rüzgâr hızının 0,7 m/sn olduğu belirtilmiştir. Ancak biyoiklimsel konfora göre olması gereken optimum rüzgâr hızı 3-5 m/sn’dir [21]. Bu bağlamda kentte dolaşım göstermesi gereken rüzgârın bu denli az hıza sahip oluşu, sıkışmalara sebebiyet vererek yaşam kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle Düzce Kenti’nde rüzgârın önemli bir parametre olduğu ve dolaşımın artırılması için çalışmalar yapılması gerekliliği de ortaya çıkmaktadır.

Bu bilgiler göz önünde bulundurularak; Düzce Kenti içerisinde yapılacak peyzaj planlama ve tasarımı sonucu, rüzgârın hangi yönde daha doğru yönlendirilebileceği temel alınmıştır. Bu bağlamda gerçekleştirilen rüzgâr ölçümleri ve oluşturulan rüzgâr haritaları var olan durumu ortaya koyarak çalışmaya altlık oluşturmuştur. Çalışma kapsamındaki amaçlar şu şekilde sıralanmaktadır;

- Düzce Kenti sınırlarında, rüzgârın, insanın konfor düzeyini ne ölçüde etkilediği saptanarak, kente peyzaj planlama ve tasarımı açısından uygunluklarının saptanması,
- Düzce kenti içerisinde rüzgârın göz önünde bulundurulduğu bir tasarım anlayışının geliştirilmesi, böylece konfor koşullarının artırılarak Düzce kenti kullanıcılarının uzun vadede yaşam kalitesinin artırılmasıdır.

Bu bağlamda kent peyzaj tasarımı ve rüzgâr arasındaki ilişkinin temelini belirlemek için,

- Alan özelliğinin (açık ve yeşil alan / koridor / yapı alanı) rüzgâr hızı üzerine etkisinin incelenmesi,
- Kentsel yapı yoğunluğunun (kütle-boşluk oranlarının) rüzgâr hızı üzerine etkisine bakılması,
- Düzce Meteoroloji Müdürlüğü ölçümleri ile alan ölçümleri arasında anlamlı bir farkın olup olmadığının saptanması,
- Düzce Kenti genelinde hangi alan ve aksların planlama ve tasarım ölçütlerine rüzgâr yönü ve hızı açısından uygun olduğu ve yine rüzgâr açısından hangi alanların hangi mevsimlerde en yoğun ve en az sirkülasyon özelliğine sahip olduğunun bilinmesi, gereklidir.

Planlama çalışmalarında rüzgârın önemi sürekli vurgulanmaktadır. Ancak tasarım çalışmalarında rüzgârın neyi ne kadar etkilediği tam olarak bilinmediğinden uygulama ölçeklerinde yeterince dikkate alınamamaktadır. İklim parametrelerinin genel anlamda kentsel planlama ölçeğinde ele alındığı ve kentsel tasarıma geçiş evresinde birtakım uygulama hataları yapıldığı günümüzde; bu çalışma tasarım ölçeği boyutunda özgün bir nitelik taşımaktadır. Çalışma aynı zamanda görselleri ve ölçümleri ile birlikte bu ara ölçeğe yanıt vermeye çalışarak, 21. yüzyılın en önemli sorunu olan sürdürülebilirlik ilkelerinin tasarım boyutunda nasıl ele alınması gerektiği ortaya koymaktadır.

Ayrıca “Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü”nce 5627 sayılı “Enerji Verimliliği Kanunu” nun [22] yürürlüğe girmesi ile son zamanlarda yapılan bilimsel araştırmalar sürdürülebilirlik konusunu gündeme taşımaktadır. Bu çalışmada beklenen sonuçlar gerçekleştiğinde doğal sistemler kullanılarak var olan düzene enerji verimliliği sağlanacak ve doğal havalandırma sağlanmış olacak ve ilgili kanunda geçen “*enerjinin*

etkin kullanılması, israfın önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerji kullanımında verimliliğin artırılması” amacına katkı sağlanmış olacaktır. Dolayısıyla “*Aktif Enerji*” olmasa da “*Pasif Enerji*” olarak nitelendirildiğinde çalışmanın önemi bir kez daha vurgulanmış olmaktadır.

Birçok meslek disiplini kendi alanında sürdürülebilirlik, yenilenebilir enerji gibi konularda, çevreye hangi ölçüde katkı sağlayabileceğini araştırmaktadır. Rüzgâr konusunda yapılan çalışmalar genelde aktif rüzgâr sistemleri üzerine ya da tasarım ölçeklerine dayanan yapı mimarisindeki doğal havalandırmaya dayalı çalışmalardır. Peyzaj planlama ve tasarımı ile rüzgârın ilişkilendirildiği çalışmalara çok fazla rastlanmamaktadır. Aynı zamanda kent özelliklerinin rüzgâr yönünü ve hızını etkilediği ön savı (hipotezi) kabul edildiğinde (ya da edilmediğinde) ortaya çıkacak olan kent modeli önerisi söz konusudur. Bu öneri, akışkanlar dinamiğine dayalı yazılımlar ile rüzgârın kütle üzerindeki hareketleri ve yönlenme durumu ile de desteklenmiştir. Ortaya çıkarılan rüzgâr haritaları, depremler geçirmiş, altyapı sorunları olan, hava kirliliğine sahip Düzce Kenti için, gelişmekte olan yapısına ve imar planlarına önemli bir katkı sağlamaktadır.

Ankara ve İstanbul gibi iki büyük kentin gününbirlik veya hafta sonu tatili için gereksinim duyduğu bir turizm merkezi niteliğinde olan, doğal ve kültürel kaynak değerlerine sahip Düzce Kenti’nde, son yıllarda “*Doğu Marmara Kalkınma Ajansı*” desteği ile gerçekleştirilen “*Kentsel Strateji Çalışmaları*” da dâhil olmak üzere, yaşam kalitesinin yükseltilmesi ve sürdürülebilir büyümenin sağlanabilmesi için önemli çalışmalar yapılmaktadır. Akıllı büyümenin on ilkesi arasında yer alan, “*düşük maliyetli ve mevcut yapı ile uyumlu gelişim kararları*” ve “*mevcut yapılaşmayı yönlendirmenin gerekliliği*” vb. konular içeren bu MARKA Raporu [23]’nda; Düzce Kenti’nin kentsel yayılma, yapı ve yaşam kalitesi riskleri belirtilmektedir. Bu nedenle, bu çalışmada, ova içerisinde konumlanmış ve çanak şeklindeki kentlere iyi bir örnek olan, Düzce Kenti çalışılmıştır. Bu bağlamda; çalışma alanı, Düzce Merkez İlçe Sınırı olarak belirlenmiştir.

Çalışma sonucundaki öneriler, imar planlarına entegre edilerek, Düzce Kenti’nin kaliteli yaşamı ve kentin gelişim süreci için önemli bir temel sağlayacağı düşünülmektedir. Kent içerisindeki rüzgâr sirkülasyonunun görselleştirilmesi, planlama ve tasarımında

imar planına atıf yapılması, ileride gerçekleştirilebilecek olan “Düzce Kenti Tasarım Rehberi” için de önemli veri sağlayacaktır. Kentte bu anlamda yapılmış herhangi bir çalışma bulunmamakta, bu nedenle de çalışma özgün bir nitelik taşımaktadır.

1.2. KENTSEL PEYZAJ PLANLAMA VE TASARIMI

Friedman [24] planlamayı, kuramsal bilginin sistemli bir biçimde eyleme uygulanması şeklinde tanımlamıştır [25]. Kent planı ise; toplumun geleceği için bir rehberdir. Küçük kasabalardan, milyonlarca insanın yaşadığı metropollere kadar birçok farklı ölçekteki alanlar, sürdürülebilirliklerini korumak ve toplumlarını geliştirmek için kentsel planlamaya gereksinim duymaktadır. Kent planı, bir alanın sadece neye benzediğini değil, aynı zamanda kente ileride ne şekilde bir fonksiyon katacağını da gösterir [26].

Planlama kavramı en geniş anlamı ile ele alındığında, üç vazgeçilmez özellik içermektedir; geleceğe yönelik bir tasarım olması, belirli hedef/amaçlara ulaşmak için yapılması ve sistemli bir eylem dizgesi oluşturması [25].

Peyzaj planlama ise; yaşamımızla doğrudan ilişkili olan doğanın, ekolojik gücünün araştırılması ve çok uzun süreler içerisinde verimli bir şekilde kullanımının geliştirilmesi için fikirler ve modeller oluşturan bir planlama yöntemidir [27].

Planlamanın bileşenlerinden olan kentsel tasarım ise, hem estetik hem fonksiyonel konuları ele almaktadır. Kentin iyi görünmesinin yanı sıra iyi işlemesini de sağlamaktadır [26].

Tasarım ile plan arasındaki farkı Ersoy [25] şu şekilde ortaya koymaktadır;

“Tasarım bir sorunu çözmek bağlamında ulaşmak istenen sonuç durum; plan ise, sonuç duruma ulaşmak için yapılması gereken işlerle ilgilidir. Bu bakımdan tasarlamayı planlama ile karıştırmamak gerekir. Bir tasarı olmadan plan olamaz. Çünkü tasarı, planın hedefi, vizyonudur. Planlamak için mutlaka çözeceğimiz bir sorun, ulaşmak istediğimiz bir hedef olmalıdır. Ayrıca, bir tasarı için birden fazla plan yapılabilir, ama bir planın birden fazla sonuç hedefi olamaz. Buna karşılık, gerçekleşme planı olmayan tasarım olabilir.”

Tasarımlar bütünü olarak tanımlanan kentsel tasarımın izleri, antik çağ ve İslam Uygarlıkları yerleşmelerinde, ortaçağ kentlerinin erken dönemlerinde ve İslam etkisiyle oluşan ortaçağ yerleşmelerinde, rönesans ve barok tasarımlarında görülse de; kentsel

tasarım, global terimi ile “*Urban Design*” kavramı, 1960’lı yıllardan sonra şimdiki kullanım anlamında görülmektedir. Kentsel tasarım fikrinin çıkışının temelinde 19. yüzyıl sanayi devrimi sonrası kentlerde oluşan olumsuzlukları çözmeye yönelik planlama çalışmaları ve modern şehircilik kuramlarının kentte uygulamalarının yarattığı etkilere tepkiler olarak görülmektedir. Modern şehircilik ile birlikte kentte tanımlanan dört işlev alanı ve buna bağlı planlama çalışmaları, iki boyutlu kent planlama ve soyut plan notlarının kentte birçok tanımsız alan ortaya çıkarmasının yanı sıra kentsel algılanabilirlik ve insan ölçeğini yok ettiği söylemi, kentsel tasarımın temelini oluşturmuştur [28], [29]. Ayrıca kentsel tasarımın toplum anlayışını, yerel tarih ve kültürel özellikleri kullanarak, geliştirmeye yardımcı olduğu da bilinmektedir.

Kentsel tasarımın ortaya çıkışı ve son zamanlarda popülerliğini koruma nedeni, doğal sistemlerin öneminin 1980 öncesine oranla daha iyi anlaşılmasından kaynaklanmaktadır. Yapılan son çalışmalarla birlikte artık, yaşadığımız dünyanın, doğal sisteminin ne kadar kırılgan olduğu, kaynaklarının sınırlı ve tükenmekte olduğu çok iyi bilinmektedir.

Kentsel tasarımda ana amaç olan insana en iyi yaşam koşullarının sağlanması ve ekonomik bir kentsel mekân oluşturulması, bölgeleme, erişilebilirlik, yeterli donatım gibi birçok etkenle uyumlu çözümlerle gerçekleştirilmektedir. Bu geleneksel kentsel tasarımdan farklı olarak, fiziksel çevresel etkenin, iklim boyutunun yerleşim üzerindeki etkilerinin optimize edilmesidir [30], [31].

“Kentsel Peyzaj Tasarımı” kavramını ise Yılmaz [32] şu şekilde açıklamaktadır;

“Yeni kurulan veya varolan kentsel yerleşim alanlarında yaşayan insanlar için yeni yaşama ortamları öneren yaklaşımdır. Her kentsel peyzaj tasarımı projesi, proje alanını kullanan insanlara sunulmuş bir değişim önerisidir. Dolayısı ile kentsel peyzaj tasarımı projesi yalnızca varolan kentsel mekânı tekrar düzenlemez; aynı zamanda proje alanı kullanıcılarının deneyim ve kullanım alışkanlıkları dışında yeni kullanım şekilleri de önerir.”

Peyzaj mimarlığının kent bütünü ya da bölümlerindeki mekânlarda tasarım ayağını oluşturan kentsel peyzaj tasarımı; çalışma alanına bağlı olarak 1/1000 ölçek ile 1/100 ölçek arasında değişmektedir. 1/100 ölçekten de 1/1’e hatta daha alt ölçeklere kadar uzanabilen obje tasarımı ve detay çözümleri de çalışma kapsamındadır [33], [34].

Kentsel peyzaj tasarımı, bir yapı ile yanındaki diğer bir yapı arasındaki boşluğu doldurmada araç görevi üstlendiği için, tasarım ölçeğinde özellikle önemli bir görev

üstlenmektedir [35], [36]. Mimari plan ve tasarlarda işin gereği, kütle üzerinde durulmaktadır. Yapının üzerinde ne kadar çalışılmış olsa da bu durum tekil kalmakta ve kentin geneline bakıldığında bütünden kopuk parça hissi verebilmektedir. Kent içi doğal/ekolojik verilere fiziksel planlarda yeteri kadar yer verilmemekte (topoğrafya, kıyı, akarsu, bitki örtüsü, toprak, kumul, kıyı çizgisi vb.), peyzaj planlamanın kentlerin gelişiminde ve sürdürülmesinde oluşturacağı olumlu etki kavranmamaktadır [37], [36]. Geleneksel tasarım dönemi ile başlayan ve kaynakları sınırsızmış gibi gören bu dönemde; doğanın, iklimin analizi ve özümseyerek planlama ve tasarım süreçlerinin içerisinde yer alması, kuşkusuz en önemli konulardan biridir.

Geleneksel tasarım anlayışının tersine, iklimle dengeli bir tasarım modeli olan ekolojik tasarım anlayışı da, günümüz kent sorunlarına çözüm bulabilme kaygısı ile ortaya çıkmıştır.

1.3. EKOLOJİK TASARIM ANLAYIŞI

Son yıllarda, özellikle enerji kullanımındaki artış nedeniyle yaşanan çevre sorunları ve ekolojik dengenin bozulmasına karşı alınacak bir önlem olarak, enerji ihtiyacının azaltılması ancak iklimle dengeli bir planlama ve tasarım süreci ile mümkün olduğu düşünülmektedir. Tasarım özellikleri ve kullanılacak malzemelerin seçimi ile yerleşimler için yeni lokasyon seçimlerinde meteorolojik parametreler ve bunların istatistikî yöntemlerle incelenmesi sonucu elde edilecek yeni parametreler ekolojik planlama ve tasarım sürecinde büyük önem arz etmektedir [27].

21. yüzyılda ilk defa mimari ve planlama yaklaşımında küresel dünyada gerçekleşen çevre kirlilikleri, kaynakların tükenmeye başlaması ve temiz kaynak bulma zorlukları nedenleri ile sürdürülebilir bir kent oluşumu içerisine girilmiştir. Sürdürülebilirlik, genel olarak var olan kaynakları daha tasarruflu bir şekilde kullanmayı ve yenilenebilir enerjilere yönelimi amaç edinmektedir. Bugün sürdürülebilirlik konusu sadece mimari de değil, bilimin mühendislik dalları başta olmak neredeyse tümünde ilgi uyandırmış, uygulama araştırma odağı haline gelmiştir [38]. Yalnız konut değil aynı zamanda kent yerleşmelerinde de enerjinin etkin kullanımı, yaşam kalitesinin yükseltilmesi anlamında önem taşımakta ve buna yönelik öneriler geliştirilmesi, sürekli araştırılması ve üzerinde çözüm üretilmesi son derece önemli ve güncel konular arasında yer almaktadır.

Nitekim sürdürülebilir kent modellerinde de ekolojik tasarım kurallarında olduğu gibi;

- Kaynak kullanımının azaltılması,
- Kirliliğin azaltılması,
- Alan ekolojisinin duyarlı bir biçimde kullanılması,
- Kirletmeyen ulaşım türleri,
- Daha yeşil ve estetik bir çevrenin oluşturulması,
- Enerji tasarrufu, düşünce ve politikalarının benimsenmesi,

gibi fiziksel göstergelere dayalı konular yer almaktadır [39]. Bu bağlamda geleneksel kent dokusu içerisinde var olan ekosistemin en iyi şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir.

Ekolojik tasarım, ekolojik mimarlığın uygulama alanını ve ölçeğini belirlemektedir. Ekolojik tasarım çalışmalarında, doğa-insan-çevre arasındaki ilişkiler dengeli ve sürekli bir döngü temeline dayanmaktadır. Yapılı çevre yaratma sanatı olarak genellenebilecek mimarlığın, doğal sistemlerle ilişkilendirilmesi noktasında “*ekolojik ölçütler*” tasarımın önemli girdisini oluşturmaktadır [40].

Ekolojik yaklaşımın ortaya koyduğu sürdürülebilir kent modelleri “*kendine yeterli kent*” formudur. Kendine yeterli kentler “*yeşil kent*” idealinin bir parçasıdır. Amacı, şehirleri doğayla en uygun biçimde bütünleştirecek şekilde tasarlamaktır. Bunun plana yansımaları, arazi kullanımında çeşitlilik ve bol açık yeşil alanlardır [36].

Ekolojik tasarım yaklaşımı, ilk ortaya çıkışı 1970’lere dayanan, çevreleriyle uyumlu [41] ve pasif tasarım ilkelerini kullanan yapılar [42], [43] üretmeyi amaç edinmiş bir tasarım biçimidir. Olson [44] tezinde, gerçekten iyi bir tasarımın doğayı örnek alan tasarım olduğunu savunmuş, benzer şekilde Yeang [45] ise doğa ile birlikte tasarımı vurgulamıştır [46].

Ekolojik tasarımın tarihinin oluşma süreci; zor iklim koşullarına uyum sağlamak üzerine geliştirilmiş yapı tiplerine örnek olarak Amerikan yerlilerinin çadırı ‘*Tipi*’ ve eskimoların konutları ‘*İgloo*’ verilebilir. Yerliler çadırlarını kurdukları yere ve iklime göre çadırın üzerindeki hayvan derisini çok amaçlı olarak kullanmaktadırlar; ya rüzgârı içeri alıp mekanı serinletmek ya da soğuk hava girişini önlemeye dayalı stratejilerle mekan sıcaklığını kontrol etmeye çalışmaktadırlar. Eskimoların kullandıkları igloolar

ise hem minimum yüzeyle ısı transferini azaltmakta hem de uzun giriş koridoruyla tampon bölge oluşturmayı başarmaktadır [47], [48].

Ekolojik tasarım, insan ve çevresine eş zamanlı olarak duyarlı bir yaklaşım oluşturmasındaki uyumu ve aynı zamanda dünya kaynaklarının da yeterli oranda ve ekonomik kullanımı ilkesini bir arada sağlamaktadır. Bu genel yaklaşım ve açıklamaların ışığında, ekolojik tasarımın genel ilkelerini altı önemli başlıkta özetlemek olasıdır;

- Enerji Bilinci: İnsan yerleşimleri için gerekli olan enerjiyi, güneş, rüzgâr enerjisi vb. “doğal ve yenilenebilir” alternatif biçimlerde sağlamak ve kendi kendine yeten “enerji etkin” mekan-kent çözümleri yaratabilmek amacını taşımaktadır.
- İklimsel Uyumluluk: Tasarımın bulunduğu iklimsel faktörlerin pozitif ve negatif etkilerini en uygun şekilde çözümlenmesi ve gerekli yönlendirmelerin ilk tasarım aşamalarında yapılması gerekliliğidir.
- Malzemenin Dönüşümü: Malzeme ve doğal kaynaklarla ilgili dünyadaki genel durum ve bölge özelindeki stokların değerlendirilmesi ve ekonomik kullanımı üç ayrı biçimde (dönüştürme/tekrar kullanım/yenileme) uygulanmasıdır.
- İnsan Etkeni-Kültürüne Saygı: Küresel kültürün egemen olduğu dünyada, yerel özelliklerin göz önüne alınması gereksinimi nedeniyle, gerek psikolojik gerekse de sosyal ve kültürel uyumlu tasarımlar üretebilmek; tasarımlarda yerel özelliklerin kaybolmamasına özen göstermektir.
- Zedelemeyen Tasarlamak: Tasarım objesinin çevredeki canlı ve cansız unsurlar düşünülerek ve genel olarak doğayı olabildiğince az zedeleyip “dünyaya adeta dokunarak” teması ile ele alınan çözümler bütünüdür.
- Bütünsel Değerlendirme: Tasarımın bütünsel bir bakış açısıyla ele alınması, tüm dünya dengesini ilgilendirmesi ve çeşitli meslek grupları bakış açısı ile yorumlanması, gelecekte önerilen diğer çalışmalara ışık tutucu nitelikte olması bütüncül değerlendirme açısından önem arz etmektedir [49], [46].

Aslında ekolojik tasarım tarihinin oluşma sürecine de bakıldığında, iklim koşullarına uyum sağlanan, insan ve çevre uyumunu temel alan bir anlayıştan söz edildiği görülmektedir. Bunun için ilk koşul, her durumda iklimin iyi analizinden geçmektedir. Gümüş [27], doğal peyzajın saptanmasında ve doğanın ekolojik gücünün ortaya

konulmasında dikkat edilmesi gereken en önemli unsurun ise iklim faktörü olduğunu belirtmektedir. Aynı şekilde planlama ve tasarıma ilişkin en verimli modeller, en doğru kararların ancak iklime ilişkin ayrıntılı analizlerle mümkün olduğunu belirtmektedir.

İklimsel veriler, yeni yerleşim alanlarının seçimi, rekreasyon alanlarının oluşturulması, tarım arazilerinin ve açık-yeşil alanların planlamalarının yapılması, peyzaj tasarımında kullanımların seçilmesi ve yerleştirilmesi süreçlerinde mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır [27]. Kent dokusu içerisinde değişiklik gösteren binaların bulunduğu bölgelerde küçük bir konum değişikliği bile, rüzgâra etki etmekte ve mikro iklimde büyük değişimler oluşturmaktadır.

Peyzaj tasarım ve yönetiminde ekolojik yaklaşımın savunucularından olan Cranz [50], geleneksel olarak insan kullanımlarını ön planda tutan günümüz kentsel yeşil alanlarında, kentin çevresel ve ekolojik sorunlarına çözüm getiren ve insan-doğa ilişkilerini ön plana çıkaran bir yaklaşımın gerekliliğini vurgulamaktadır. Bu doğrultuda, ekolojik yaklaşımın çok yönlü bakış açısının, kentsel yeşil alanların tasarım ve yönetim uygulamalarına entegre edilmesinin, günün alarm veren çevresel koşullarında zorunlu bir eğilim haline gelmesi gerektiği vurgulanmaktadır [51]. Peyzaj tasarım ve yönetiminde ekolojik yaklaşım, alan tasarımında doğanın kendisini model alarak, doğal süreçlerle ve alanın yapısal ve ekolojik özellikleriyle uyumlu çözümler getirmeyi gerektirmektedir. Temel hedef, kentsel ekosistemin bir parçası olabilecek, kendi kendine yetebilen sürdürülebilir bir sistemin geliştirilmesidir [52], [53], [51].

Peyzaj mimarları, var olan arazi biçimini koruma, geliştirme, yeniden yaratma ve yaşam kalitesini yükseltme amacıyla yapısal ve bitkisel tasarımlarını, mimari elemanlarla bütünleştirerek sunmaktadırlar. Sürdürülebilir peyzaj tasarımı ilkeleri ile de, proje değerlendirmeye ilişkin bilimsel ve profesyonel uygulama örneği olarak, mimari yerleşim ve peyzaj tasarımına ilişkin yaklaşımları, hedef kitlenin yararına sunmaktadırlar [54], [36].

Bitkisel elemanlar da ekolojik tasarım içerisinde önemli bir yere sahiptirler. Bitkilerin yerel mikro iklime ve dolayısıyla konfor üzerine olan etkileri mimarlık tarihinin en eski dönemlerinden bu yana bilinmektedir. Deneme yanılma yöntemiyle ve insanın ısısal gereksinimlerini karşılama içgüdüleriyle, sezinlemeyle de keşfedilmiştir. Doğal unsurlar olan bitkiler dönemsel olarak farklı etkiler oluşturmaktadır. Ağaçlar söz konusu

olduğunda, bunların cinsleri ve büyüme süreleri önemli olmaktadır. Yaprak döken ağaçlar ve iğne yapraklı ağaçlar birer doğal iklim kontrol elemanı olarak kullanılması olasıdır [55], [56]. Soğuk iklim bölgelerinde rüzgârın etkili olduğu yönlerde, rüzgâr duvarı bitkisel unsurlarla oluşturulabilir. Böyle bir korunma şekli, bina yüzeylerinden konveksiyonla oluşabilecek ısı değişimlerini azaltmaktadır. Rüzgârın bina içerisine girmesini veya girmemesini sağlamak için bunların yükseklikleri ve binalara olan uzaklıkları önem kazanmaktadır [7], [56].

Kentsel ortamda ise, ağaçlandırmayla iklimsel konforun iyileştirilmesi için başlıca yollar; gölgelendirme, terleme yoluyla buharlaşma (evapotranspirasyon) ve hava akımlarının kontrol edilmesi şeklindedir. Özellikle sıcak iklim bölgelerinde serinlik sağlayıcı ve ısı düzenleyici etkileri bulunmaktadır. Bu yönüyle sıcak iklim bölgelerinde yüksek ısı adası etkilerinin azaltılmasında katkı sağlamaktadır [57], [56].

Ekolojik tarihin oluşma sürecine incelendiğinde, iklim koşullarına uyum sağlayan, insan ve çevre uyumunu temel alan bir anlayıştan söz edilmektedir. Bu bağlamda en önemli koşullardan biri, iklimin detaylı analizini yapmaktan geçmektedir.

1.4. İKLİM

İklim, yeryüzünün herhangi bir yerinde hava olaylarının ortaklaşa gerçekleştirdikleri etkilerin uzun yılların ortalamasına dayanan durumudur. İklimler, sıcaklık, basınç, rüzgâr, nem ve yağış özelliklerinin bir araya gelmesiyle oluşur. Bunlar gözlenebilen ve ölçülebilen iklim değişkenleri olarak yapılı çevre organizasyonunu doğrudan etkilerler [58], [40]. Koca [59], iklim bileşenlerini; dış çevrede süregelen iklim durumu, güneş ışınımı, dış hava sıcaklığı, rüzgâr, dış hava nemliliği gibi iklim elemanlarının bileşkesi olarak tanımlamıştır.

İklimsel elemanlar ise; yöresel-mikro-klimatik ve iklimsel karakterleri ortaya koyan iklim elemanları, güneş ışınimleri, hava sıcaklığı, hava nemi, rüzgârlar veya hava hareketi ve bunların sonucunda ortaya çıkan doğal olaylardır. İklimsel gereksinimler de benzer şekilde; güneş ışınımı, rüzgâr hava hareketi, hava sıcaklığı, hava nemi ve ısı ışınım gibi iklim elemanlarının insanın konforda bulunabilmesini sağlayan değerler topluluğudur [60], [61].

Bu bağlamda iklim faktörünün, doğal peyzajın saptanmasında ve doğanın ekolojik gücünün ortaya konulmasında dikkat edilmesi gereken en önemli unsur olduğu ifade edilmektedir. Planlama ve tasarıma ilişkin en verimli modellerin oluşturulabilmesi ve en doğru kararların alınabilmesi ise, ancak iklime ilişkin ayrıntılı analizlerin yapılması ve bu analizlerin ölçülebilir bir yöntemle değerlendirilmesi ile olasıdır [27].

Rüzgâr karakteristiğini belirleyen etkenlerden biri olan iklim, ‘Dünya Meteoroloji Organizasyonu’na göre farklı ölçeklerde ele alınmaktadır. “*Global Ölçek, Bölgesel Ölçek, Lokal Ölçek ve Mikro İklim Ölçeği*” olarak ele alınan bu skalada bu çalışmanın yer aldığı kısım birkaç yüz metre genişliğindeki alanlarda gözlemlenen Mikro Klima Ölçeği’dir. Çakır [62]; mikro iklim ölçeğinde, kullanıcı tarafından oluşturulan çeşitli yapma sistemlerle mevcut iklim koşullarını değiştirilebilmek mümkün olabileceğini belirtmiştir (Örn. Rüzgâr kırıncılar, koruma rampaları, şehir planlarını baskın rüzgârlara, güneş ışınlarına veya mevcut suya göre tasarlama vb.).

Bir bölge içerisinde yükselti, topoğrafya, yeryüzü özellikleri, yapılı çevrenin yoğunluğu, bitki örtüsü, göl, deniz ve akarsu gibi koşulların farklılaşmasına bağlı olarak, o bölgenin yer aldığı genel iklim tipinden farklılaşarak o yöreye özgü yerel bir iklim veya alt ölçekte bir iklim ortaya çıkabilir. Bu yerel iklim, mikro iklimdir [63], [56].

Mikro iklimi etkileyen yerel özellikler topoğrafya, zemin yüzeyi ve 3 boyutlu cisimler adı altında üç grupta incelenebilir;

1. Topoğrafya

- Eğim,
- Yönelim (Rüzgâr Yönü),
- Yönelme cephesi (Bakı),
- Yükseklik,
- Arazinin bulunduğu ya da yakınındaki tepe ve vadiler.

2. Zemin yüzeyi

- Doğal ya da insan yapımı (genellikle albedo olarak adlanan) yansıtıcılık,
- Geçirgenlik,
- Toprak sıcaklığı,
- Kaplı alanlar ya da bitkilendirme.

3. Üç boyutlu cisimler

- Ağaçlar,

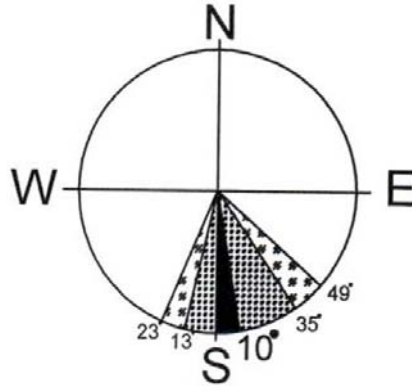
- Kent dokusu doğa ile bütünleşen serbest şekilde düzenlemeli ve yüksek binaların yönlenmesinde rüzgâr etkisi değerlendirilmelidir,
- Cadde ve sokaklar en az sıcak devrede soğuk rüzgârlardan korunacak, en sıcak devrede serin karakterli esintiyi alacak şekilde güneybatıya yönelmelidir,
- Yeşil doku en az sıcak devrede kuzey yönlerden gelecek soğuk rüzgârları engelleyecek, en sıcak devrede güney ve güneybatıdan esecek serin rüzgârları binaya yönlendirecek ve gölgeleme sağlayacak şekilde düzenlenmelidir,
- Bina yakın çevrelerinde yaprak döken yüksek gövdeli ağaç ve çimen kullanımı uygundur [40].

Buldurur [69], çalışmasında güneş etkeni açısından ulaşım aksının doğu-batı doğrultusunda olması gerektiğini, ancak her iklim bölgesi için de bu ulaşım akslarının değişkenlik göstereceği konusunu belirtmiştir [7]. Türkiye için yapılan çalışmada iklim tipleri ve coğrafi konumların da dikkate alındığı ikincil ve üçüncül ulaşım aksları için genel bir tablo verilmiştir (Çizelge 1.1).

Çizelge 1.1. Farklı iklim bölgelerine göre ulaşım akslarının düzenlenmesi [69], [7].

İklim Bölgesi	Örnek	Uygun Ulaşım Aksı Doğrultuları
Soğuk	Erzurum	Kuzeydoğu aksıyla 22°-45° Güneydoğu aksıyla 20°
Ilımlı-Nemli	İstanbul	Kuzeydoğu aksıyla 10°-35° Güneydoğu aksıyla 13°
Ilımlı-Kuru	Ankara	Kuzeydoğu aksıyla 22°-45° Güneydoğu aksıyla 20°
Sıcak-Nemli	Antalya	Kuzeydoğu Aksıyla 3°-19° Güneydoğu aksıyla 10°
Sıcak-Kuru	Diyarbakır	Kuzeydoğu aksıyla 40° Kuzeydoğu aksıyla 18°

Bina yönlenmelerinin yanı sıra bina yerleşimleri yoluyla ulaşım akslarının belirlenmesi, parsel akslarının düzenlenmesi iklimle dengeli tasarımlarda belirleyici unsurların başında gelmektedir. Şekil 1.1’de Ilımlı-Nemli iklimlerde en uygun (optimum) güneş koşulları açısından olması gereken bina yönlenmeleri yer almaktadır.



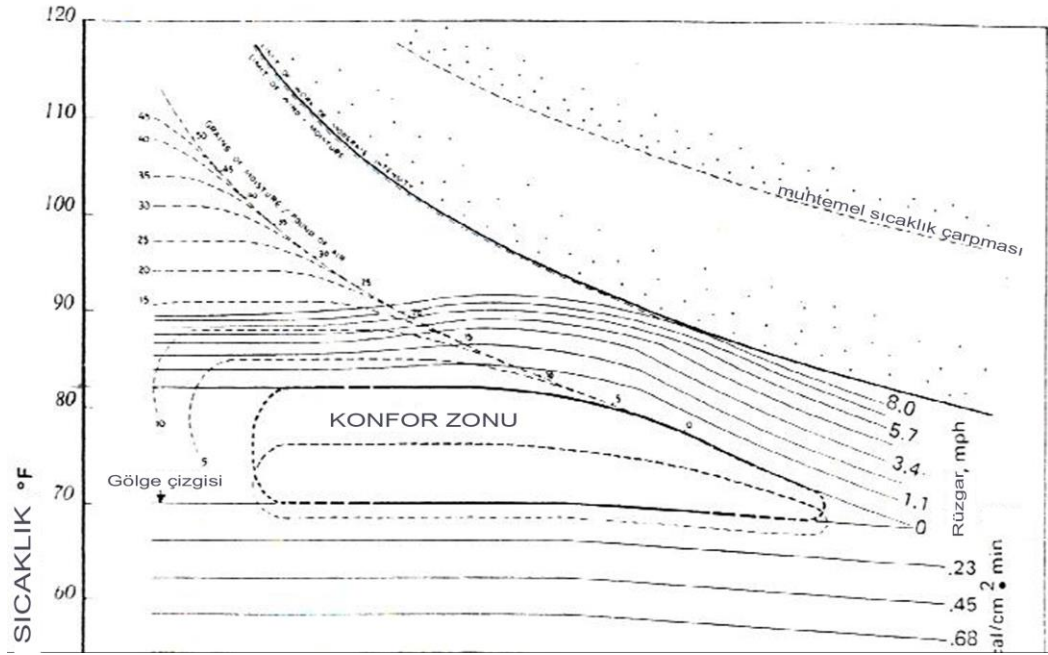
Şekil 1.1. Ilımlı-nemli iklim bölgelerindeki optimum bina yönlenmeleri [68], [40].

Gümüş [27], dış mekân planlama ve tasarımının; öncelikli olarak peyzaj mimarlığı meslek disiplininin çalışma konusu içerisinde olduğu için, peyzaj planlaması ve tasarımı yapılacak bir bölgede en azından alanın kullanım yoğunluğunun hangi mevsimlerde yüksek olacağını bilmesi ve dış mekânlara ait aktivite seçeneklerinin ortaya konulabilmesi açısından alana ait konforlu dönemlerinin mutlaka bilinmesi gerektiğini belirtmiştir. Bu bağlamda; iklimsel konforu Berköz [58] şu şekilde tanımlamaktadır; kişinin belirli değerlerdeki; iç hava sıcaklığı, bina kabuğu iç yüzey sıcaklığı, nem ve hava hareketi gibi iç iklim bileşenlerinin oluşturduğu çevre etkisi altındayken rahatsızlık (konforsuzluk) hissi duymadığı durumdur [40]. Başka bir tanıma göre; insanın en az miktarda enerji harcayarak çevresine uyabildiği koşullar olarak tanımlanmaktadır [58], [70], [71]. Kısaca biyoiklimsel konfor, insanın kendisini en sağlıklı ve canlı hissettiği iklim koşulları olarak da tanımlanabilir.

Biyoklimsel konfor koşulları insanın kendi özelliklerine bağlı ve bağlı olmayan çok fazla parametre tarafından etkilenmektedir. Bu nedenle değişken parametrelerin birinde olan küçük değişimler, sonucu etkileyebilmektedir. Bu nedenle, biyoiklimsel konfor koşullarını etkileyen dış faktörler çeşitli tedbirler ve düzeltmelerle kontrol altında tutulabilir. Biyoiklimsel konfor koşulları peyzaj mimarlığı planlama ve tasarımlarında uygulanan prensip ve ölçütlerle iyileştirilebilmektedir. Plan ve tasarımlarda, alan kullanımlarının dengeli şekilde dağıtılması ve yeterli açık yeşil alanların bırakılması temel amaç olduğu için peyzaj mimarlığı açısından planı ve tasarımı iyi yapılmış olan her alanda biyoiklimsel konfor koşulları da bu paralelde iyi olmaktadır [27].

Biyoklimsel konforun sağlanmasında önemli olan iklim bileşenleri sıcaklık, bağıl nem, ve rüzgârdır. İnsanın doğa üzerindeki etkinliklerinin çok büyük bir bölümü, iklimsel olaylara bağlıdır ve canlıların yaşamlarında belirleyici bir rol oynamaktadır. Yapılan planlama ve tasarımlar; insan yaşamına hizmet vermek amacıyla gerçekleştirildiği için öncelikle biyoklimsel konforun sağlanması amaç edinilmelidir [71].

Biyoklimsel konforun belirlenmesinde en çok kullanılan yöntemlerden birisi Olgay'ın geliştirdiği "Biyoklimsel Konfor Çizelgesi"dir [72], [73]. Olgay [21], biyoklimsel konforu sağlayan iklim koşullarını bir koordinat sistemi yardımıyla belirlemektedir. "Biyoklimsel Çizelge" adı verilen bu koordinat sistemi (Şekil 1.2) üzerine herhangi bir alandaki iklim verileri işlenerek, o alanda biyoklimsel konforun sağlanabilmesi için gerekli olan iklimsel değerler ortaya çıkartılabilmektedir [74].



Şekil 1.2. Biyoklimsel çizelge (Olgay, [21]'den değiştirilerek).

Olgay [21]'e göre, biyoklimsel konfor değeri; açık alanda 21,0 – 27,5 °C sıcaklık değeri, % 30 - 65 bağıl nem ve 5 m/sn'ye kadar olan rüzgâr hızı kombinasyonu olarak alınmış ve biyoklimsel değerlendirmede kullanılmıştır [75], [73].

Biyoklimsel çizelge üzerinde, insanın farklı iklimsel gereksinim bölge ve miktarları saptanmış ve gölge çizgisinin altında ya da üzerinde bulunmuş durumlarına göre iki

grupta ele alınmıştır. Gölge çizgisinin altında kalan iklim koşulları, insanın güneş ışınım enerjisi ya da sıcaklığa gereksinim duyduğu bölgeyi ifade etmektedir ve “En Az Sıcak Dönem (EASD)” olarak tanımlanmıştır. Gölge çizgisinin üzerinde belirtilen iklim koşulları ise tümüyle gölgeye ve serinlemeye gereksinim duyulan bölgedir ve “En Sıcak Dönem (ESD)” adını almıştır. ESD içerisinde, insanın çok hafif gölgelemeden başka hiçbir iklimsel koşula gereksinim duymadığı, yani genelde iklimsel konforda bulunduğu bölge “Biyoklimsel Konfor Bölgesi” olarak nitelendirilmiştir [21], [74].

Biyoklimsel konfor içerisinde yer alan ve kentsel sistemlerde en az onun kadar önemli olan bir diğer eleman, bu çalışmanın temelini ve odağını oluşturan “rüzgâr” parametresidir.

1.4.1. Rüzgâr

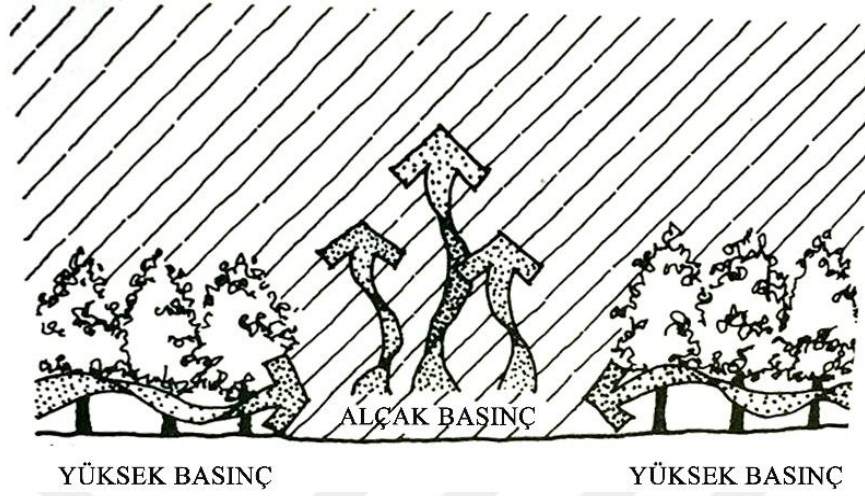
Rüzgâr terimi farsça kökenli olup zaman, devir, hengâm, dünya ve âlem anlamlarını taşımaktadır. Kelimenin anlamı gibi fiziksel yapısı da büyük bir değişim göstermektedir. Meteorolojik anlamda ise rüzgâr; atmosferdeki havanın Dünya yüzeyine yakın, doğal, çoğunlukla yatay hareketleridir [76].

Ana kaynağı güneş olan rüzgâr, güneşin atmosferi homojen olarak ısıtamamasından kaynaklanan basınç ve sıcaklık farkları sonucu oluşmaktadır. Yeryüzünün farklı ısınması, havanın sıcaklık, nem ve basıncının farklı değerlerde olmasına, dolayısıyla farklı basınçta hava hareketine neden olmaktadır. Güneşten gelen enerjinin ancak % 1-2'sinin rüzgâra dönüştüğü öngörülmektedir. Havanın kütlesi az olduğundan rüzgârdan sağlanacak enerji, rüzgâr hızına ve mevsimsel farklılıklara bağlı olarak değişmektedir [77].

Güneş enerjisinin farklı oranlarda absorbe edilmesi; kar ve buzun, orman ve okyanuslardan daha fazla güneş ışığı yansması, güneş açısının dünya yüzeyine farklı gelerek ısıtıcı etkisini değiştirmesi vb. durumların da rüzgâra neden olduğu bilinmektedir. Yani temelde rüzgâr, güneş enerjisinin farklı bir biçimidir. Çünkü basınç ve sıcaklık, güneş tarafından oluşan rüzgâr ile değişiklik gösterir [78].

Rüzgârın başka bir tanımı da; alçak basınçla yüksek basınç bölgesi arasında yer değiştiren hava akımı olduğudur. Burada önemli olan, daima yüksek basınç alanından

alçak basınç alanına doğru hareket ettiğinin bilinmesidir (Şekil 1.3). İki bölge arasındaki basınç farkı ne kadar büyük olursa, hava akım hızı o kadar fazla olur [76].



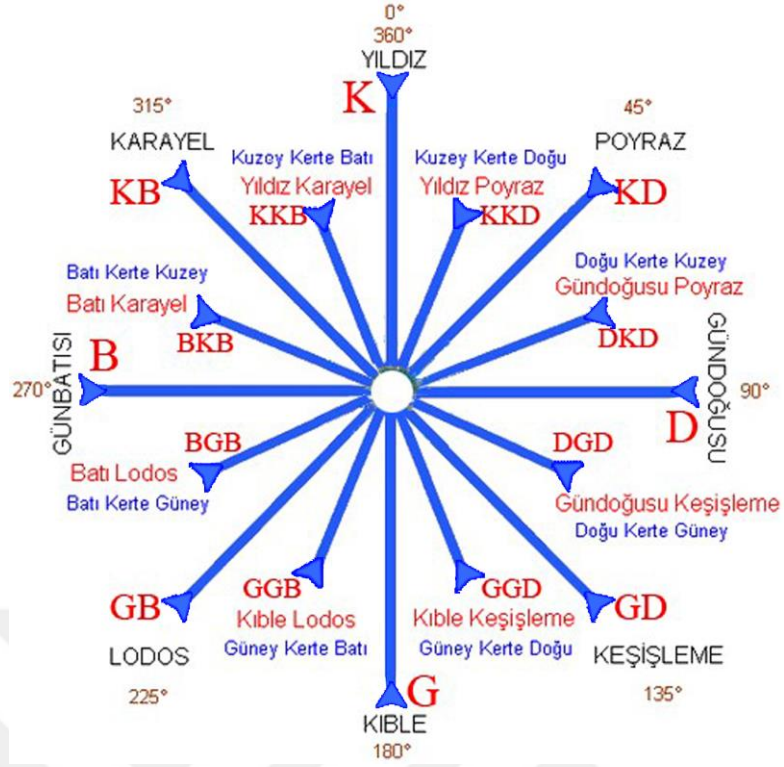
Şekil 1.3. Yüksek ve alçak basınç hareketi (Brown ve Decay [79]'dan değiştirilerek).

Bir alandaki tüm arazinin düz ve pürüzsüz olması durumu, bir yerden diğerine rüzgâr değişiminde çok az fark olması anlamına gelmektedir. Bu nedenle tepelerin, vadilerin, akarsu vadilerinin, göllerin varlığı ile karmaşık ve değişken rüzgâr rejimi oluşmaktadır. Küçük ölçekte ağaçlar ve binalar da bu karmaşıklığa ilave edilmektedir [80].

Rüzgâr çeşitleri; yerel rüzgârlar, mevsimlik rüzgârlar, sürekli rüzgârlar, tropikal rüzgârlar olmak üzere 4 çeşittir. Çalışmanın amacının kent ve insan ölçeğinde ele alınması, yerel rüzgârların parametre olarak alınmasını sağlamıştır. Ve ölçümlerin yerel rüzgârlar üzerinden yapılması uygun bulunmuştur.

Yerel rüzgârlar; bir bölgede belirli bir süre içinde birbirinin tersi yönlerden esen rüzgârlardır. Bu belirli süre gün, ay, mevsim olabilir. Bu türlü rüzgârlar, birbirinin yanındaki yerlerin zaman zaman ayrı ısınmalarından doğan yerel hava basınçlarından ileri gelir. Bu nedenle, bu tür rüzgârlara yerel rüzgâr denir [81].

Rüzgârlar estikleri yönlere göre isim alırlar (Şekil 1.4). Kuzeyden esene yıldız, güneyden esene kible, doğudan esene gündeğusu, batıdan esene günbatısı, kuzeydoğudan esene poyraz, kuzeybatıdan esene karayel, güneydoğudan esene keşişleme, güneybatıdan esene ise lodos denir [76].



Şekil 1.4. Rüzgârların estikleri yönlere göre isimleri ([82]'den değiştirilerek).

Türkiye'de Marmara, Trakya, Akdeniz, Karadeniz kıyılarında genellikle kuzey ve kuzeydoğuda poyraz rüzgârları hâkimdir. Bu rüzgârlar bahar aylarında bol miktarda yağış getirir. İç bölgelerde kuzey ve güneyden gelen rüzgârlar hâkimdir. Güneybatıdan esen lodos sıcak ve bunaltıcıdır. Uluslararası kaynaklarda yönlere göre (kuzey, kuzeydoğu, batı vb.) isimlendirilir [76].

1.4.1.1. Rüzgâr Ölçümleri

Rüzgâr, vektörel bir kuvvet olup, yön ve hız olmak üzere iki faktör halinde ölçülür. Meteorolojik amaçlı rüzgâr ölçümleri aşağıdaki aletlerle (Şekil 1.6.a-c) yapılır;

- Sabit Anemometre: Rüzgârın hızını ve yönünü direkt olarak ölçmeye yarar (Şekil 1.5.a) [83].
- El Anemometresi: El Anemometresi seyyar olarak ölçülmesi istenen rüzgâr hızını ve yönünü direkt olarak ölçme işinde kullanılır. Alet olarak sabit anemometreye benzemekte olup daha küçük ebatlıdır (Şekil 1.5.b) [83].

- Anemograf: Mekanik anemograf, rüzgârın yönünü, saatte ortalama hızını ve rüzgâr hızındaki dalgalanmaları, yani hamleyi yazarak ölçen bir alettir (Şekil 1.5.c) [83].
- Rüzgâr tulumu: yüzey rüzgârının yönünü ve şiddetini tespit etmekte kullanılan, içi hava ile dolduğunda yere paralel konuma gelen ve rüzgâr içine dönen, kumaş vb. malzemelerden üretilmiş araçtır [84].



Şekil 1.5 .a. Anemometre.

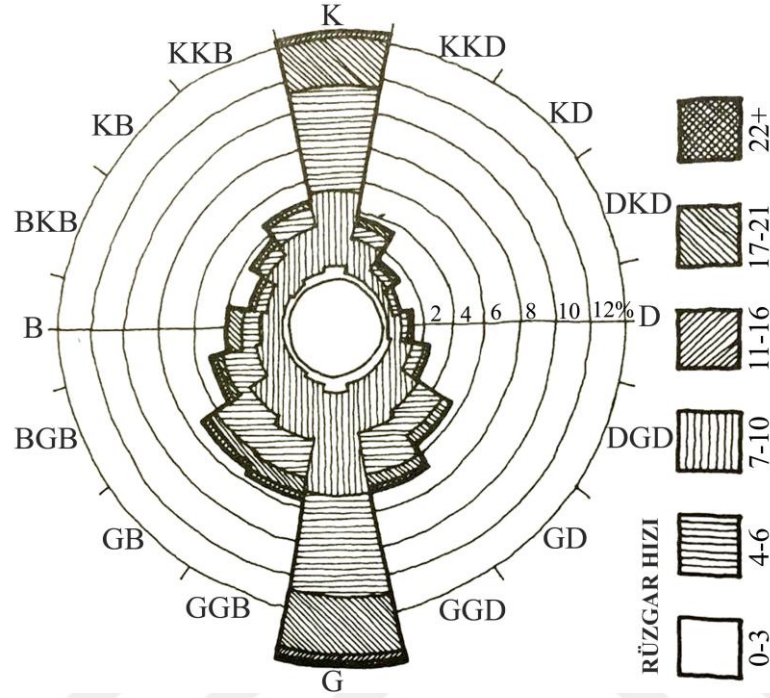
b. El anemometresi.

c. Anemograf.

Rüzgâr hızı ölçümleri genellikle 10 dakika ile 60 dakikalık ortalama hız aralığında yapılmaktadır. Böylece bir çok standart değerlendirme programıyla konfigürasyon (yapılandırma) kolaylıkla sağlanmaktadır. Dünya Meteoroloji Örgütü'nün belirlediği standart ölçüm yüksekliği 10 metredir [85].

Rüzgârın yönü rüzgârgülü, hızı ise anemometre ile ölçülür. Anemometre, rüzgârın bir pervaneyi döndürme hızından yararlanarak rüzgâr hızını gösteren basit ölçü aletidir. Yükseklerdeki rüzgârlar, balonlar yardımı ile ölçülmektedir. Yükselme hızı bilinen balonlar belli yüksekliğe gelince rüzgâr hızı ile yol almaya başlar. Balonun hareketi gözlenir, trigonometrik hesaplarla balonun birim zamanda kat ettiği yol hesaplanır ve buradan da rüzgârın hızı bulunur. Daha hassas ölçümler için balon ya da radarla takip edilir veya balona bir telsiz vericisi monte edilir [76].

Meteoroloji merkezlerinden temin edilebilen rüzgârgülü diyagramları ise, belirli bir bölgede rüzgâr yönünün en çok tekerrür ettiği durumu yani esme sıklığını gösterir (Şekil 1.6). Hâkim rüzgâr yönü de bu şekilde bulunan dominant olan yöndür [86].



Şekil 1.6. Rüzgâr güllü örneği (Brown ve Decay, [79]'den değiştirilerek).

Rüzgârgülü, aynı zamanda her bir kesimin ortalama rüzgâr hızına katkısının ne kadar olduğunu gösterir. Bir rüzgârgülü farklı kesimlerdeki oransal rüzgâr hızları bilgisini verir. Rüzgârgülleri yerden yere değişiklik gösterir. Yakın yerlerde ise, özellikle baskın yön açısından birbirine yakınlık gösterir. Bu durumlarda pratikte enterpolasyon veya korelasyon güvenle yapılabilir. Eğer dağ ve vadilerden oluşan karmaşık bir arazi var ise, bu yerler ile kıyı bölgeleri arasında önemli yön değişiklikleri olur. Bu durumlarda kestirimler yapmak genellikle güvenilir değildir. Rüzgârgülü yalnızca rüzgâr yönlü, türbin yerleşiminde son derece önemlidir. Eğer türbinleri bu yönde yerleştirmek gerekiyorsa, örneğin baskın enerji yönü kuzey ise doğu ve batı yönlerindeki engeller çok önemli değildir. Çünkü bu yönlerden herhangi bir rüzgâr gücü gelmez. Bunun yanında, rüzgârın şekli ve enerji içeriği yıldan yıla yaklaşık %10 değişir. Bu nedenle birkaç yıllık gözlemler sağlıklı yaklaşımlar için iyi sonuçlar verir. Genelde geniş rüzgâr parkı planlamacıları bir yıllık yerel ölçümlere güvenirlir. Bu ölçümlerle, yakın ve uzun

dönemli meteorolojik gözlemlerden yararlanarak uzun dönemli güvenilir veri elde ederler [85].

Başbakanlık Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden alınabilecek veriler, her aya ait veya yıllık olarak şu şekildedir;

- Saat 7.00, 14.00, 21.00 deki ortalama rüzgâr hızı,
- Günlük ortalama rüzgâr hızı,
- En hızlı rüzgâr yönü ve hızı,
- Ortalama fırtınalı gün sayısı,
- Ortalama kuvvetli rüzgârlı gün sayısı,
- 16 yöne ait rüzgâr ortalama hızı ve esme sayısıdır.

Bu verilerden tasarım çalışmalarında yararlanabilmek ve gerekli önlemleri alabilmek için rüzgârın kuvvet ve hızının yaratacağı etkileri bilmek gerekmektedir [64].

1.4.1.2. Rüzgârın Hızı ve Şiddeti

Rüzgârın birim zamanda aldığı yola rüzgâr hızı denir. Anemometre ile ölçülür. Birimi kilometre/saat'dir. Rüzgâr şiddeti ise çevresine etkisine göre 0 ' 12 arasında belirlenen değerdir (Çizelge 1.2). Bofor (Beaufort) ölçeği ile belirlenir [87]. Rüzgâr sahip olduğu hıza göre esinti, fırtına gibi isimler alır.

Çizelge 1.2. Rüzgârın hız kuvvetine göre etkileri [88], [89]'den değiştirilerek).

Bofor Derecesi	Tanımlayıcı Terimi	Rüzgârın Hızı (km/sa)	Rüzgârın Hızı (m/s)	Rüzgârın Etkisi
0	Sakin	2'den az	0,5'ten az	Duman dikey olarak yükselir.
1	Hafif Hava	2-5 arası	0,5-1,7 arası	Rüzgâr yönü dumanın seyrinden saptanabilir, fakat rüzgârgülünü oynatacak kadar güçlü değildir.
2	Hafif Esinti	6 -11 arası	1,7-3,3 arası	Rüzgâr insan yüzünde hissedilebilecek düzeydedir, yapraklar hışırdamaya başlar, rüzgârgülü oynar.
3	Tatlı Rüzgâr	12-19 arası	3,3-6 arası	Yapraklar ve küçük dallar sürekli hareket halindedir, küçük bayraklar dalgalanmaya başlar.
4	Mutedil Rüzgâr	20-29 arası	6-8 arası	Toz ve kâğıt parçaları uçmaya başlar, ağaçların küçük dalları kımıldamaya başlar.
5	Frişka	30-39 arası	8-11 arası	Yapraklı ağaçlar yavaşça salınım gösterir. Göl veya nehir gibi iç sularda dalgacıklar oluşmaya başlar.
6	Şiddetli Rüzgâr	40-50 arası	11-14 arası	İri ve büyük dallar kımıldamaya başlar, telefon ve elektrik tellerinde ıslığa benzer ses işitilebilir, şemsiyelerin kullanımı zorlaşır.
7	Bora Öncesi	51-61 arası	14-17 arası	Tüm ağaçlar hareket halindedir, rüzgâra karşı yürüyüşlerde zorluk çekilir.
8	Bora	60-74 arası	17-21 arası	Ağaçların küçük dalları kopmaya başlar, rüzgâra karşı yürüyüş genel olarak olanaksızdır.
9	Şiddetli Bora	75-87 arası	21-24 arası	Düşük ölçüde yapısal hasar görülür. Örneğin; kiremitlerin ve çatı antenlerinin savrulması vb.
10	Fırtına	88-102 arası	24-29 arası	Ağaçlar köklerinden kopup savrulur, ileri ölçüde yapısal hasar oluşur.
11	Şiddetli Fırtına	103-116 arası	29-32 arası	Eşine sık rastlanmaz, büyük hasar yaratır.
12	Tufan	116 ve üzeri	32 ve üzeri	Vahim.

Rüzgârın Hızını Etkileyen Doğal Faktörler

Bir rüzgârın hızı, onu oluşturan iki nokta arasındaki basınç farkına ve bu iki nokta arasındaki uzaklığa bağlıdır. Basınç ne kadar fazla ve iki nokta arasındaki uzaklık ne kadar az ise eğim o oranda fazla olacak ve böylece rüzgâr hızı da o ölçüde fazla olacaktır [90]. Rüzgâr hızını etkileyen doğal etmenler şu şekilde sıralanabilir;

- Basınç farkı

Rüzgârın hızı basınç farkıyla doğru orantılıdır. Basınç farkı çok ise rüzgâr hızlı, basınç farkı az ise rüzgâr yavaş eser. İki bölge arasındaki basınç farkının sona ermesi ile rüzgâr etkinliği kaybeder.

- Basınç merkezleri arasındaki uzaklık

Aynı basınç farklarına sahip, birbirinden farklı uzaklıktaki noktalar arasında rüzgârların hızı farklıdır. Birbirine yakın olan noktalar arasında, izobar yüzeylerinin eğimi fazladır ve rüzgâr hızlı eser. Birbirine uzak olan noktalar arasında ise, izobar yüzeylerinin eğimi azdır ve rüzgâr yavaş eser.

- Dünya'nın Dönmesi

Dünya'nın dönüşüne bağlı olarak rüzgârlar, düz bir eksen üzerinde hareket etmezler. Bu sapmalar da onlara hız kaybettirir.

- Sürtünme

Engelibeli arazilerde rüzgârlar çok fazla engellerle karşılaştığı için hızları azalır. Bundan dolayı, rüzgârların hızı, sürtünmenin azaldığı düz ve açık alanlarda fazladır [91].

Rüzgârın Yönünü Etkileyen Doğal Faktörler

- Basınç Merkezlerinin Konumu

Rüzgârın yönünü belirleyen, öncelikle basınç merkezlerinin konumudur. Basınç merkezleri yer değiştirdikçe rüzgârın yönü de değişir.

- Yeryüzü Şekilleri

Rüzgârlar basınç merkezleri arasında hareket ederken, yeryüzü şekillerine çarparak yön değiştirirler. Bir bölgede rüzgârın yıl içerisinde en fazla estiği yöne hakim rüzgâr yönü denir. Hakim rüzgâr yönü yerşekillerine göre ortaya çıkar.

- Dünyanın Dönüşü

Dünya'nın kendi eksenini etrafında dönmesi sonucunda, rüzgârlar basınç merkezleri arasındaki en kısa yolu izleyemezler. Rüzgârlar, Kuzey Yarım Küre'de hareket yönünün sağına, Güney Yarım Küre'de ise hareket yönünün soluna saparlar. Yüksek basınç alanlarında rüzgârlar, merkezden çevreye doğru hareket ederler. Alçak basınç alanlarında ise rüzgârlar, çevreden merkeze doğru hareket ederler [91].

Rüzgârın hızını ve yönünü etkileyen bu etkenler içerisinde, özellikle topoğrafya değişimleri ve basınç farkının oluşmasını sağlayan kütle etkileri, kentsel tasarım aşamasında dikkat edilmesi gereken unsurlardandır.

1.4.1.3. Kentsel Peyzaj Tasarımı ve Rüzgâr Etkileşimi

Rüzgâr enerjisinden iki şekilde yararlanılmaktadır. İlki; “*Aktif Rüzgâr Sistemleri*” olarak geçen ve elektrik enerjisine dönüşüm sağlayan sistem, diğeri ise bu çalışmanın temel konusu kapsamındaki “*Pasif Rüzgâr Sistemleri*” olan doğal havalandırma sistemleridir.

Rüzgâr Sistemleri

Yüzyıllardır insanlığa hizmet eden rüzgâr enerjisi M.Ö. 500'li yıllarda Nil Nehri'ndeki yelkenlilere güç sağlamış, M.Ö. 200'lerde Çin'de ve M.S. 1100'lü yıllarda İngiltere'den başlayarak Avrupa'ya yayılarak Ortaçağ Avrupası'nın sembolü haline gelen yel değirmenleri, 1800'lerde Batı Amerika başta olmak üzere dünyanın birçok yerinde su pompalama amacıyla kullanılmıştır. Elektrik enerjisi üreten ilk rüzgâr türbini 1910'larda Avrupa'da tasarlanıp daha sonraları Amerika'nın kırsal yerleşimlerine ve çiftliklerine elektrik sağlamıştır [92], [93]. Gün geçtikçe gelişen ve kullanımı yaygınlaşan yenilenebilir enerji kaynaklarından olan rüzgâr türbinleri, aktif rüzgâr sistemleri olarak adlandırılmaktadır.

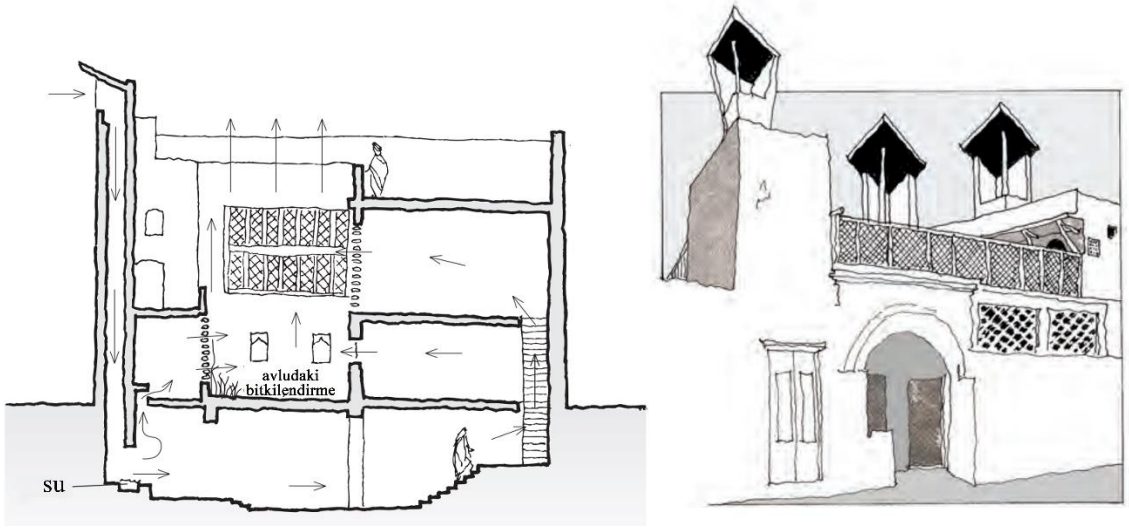
Bunun yanı sıra, tarih boyunca insanlar pasif rüzgâr yöntemlerinden yararlanarak, kendilerini ve hayvanlarını serinletmiş, yiyecek ve içeceklerinin bozulmasını önlemişlerdir. En basit tarifi ile insanlar güneşin ısıtıcı etkisinden korunmak için gölge alanları kullanmışlar, yapı için de esinti oluşturacak uygun alanlar tasarlamışlardır. Antik çağda Persler uzun kulelerden oluşan termal bacalarla yapılarını soğutmayı

keşfetmişlerdir. Geleneksel yapı uygulamalarında da yapı malzemeleri güneşin ısını dengelemek için kullanılmıştır [94], [95].

Birçok antik kentin tasarımında ortaya konan tasarım ilkelerinin eski Çin hanedanlarının şehir geliştirmedeki Feng-Shui (rüzgâr-su) ilkeleri gibi tekrar gündeme gelmesinden de anlaşılacağı gibi bugün de geçerliliğini koruduğu söylenebilir. Aristoteles'in M.Ö. 4.yy., "Meteorologika'da ilk kez gizemli rüzgârlardan söz etmesi, onun öğrencisi Theophratus'un hava tahmini metodları, eski Yunanların rüzgâr gülünde, yönler rüzgâr tanrıları isimleri vermeleri konuya verilen önemi bize aktarmaktadır. Romalı mimar ve mühendis Vitruvius'ün [43], M.Ö. 1.yy., "*Mimarlık Hakkında On Kitap*" ında ortaya koyduğu prensipleri, 15. yy.da Avrupa ülkelerine yayılmıştır. Avrupa kıtasından gidenlerin 1573'te Güney ve Merkez Amerika'daki İspanyol Şehirleri için geliştirdikleri şehir planlama yasaları yanı sıra, dünyanın çeşitli iklim bölgelerinde, Japonya, Kanada, Hindistan vb. diğer kültürlerde bina ve Şehirlerin yerel rüzgârlara uygun tasarlandığı görülmektedir [96], [97].

Doğal havalandırmayla rüzgâr enerjisinden pasif olarak enerji elde edilmektedir. Hâkim rüzgâr yönü doğrultusunda yerleştirilen binalar arasında ve içinde oluşan koridorlar sayesinde pasif rüzgâr enerjisiyle yapı soğutulabilmektedir. Yapı içinde koridor, karşılıklı duvarlarda boşluk açılarak sağlanabilir. Doğal havalandırma sağlamanın en iyi yöntemi, yapı içinde hâkim rüzgâr yönünde bir atrium tasarlamaktır. Bina içine alınan soğuk havanın sirkülasyonu, karşılıklı açılan boşluklar sayesinde sağlanmakta, ısınan hava ise atrium içine alınmaktadır. Burada hava genişmekte, yükselmekte ve bu doğal sirkülasyon kulesinden dışarı atılmaktadır [77]. Dünyada bu sistemleri kullanarak yaşam konforunu etkili şekilde yükseltmiş kentler bulunmaktadır.

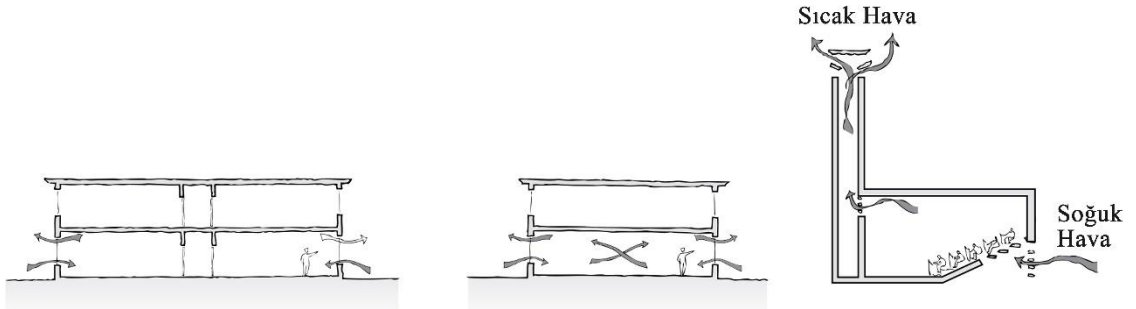
Örneğin, Şekil 1.7'de Bağdat'taki tipik bir rüzgâr kuleli avlu evi yer almaktadır. Rüzgâr bacadan girmekte ve altta bulunan su havuzu tarafından soğutulularak, soğuk hava şeklinde yapının içerisine geçmektedir. Bu şekilde doğal bir konfor alanı sağlanmaktadır. Kirli hava ise, yüksek seviyeli pencereler sayesinde ayrılmaktadır. Ayrıca bu rüzgâr tutucu sistemler, mimaride en iyi örneklerden biri olarak gösterilmektedir [86].



Şekil 1.7. Doğal havalandırma sistemleri-rüzgâr kuleli avlu evi örneği [86].

Yapılarda doğal havalandırma sistemleri 3 temel mekanizmaya ayrılır [86];

- Tek yanlı havalandırma; havanın tek bir yönden (örneğin, pencere) geldiği havalandırma biçimidir.
- Çapraz havalandırma; havanın karşıdan karşıya geçebileceği bir alanın mevcut olduğu havalandırma biçimidir.
- Baca etkisi; soğuk havanın tek yönlü olarak girip ısınması sonucu yükselerek dışarı çıkmasıdır (Şekil 1.8).



Şekil 1.8. Yapılarda doğal havalandırma sistemleri (Tek yanlı havalandırma- Çapraz havalandırma - Baca etkisi) [86].

Bu sistemler basınç farklarından ortaya çıkarak, enerji tasarrufu açısından önemli yararlar sağlayan sistemlerdir.

Görüldüğü üzere, kentin ve binaların nefes alma ihtiyacı yeni bir düşünce değildir. 19. ve 20. Yüzyılda birçok tıp alanındaki reformcular iyi bir havalandırmanın hastalıkların etkisini düşürdüğüün farkındalardı. Binalardaki “Kontrollü Solunum” Le Corbusier’in de ilgilendiğı alanlardandır [86].

Örneğın Stuttgart kenti, 18. yüzyılın ikinci yarısında hava kirliliğı ve yeşil alan azalması yönünden oldukça sorunlu yerleşmeler arasında sayılmaktadır. Özellikle hava kirlenmesinin önlenmesi ya da giderilmesi amacıyla, "İklim Planlama" çalışmalarının yapılması zorunlu görülmüştür. Bu amaçla, kentin üzerinde biriken durgun kirli havanın düşük hızdaki rüzgâr tarafından itilememesinin yarattığı sorunlar sonucunda, mikro iklimsel sirkülasyon ve kent peyzajının korunması önemli iki konu olarak benimsenmiştir [98], [99].

1900’lerde Viyana’da fabrikalardan çıkan dumanı şehir dışına taşımak amacıyla, şehir ve bölge planlamada hakim rüzgâr dikkate alınmıştır. Benzer şehir planlama prensiplerinin çağdaş uygulamalarda deneysel, sayısal tasarım tekniklerinin gelişimine koşut birçok örneğı vardır [100], [97].

1960’lardan sonra başlatılan plan ve uygulama çalışmalarına bağılı olarak, kent merkezinden çevreye doğru vadiler ve yamaçlar boyunca ışınsal karakterde parklar, tarım alanları ve ormanla bağlanarak organik bir düzen yaratılmıştır. Amaç, kente çevreden gelen havanın yeşil alanlar içinden süzülerek temizlenmiş bir şekilde girmesini sağlamak, hava sirkülasyonu yaratmak ve yüksek yapı istilasını önlemek olmuştur. Günümüzde Stuttgart’ın imarı, yılın çeşitli zamanlarında esen rüzgârın yön ve hızına göre düzenlenmiş bir meteorolojik haritaya göre sürdürülmektedir. Yaklaşık 40 yıllık bir uygulamanın ardından, Stuttgart kentinde yapılan düzenlemeler sonucunda elde edilen yeşil alan sistemi ve imar düzeni sayesinde hava kirliliğı en düşük düzeye indirilmiş ve aynı zamanda kenti çevreleyen bir yeşil kuşak oluşturulmuştur [99].

Bunun yanında 1952-1954 yılları arasında Londra’da oluşan hava kirliliğı ve sis, insanlarda solunum zorluğuna yol açmış, binlerce kişinin hastanelere kaldırılmalarına neden olmuş ve 5-6 günlük bir zaman diliminde yaklaşık 4.000 kişinin ölümüyle sonuçlanmıştır. Bunun nedeni, kirli havanın herhangi bir hava akımı ile kentten uzaklaştırılamamasıdır. Aynı şekilde Manchester ve Salford’da, Almanya’nın Ruhr Bölgesinde, İran-Tahran’da da benzer şekilde kirlilik, havanın sirküle edilememesinden

kaynaklanan sorunlar ortaya çıkmıştır. Bu örneklerde de görüldüğü üzere kentlerin hava kalitesinin korunması sağlık açısından da hayati önem taşımaktadır [99].

Bu bağlamda; Gümüş [27] çalışmasında, meteorolojik parametrelerin tüm mimari, kentsel planlama ve peyzaj tasarımını yönlendirebilecek öneme sahip olduğunu; yeni bir yerleşim alanı seçiminde meteorolojik parametrelerin analizi ile elde edilen haritaların peyzaj kullanım unsurlarının doğru şekilde planlanması ve tasarlanmasında yardımcı olacağını belirtmiştir.

Reed [78]'de benzer şekilde rüzgâr ile işbirliği içerisinde olarak yapılan tasarımların daha doğru tasarımlar olarak değerlendirildiğini belirtmektedir. Nemli bölgelerde yazları, hafif rüzgârlara olanak sağlayan tasarımlar yapılırken; kuru bölgelerde kışları, peyzaj tasarımını rüzgârın yönünü değiştirerek ya da tamamen engelleyerek tasarımlar yapmak daha doğru olmakta olduğunu da eklemektedir. Bu bağlamda rüzgâr hızını azaltan ve artıran peyzaj tasarımları alt başlıklarda incelenmiştir.

Kentsel Peyzaj Tasarımı ile Rüzgâr Hızını Azaltma

Uygun yalıtımın sağlanamadığı, merkezi ısıtmanın olmadığı, kömürle ısınıldığı dönemlerde insanlar, rüzgârın soğutucu etkisinden evlerini koruyabilmek için ülke genelinde ağaçlandırma yapılmaktaydı. Nitekim eski çiftlik evlerine bakıldığında uzun ağaçlarla çevrili olduğu görülmektedir. Bu uygulamalar aslında rüzgâr kırıcı görevi ile düşünülmüşlerdir [78].

Yapısal ya da bitkisel tasarımlarla kış rüzgârlarının soğutma etkisini azaltmak ve rüzgâr yönünü değiştirmek için yardımcı olan üç unsur şu şekilde sıralanabilir;

- Rüzgâr kırıcı yerleştirmek,
- Yapı yakınına tampon oluşturmak (korunacak alan bir yapı ise),
- Rüzgârı başka yöne çekmek için yapısal ya da bitkisel perdelerin yerini belirlemek [78].

Bir rüzgâr kırıcının etkinliği şu şekilde artırılabilir;

- Rüzgâr yönünün paralelinde değil, karşısında yönlendirilmiş ise,
- Korunması istenen yapı ya da objeden daha uzun olduğunda, (türbülans rüzgâr etkisini azaltmak için, en azından 3-6m),
- Ağaçların yanı sıra çalılar ya da yer örtücüler kullanıldığında,

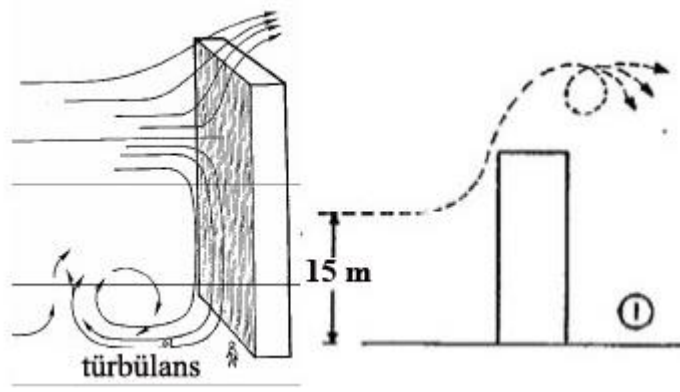
Rüzgâr kırıcı plantasyonunda fidanlar arası boşluk bırakılmalı ve olgunlaştıklarında alacakları biçimler düşünülerek hareket edilmelidir. Çünkü sık dikilen ağaçlar en başta daha iyi bir perdeleme yapıyor gibi görünsede, asıl biçimlerini alıp büyümeleri ile bazı dalların güneş ışığı alamayarak ölmesine ve bu noktalardan venturi etkisinin oluşmasına neden olur [78]. Bu koşullara uygun bitkiler de önemlidir. Rüzgâra dayanıklı bitkilerin listesi EK-2’de yer almaktadır.

Tasarlanan engel, yapı ya da geçirgen olmayan katı bir malzeme ise; aşağıdaki ölçütlere dikkat edilmelidir;

- Engelin yüksekliği, koruma alanının uzunluğunu doğrudan etkiler. En iyi koruma alanı bariyer yüksekliğinin 1-5 katı arasındaki bölgede gözlemlenirken, rüzgârın etkisindeki azalmanın ise rüzgârın estiği yönden bariyer yüksekliğinin 30 katı kadar bir mesafede hissedilmeye devam eder.
- Katı yapılar rüzgârı, geçirgen yüzeylerden daha fazla yavaşlatır. Ama aynı zamanda daha fazla türbülansa sokar ve koruma alanını kısaltır.
- Rüzgârın gücü; hızını, küpü (3 kat) artırır. Bu, rüzgâr 2 kat hızlandığında gücü 8 katına çıkar anlamına gelir. Bu nedenle kış rüzgârlarının tüm yükünü alan, herhangi bir çit ya da yapı, önemli bir basınca karşı çıkabilecek bir şekilde yapılmalıdır [78].

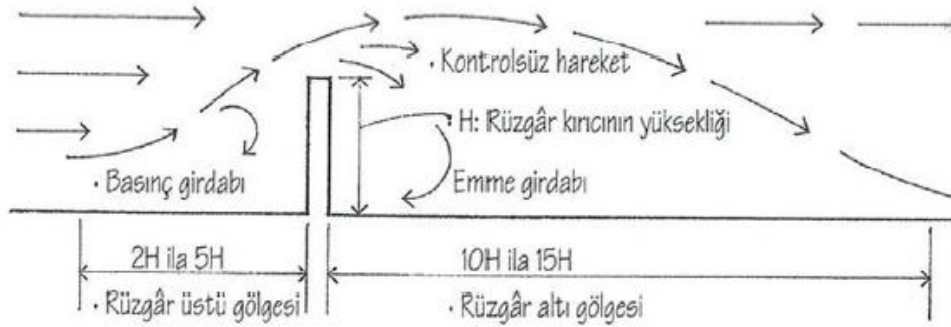
Olgay [102], rüzgârın yüksek bir engel ile karşılaştığındaki davranışında, engelin rüzgâr alan tarafında ters bir rüzgâr burgacı oluşacağını belirtmiştir (Şekil 1.11). Buna girdap/türbülans da denmektedir.

Türbülans; karmaşık veya sabit olmayan girdaba girme hareketidir. Hesaplaması ve kesinliği zor olan karmaşık bir olgudur. Temelde, rüzgâr akışı gerçekleşirken veya bir engel etrafında iken, hava basıncı, engelin önünde rüzgârın estiği yönde artar ve sonra arkasında azalır. Bu da rüzgâr altında en az bir vakum ya da düşük basınç alanına neden olur. Basıncıdaki bu değişiklik, havanın yanlardan içeri doğru yukarıdan aşağı doğru çekilmesini sağlar. Böylece rüzgâr girdaplanır [78].



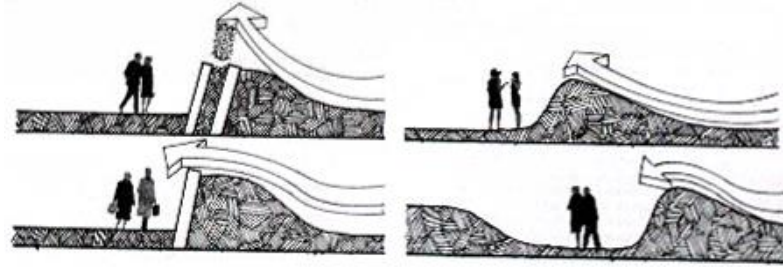
Şekil 1.11. Rüzgârın yüksek bir engel karşısındaki davranışı [102], [64].

Birbiri tarafından itilen ve farklı hız değerlerine sahip olan hava molekülleri bu şekilde girdaplar oluşturmaktadır. Zeminden başlayarak gradyanlı bir hız profiliyle etki eden hava akımları binaların rüzgâr üstü bölgesinde yukardan aşağıya doğru, etek (emme) girdaplarını oluşturmaktadır (Şekil 1.12) [103], [64].



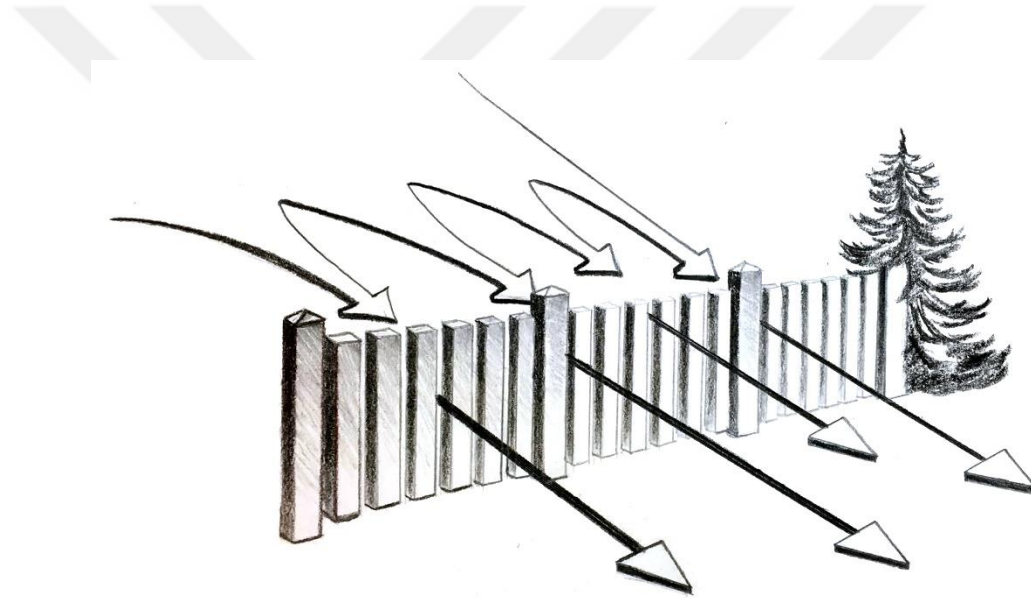
Şekil 1.12. Yapı yüksekliğine bağlı olarak rüzgâr hareketi [104], [64].

Rüzgâr hızını belli bir oranda düşürmenin yanı sıra girdaplanmayı azaltmak için geçirimli engeller tercih edilebilir. Sert peyzaj elemanlarından olan çitler, duvarlar vb. düşey elemanlar bu gruba örnek verilebilir (Şekil 1.13).



Şekil 1.13. Bina dışı sert peyzaj elemanlarıyla rüzgâr kontrolü [101].

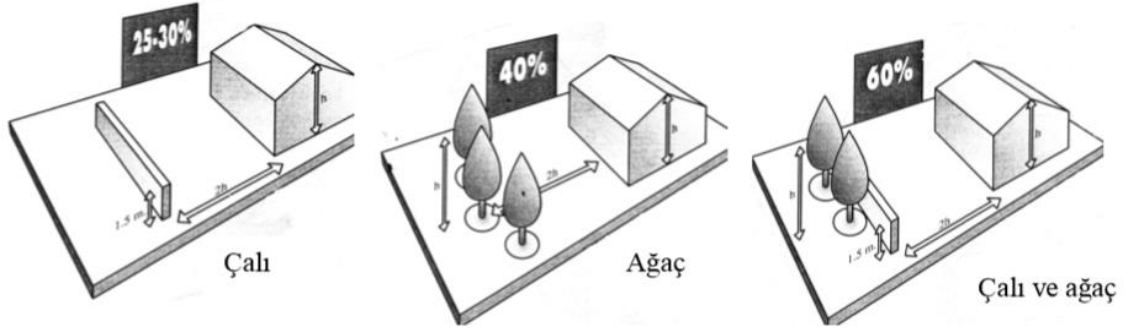
Bu şekilde rüzgâr; yamaçlar, yapılar, rüzgâr kırıcılar gibi bir takım engellerle bir tarafa itilebilir veya bitkiler (geçirgen-oluklu) duvarlar veya nüfus edilebilen bir takım yapılar gibi geçirgen engellerle daha küçük akışlara bölünebilir (Şekil 1.14) [78].



Şekil 1.14. Sert peyzaj elemanlarıyla rüzgâr kontrolü (Reed [78]'den değiştirilerek).

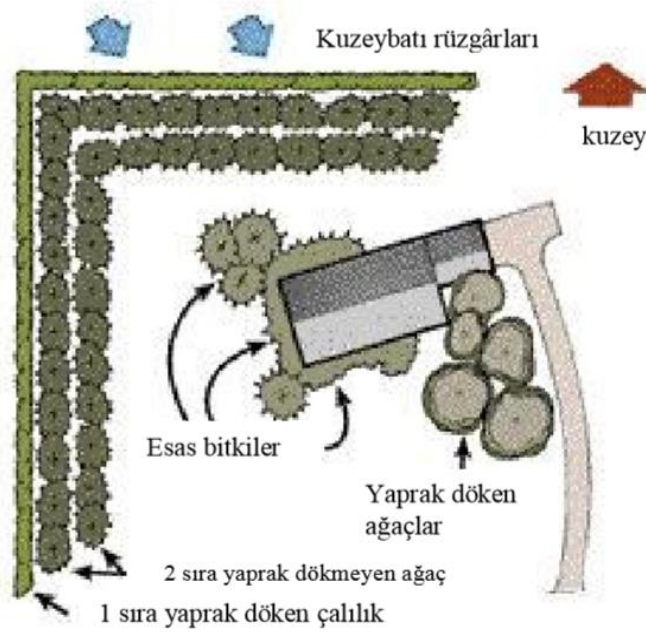
Ayrıca bina çevresine yerleştirilen, sık dallara ve yapraklara sahip ağaçların, binadaki hava hareketlerine neden olan pozitif ve negatif basınçların oluşumuna etkisi unutulmamalıdır. Ağaç ve çeşitli çalılarla oluşturulan rüzgâr kırıcılar, masif olanlarla kıyaslandığında etkileri daha azdır fakat maliyet ve görünüm açısından oldukça sık tercih edilmektedir. Bu elemanlar, istenen doğal havalandırma koşullarına, bina planlamasına ve de havalandırma açıklıklarının konumlarına bağlı olarak seçilmeli ve yerleştirilmelidir [62].

Ayrıca yön olarak bakıldığında, Kısa Ovalı [40]'ya göre; soğuk karakterli rüzgârlardan korunmak için yaprak dökmeyen ağaç ve bitkilerden kuzey ve kuzeybatı yönlerinde rüzgâr kırıcı olarak yararlanmak gerekmektedir. Bitkilerin binadan bitki boyunun en az 2 katı mesafede yer alması gerekmektedir. Bu koşullarda yeşil dokunun tek sıra veya çift sıra ya da çalı-ağaç organizasyonu ile kullanımlarında rüzgâr hızı %25-60 oranında azaltılabilmektedir (Şekil 1.15).



Şekil 1.15. Yeşil doku ile rüzgâr hızının azaltılması [105].

Kısa Ovalı [40]'a göre; tipik bir rüzgâr kırıcı organizasyonu ile binalarda %25-60 arasında değişen enerji korunumu sağlanmaktadır (Şekil 1.16).

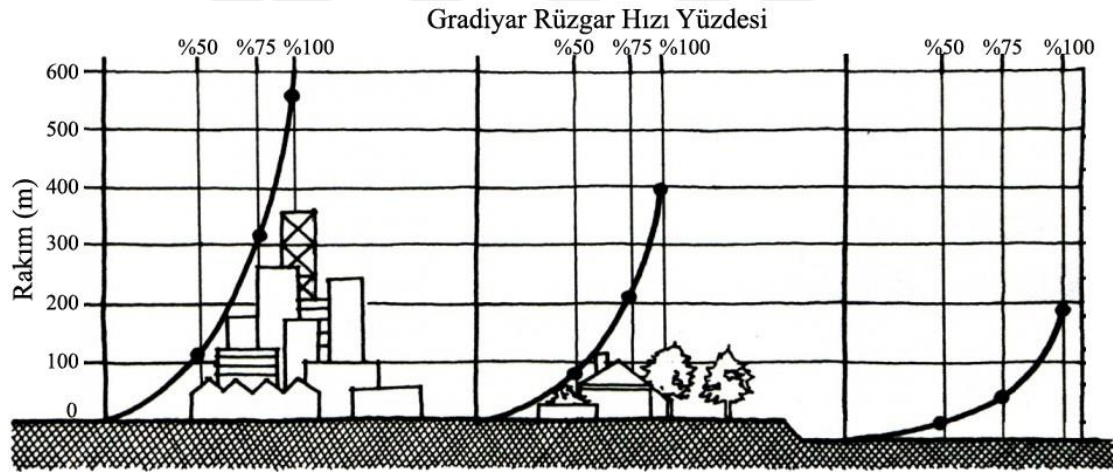


Şekil 1.16. Tipik bir rüzgâr kırıcı planı [106], [40].

Kentsel Peyzaj Tasarımı ile Rüzgâr Hızını Artırma (Venturi Etkisi)

Kentsel tasarım çalışmalarında, alan kullanım planlamalarında, mimari kütle yerleşimlerinin belirlenmesinde, kentin yaşanabilirliğini eksi yönde etkileyen unsurların başında, rüzgâr değerlerinin tasarım sürecine katılmaması bulunmaktadır. Özellikle kentsel tasarım çalışmalarında yüksek katlı binalar söz konusu olduğundan; rüzgârın kent içindeki dolaşımı yükseldikçe yapılara ve kentsel açık alanlara olan etkisi önem oluşturmaktadır [36]. Bu nedenle rüzgârın çoğu zaman konforlu bir dış çevre sunduğu ve sirküle edilememesi durumunda istenmeyen sonuçlar doğurduğu unutulmamalıdır.

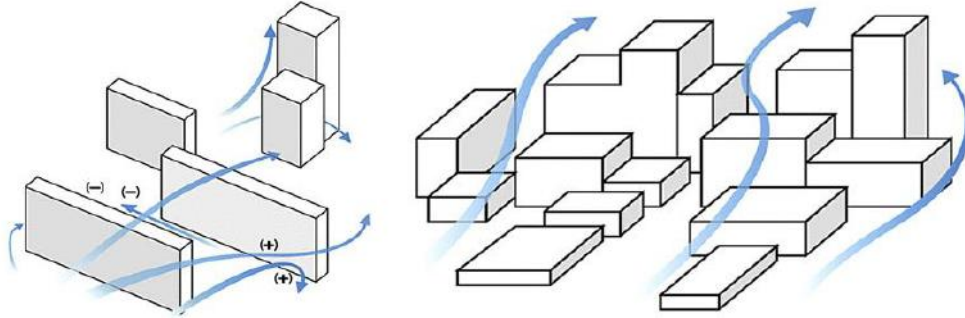
Rüzgâr hızı, yükseklik ve arazi ile değişir. Yükseklik arttıkça rüzgâr hızı artar (Şekil 1.17). Arazi engebeli hale geldikçe bu oran düşecektir. Yani açık alan ve kırsal çevrelerde rüzgâr hızı çok daha kesintisiz ve hızlı iken, kent merkezlerinde engeller artacağından hız da düşmektedir. Bu artış rüzgârın profilini oluşturur. Bunun sonucu olarak rüzgâr hızı, aynı yüksekliğe sahip farklı arazilerde değişebilmektedir [107].



Şekil 1.17. Yükseklik ve rüzgâr hızı oranları [79].

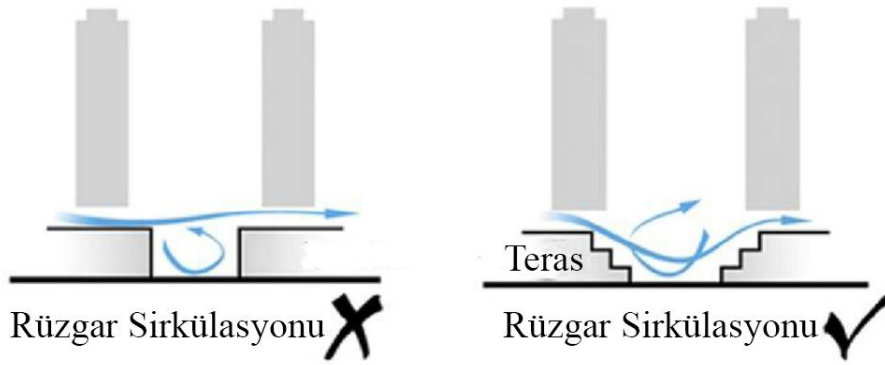
Bu bağlamda yükseklik ile değişen etkiyi istenilen şekilde yönlendirmek/kullanmak gerekmektedir. Rüzgârın kent içinde dolaşımını temel alan kentsel tasarım çalışmaları ile kentin yaşam kalitesi artırılabilir. Rüzgâr, kentin içinde hareket halinde olmalıdır, tersi durumunda yerleşim yerlerinde yapay mikro iklimler oluşmakta, yaşamı olumsuz etkilemektedir. Bu noktada yerleşim yeri ortalama sıcaklıklarının yüksek veya düşük olmasının bir farkı yoktur. Hareket etmeyen rüzgâr, sıcak veya soğuk mikro iklimler oluşturarak, istenmeyen kentsel mekânlar oluşturabilmektedir [36].

Ayrıca rüzgâr sirkülasyonunun devamlılığı için hiyerarşik düzenlemeler de önemlidir. Bu düzenlemenin olmadığı ve dağınık yapılaşmaların olduğu durumlarda, basınç farklılıkları rüzgârın türbülansa girmesine neden olacaktır. Yapısal düzenlemeler de olduğu kadar, tam kompozisyon içeren bir bitkisel tasarım ile de benzer etki sağlanabilir (Şekil 1.18).



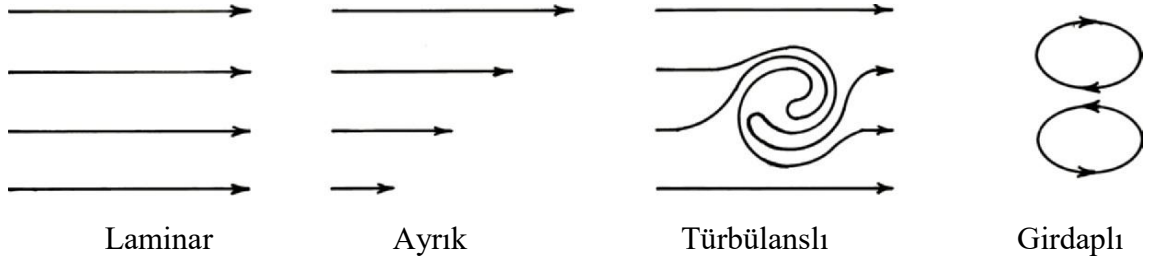
Şekil 1.18. Rüzgâr sirkülasyonunda hiyerarşik tasarımın önemi [108].

Benzer şekilde türbülans etkisinden kurtulmak için alınan bir önlem Şekil 1.19'da gösterilmiştir. Buradaki tasarım örneğinde, teraslama sistemler geliştirilerek hiyerarşi sağlanmış ve rüzgâr sirkülasyonu devamlılığı da elde edilmiştir.



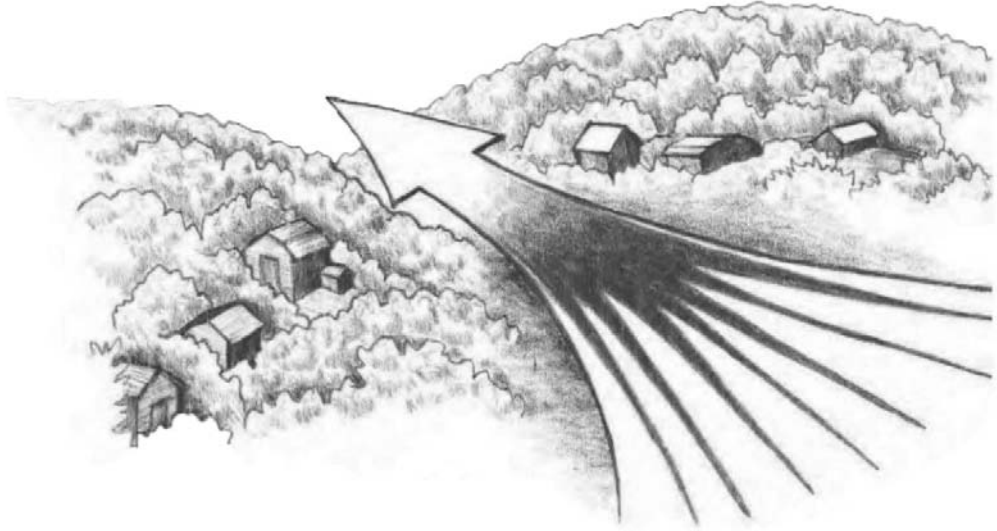
Şekil 1.19. Türbülans etkisini azaltmada teras sistemlerin önemi ([108]'den değiştirilerek).

Şekil 1.20'de belirtildiği gibi; laminar, ayrık, türbülanslı ve girdaplı olmak üzere dört farklı hava akım tipi bulunmaktadır. Ancak bu faktörlerin incelenmesi ve karakterlerinin bilinmesi neticesinde etkin bir doğal vantilasyon gerçekleştirilebilir [62].



Şekil 1.20. Hava akım tipleri [109], [110].

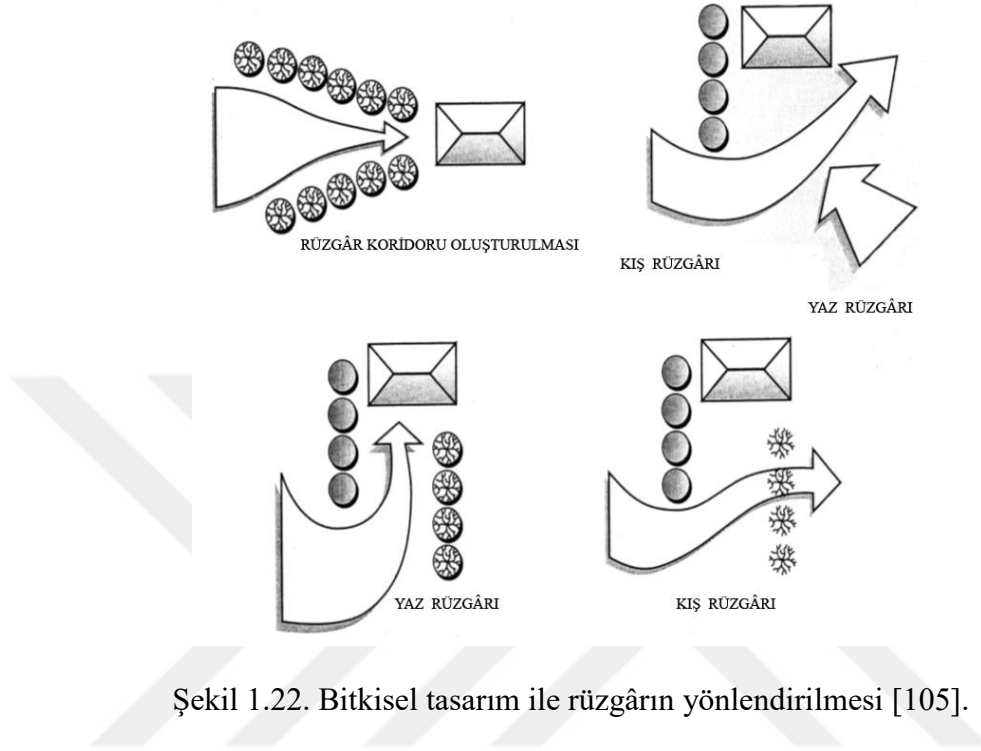
Rüzgârın hızını artırmaya yönelik tasarımlarda türbülanslı ve girdaplı hava akımlarının oluşmasını engellemek temel alınmaktadır. Sürekli bir hava akımını sağlamak özellikle koridor genişliği daraltıldığında rüzgâr hızının artmasına neden olur. Örneğin, bir nehir kanyon duvarlarından geçmek için daraldığında, hızı artmaktadır. Aynı şekilde bu durum hava için de geçerlidir (Şekil 1.21). Buna venturi etkisi denir. Hava ya da herhangi bir akışkan dar bir alandan geçiyorsa mutlaka hızını artırmak durumundadır. Yazları rüzgâr gücünü, bu etkiyi kullanarak peyzaj tasarımı ile; ya da huni şeklinde rüzgârın sıkıştırılmasını sağlayarak arttırmak olasıdır [78].



Şekil 1.21. Daralan yüzeyde artan rüzgâr hızı-venturi etkisi [78].

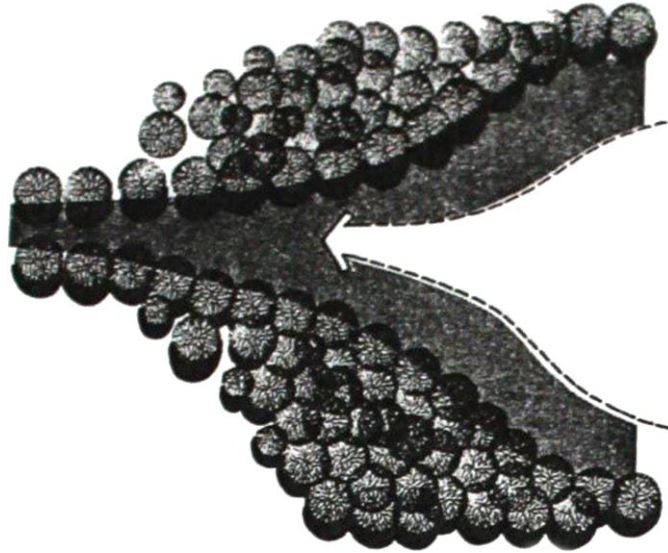
Bitkilerle tünel etkisi yaratmak küçük alanlarda zor olsa da, üst ölçekte önemli bir venturi etkisi yaratır.

Rüzgârın bu etkisinden yararlanmak için doğrultusunun değiştirilmesi gereken durumlarda, yaprak dökken ağaç ve bitkilerin binaların güney yönlerinde rüzgâr koridoru oluşturacak şekilde düzenlenmesi gerekmektedir (Şekil 1.22) [40].



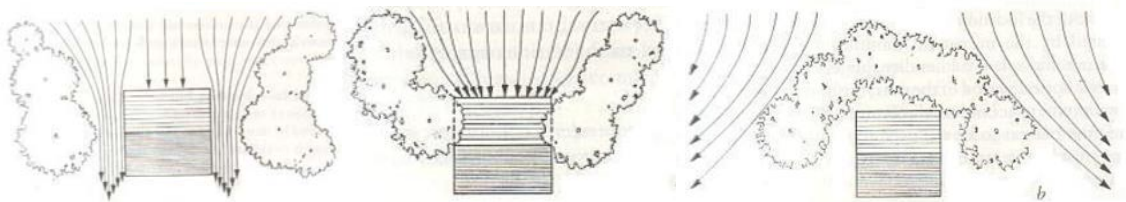
Şekil 1.22. Bitkisel tasarım ile rüzgârın yönlendirilmesi [105].

Ağaç veya çalılık gruplarının yerleştirilme şekillerine bağlı olarak, hava akımı binaya doğru yönlendirebilindiği gibi, tamamen de uzaklaştırılabilir (Şekil 1.24). Ağaç veya çalılıkların huni biçiminde yerleştirilmesi (Venturi Etkisi) ile, rüzgâr hızının arttırıldığı alanlar oluşturulabilir (Şekil 1.23). Bu etkiyle rüzgâr hızını %25 oranında arttırmak olasıdır [111], [62].



Şekil 1.23. Bitkisel tasarım ile rüzgârın yönlendirilmesi [101].

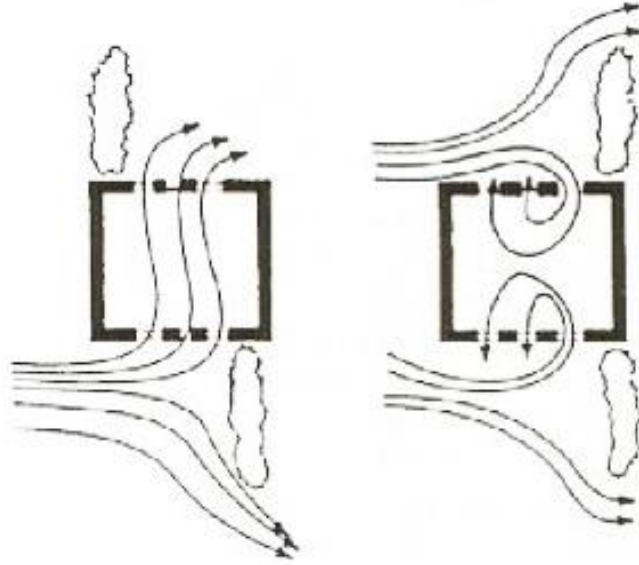
Bina çevresinde oluşturulan peyzaj, sadece hava hareketlerinin kontrolünü sağlamakla kalmamakta, ayrıca hava kalitesinin oluşturulmasına da yardımcı olmaktadır (Şekil 1.24) Yeşil çalılıklar ve ağaçlar arasından geçen havadaki toz zerrecikleri süzülmemekte, havada bulunan karbondioksit emilirken, yeşil elemanların ürettiği oksijen havaya karışmaktadır. Özellikle ağaçların arasından geçen havanın sıcaklığı düşmekte ve nem miktarı artmaktadır. Böylece ağaçların arasından iç ortama giren hava akımı serinletici bir etki de oluşturmaktadır [62].



Şekil 1.24. Yapı çevresi bitkisel tasarım ile hava akımı yönlendirmesi [112], [62].

Herhangi bir alanda yapılacak olan çalışmada, bölgeye ilişkin rüzgâr değerlerinin bilinmesi ve bu şekilde planlama ve tasarıma geçilmesi daha uygundur. Örneğin bir alan, rüzgâr hızı açısından minimum değerler gösteriyorsa; venturi etkisine göre, rüzgâr hızını artırmaya yönelik tasarımlar yapılmalıyken; kış rüzgârları açısından korunaklı bir alan isteniyorsa rüzgâr kırıcıları devreye sokmak önemlidir. Planlama ölçeğinde rüzgâr

kırıcı mı yoksa hızlandırıcı mı etki yaptığını bilmek, tasarım ölçeğinde bölgeye uygun efektif tasarımlar yapabilmek anlamına gelir.



Şekil 1.25. Bitkisel elemanların doğal havalandırma etkisi [112], [62].

Şekil 1.25’de rüzgâr yönüyle paralel konumda açıklığı bulunan bir binada dış ortama yerleştirilen çalılarının farklı konumlandırmaları sonucu oluşan doğal havalandırma gösterilmektedir.

Buna göre özellikle kitlesel olarak kullanılan bitkisel uygulamaların rüzgâr yönlendirmelerinde etkisi olduğu görülmektedir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. MATERYAL

Çalışmanın ana materyalini Düzce Kenti mücavir alan sınırları içinde kalan kentsel alan oluşturmaktadır. Dolayısıyla araştırma alanı; Anadolu'nun kuzeyinde Batı Karadeniz Bölgesinde yer alan, "Düzce Merkez İlçe Sınırları" olarak belirlenmiştir (Şekil 2.1).



Harita 2.1. Düzce Kenti konumu ve çalışma alan sınırı ([113]'dan değiştirilerek).

Çalışmanın yardımcı materyalleri, ise; analiz ve değerlendirme aşamalarında kullanılan paftalar, 2003 ve 2013 Düzce Kenti İmar Planları'dır. Aynı zamanda Google Earth 2015 uydu görüntülerinden de yararlanılmıştır.

Nüfus ve idari yapıya ilişkin veriler ise, TUİK [114] ve Düzce İl Çevre Durum Raporu [115]'ndan sağlanmıştır. Konuyla ilgili elde edilen yazınsal kaynak çalışmaları da, araştırmada yardımcı materyal olarak değerlendirilmiştir.

Arazi çalışmaları sırasındaki rüzgâr ölçümleri, “Vantage Pro2 Meteoroloji İstasyonu” kullanılarak gerçekleştirilmiş ve sonuçları WeatherLink 6.0.2 yazılımı ile sağlanmıştır. Aynı zamanda Düzce Meteoroloji İl Müdürlüğü'nden [116] dakikalık rüzgâr verileri elde edilmiş ve yardımcı materyaller olarak kullanılmıştır.

Bunun yanı sıra kütle-boşluk analizleri AutoCad 2014 yazılımında; kent modellemesi, Sketch up 2014 yazılımları ile yapılmıştır. Autodesk Flow Design yazılımı ile de rüzgâr analizlerine örnekler verilmiştir. Verilerin işlenmesi ve Düzce kenti İmar Planı ile birleştirilmesi işleminde ArcMAP 10.3 yazılımı kullanılmıştır.

Çalışma sonuçlarının değerlendirilmesinde, Microsoft Excel 2013 ve bilgisayar destekli istatistik programı SPSS 22.0 yazılımından; haritaların, tabloların düzenlenmesi için ise, Photoshop CS6 yazılımından yararlanılmıştır.

2.2. YÖNTEM

Yöntem olarak “*Analiz-Sentez-Değerlendirme*” den oluşan klasik araştırma yöntemi kullanılmıştır. Genel olarak beş aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada, kaynak araştırması ve alana ilişkin veri teminleri gerçekleştirilmiştir. İkinci aşamada, kentteki yapı yoğunluğu oranları mahalle bazında saptanmıştır. Üçüncü aşamada alan çalışması yapılarak, 48 mahalleden rüzgâr ölçümleri elde edilmiştir. Dördüncü aşamada, meteoroloji verileri ile alan çalışması verileri karşılaştırılmış ve rüzgâr haritaları çıkarılmıştır. Son aşamada ise; tüm veriler değerlendirilmiş ve var olan rüzgâr durumu ortaya konularak, Düzce Kenti sınırlarında, rüzgârın, insanın konfor düzeyini ne ölçüde etkilediği saptanarak, kente peyzaj planlama ve tasarımı açısından öneriler oluşturulmuştur.

Yöntem akış şeması aşağıda yer alan sıra ile gerçekleşmiştir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Yöntem akış şeması.

Bu araştırma iki temel ön sav (hipotez) üzerine kurgulanmıştır. Bunlar;

1. “Kentsel peyzaj planlama ve tasarımında, alan özelliğinin (Açık ve Yeşil alan / Koridor / Yapı Alanı) rüzgâr sirkülasyonunu etkileyeceği” ön savı,
2. “Kentın kütle-boşluk oranlarının rüzgâr hızını değiştirdiği” ön savı.

Çalışmanın istatistiksel yöntemlerinde; önce genel ortalamaların, en düşük ve en yüksek değerlerin bulunabilmesi amacıyla, alan ölçümleri ve meteoroloji ölçümlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler kullanılmıştır. Rüzgâr hızının mevsimlere göre değerlendirilmesi, alan özelliklerine göre farklılık gösterip göstermediğine ilişkin ise “Anova (Varyans Analizi)” testleri uygulanmıştır. Rüzgâr hızı ile yükselti karşılaştırmalarında; meteoroloji verileri ve alandan elde edilen rüzgâr hızı karşılaştırmalarında ve mevsimlere göre kütle boşluk oranları ile rüzgâr hızının nasıl etkileşim gösterdiği ise “Korelasyon” testleri sonucu ortaya çıkarılmıştır.

Rüzgâr yönlerinin, alan karakteristiğinden ve mevsimsel değişimlerden kaynaklanan etkilerini saptayabilmek için, rüzgâr yönü frekans tabloları hazırlanmıştır. Alan analizleri sonucu ortaya çıkan mevsimsel ve yıllık olarak hazırlanan tablolar, meteoroloji verileri ile kıyaslanmış ve aralarındaki hâkim rüzgâra ilişkin farklar ortaya konmuştur.

Çalışma alanında yapılmış olan 300 adet ölçüm noktası değeri, mevsimler bazında rüzgâr hızı ve rüzgâr yönü olarak ArcMAP 10.3 yazılımında koordinatlarına göre işlenmiştir. Bu değerler ile Düzce Kenti için yapılacak ortalama rüzgâr hızı ve rüzgâr yönü haritasını oluşturmak amacıyla “*Kriging enterpolasyon*” işleminden yararlanılmıştır. Sayısal ortama aktarılan İmar Planları bu haritalar ile birleştirilmiştir. Mahallelerdeki en düşük ve en yüksek rüzgâr hızı değerleri ve çok fazla değişim gösteren rüzgâr yönleri mevsimler bazında değerlendirilmiştir.

2.2.1. Kaynak Araştırması ve Çalışma Alanına İlişkin Verilerin Temini

Bu çalışma “Kentsel Peyzaj Planlama ve Tasarımı” odaklı incelenmiş ve kaynak araştırmalarında, bu kapsam yanı sıra “Ekolojik Tasarım Anlayışı” ve “Rüzgâr” olarak ele alınmıştır. Ekolojik tasarımda, yapısal ve bitkisel kriterlerde hangi unsurlara dikkat edilmesi gerektiği belirtilmiştir. Çalışmanın giriş bölümünde rüzgâr ve biyoiklimsel konfora ilişkin bilgiler de alt başlıklar ile açıklanmıştır. Doğal havalandırma (pasif rüzgâr sistemleri), rüzgârın hızını ve yönünü etkileyen faktörler, rüzgâr ölçümlerinin ne şekilde gerçekleştirilebileceği ve bu çalışmaya ilişkin benzer çalışmalarda nasıl ele alındığı belirtilmiştir. Daha sonra “Rüzgâr” ve “Kentsel Peyzaj Tasarımı” birlikte ele

alınarak, rüzgârın kontrolünü sağlamaya veya şiddetini artırmaya yönelik, planlama ve tasarım ilkeleri ile kuramsal temeller tamamlanmıştır.

Düzce Merkez İlçe Sınırı içerisinde yer alan çalışma alanında ise, Düzce Belediyesi'nden elde edilen 2003 ve 2013 İmar Planlarından yararlanılmıştır. Aynı zamanda Düzce İl Gelişme Planı Raporundan ve uydu görüntülerinden de veriler alınarak, kentin hangi yönde geliştiği saptanmaya çalışılmıştır.

2.2.2. Yapı Yoğunluğu Durumu

Düzce Merkez ilçe sınırları içerisinde yer alan tüm mahallelerin yapı yoğunluğunun belirlenebilmesi için, Düzce Kenti İmar Planı (2003-2013) verileri temel alınmıştır. Ölçüm yapılacak olan mahallelerin yapısal yoğunluklarının birbirinden farklı olması ve bu durumun da ölçüm nokta sayılarını etkileyecek olması, kentsel yapı yoğunluğu (kütle-boşluk değerleri) analizlerinin gerekliliğini ortaya koymuştur.

Çalışmanın bu bölümünde kütle değeri olarak sadece yapılar, boşluk değeri olarak mahalle sınırının kütle haricinde kalan alanı ve kütle-boşluk oranı olarak da, bu iki değerlerin birbirine olan oranı ele alınmıştır. Bu şekilde elde edilen oranlar ile bir sonraki aşamada mahallelerdeki ölçüm nokta sayılarının saptanmasına temel oluşturulmuştur.

Ayrıca her iki plandaki (2003 ve 2013 İmar Planları) değerlerin karşılaştırılması, son 10 yılda kentin hangi mahallelerinde daha fazla yoğunluk olduğunun belirlenebilmesine olanak sağlayarak, kentin yayılma alanlarının ortaya çıkarılmasına katkı sağlamıştır

2.2.3. Rüzgâr Ölçümleri (Alan Çalışması)

2.2.3.1. Rüzgâr Ölçüm Zamanlarının Belirlenmesi

Rüzgârın özellikle mevsimsel olarak değiştiği göz önüne alındığında, İlkbahar-Yaz-Sonbahar-Kış olmak üzere 4 mevsim içinde ölçüm zamanları belirlenmiştir. Kaynak araştırmaları sonucu bulunan çeşitli çalışmalarda ölçümler, yılın 12 ayında gerçekleştirilmiştir. Bunun yanı sıra tek bir ayda ölçüm yapılan çalışmalar da bulunmaktadır. Örneğin Son ve diğ. [6] çalışmasında; tek bir ayı ele almış ancak çalışmanın sonucunda bunun yeterli olmadığını, mevsimsel olarak ölçüm yapılmasının

daha uygun olacağını belirtmişlerdir. Bu bağlamda; bu çalışmada mevsimsel ölçümler benimsenmiştir.

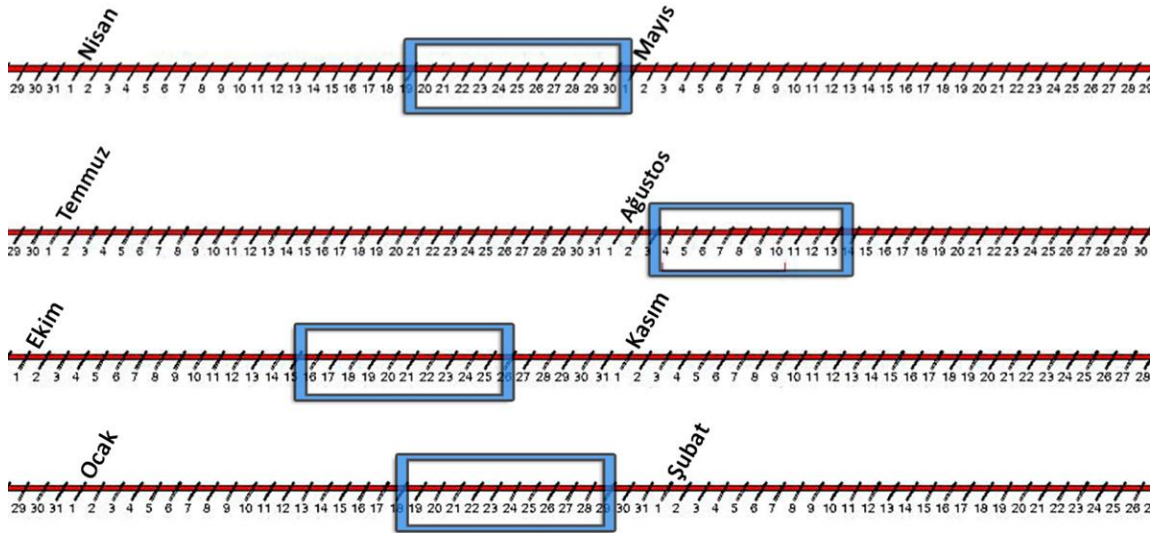
Her ay ölçüm yapılan çalışmalarda, veriler kuşkusuz daha ayrıntılı olacaktır. Ancak bu çalışmada, ölçüm nokta sayısının fazla olması (385 adet), her ay ölçüm yapılmasını olanaksız kılmaktadır. Günlük 10 saat çalışma ile 7 gün içerisinde tamamlanabilen 385 adet ölçüm noktası göz önüne alındığında, ölçümlerin 3 ayda bir, mevsimsel olarak yapılması çalışmanın sürdürülebilirliği açısından daha uygun görülmüştür.

3 aylık mevsim periyodu içerisinde, o mevsimi en iyi yansıtan haftalık dilimin hangisi olduğu konusu ise Düzce Meteoroloji İl Müdürlüğü'nden [116] sayısal olarak temin edilememiştir. Ancak; ilgili kurum ile sözlü olarak yapılan görüşmelerde son 10 yılın sıcaklık grafiklerine bakılarak, (en soğuk ve en sıcak aylar şeklinde) temin edilmiştir (Bkz. Çizelge 3.1). Bu bağlamda, Düzce Kentinin mevsimleri en iyi yansıttığı düşünülen ölçüm aralıkları, sıcaklık verileri ile gerçekleşmiştir.

Düzce Meteoroloji İl Müdürlüğü'nden [116] elde edilen aylık ortalama sıcaklık verileri incelendiğinde; Ocak ayı, Şubat ve Aralık aylarına oranla daha düşük sıcaklıktadır. Aynı şekilde yaz mevsiminde en yüksek sıcaklığı, Ağustos ayı sağlamaktadır. Bahar aylarında ise ortalama sıcaklık değerinin daha iyi mevsimleri yansıttığı düşünüldüğünden Ekim ve Nisan ayları uygun görülmüştür. Benzer şekilde;

- Kış mevsimi için Ocak ayı,
- Yaz mevsimi için Ağustos ayı,
- İlkbahar mevsimi için Nisan ayı,
- Sonbahar mevsimi için Ekim ayı,

mevsimlerin doğru yansıtılması açısından daha belirleyici olacağı düşünülmüş ve ölçüm zamanları da bu aralıklarda gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2.2. Alan çalışmasındaki rüzgâr ölçümleri zaman dilimleri.

Düzce Kentinin mevsimleri en iyi yansıttığı düşünülen 10'ar günlük ölçüm aralıkları ise, Şekil 2.2'de belirtilmiştir. Son 10 yılın ortalama sıcaklıklarına göre çıkarılan bu zaman dilimleri seçilirken, Ocak ve Şubat arasındaki sıcaklık farkının Aralık ayına oranla daha az olması nedeni ile Ocak ayının son haftaları daha uygun görülmüştür. Diğer aylar için de benzer bir anlayış ile 10'ar günlük periyotlar belirlenmiştir. Ancak aktif ölçümler; verilerin işlenmesi ve herhangi bir durumda tekrarlanması gereken ölçüm günleri için, bu 10 günlük zaman diliminin 7 günü içerisinde gerçekleşmiştir. Rüzgâr ölçümleri, Vantage Pro2 Meteoroloji İstasyonu ile bir yıl içerisinde; ilkbahar mevsimi 20.04.2015-29.04.2015, yaz mevsimi 04.08.2015-13.08.2015, sonbahar mevsimi 16.10.2015-25.10.2015, kış mevsimi 19.01.2016-28.01.2016 tarihleri arasında olmak üzere 4 kez gerçekleştirilmiştir. Ölçüm sonuçları, çalışmanın bulgular bölümünde yer almaktadır.

2.2.3.2. Ölçüm Noktalarının Sayılarının Belirlenmesi

Düzce Merkez ilçe sınırları içerisinde yer alan rüzgâr ölçüm noktalarının tam koordinatlarının belirlenebilmesi için öncelikle, Düzce İmar Planı'ndan Autocad 2016 yazılımı yoluyla kütle boşluk değerleri elde edilmiştir (Bkz. Harita 3.6 ve EK-3). Elde edilen kütle-boşluk analizinin önemi, ölçüm yapılacak olan mahallelerin yapısal yoğunluklarının birbirinden farklı oluşu ve buna bağlı olarak farklı sayıda ölçüm gerektireceği düşüncesinden kaynaklanmaktadır.

Kentlerin yapısal yoğunluğunun rüzgâr frekanslarını değiştirdiği bilinmektedir. Bu nedenle yoğunluk açısından homojenliğin sağlanması, mutlak bir tabakalandırma işlemini ortaya koymaktadır. Benzer özellikleri taşıyan yapı yoğunluklarını bir araya toplayarak kendi içerisinde homojen, fakat kendi aralarında heterojen bir sistem içerisinde çözümlenmiştir.

Yapı yoğunluklarını %0-19, %20-39, %40-59, %60-79 ve %80-100 şeklinde gruplayarak, bu 5 gruptaki mahalle sayısı belirlendikten sonra bunların içerisinde rastgele ölçümler yapılarak daha anlamlı sonuçlar alınabileceği de düşünülmüştür. Ancak, mahalle kütle boşluk oranlarının 5 yerine 3 grupta yoğunlaşması, başka bir yöntem sürecine geçilmesini zorunlu kılmıştır.

Bu bağlamda söz edilen yöntem, “Rastgele Örneklem Yöntemi” olarak adlandırılmaktadır. Burada kullanılan “Örneklem sayısı belirleme formülü” [117] sonuçları ile de mahallelerdeki ölçüm noktası dağılımları sayıları ortaya çıkarılmıştır. Her bir mahallenin kütle boşluk oranının toplamının (~440), 48 mahallenin toplam oranına bölünmesi sonucu ile bir mahallenin bütün mahalle toplamının içerisindeki ağırlığı bulunmaktadır. Bu işlemi yaptıktan sonra çıkan değeri, toplam değer olan 385 ile çarparak hangi mahalleden kaç ölçüm yapılması gerektiği bulunmaktadır. İstatistiksel olarak kullanılan örneklem formülü aşağıdaki gibidir;

$$\frac{((1 - 0,5) * 0,5 * (1,96/d)^2)}{(1 + (1/N) * ((1 - 0,5) * 0,5 * (1,96/d)^2 - 1)) + 0,5}$$

Burada:

d =Kabul edilebilir hata (0,07)

N = Evren büyüklüğü (48)

Oluşturulan haritalar ile elde edilen kütle-boşluk oranlarına göre, her bir mahalledeki ölçüm nokta sayısı ortaya çıkarılmıştır. “3.2.1.Bulgular ve Tartışma” bölümünde, bu sayıların her bir mahalleye olan dağılımı yer almaktadır (Çizelge 3.5).

Toplamda 385 adet olarak belirlenen ölçüm noktaları haritaya işlendiğinde, komşu noktaların varlığı nedeni ile nokta sayısı 300’e indirgenmiştir. İki mahalle sınırında

yapılan ölçümlerin yinelenmesi gereksiz görülmüş ve bu nedenle ortak nokta olarak değerlendirilmiştir.

2.2.3.3. Ölçüm Noktalarının Yerlerinin (Koordinatlarının) Belirlenmesi

Rüzgâr ölçüm noktalarının tam koordinatlarının belirlenmesinde, öncelikle “Koridor” (yol), daha sonra “Konut Yerleşimi” (yapılar), son olarak “Açık Alanlar” temel alınmıştır. Bu şekilde olmasının amacı, herhangi bir koridor durumu ile karşılaşıldığında eş zamanlı ölçümler ile rüzgârın hareketinin ne şekilde değişiklik göstereceğini belirlemektir. Kütle boşluk oranına göre tek bir ölçüm alınan mahallede birçok koridor olabilir. Bu şekilde olası bir durumda, ana yol-tali yol hiyerarşisini kurarak en geniş koridoru seçmek daha anlamlı olacaktır. Açık alanların en son sırada yer almasının nedeni ise, bu alanların yapı alanlarında olduğu kadar engelleyici bir durum oluşturmayacağı düşüncesinden kaynaklanmaktadır.

2.2.4. Sabit İklim İstasyon Verilerinin Elde Edilmesi ve Rüzgâr Haritalarının Oluşturulması

Vantage Pro2 meteoroloji istasyonu ile yapılan ölçümler 2 metre yükseklikten alınmıştır. Ve rüzgârın ani değişimleri göz önüne alınarak, 2 adet istasyon tarafından, 10’ar dakika süre ile eş zamanlı olarak gerçekleştirilmiştir. Bu arada Düzce Meteoroloji İl Müdürlüğü’nden [116] 10 metre yükseklikten alınan, dakikalık rüzgâr verileri elde edilmiş ve bu şekilde ölçümleri istatistiksel olarak karşılaştırabilmek söz konusu olmuştur.

2 metre yükseklikten alınan ölçümlerin hesaplanarak 10 metre yükseklikte hangi değeri alabileceğine yönelik formüller çeşitli kaynaklarda hesaplanmıştır. Meteoroloji Genel Müdürlüğü’nden alınan verilere göre, Hellman formülü olarak geçen bu formül; “*Meydanın konumuna bağlı olarak, otomatik rüzgâr ölçüm sistemi sensörlerinin, Annex 14’deki mania limitleri sebebiyle, 10 metreye kurulamadığı durumlarda, rüzgâr değerinin 10 metreye çıkarılması için kullanılan formül*” olarak tanımlanır.

Hellman Formülü;

$$V_h = V_{10} [0,233 + 0,656 \log_{10} (h + 4,75)]$$

V_h = Rüzgâr Ölçümünün Yapıldığı Yükseklikteki Rüzgâr Hızı

V_{10} = 10 Metredeki Rüzgâr Hız Değeri

h = Rüzgâr Ölçümünün Yapıldığı Yükseklik

Bu formül aslında bir dönüşüm formülüdür ve bu, çalışmada 10 metre yükseklikteki meteoroloji verilerinin 2 metreye indirgenmesi şeklinde gerçekleşmiştir.

Sabit iklim istasyonundan alınan verilerde, rüzgâr yönleri 360° olarak verilmektedir. Vantage Pro2 meteoroloji istasyonundan alınan veriler ise 16 yöne göre ölçülmektedir. Bu nedenle derece cinsindeki veriler, analizler sırasında yönlere göre gruplandırılmıştır (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1. Rüzgâr yönlerinin derece-dakika değerleri [82].

RÜZGÂR YÖNÜ	DERECE, DAKİKA
YILDIZ (Kuzey)	0 (360)
YILDIZ-POYRAZ (Kuzey-Kuzeydoğu)	22°30'
POYRAZ (Kuzeydoğu)	45°
GÜNDOĞUSU-POYRAZ (Doğu-Kuzeydoğu)	67°30'
GÜNDOĞUSU (Doğu)	90°
GÜNDOĞUSU-KEŞİŞLEME (Doğu -Güneydoğu)	112°30'
KEŞİŞLEME (Güney-Doğu)	135
KIBLE-KEŞİŞLEME (Güney-Güneydoğu)	157°30'
KIBLE (Güney)	180
KIBLE-LODOS (Güney-Güneybatı)	202°30'
LODOS (Güneybatı)	225
BATI-LODOS (Batı-Güneybatı)	247°30'
BATI (Batı)	270
BATI-KARAYEL (Batı-Kuzeybatı)	292°30'
KARAYEL (Kuzeybatı)	315
YILDIZ-KARAYEL (Kuzey-Kuzeybatı)	337°30'

Alan çalışmalarında kullanılan Vantage Pro2 meteoroloji istasyonlarından alınan verilerin örneği Çizelge 2.2'de yer almaktadır. Burada rüzgâr yönleri harf ile belirtilirken, meteoroloji müdürlüğünden alınan veriler derece cinsinden elde edilmiştir.

Çizelge 2.2. Vantage Pro2 meteoroloji istasyonu veri tablo örneği.

Tarih	Zaman	Sıcaklık	Nem	Basınç	Rüzgâr Hızı	Rüzgâr Yönü	Maks. Hız
21.1.2016	08:50	7.6	91	1003	1.6	KD	3.2
21.1.2016	08:51	7.2	67	1003.1	0	KD	1.6
21.1.2016	08:52	6.8	65	1003.1	0	KD	3.2
21.1.2016	08:53	6.3	65	1003.1	1.6	KD	1.6
21.1.2016	08:54	5.8	65	1003.1	0	KD	4.8
21.1.2016	08:55	5.2	66	1003	3.2	KD	6.4
21.1.2016	08:56	4.5	67	1003.1	1.6	KD	6.4
21.1.2016	08:57	3.8	70	1003.1	3.2	KD	4.8
21.1.2016	08:58	3.2	71	1003.1	4.8	KD	6.4
21.1.2016	08:59	2.7	73	1003.1	0	KD	1.6
21.1.2016	09:00	2.3	74	1003.1	1.6	KKD	6.4

Çalışmada; eş zamanlı olarak yapılan iki ölçümün tam koordinatları, alan özellikleri, rakımları (rüzgâr hız-rüzgâr yönü) ve fotoğrafları EK-1 (Dijital Veri)’de yer almaktadır.

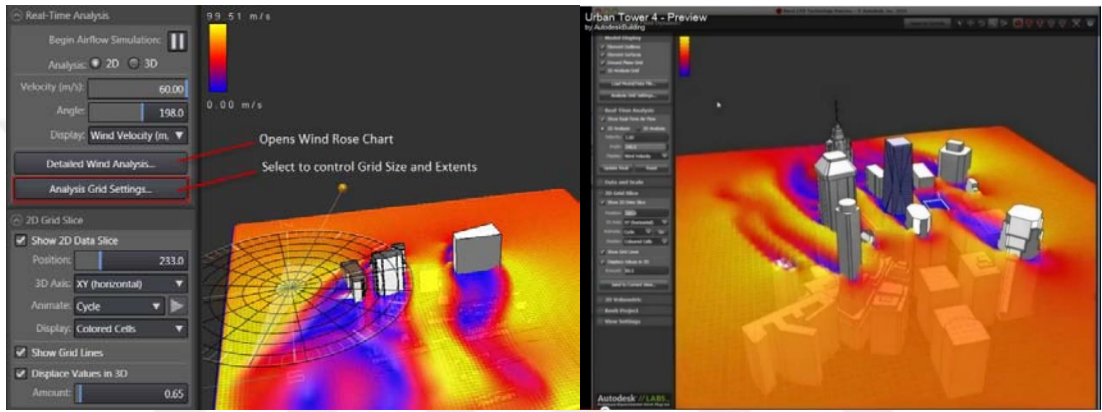
Çalışma alanında yapılmış olan 300 adet ölçüm noktası değeri, mevsimler bazında rüzgâr hızı ve rüzgâr yönü olarak ArcMAP 10.3 yazılımında koordinatlarına göre işlenmiştir. Bu değerler ile Düzce Kenti için yapılacak ortalama rüzgâr hızı ve rüzgâr yönü haritasını oluşturmak amacıyla kriging enterpolasyon işleminden yararlanılmıştır.

Kriging enterpolasyon yöntemi, bilinen yakın noktalardan alınan verileri kullanarak, diğer noktadaki verilerin optimum değerlerini saptayan bir enterpolasyon metodudur [118].

Rüzgâr yönlerinin etkilerinin hesaplanabilmesi amacıyla, rüzgâr hızı değerleri “X” ve “Y” vektörlerine ayrılmıştır. Ayrıştırılmış değerler kendi içinde 10 metre çözünürlü kriging enterpolasyon işlemine tabi tutulmuştur. Kriging enterpolasyon işlemi ile elde edilen bu 10 metre çözünürlüklü iki değer “Raster Calculator” komutu ile birleştirilerek mevsimlik rüzgâr hızı ve rüzgâr yönleri haritaları oluşturulmuştur. Sayısal ortama aktarılan İmar Planları bu haritalar ile birleştirilmiştir. Mahallelerdeki en düşük ve en yüksek rüzgâr hızı değerleri ve çok fazla değişim gösteren rüzgâr yönleri mevsimler bazında değerlendirilmiştir.

Düzce kenti modeli, ‘Sketch Up 2014’ yazılımı ile, kütle ve boşluklar şeklinde oluşturulmuştur. Çalışmada yer almış olan “Autocad Ecotect” yazılımı ya da “CFD”

(Computational Fluid Dynamics) olarak kısaltılmış olan hesaplamalı akışkanlar dinamiği üzerine kurgulanmış simülasyon yazılımları (Şekil 2.3), enerji verimliliği yüksek ve sürdürülebilir tasarımlar için geliştirilmiş analiz olanakları sağlamaktadır. Ancak bu çalışmanın kent (planlama) ölçeğinde ele alınması; bu analiz programlarından sadece koridor örnekleri olarak verilmesine ve tasarım ölçeğinde venturi etkisinin gösterildiği birkaç rüzgâr dağılım grafikleri ile aktarılmasına olanak tanımıştır. Tasarım ölçeğinde verilmesi, kuşkusuz daha ayrıntılı ve alana özgü sonuçlar ortaya çıkarabilecektir.



Şekil 2.3. Rüzgâr analiz yazılımlarından bir örnek [119].

2.2.5. Elde Edilen Verilerin Değerlendirilmesi ve Önerilerin Oluşturulması

Bu aşama; verilerin harita ortamına aktarılması ve ortaya çıkan değerlerin sabit veriler ile karşılaştırılması sürecinden oluşmaktadır. Verilerin hem kendi aralarındaki, hem sabit iklim istasyonundan alınan veriler ile olan korelasyonu yorumlanmıştır.

Çalışma kapsamında tasarımın daha etkin ve sürdürülebilir kullanılabilmesi için düzenleme ölçütleri ve alana özgü yeşil altyapı (kentsel yeşil ağlar) sistemleri oluşturulması amaçlanmıştır. Bunun yanı sıra; yerleşim alanlarının seçimi, binaların ve kent yayılma alanlarının yönlendirilmesi, ulaşım akslarının düzenlenmesi vb. kurgular da rüzgâr enerjisinin optimizasyonu göz önüne alınarak sağlanmıştır.

Düzce Meteoroloji İl Müdürlüğü'nden [116] alınan veriler dikkate alınarak (rüzgâr hızı, şiddeti ve yönü) simülasyon yazılımlarına işlenmiş, bu sayede elde edilen verilere, korelasyon analizi uygulanarak değerlendirmeler yapılmıştır. Her farklı kütle

yoğunluğuna göre; meteorolojik ölçüm değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri, aritmetik ortalamaları, standart sapma, medyan (min.–maks.) gibi tanımlayıcı istatistikler elde edilmiştir.

Simülasyon alışması ile, var olan durumdaki rüzgârın davranışı ve doğru şekilde yapılan bir kentsel planlama ve tasarım anlayışı ile ortaya konulan rüzgâr davranışı arasındaki fark, somut bir şekilde ortaya konmuştur.

Çalışmada, tüm verilerin analizi ile, yaşam kalitesi daha yüksek bir kent planı kurgusu ve bunun kentsel peyzaj planlama ve tasarımında ne şekilde olabileceğinin alternatifleri sunulmuştur.

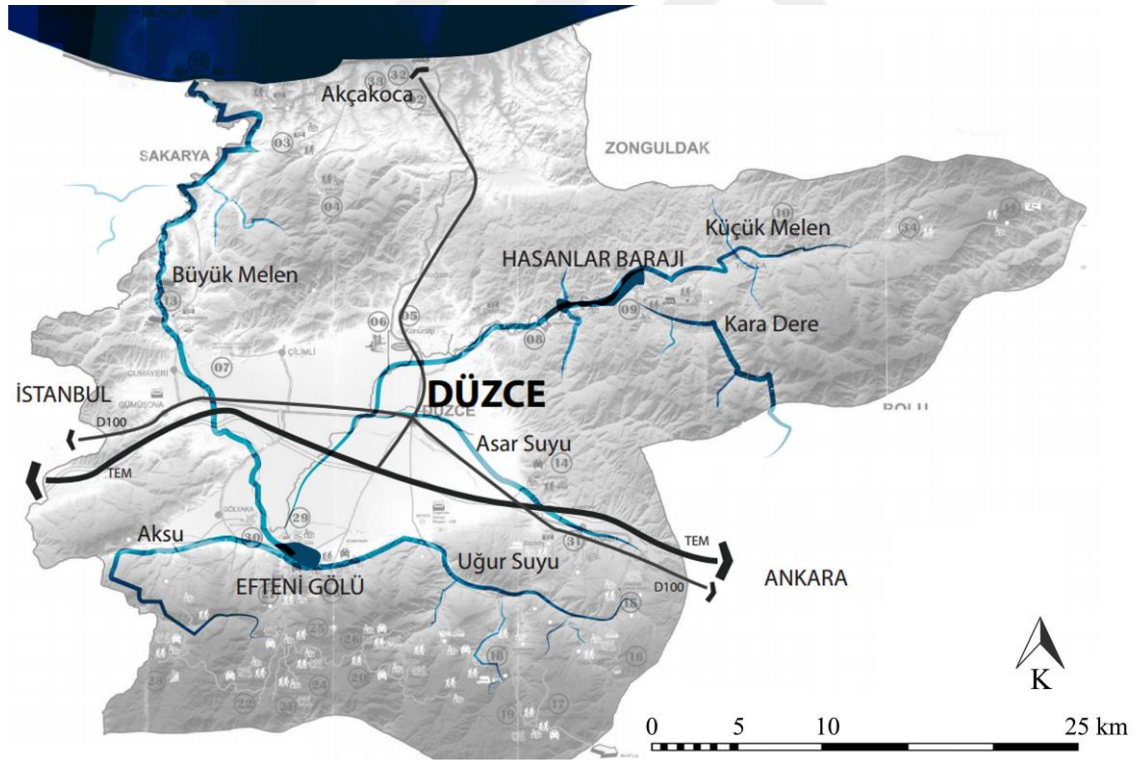
Düzce Kenti'nde, rüzgârın var olan değerlerinin bulunduğu plan ile insan konforunu optimum düzeyde sağlayan değerlerin planı Photoshop CS6 ve ArcGIS 10.1 yazılımı ile oluşturularak imar planlarına en uygun koridor ve yapı yönlenmelerine ilişkin öneriler getirilmiştir. Ayrıca rüzgâr yönlerine ne şekilde bir uyum içerisinde olduğunu göstermek için, mevsimlere göre uygunluk haritaları düzenlenmiştir. Bu haritalar, önce her bir koridoru ve bina yönlenmelerine ilişkin hangi yönü desteklediği çıkarılarak, daha sonra enterpolasyon işlemi sonucu elde edilen rüzgâr yönleri haritaları ile çakıştırılmıştır. Bu şekilde kentin nefes alması açısından hangi alanların biyoiklimsel konfora uygun olduğu çıkarılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. ALANIN ÖZELLİKLERİ

3.1.1. Coğrafik Durum

Düzce, Bolu ili topraklarının kuzeybatısında, Sakarya ilinin doğusunda ve Zonguldak ilinin güneybatısında yer alır (Harita 3.1). Kuzeyinde Karadeniz ile sınırdır. Diğer illerle sınırlarını, tabii sınırlar oluşturur. İlin yüz ölçümü 2.574 km²'dir [120].



Harita 3.1. Düzce Kenti haritası [23].

Düzce ili 40° 37' ile 41° 07' kuzey enlemleri ve 30° 49' ile 31° 50' doğu boylamları arasında yer alır. İl topraklarının yaklaşık % 61'ini kaplayan dağlar, kuzeyden güneye

ve batıdan doğuya giderek yükselirler. Batıda da kıyıya paralelliklerini yitirerek seyrekleşirler. Bu sıradağlar arasında vadiler ve ovalar girer [19]. İl arazisinin % 86'sı (yaklaşık 2.200 km²) engebeli ve dağlıktır. Kalan % 14'ünü Düzce ovası oluşturur. Düzce ovasının ortalama yükseltisi 140 metre dolayındadır ve etrafı dağlarla çevrilidir [20]. Çalışma alanı olan Düzce Merkez mahallelerinin büyük bir kısmı düz olarak nitelendirilebilecek alanlardadır. Etrafındaki yükseklik farkları ise çanak şeklindeki kent tipleri örneklerinden olduğunu göstermektedir.

3.1.2. İklimsel durum

Düzce İli, Karadeniz Bölgesi'nin sınırları içinde kaldığından, genel özellikleri ile Batı Karadeniz ikliminin etkileri görülür. Ancak Karadeniz ikliminin yanı sıra Akdeniz ve Karasal iklimleri arası geçiş özelliği de gösterir. Yazları sıcak, kışları ılık, her mevsim yağışlıdır; en çok yağış sonbahar ve kış aylarında olmaktadır. Yaz aylarında iki ay kadar kuraklık hissedilir [120].

Düzce'de ılıman bir iklim görülmekteyse de, sıcaklık Batı Karadeniz'de, Doğu Karadeniz'dekinden en az 1 °C daha düşüktür. Bunun nedeni, Doğu Karadeniz'de Kafkas Dağlarının, doğudan ve kuzeyden gelen rüzgârları önlemesidir. Düzce'de uzun yıllar (1977-1997) yıllık ortalama sıcaklık 13,3 °C'dir. Denizin ılımanlaştırıcı etkisi ile sıcaklık farkları büyük olmamaktadır. En yüksek aylık sıcaklık ortalaması 28,2 °C olarak Temmuz ayında ve en düşük aylık ortalama sıcaklık ise 0,1 °C olarak Ocak ayında ölçülmüştür. En düşük sıcaklık -20,5°C (Ocak) ve en yüksek sıcaklık 42,0 °C (Ağustos) olarak belirlenmiştir [20]. Meteoroloji Müdürlüğü tarafından ölçülen bağıl (nisbi) nem oranı ortalaması ise; % 63 ile % 87 arasında değişmektedir. En düşük nem değeri de % 17 ile Mart ayında ölçülmüştür [19].

Düzce Meteoroloji İl Müdürlüğü'nden [116] elde edilen aylık ortalama sıcaklık verileri son yıllardaki 10 yıllık süreç içerisinde incelendiğinde; Ocak ayı, Şubat ve Aralık aylarına oranla daha düşük sıcaklıktadır (Çizelge 3.1). Aynı şekilde yaz mevsiminde en yüksek sıcaklığı, Ağustos ayı sağlamaktadır. Bahar aylarında ise ortalama sıcaklık değerinin daha iyi mevsimleri yansıttığı düşünüldüğünden Ekim ve Nisan ayları uygun görülmüştür. Alan çalışmasındaki mevsimsel ölçümler bu aylar kapsamında uygulanmıştır.

Çizelge 3.1. Düzce merkez istasyon aylık ortalama sıcaklık verileri [116].

Yıl	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Ort.
Ocak Ayı Ort. Sıcaklık	7	4	5,8	2,7	5,7	2,4	5,5	5,8	5	3	4,69
Şubat Ayı Ort. Sıcaklık	2,6	4,1	6,4	4,6	7	4,3	7,1	9	5,6	1,8	5,25
Mart Ayı Ort. Sıcaklık	3,7	8,6	7,4	9	9,1	11,2	8	8,6	8	5,8	7,94
Nisan Ayı Ort. Sıcaklık	9,8	12,4	13,1	12,4	10,1	15,3	11,6	12,8	10,1	15	12,26
Mayıs Ayı Ort. Sıcaklık	18,6	16,1	17	16,5	20,2	16,5	17,2	18,3	16,3	17,6	17,43
Haziran Ayı Ort. Sıcaklık	21,6	20	19,1	21,2	22,6	21,7	22,4	21,7	20,2	22,4	21,29
Temmuz Ayı Ort. Sıcaklık	23	22,4	23,1	22,4	24,2	23,2	23,5	24,7	24,2	24,9	23,56
Ağustos Ayı Ort. Sıcaklık	23,7	22,1	23,9	25,4	24,3	24,6	22,3	26,7	21,9	23,2	23,81
Eylül Ayı Ort. Sıcaklık	18	19,4	19,6	18,9	19,7	19,4	18,8	20,5	19,7	20,5	19,45
Ekim Ayı Ort. Sıcaklık	15	15,3	12,9	15,7	15,8	15,2	17	13,9	12,5	17,1	15,04
Kasım Ayı Ort. Sıcaklık	8,8	9,4	9,5	7,9	9,1	11,5	9,8	14,7	5,4	11,7	9,78
Aralık Ayı Ort. Sıcaklık	5,2	6	7,5	4,2	4,9	6,3	8,7	9,1	5,7	6,8	6,44

Genellikle rüzgârın az estiği Düzce’de bu yıllar arası (1977-1997) ortalama rüzgâr hızı 0,7 m/sn.’dir. En hızlı rüzgâr 17,8 m/sn. ile güneydoğudan esmiştir. Uzun yıllara göre hâkim rüzgârlar; Ocak ve Mart aylarında güneybatıdan, Şubat ayında güneydoğudan, Nisan, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Kasım aylarında kuzeydoğudan, Mayıs ayında kuzeybatıdan, Ekim ve Aralık aylarında güneybatıdandır. Buna göre genellikle etkili kış rüzgârları güney ve güneybatıdan, yaz rüzgârları ise kuzey ve kuzeydoğudan esmektedir [20]. Çizelge 3.2’de 2011 yılına ait Düzce Meteoroloji Müdürlüğü’nün rasat kayıtları görülmektedir. Burada ortalama rüzgâr hızı 1,19 m/s olarak görülmektedir. Ayrıca 1980-2015 yılları arasındaki ortalama hızlara bakıldığında (Şekil 3.2) Düzce İli’nin 1,0-2,0 m/s lik dilim içerisinde olması, 1997 yılından sonra rüzgâr hızında bir miktar artış olduğunu göstermektedir.

Çizelge 3.2. Düzce meteoroloji istasyonundaki 2011 yılı rüzgâr rejimi rasat normalleri [19].

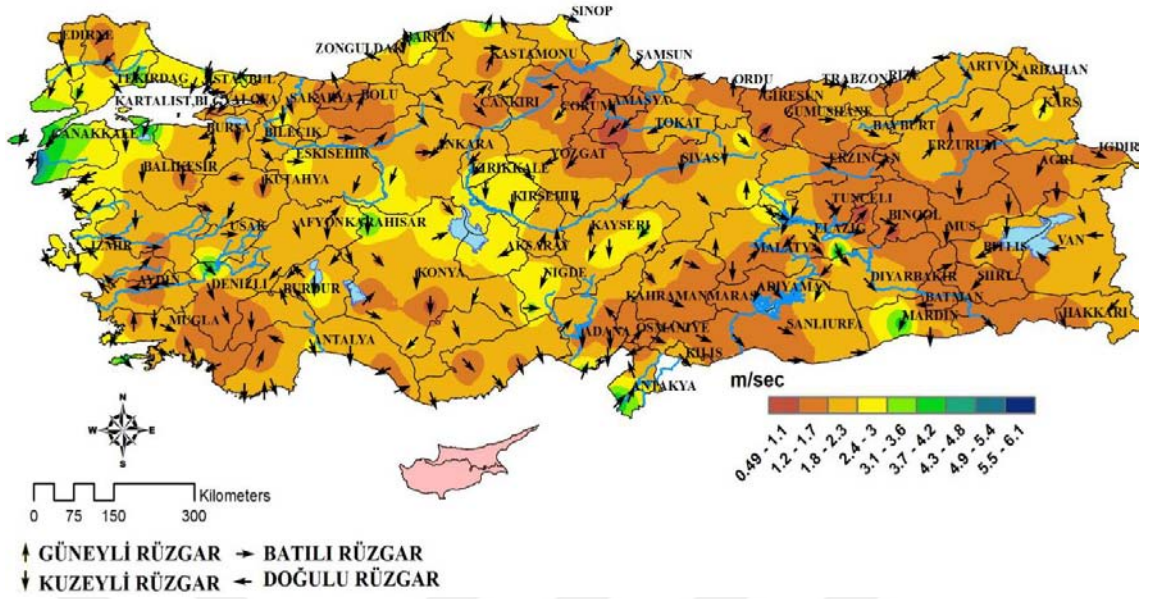
Aylar	Ortalama Rüzgar Hızı (m/s)	En Hızlı Esen Rüzgar Yönü ve Hızı (m/s)	Ortalama Fırtınalı Günler Sayısı (Rüzgar hızı $\geq 17,2$ m/s)	Ortalama Kuvvetli Rüzgar Günleri Sayısı (Rüzgar hızı 10,8-17,2m/s)
Ocak	0,9	SW 9,4	--	
Şubat	1,1	NNE 9,8	--	
Mart	1,2	N 11,5	--	1
Nisan	1,3	N 11,1	--	1
Mayıs	1,3	NNE 10,3	--	
Haziran	1,5	NNE 11,5	--	1
Temmuz	1,5	NNW 11,1	--	
Ağustos	1,5	W 12,3	--	1
Eylül	1,3	NNE 9,9	--	
Ekim	1,0	WSW 10,7	--	
Kasım	0,8	NNE 6,7	--	
Aralık	0,9	S 14,3	--	3

Çizelge 3.3’de ise, 2011 yılı rüzgâr esme sayıları aylık olarak gösterilmektedir. Düzce İl Çevre Durum Raporu [19]’ nda; rüzgârın bölgede az olması ve bundan dolayı hava sirkülasyonunun sağlanamaması nedeniyle hava kirliliğinin kentte özellikle kış aylarında yoğun yaşanmakta olduğu belirtilmiştir.

Çizelge 3.3. Rüzgârların esme sayıları toplamı [19].

Aylar	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Yıllık
N	87	124	133	80	109	153	176	183	111	107	72	66	1401
NNE	62	59	66	45	49	77	114	88	91	57	61	42	811
NE	57	54	51	32	29	36	34	45	59	60	79	52	588
ENE	19	25	25	22	15	26	16	25	33	43	58	39	346
E	22	24	12	23	9	11	9	10	19	20	22	34	215
ESE	20	20	11	16	10	16	10	11	12	16	15	36	193
SE	16	19	10	12	13	13	15	15	10	14	19	25	181
SSE	25	16	14	13	20	22	16	15	11	20	14	27	213
S	37	34	22	28	38	26	19	34	34	38	34	28	372
SSW	57	37	51	52	59	52	49	45	64	79	82	61	688
SW	65	58	74	77	84	70	67	63	63	63	80	95	859
WSW	64	49	60	90	87	64	58	47	60	65	44	71	759
W	50	31	49	74	65	35	45	42	38	45	46	60	580
WNW	38	35	38	58	44	32	31	32	37	36	34	34	449
NW	39	32	36	39	46	37	41	34	27	22	25	34	412
NNW	67	55	76	59	67	50	44	55	51	59	35	40	658

Harita 3.2’deki haritada, Düzce ili’nin 1,0-2,0 m/sn’lik dilim içinde kalmakta olduğu; Akçakoca kıyı şeridinin ise, 2,0-3,0 m/sn’lik dilime girmekte olduğu görülmektedir [19].

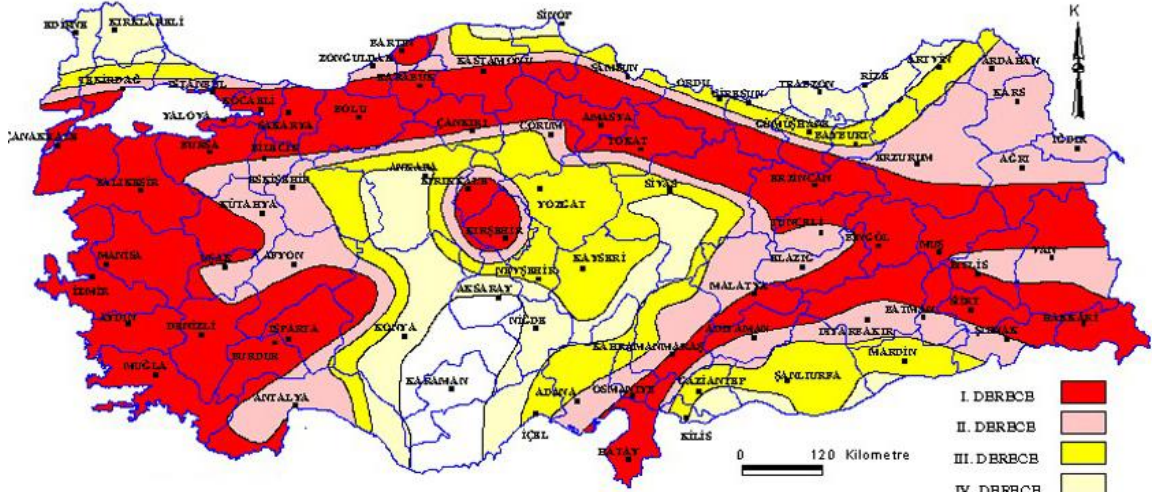


Harita 3.2. 1980-2015 yılları arası Türkiye yıllık ortalama rüzgâr hızı ve hâkim rüzgâr yönü dağılımı [121].

3.1.3. Jeolojik Durum

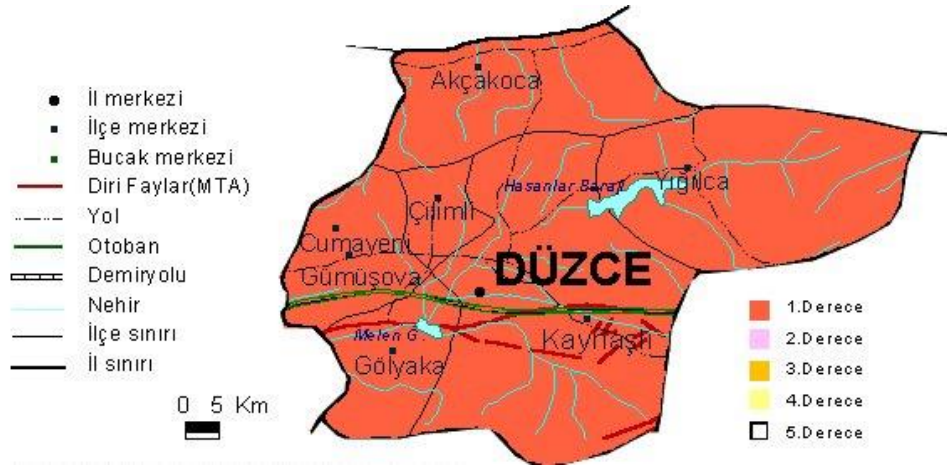
Yerleşim yerleri için en büyük tehlike doğal afetlerdir. Deprem, heyelan, su baskınları bu afetlerden en sık karşılaşılanlarıdır. Düzce Havzası, bulunduğu yerin jeolojik yapısı gereği her zaman deprem tehdidi altındadır [19].

Düzce Havzası ülkemizin en önemli aktif faylarından (deprem yapabilirlik özelliği olan fay) olan Kuzey Anadolu Fay'ı (KAF) üzerinde yer almaktadır (Harita 3.3). Bu fay, doğuda Karlıova yöresinden başlayarak ülkenin kuzey yarısını doğu-batı yönünde katetmektedir. Bolu yöresine kadar genelde tek kırıklardan oluşan dar bir zonda izlenen bu fay, Bolu batısında (Dokurcun vadisi) çatallanır ve iki ana kola ayrılarak Marmara Denizine doğru uzanır. Sakarya-Düzce bölgesinde Hendek ve Düzce fayları da KAF sistemine katılır ve fay zonunun genişliği 40 km'ye ulaşır [19].



Harita 3.3. Türkiye deprem bölgeleri haritası [122].

Düzce havzasına en yakın olan ve deprem olasılığı taşıyan aktif faylar ise bu havzanın oluşumuna yol açmış bulunan Düzce, Hendek fayları olup (Harita 3.4), ikisi de aktif fay karakterindedir [19].



Harita 3.4. Düzce 1. derece deprem bölgesi haritası [122].

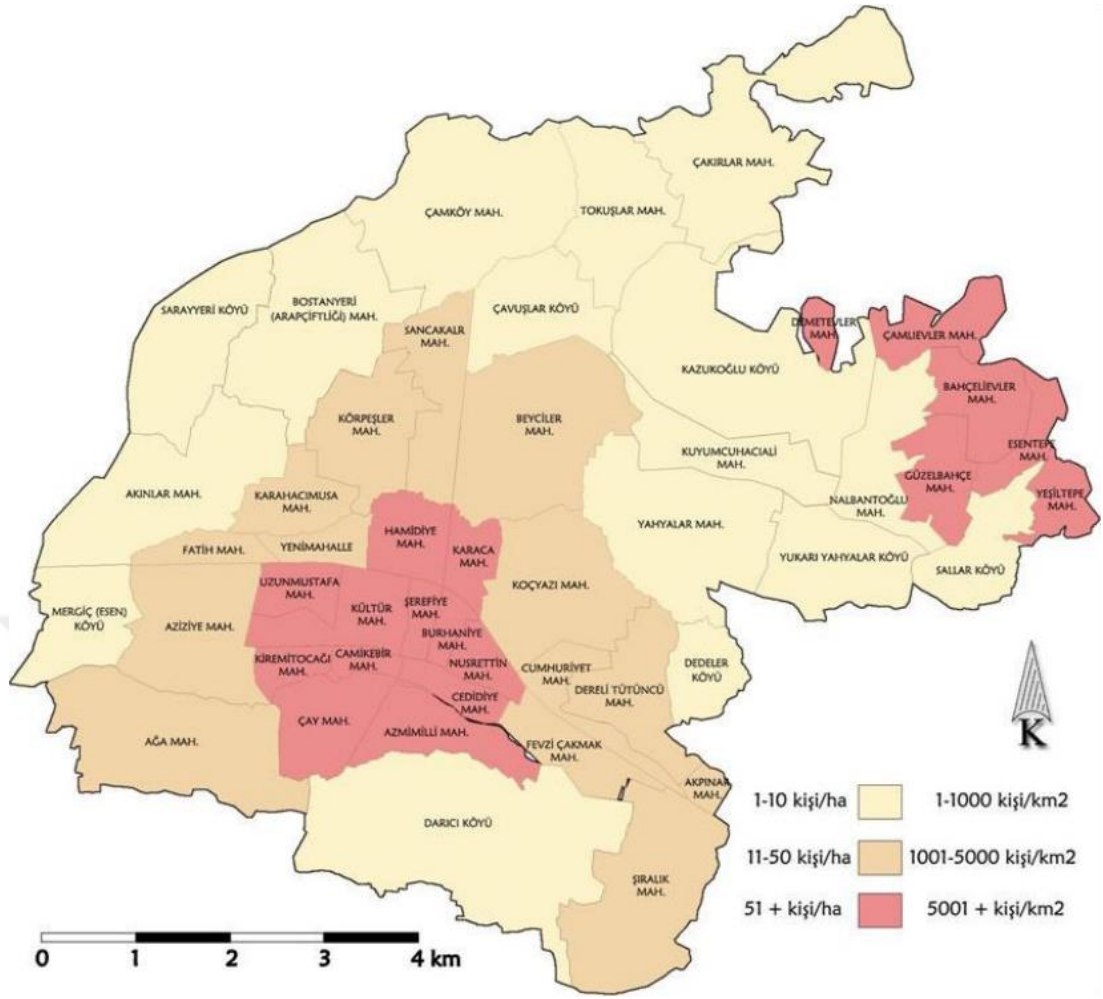
Ayrıca 1997'de yaşanan deprem, kentin jeolojik etütlerini artırmış ve Düzce Belediyesi'nce düzenlenen 2 kat uygulaması uzun yıllar uygulanmıştır. Ancak 2014 yılı itibari ile bu uygulama 4 kata kadar çıkarılmıştır.

Yer şekillerinin özellikleri açısından dağlar Karadeniz kıyısına paralel olarak sıralar halinde uzanmaktadır ve bu nedenle kıyıda doğal limanlar oluşmamıştır. Kıyıda yer yer falezler ve aralarında genişçe plajlar yer almaktadır. Dağların yükseltisi doğudan batıya ve iç kısımdan Karadeniz kıyısına doğru azalmaktadır. Kıyı gerisindeki yer şekilleri plato görünümünde ve dağların yükseltisi de 2000 metreyi geçmemektedir. Dağların kıyıdan iç kısımlara doğru yükseltisinin artması, kıyı ile iç kısımlar arasında yıl içinde sıcaklık farklarının fazla olmamasına ve yağış miktarının da bu alanlarda yeterli olmasına olanak tanımaktadır [123].

İç kısımda yer alan Düzce ovası dört tarafı dağlarla çevrilidir. Bu dağlar ovanın kuzeyinde ve güneyinde fazla arızalı sayılmayan sıralar halinde uzanmaktadır. Ovanın doğu ve batısında birbirlerine yaklaşırlar. Ovanın kuzeyini Kaplandede dağları ile uzantısını Orhan dağları oluşturur. Güneyindeki sırayı, Keremali, Elmacık, Güney Bolu ve Sünnice dağları oluşturur. Ovanın önemli çıkış kapıları (geçitleri) Karadeniz'e Melen vadisi (Dokuz- Esmahanım) boğazı ile Sarıbayır (Şifalı Su) geçididir. Bu geçitle Zonguldak iline ulaşılır [123].

3.1.4. Nüfus ve İdari Durum

TÜİK Kocaeli Bölge Müdürlüğü verilere göre; Düzce nüfusu 31 Aralık 2015 tarihi itibarıyla 360 bin 388 kişidir. İl merkezinin toplam nüfusu ise 219.533'dir. İlin nüfus yoğunluğu ise, km² başına 140 kişidir. Nüfus bakımından en büyük ilçeleri sırasıyla; Merkez, Akçakoca, Kaynaşlı, Gölyaka, Yığılca, Çilimli, Gümüşova ve Cumayeri'dir. Yüzölçümü bakımından en büyük ilçesi, Merkez ilçesiyken, en küçük ilçesi Cumayeri'dir. Düzce İl Merkezi, Türkiye'nin en kalabalık elli birinci kentidir. Yıllık nüfus artış hızı binde 13,5 olarak gerçekleşen il, yıllık nüfus artış hızı bakımından 81 il içerisinde 20. Sırada yer bulmaktadır [114]. Yılda ortalama 5.000 kişilik nüfus artışının ana nedeni; kentte yer alan üniversitenin her geçen yıl büyümesi ve öğrenci sayısını artırmasıdır.



Harita 3.5. Düzce Kenti mahalleleri nüfus yoğunlukları haritası [124].

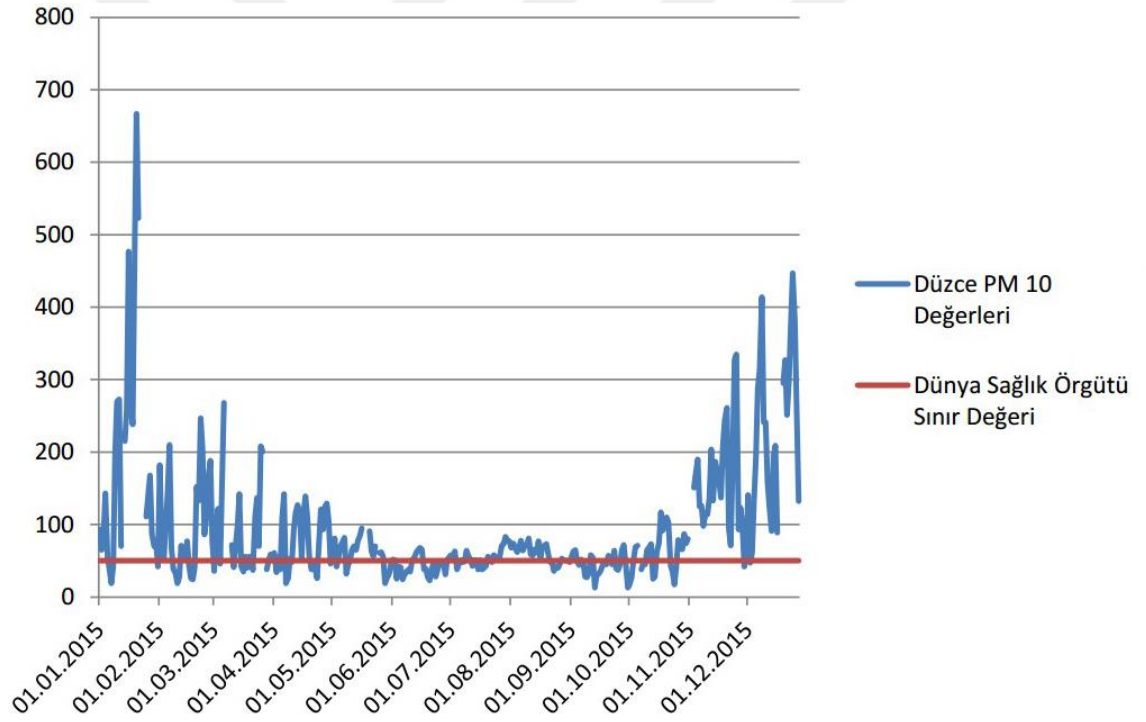
Harita 3.5'te Düzce Kenti merkez mahallerinin nüfus yoğunluğu haritası verilmektedir. Buna göre, Düzce kent merkezinde nüfus yoğunluğu en az olan mahalle 162 kişi/km² ile Kuyumcuhacalı Mahallesi'dir. Bu mahalle aynı zamanda 162 kişi ile en az nüfusa sahip mahalledir. Nüfus yoğunluğu en fazla olan mahalle ise 11.657 kişi/km² ile Demetevler Mahallesi'dir [124].

3.1.5. Hava Kirliliği Durumu

Düzce'nin topografik yapısı gereği etrafının dağlarla çevrili olması, meteorolojik olarak rüzgâr hızı ve süresinin kısa olması, ısınma, sanayi ve motorlu taşıt kaynaklı hava kirliliğinin kent üstündeki atmosferde dağılımını engellemektedir. Kentin güneyinden İstanbul ile Ankara illerini birleştiren Anadolu otoyolu ile D-100 il yolu geçmektedir. Ülkenin en yoğun trafiğine sahip olan D-100 ve TEM otoyollarının ovidan geçiyor

olması da, kentte hava kirliliğini artırıcı bir etken olmaktadır [115]. TMMOB Çevre Mühendisleri Odası [125]'nin hazırlamış olduğu “Hava Kirliliği Raporu’nda Düzce İli, Türkiye’deki hava kirliliğine sahip iller arasında birinci sırada yer almaktadır.

Avrupa Birliği’nde kirletici maddeler arasında yer alan Partikül Madde 10 (PM 10) seviyesi 24 saatlik ortalama da 50 mikrogram/m³ olarak belirlenmiş durumdadır. Bu sınır değerin 1 yıl içerisinde 35 defa aşılması kabul edilebilirken, 35’den fazla aşılması halinde insan sağlığını bozan etkiler yaratacağı kabul edilmektedir. Türkiye’de ise sınır değeri, 2015 yılı için 90 mikrogram/m³ olarak ortaya çıkmaktadır. Düzce’de ise bu değeri, Avrupa Birliği sınır değerinin (50 mikrogram/m³) tam 9 katı (447 mikrogram/m³) partikül madde olarak belirlenmiştir (Şekil 3.1). Sınır değeri 2015 yılı içerisinde 232 gün aşılmıştır [125]



Şekil 3.1. AB sınır değeri ve 2015 Düzce PM 10 değerleri ölçüm sonuçları [125].

3.1.6. Kentsel Gelişim ve Yeşil Alan Durumu

Düzce ovası, verimli tarım toprakları ve su kaynakları ile Türkiye açısından önem taşımaktadır. Coğrafi konumu, topoğrafik yapısı, ormanları ve ılıman iklimi nedeniyle ilk çağlardan bu yana yerleşimler için uygun koşullara sahip olarak görülmüştür.

Ortalama 300 km²'lik alan kaplayan ovada, 1970'li yıllardan bu yana yaşanan hızlı sanayileşme etkinlikleri ve göçler yerleşimlerin sağlıksız gelişimine neden olmuştur [19].

Düzce 1950 yılına kadar Ankara-İstanbul karayoluna bağlı olarak gelişmiştir. Günümüzde, kent merkezinde bulunan eski karayolunun yerini, bu yolun kuzeyinde yapılan yeni yolun alması ve kentin güneyinde zeminin uygun olmaması, kent gelişimini kuzeye kaydıran ilk adım olmuştur [19].

Düzce'nin kentsel gelişimi kent merkezindeki boşlukların doldurulması veya eski yapıların yenilenmesi şeklinde olmuştur. Bu durum ise, kent içerisindeki arazinin rant değerlerinde artışa, kent çevresinde ise tarım arazilerinin kentsel ve endüstriyel yerleşimler ile işgal edilmesine neden olmuştur. 1980'lerde yaşanan terör olayları sonrası bölgeye başlayan göçler de, çarpık kentleşmeyi hızlandırmıştır. 1999 depremi sonrasında ortaya çıkan konut ihtiyacının hemen karşılanamaması, yapılaşmayı kırsal alana yönlendirmiş ve yine hızlı bir kaçak yapılaşma gözlenmiştir. Özellikle 1999 depremleri sonrasında Bayındırlık Bakanlığınca afetzede yerleşim alanı olarak kent merkezinin kuzeydoğusunun seçilmesi ve ulaşım bağlantılarının kurulması, kentin gelişme yönü olarak kuzey yönü olmasını desteklemiştir. Deprem sonrasında bu bölgede özellikle kırsal alanlarda yapılaşmalar hız kazanmıştır. Özellikle kent merkezine yakın köylerde ortaya çıkan bu durumu önlemek için bu köylerin büyük bir kısmı Düzce Belediyesi Mücavir Alanı'nın içerisinde yer almıştır [19].

Deprem sonrasında gerçekleştirilen jeoteknik etüt sonuçları göz önüne alındığında, düşük yoğunluklu bir yapılaşmanın olması gerektiğine karar verilmiş; kentin tümünde binaların en fazla 2 kat seviyesinde kalması öngörülmüştür. Ancak, 2005 yılında kent merkezinde zemin araştırması yeniden yapılmış ve merkezi iş alanı olarak tanımlanan kent merkezinde, kat adedi 3'e çıkarılmıştır [19]. 2014 yılında ise Düzce Belediye Meclisi tarafından bu sayı, 4 kat olarak belirlenmiştir.

Özet olarak, geçmişte kırsal özellikleri ile "Yeşil Düzce" olarak bilinen kentte; yapılaşma yoğunluğu, nüfus artışı, çarpık kentleşme vb. nedenlerle, kent içerisindeki yeşil alanlar hızlı bir şekilde azalmıştır.

Düzce kent merkezindeki 48 mahallede, 21 adet çocuk parkı (32.560m²), 8 adet kent parkı (46.896m²) olup, kent merkezinde toplam 29 adet park (79.456m²) bulunmaktadır. Kalıcı konutlarda ise, 6 mahallede 17 adet çocuk parkı (201.650m²) 43 adet yeşil alan (359.332m²) olup, toplam 560.982m² olarak belirlenmiştir (Çizelge 3.4). Düzce genelinde var olan park alanı miktarı olarak bakıldığında ise, toplam 640.438m² olduğu belirtilmiştir [19]. Bu nedenle, kent kullanıcılarının rekreasyon gereksinimlerini giderecek, kentin fiziksel yapısını olumlu anlamda geliştirecek yeşil alan eksikliği güncel olarak tartışılan konular arasındadır.

Ayrıca kent merkezinde yer alan parkların toplam alanlarının 640.438m² olması ve Düzce Kenti merkez toplam nüfusunun 219.533 olması; kişi başına 2,91m² kadar bir park alanının varlığı durumunu ortaya koymaktadır.

Çizelge 3.4. Düzce kent merkezi parkları [19].

DÜZCE ŞEHİR MERKEZİ PARKLARI			
Park Adı	Alanı (m²)	Niteliği	
1	Şerefiye Mahallesi Parkı	500	Çocuk parkı
2	Uzunmustafa Mahallesi Parkı	1.388	Çocuk parkı
3	Aziziye 1 nolu Park	1.082	Çocuk parkı
4	Aziziye 2 nolu Park	400	Çocuk parkı
5	Çamlievler Mah. Parkı	1.471	Çocuk parkı
6	Celalettin Özdal Parkı	939	Yeşil Alan
7	Avni Akyok Parkı	4.884	Yeşil Alan
8	İnönü Parkı	14.840	Yeşil Alan
9	Körpeşler Mahallesi Parkı	3.459	Çocuk parkı
10	Karaca Hacı Musa Parkı	2.049	Çocuk parkı
11	Fettah Tütüncüoğlu Parkı	3.956	Çocuk parkı
12	Karaca Mahallesi Parkı	1.400	Çocuk parkı
13	Doğu Çıkmazı Parkı	700	Çocuk parkı
14	Küçüksu Parkı	7.353	Yeşil Alan
15	Anıt Park	7.740	Yeşil Alan
16	Konak Parkı	4.990	Yeşil Alan
17	Çay Mahallesi Parkı	900	Çocuk parkı
18	Çay Mahallesi Asar Deresi Parkı	5.500	Yeşil Alan
19	Hamidiye Mahallesi Parkı	1.806	Çocuk parkı
20	Isıbank Parkı	650	Çocuk parkı
21	Ağaköy 1 nolu Park	398	Çocuk parkı
22	Ağaköy 2 nolu Park	360	Çocuk parkı
23	Aziziye Mahallesi Parkı	4.565	Çocuk parkı
24	Azmimilli 1 nolu Parkı	3.023	Çocuk parkı
25	Azmimilli 2 nolu Parkı	577	Çocuk parkı
26	Beyciler Mahallesi Parkı	1.836	Çocuk parkı
27	Arapçifliği Mahallesi Parkı	1.540	Çocuk parkı
28	Çakırlar Mahallesi Parkı	500	Çocuk parkı
29	Hamidiye Mahallesi Üçgen Parkı	650	Yeşil Alan
30	Çamlievler Mahallesi (4 adet)	96.432	Çocuk parkı
31	Çamlievler Mahallesi Yeşil Alan (10 adet)	31.947	Yeşil Alan
32	Bahçelievler Mahallesi (3 adet)	36.206	Çocuk parkı
33	Bahçelievler Mahallesi yeşil alan (16 adet)	198.861	Yeşil Alan
34	Esentepe Mahallesi (3 adet)	9.490	Çocuk parkı
35	Esentepe Mahallesi yeşil alan (4 adet)	62.252	Yeşil Alan
36	Yeşiltepe Mahallesi (3 adet)	36.515	Çocuk parkı
37	Yeşiltepe Mahallesi yeşil alan (5 adet)	27.102	Yeşil Alan
38	Güzelbahçe Mahallesi (3 adet)	13.657	Çocuk parkı
39	Güzelbahçe Mahallesi yeşil alan (6 adet)	36.612	Yeşil Alan
40	Demetevler Mahallesi (1 adet)	9.350	Çocuk parkı
41	Demetevler Mahallesi yeşil alan (2 adet)	2.558	Yeşil Alan
	DÜZCE MERKEZ	79.456 m²	
	KALICI KONUTLAR	560.982 m²	
	TOPLAM	640.438 m²	

3.2. ANALİZLERE YÖNELİK DEĞERLENDİRMELER

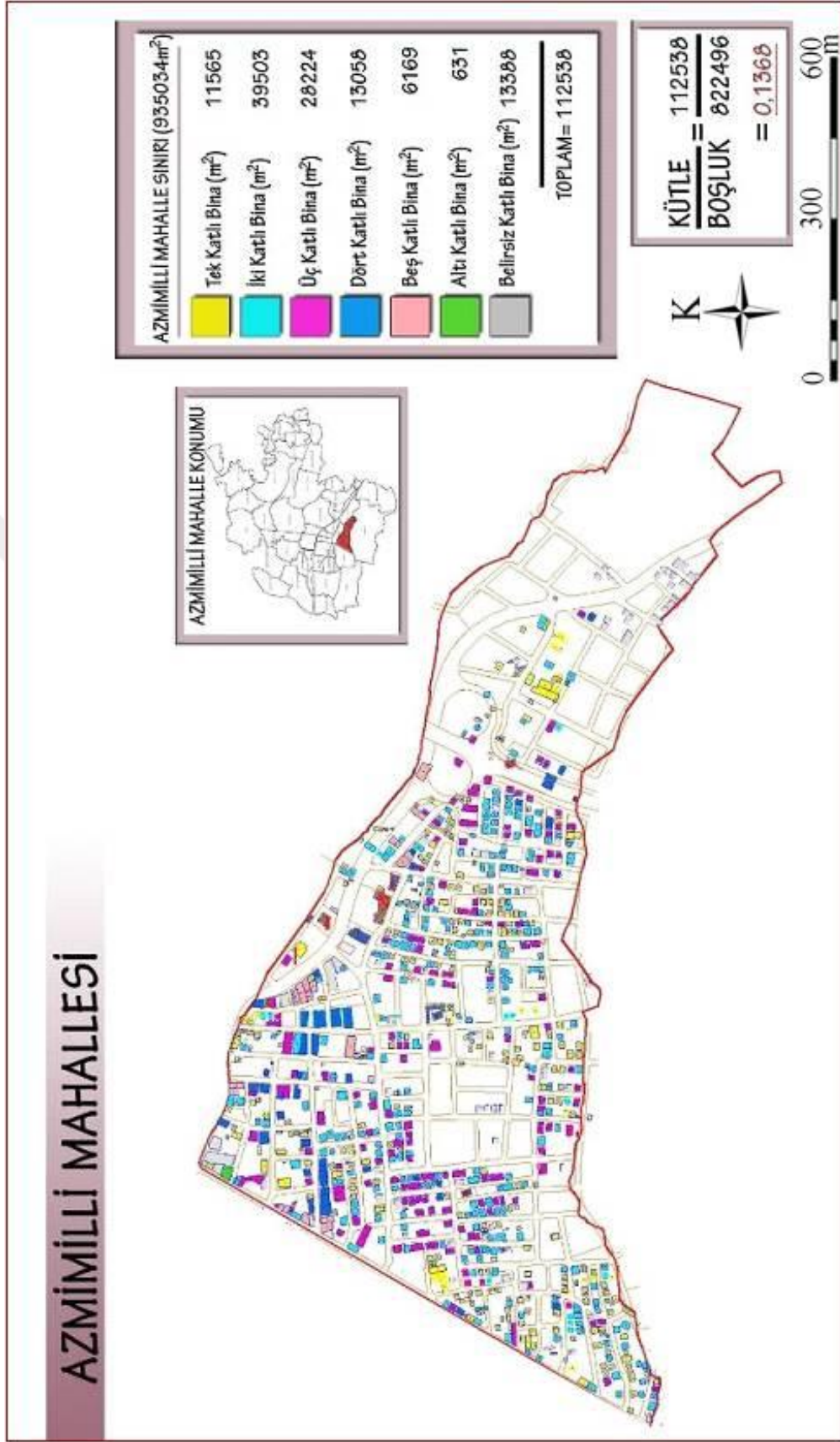
3.2.1. Kentsel Yapı Yoğunluğuna İlişkin Çalışmaların Değerlendirilmesi

Çalışmanın yöntem kurgusu bölümünde de belirtildiği üzere; Düzce Merkez ilçe sınırları içerisinde yer alan rüzgâr ölçüm noktalarının koordinatlarının belirlenebilmesi için Düzce İmar Planı'ndan kütle boşluk değerleri çıkarılmıştır. Bu kütle-boşluk analizlerinin önemi, ölçüm yapılacak olan mahallelerin yapısal yoğunluklarının birbirinden farklı olması ve bu nedenle farklı sayıda ölçüm gerektireceği düşüncesinden kaynaklanmaktadır.

2003 ve 2013 Düzce İmar Planı'ndan ayrı ayrı tüm mahallelere ilişkin kütle-boşluk değerleri çıkarılmıştır. Burada kütle değeri sadece yapılar; boşluk değeri, mahalle sınırının kütle haricinde kalan alanı ve kütle boşluk oranı da, bu iki değer birbirine olan oranıdır.

Yöntem başlığı altında ayrıntılı bir şekilde ele alınan kütle boşluk oranlarına göre ölçüm yapılacak olan noktaların belirlenmesi işlemi (Bkz. Yöntem 2.2.2), “*Rastgele Örnekleme Yöntemi*” ile gerçekleştirilmiş olup, “Örnekleme sayısı belirleme formülü” sonuçları ile de mahallelerdeki ölçüm noktası dağılımları sayıları ortaya çıkarılmıştır.

Ölçüm nokta sayıları belirlenirken 2013 İmar Planına göre belirlenen kütle-boşluk oran değerlerinden yararlanılmıştır (Harita 3.6) Ancak her iki plandaki (2003-2013 Düzce İmar Planları) değerlerin karşılaştırılması, son 10 yılda kentin hangi mahallelerinde daha fazla yoğunluk olduğunu saptama olanağı vererek, kentin yayılma alanlarının belirlenmesinde önemli katkı sağlamıştır (Çizelge 3.4).



Harita 3.6. 2003 Düzce İmar Planı'ndan elde edilen Azmimilli Mahallesi kütle-boşluk değeri (Devamı EK-3'te yer almaktadır).

Buna göre, Düzce Kenti 2013 İmar Planı verileri ile elde edilen 48 mahalledeki ölçüm nokta sayılarının dağılımı görülmektedir (Çizelge 3.5).

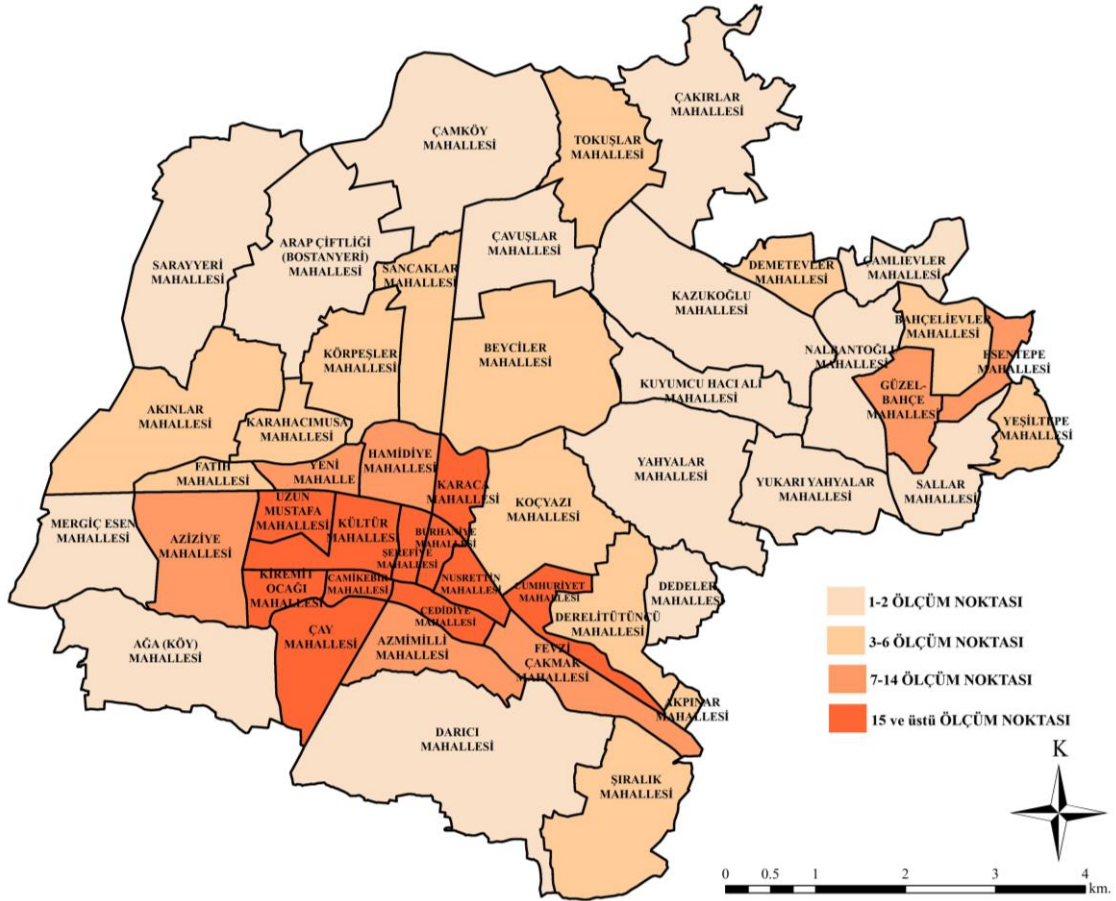
Çizelge 3.5. 48 mahallenin kütle-boşluk oranı ve ölçüm nokta sayısı dağılımı.

	KÜTLE(m ²)	BOŞLUK(m ²)	ORAN(%)	DAĞILIM
1. Ağaköy Mahallesi	68.619	2.493.976	2,75	2
2. Akınlar Mahallesi	96.378	2.471.865	3,90	3
3. Akpınar Mahallesi	19.394	115.306	16,82	11
4. Arap Çiftliği Mah.	75.039	2.752.957	2,73	2
5. Aziziye Mahallesi	160.705	1.457.983	11,02	7
6. Azmimilli Mahallesi	137.364	851.865	16,13	10
7. Bahçelievler Mahallesi	64.856	792.879	8,18	5
8. Beyciler Mahallesi	127.040	2.825.210	4,50	3
9. Burhaniye Mahallesi	66.956	161.942	41,35	27
10. Camikebir Mahallesi	57.018	174.314	32,71	21
11. Cedidiye Mahallesi	98.487	268.137	36,73	24
12. Cumhuriyet Mahallesi	113.820	492.116	23,13	15
13. Çakırlar Mahallesi	41.462	2.585.982	1,60	1
14. Çamköy Mahallesi	72.610	3.211.868	2,26	1
15. Çamhevler Mahallesi	15.066	725.958	2,08	1
16. Çavuşlar Mahallesi	49.324	1.415.871	3,48	2
17. Çay Mahallesi	190.175	830.725	22,89	15
18. Darıcı Mahallesi	111.051	4.501.763	2,47	2
19. Dedeler Mahallesi	16.366	682.051	2,40	2
20. Demetevler Mahallesi	41.139	622.501	6,61	4
21. Derelitütüncü Mah.	82.577	1.165.492	7,09	5
22. Esentepe Mahallesi	45.286	389.189	11,64	8
23. Fatih Mahallesi	36.168	387.842	9,33	6
24. Fevziçakmak Mahallesi	173.402	811.199	21,38	14
25. Güzelbahçe Mahallesi	93.673	703.728	13,31	9
26. Hamidiye Mahallesi	99.919	636.814	15,69	10
27. Karaca Mahallesi	101.478	370.286	27,41	18
28. Karahacımusca Mah.	38.690	718.264	5,39	3
29. Kazukoğlu Mahallesi	46.693	2.801.128	1,67	1
30. Kiremitocağı Mahallesi	79.762	330.456	24,14	16
31. Koçyazı Mahallesi	95.289	1.919.338	4,96	3
32. Körpeşler Mahallesi	70.120	1.249.904	5,61	4
33. Kuyumcuahacali Mah.	12.690	1.220.045	1,04	1
34. Kültür Mahallesi	222.606	689.725	32,27	21
35. Mergiç Esen Mahallesi	30.398	1.475.762	2,06	1
36. Nalbantoğlu Mahallesi	35.525	1.380.485	2,57	2
37. Nusrettin Mahallesi	102.447	286.747	35,73	23

Çizelge 3.5 (devam)

38. Sallar Mahallesi	35.254	1.061.162	3,32	2
39. Sancaklar Mahallesi	97.235	1.170.530	8,31	5
40. Sarayyeri Mahallesi	29.586	3.108.602	0,95	1
41. Şerefiye Mahallesi	86.161	169.168	50,93	33
42. Şıralık Mahallesi	121.943	1.960.214	6,22	4
43. Tokuşlar Mahallesi	64.685	1.559.209	4,15	3
44. Uzunmustafa Mahallesi	111.713	382.982	29,17	19
45. Yahyalar Mahallesi	48.079	2.658.386	1,81	1
46. Yeni Mahallesi	60.763	358.421	16,95	11
47. Yeşiltepe Mahallesi	39.241	560.446	7,00	5
48. Yukarı Yahyalar Mah.	26.137	1.508.318	1,73	1
Toplam	3.684.252	58.960.793	593,81	385

Harita 3.7’de Düzce Kenti Mücavir Alan Sınırı içerisindeki mahalle sınırlarına göre ölçüm nokta sayılarının dağılımı verilmiştir. Bu haritayı aynı zamanda kentsel yapı yoğunluğu haritası şeklinde de yorumlamak olasıdır (Harita 3.8). Çünkü ölçüm noktası sayıları, kentsel yapı yoğunluklarına (kütle-boşluk oranlarına) göre ele alınmıştır. Buna göre en yoğun ölçümlerin, kütle-boşluk oranları en yüksek olan merkez mahallelerde olduğu net bir şekilde görülmektedir.



Harita 3.8. 48 mahallenin ölçüm noktalarının dağılımlarına göre yoğunluğu.

3.2.2. 2003-2013 Düzce Kenti İmar Planları Değişimi-Gelişimi

Düzce Kenti'nin son 10 yıldaki değişiminin mahalle sınırları açısından karşılaştırılması Çizelge 3.6'da yer almaktadır.

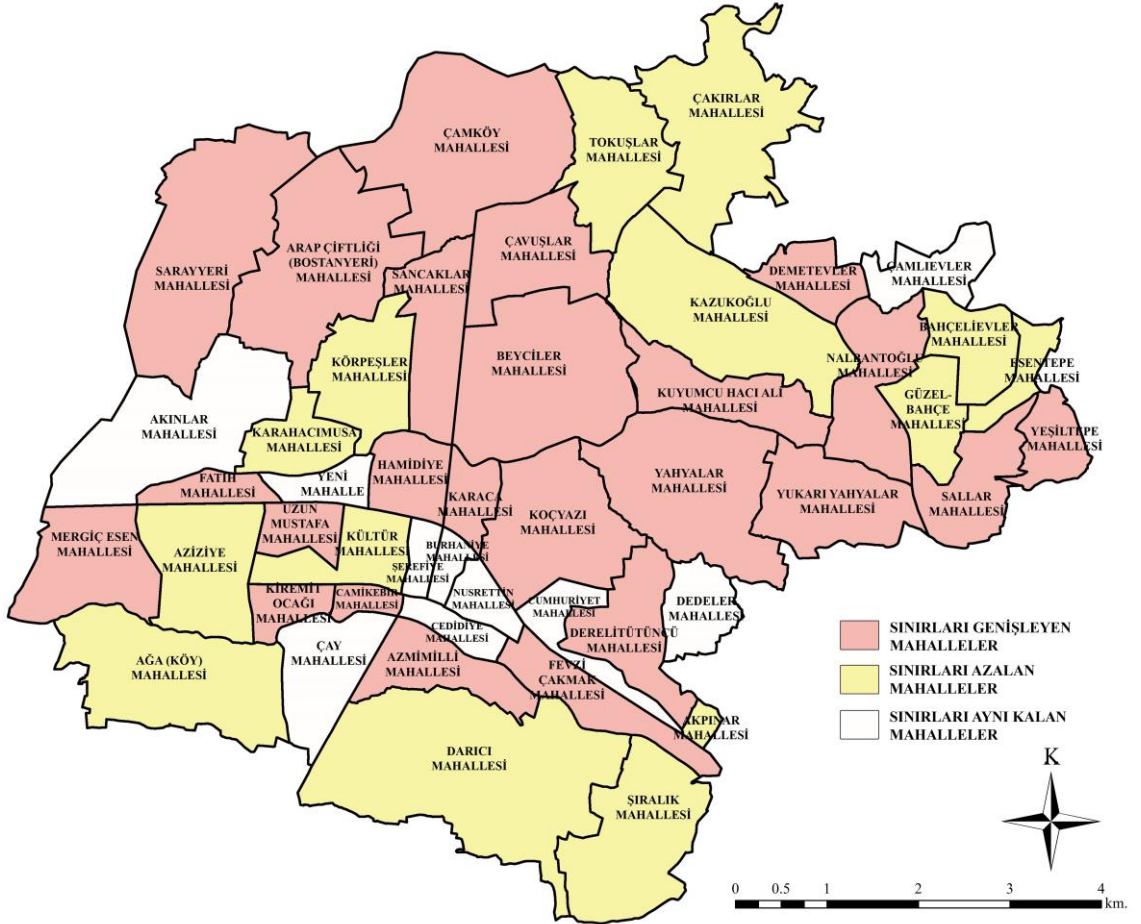
Çizelge 3.6. 2003-2013 Düzce Kenti imar planları mahalle sınırları değişim tablosu.

	2003 İmar Planı Sınırı	2013 İmar Planı Sınırı	Yüzde	Artış/ Azalış	Yüzdeler Değişimler
Ağa Mahallesi	2.699.838,83	2.562.595,44	94,92	AZALIŞ	-5,08
Akınlar Mahallesi	2.576.252,48	2.568.243,08	99,69	AZALIŞ	-0,31
Akpınar Mahallesi	168.287,59	134.700,32	80,04	AZALIŞ	-19,96
Arapçiftliği Mah.	2.700.505,46	2.827.996,42	104,72	ARTIŞ	4,72
Aziziye Mahallesi	1.852.965,56	1.618.687,64	87,36	AZALIŞ	-12,64
Azmimilli Mahallesi	935.033,62	989.229,07	105,80	ARTIŞ	5,80
Bahçelievler Mah.	903.664,86	857.735,15	94,92	AZALIŞ	-5,08
Beyciler Mahallesi	2.743.732,09	2.952.249,52	107,60	ARTIŞ	7,60

Çizelge 3.6 (devam)

Burhaniye Mahallesi	228.898,28	228.898,28	100,00	-	0,00
Camikebir Mahallesi	215.829,01	231.331,62	107,18	ARTIŞ	7,18
Cedidiye Mahallesi	364.834,69	366.624,01	100,49	ARTIŞ	0,49
Cumhuriyet Mah.	605.935,95	605.935,95	100,00	-	0,00
Çakırlar Mahallesi	3.060.035,75	2.627.443,59	85,86	AZALIŞ	-14,14
Çamköy Mahallesi	3.178.152,83	3.284.478,37	103,35	ARTIŞ	3,35
Çamlıevler Mahallesi	740.256,40	741.023,81	100,10	ARTIŞ	0,10
Çavuşlar Mahallesi	1.320.686,87	1.465.194,64	110,94	ARTIŞ	10,94
Çay Mahallesi	1.020.900,00	1.020.900,00	100,00	-	0,00
Darıcı Mahallesi	4.686.416,20	4.612.814,26	98,43	AZALIŞ	-1,57
Dedeler Mahallesi	695.550,18	698.416,76	100,41	ARTIŞ	0,41
Demetevler Mahallesi	194.273,18	663.640,41	341,60	ARTIŞ	241,60
Dereli Tütüncü Mah.	1.235.280,07	1.248.068,65	101,04	ARTIŞ	1,04
Esentepe Mahallesi	458.653,49	434.475,32	94,73	AZALIŞ	-5,27
Fatih Mahallesi	410.567,96	424.010,35	103,27	ARTIŞ	3,27
Fevzi Çakmak Mah.	761.500,38	984.601,11	129,30	ARTIŞ	29,30
Güzelbahçe Mah.	827.914,71	797.400,97	96,31	AZALIŞ	-3,69
Hamidiye Mahallesi	720.165,69	736.733,37	102,30	ARTIŞ	2,30
Karaca Mahallesi	455.999,05	471.764,21	103,46	ARTIŞ	3,46
Kara Hacımusa Mah.	765.106,94	756.953,55	98,93	AZALIŞ	-1,07
Kazukoğlu Mahallesi	3.589.659,29	2.847.821,00	79,33	AZALIŞ	-20,67
Kiremit Ocağı Mah.	323.266,69	410.217,77	126,90	ARTIŞ	26,90
Koçyazı Mahallesi	1.993.526,00	2.014.626,61	101,06	ARTIŞ	1,06
Körpeşler Mahallesi	1.379.207,86	1.320.023,90	95,71	AZALIŞ	-4,29
Kuyumcuhanlı Mah.	1.214.316,95	1.232.734,84	101,52	ARTIŞ	1,52
Kültür Mahallesi	922.777,97	912.330,66	98,87	AZALIŞ	-1,13
Mergiç Esen Mah.	1.154.404,91	1.506.159,92	130,47	ARTIŞ	30,47
Nalbantoğlu Mah.	1.252.130,07	1.416.010,22	113,09	ARTIŞ	13,09
Nusrettin Mahallesi	389.194,13	389.194,13	100,00	-	0,00
Sallar Mahallesi	1.037.348,76	1.096.416,15	105,69	ARTIŞ	5,69
Sancaklar Mahallesi	1.213.985,75	1.267.765,28	104,43	ARTIŞ	4,43
Sarayyeri Mahallesi	1.790.259,28	3.138.169,84	175,29	ARTIŞ	75,29
Şerefiye Mahallesi	255.328,89	255.328,89	100,00	-	0,00
Şirak Mahallesi	2.396.379,05	2.082.156,76	86,89	AZALIŞ	-13,11
Tokuşlar Mahallesi	1.655.244,90	1.623.893,59	98,11	AZALIŞ	-1,89
Uzunmustafa Mah.	487.667,97	494.695,00	101,44	ARTIŞ	1,44
Yahyalar Mahallesi	2.642.890,07	2.706.464,60	102,41	ARTIŞ	2,41
Yeni Mahalle	420.198,05	419.184,46	99,76	AZALIŞ	-0,24
Yeşiltepe Mahallesi	485.707,34	599.686,88	123,47	ARTIŞ	23,47
Yukarı Yahyalar Mah.	1.491.070,13	1.534.454,83	102,91	ARTIŞ	2,91

Bu durumda her iki imar planının mahalle sınırlarındaki değişimleri göz önüne alındığında; Düzce Merkez İlçesi'ndeki köylerin de mahalle olması ile birlikte, mahalle sınırlarının çoğunda değişim gözlemlenmektedir. %20'nin üzerinde sınırları genişleyen mahallelerin dışında kentin Kuzey-Kuzeydoğu yönünde sınırlarını genişletmekte olduğu ortaya çıkmaktadır (Harita 3.9).



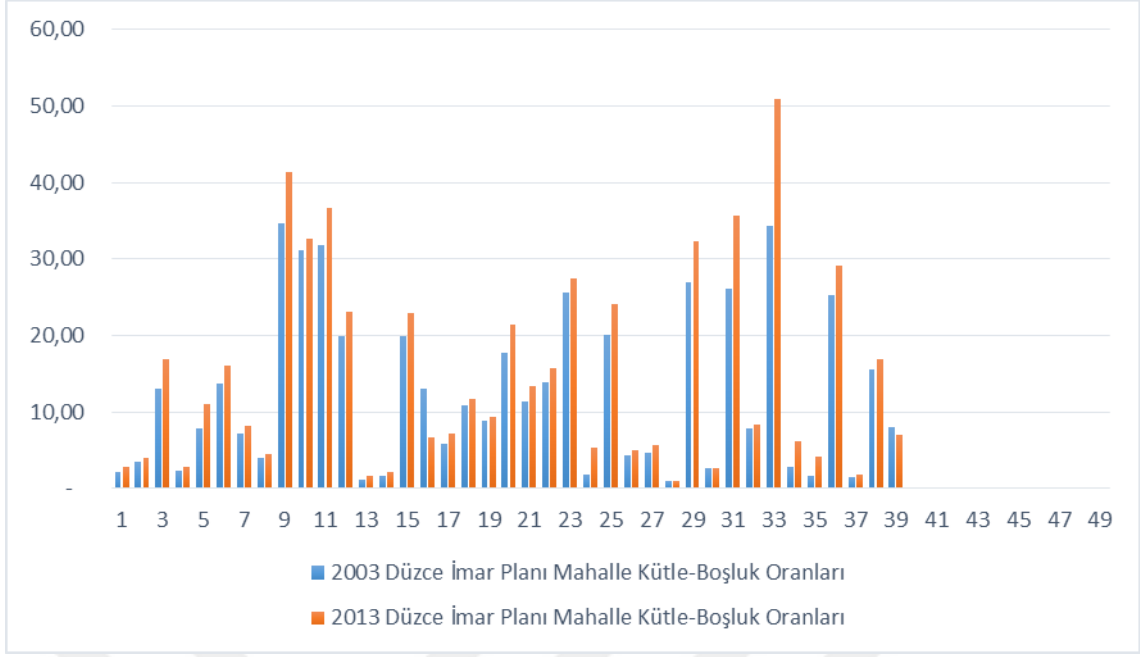
Harita 3.9. 2003-2013 Düzce Kenti imar planları arasındaki mahalle sınırları değişimi.

2003 ve 2013 Düzce İmar Planı kütle-boşluk oranlarının değişim yüzdeleri ise, aşağıdaki çizelgede verilmiştir (Çizelge 3.7). 2003 yılına ait İmar Planı'nda 39 mahallenin bulunması, 2013 yılındaki planlar ile karşılaştırma yapabilmeyi, sadece bu 39 mahalle bazında ele alınmasını olanaklı kılmaktadır. Bu bağlamda on yıllık süreçte kentin yoğunlaşma süreci görülmektedir (Şekil 3.2).

Çizelge 3.7. 2003-2013 Düzce Kenti imar planları kütle-boşluk oranı değişimi.

	2003 İmar Planı Kütle-Boşluk Oranı	2013 İmar Planı Kütle-Boşluk Oranı
Ağaköy Mahallesi	2,08	2,75
Akınlr Mahallesi	3,55	3,9
Akpınar Mahallesi	13,00	16,82
Arap Çiftliği Mahallesi	2,23	2,73
Aziziye Mahallesi	7,88	11,02
Azmimilli Mahallesi	13,68	16,13
Bahçelievler Mahallesi	7,23	8,18
Beyciler Mahallesi	3,93	4,5
Burhaniye Mahallesi	34,68	41,35
Camikebir Mahallesi	31,20	32,71
Cedidiye Mahallesi	31,83	36,73
Cumhuriyet Mahallesi	19,93	23,13
Çakırlar Mahallesi	1,19	1,6
Çamlevler Mahallesi	1,71	2,08
Çay Mahallesi	19,99	22,89
Demetevler Mahallesi	12,97	6,61
Derelitütüncü Mahallesi	5,74	7,09
Esentepe Mahallesi	10,78	11,64
Fatih Mahallesi	8,81	9,33
Fevziçakmak Mahallesi	17,73	21,38
Güzelbahçe Mahallesi	11,39	13,31
Hamidiye Mahallesi	13,88	15,69
Karaca Mahallesi	25,60	27,41
Karahacımusah Mah.	1,82	5,39
Kiremitocağı Mahallesi	20,01	24,14
Koçyazı Mahallesi	4,33	4,96
Körpeşler Mahallesi	4,57	5,61
Kuyumcuhacıali Mahallesi	0,89	1,04
Kültür Mahallesi	26,89	32,27
Nalbantoğlu Mahallesi	2,56	2,57
Nusrettin Mahallesi	26,19	35,73
Sancaklar Mahallesi	7,88	8,31
Şerifiye Mahallesi	34,37	50,93
Şıralık Mahallesi	2,89	6,22
Tokuşlar Mahallesi	1,58	4,15
Uzunmustafa Mahallesi	25,23	29,17
Yahyalar Mahallesi	1,50	1,81
Yeni Mahalle	15,53	16,95
Yeşiltepe Mahallesi	7,96	7

2003-2013 yılları arasında kentteki yoğunlaşma süreci, kütle boşluk değerlerinin genel olarak artmasından anlaşılmaktadır (Harita 3.9). Burada ortaya çıkan kentsel yapı artışı, nüfus verilerindeki artışı destekler niteliktedir. Ayrıca kentsel gelişim verilerindeki kentin kuzey yönünde ilerlemesi durumu bu haritalardan da anlaşılmaktadır.

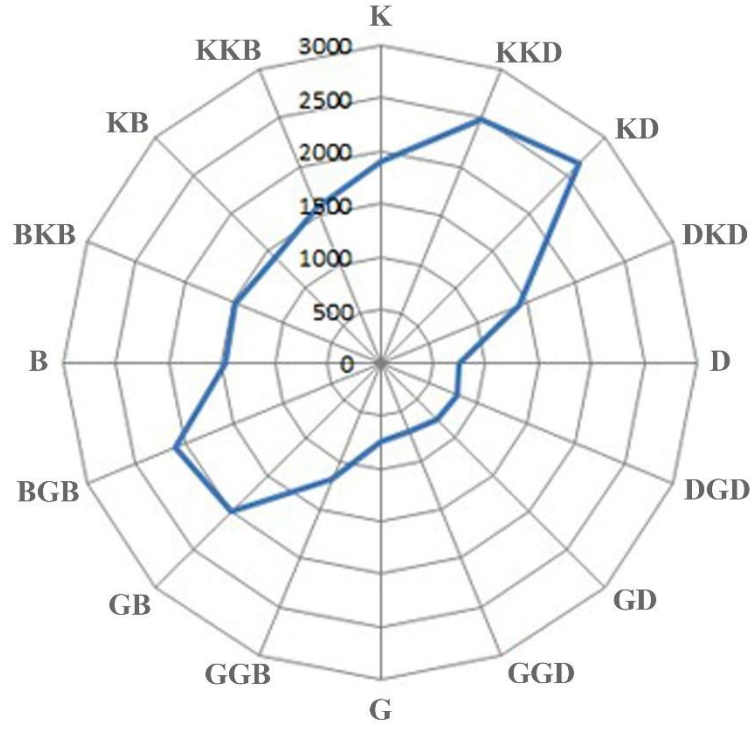


Şekil 3.2. 2003-2013 Düzce Kenti imar planları arasındaki kütle-boşluk oranları.

Yukarıda yer alan veriler doğrultusunda (Şekil 3.11), Kültür, Şerefiye, Burhaniye ve Nusrettin Mahallelerinde diğer mahallelere oranla, son 10 yıllık süreçte daha fazla artış yaşanmıştır. Aynı zamanda bu mahalleler, kentin tam merkezinde bulunan ve en çok yapı yoğunluğu olan alanlardır.

3.2.3. Rüzgâr Analizleri ve Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

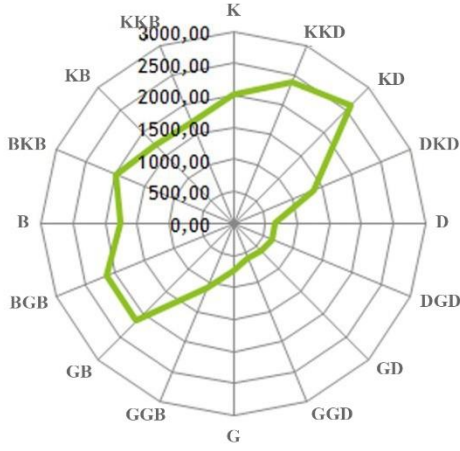
Düzce Meteoroloji İl Müdürlüğü'nden [116] elde edilen 1942 ve 2013 yılları arasındaki rüzgâr verilerinden, yıllık ortalama rüzgâr frekansı ve mevsimsel rüzgâr frekans diyagramları oluşturulmuştur (Şekil 3.3-Şekil 3.4). Yıllık ortalama rüzgâr frekans diyagramlarına bakıldığında hâkim rüzgâr yönünün kuzeydoğu-güneybatı aksında olduğu görülmektedir. Bu diyagramlar içerisinde yer alan sayılar adeti temsil etmekte ve rüzgâr frekansının oluşumundaki sıklığı ifade etmektedir.



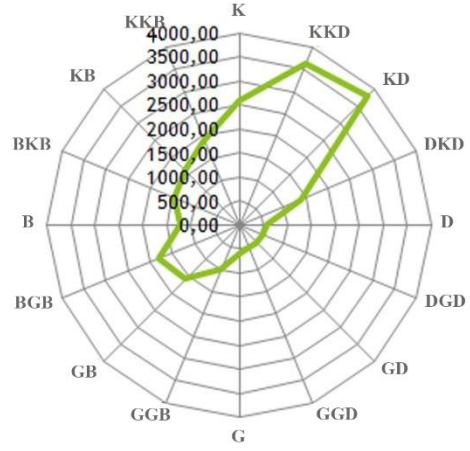
Şekil 3.3. Yıllık ortalama rüzgâr frekans diyagramı [116].

Rüzgâr ölçümleri için mevsimsellik faktörü de önem oluşturmaktadır. İlkbahar-Yaz-Sonbahar-Kış mevsimlerini içeren 4 farklı Rüzgâr Frekans Diyagramı Şekil 3.13’de belirtilmiştir. Mevsimsel olarak incelendiğinde, genel rüzgâr frekans diyagramı ile yön olarak bir fark bulunmadığı görülmektedir (KD-GB). Ancak frekanslar açısından kış mevsiminde, kuzeydoğudansa güneybatı diğer üç mevsime oranla daha fazla gözlemlenmektedir. Bu da kış mevsiminde hâkim rüzgârın güneybatıdan olduğu anlamına gelmektedir.

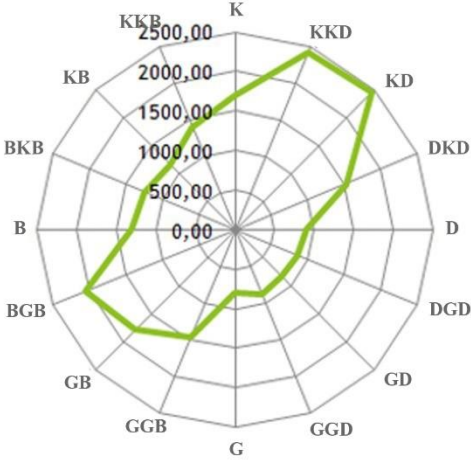
İlkbahar Mevsimi Rüzgâr Frekans Diyagramı



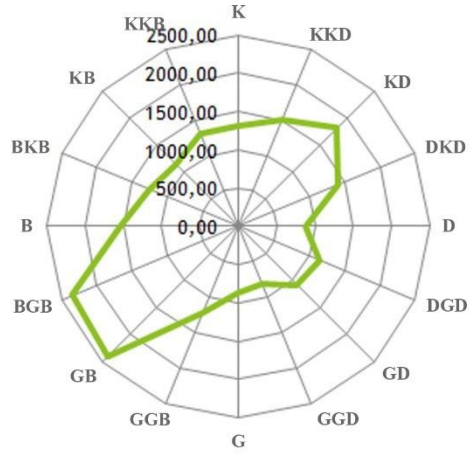
Yaz Mevsimi Rüzgâr Frekans Diyagramı



Sonbahar Mevsimi Rüzgâr Frekans Diyagramı



Kış Mevsimi Rüzgâr Frekans Diyagramı



Şekil 3.4. Mevsimlere göre rüzgâr frekans diyagramı [116].

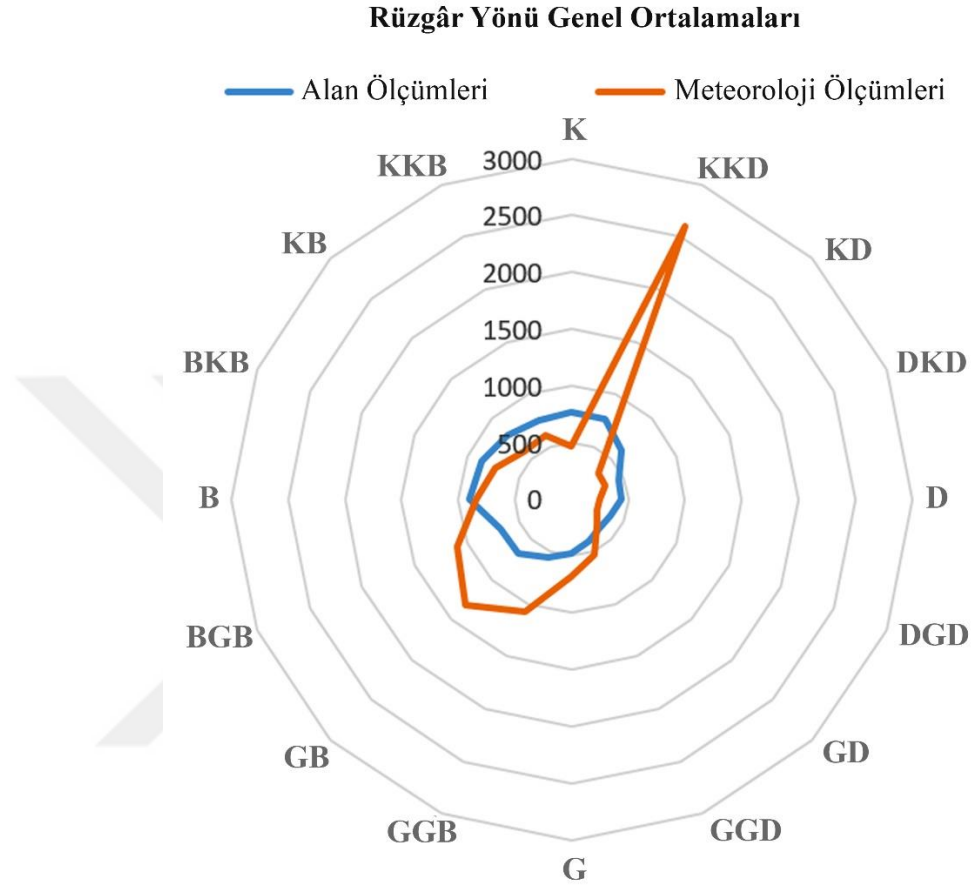
3.2.4. İstatistiksel Değerlendirmeler

3.2.4.1. Rüzgâr Yönüne İlişkin Bulgular

Çalışmanın yapıldığı Düzce kentinde alan ölçümleri sonucu en sık görülen rüzgâr yönünün batı (903 kez); en düşük sıklıkla görülen rüzgâr yönünün ise, güneydoğu (358 kez) olduğu saptanmıştır (Çizelge 3.8). Ancak genel anlamda bakıldığında homojen bir dağılım görülmektedir.

Çalışmanın yapıldığı dönem göz önünde bulunduğunda, alan çalışmalarındaki verilerin Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan ölçümler ile örtüşmediği ise Şekil 3.5'te net

bir şekilde görülmektedir. Meteoroloji ölçümlerine göre, hâkim rüzgâr yönü kuzey-kuzeydoğu (2600 kez) iken, en seyrek rastlanan rüzgâr yönü ise doğu (246 kez) ve güneydoğudur (246 kez).



Şekil 3.5. Alan ölçümleri ve meteoroloji ölçümlerinden elde edilen rüzgâr frekans diyagramı.

Bu bağlamda, 10 metre yükseklikten ve tek bir noktadan alınan ölçümlerin, alansal ölçümler ile farklı sonuçlar göstermesi durumu, kent içerisindeki yapısal ve bitkisel tüm elemanların rüzgâr yönüne ne kadar etken olduğunun göstergesi niteliğindedir.

Alan çalışmasından elde edilen rüzgâr yönlerinin, mevsimlere göre dağılımına bakıldığında; İlkbahar ayında hâkim rüzgâr yönü batı (298 kez), kış ayında batı-kuzeybatı (281 kez), sonbahar ayında kuzey-kuzeydoğu (177 kez) ve yaz ayında batı-kuzeybatı (206 kez) şeklindedir (Çizelge 3.9).

Meteoroloji ölçümlerinden alınan rüzgâr yönleri verilerinde ise; ilkbahar ayında hâkim rüzgâr yönü kuzeybatı (514 kez), kış ve yaz aylarında kuzey-kuzeydoğu (1384 kez /444 kez), sonbahar ayında ise, güney-güneybatı (280 kez) ve kuzey-kuzeydoğu (280 kez) olduğu ortaya çıkmaktadır.

Hâkim rüzgâr yönü açısından, sabit iklim istasyon verilerinin alansal ölçümlerden farklı sonuçlar gösterdiği anlaşılmaktadır. Ancak alansal ölçümlerde de, meteoroloji ölçümlerinde de rüzgâr frekansları bakımından en az düzeye sahip yönler kısmen benzer niteliktedir. Meteoroloji ölçümleri D-DGD (246 kez /246 kez) iken, alansal ölçümler GD olarak ortaya çıkmıştır. Bu durum kentte en az rüzgâr alan yönlerin bu yönler olduğunu göstermektedir.

Çizelge 3.8. Alan ölçümleri ve meteoroloji ölçümlerinin genel rüzgâr yönleri ve esme sayıları.

	K	KKD	KD	DKD	D	DGD	GD	GGD	G	GGB	GB	BGB	B	BKB	KB	KKB
Alan Ölçümleri	769	763	614	450	437	369	<u>358</u>	395	472	551	669	674	<u>903</u>	864	801	751
Meteoroloji Ölçümleri	472	<u>2600</u>	330	322	<u>246</u>	<u>246</u>	314	532	678	1076	1318	1096	840	724	594	612

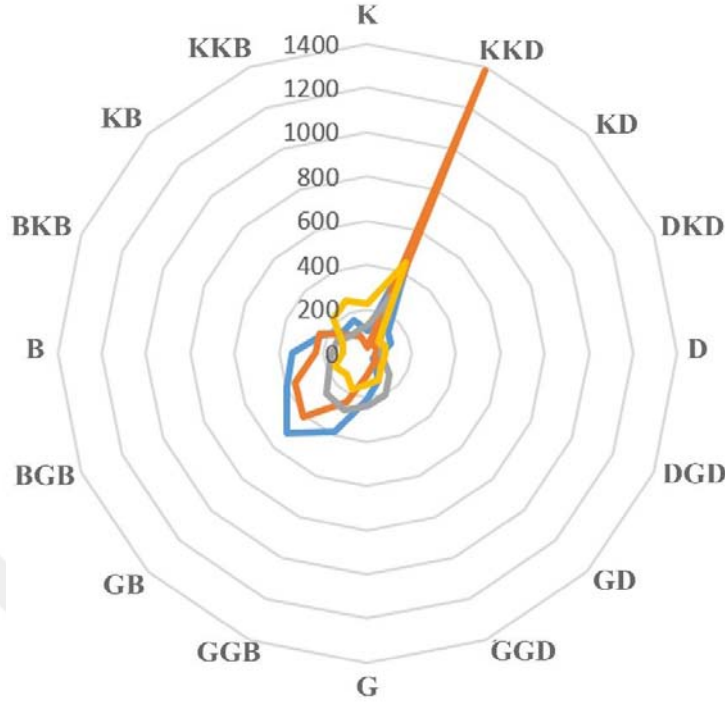
Çizelge 3.9. Alan ölçümleri ve meteoroloji ölçümlerinin mevsimlere göre rüzgâr yönleri ve esme sayıları.

Mevsimler ve Rüzgâr Yönleri Ölçümleri	K	KKD	KD	DKD	D	DGD	GD	GGD	G	GGB	GB	BGB	B	BKB	KB	KKB
<u>Alan Ölçümleri</u>																
İLKBAHAR	264	236	164	131	134	86	121	149	187	161	246	204	298	246	194	211
KIŞ	170	158	178	89	95	101	75	87	78	133	243	161	271	281	186	233
SONBAHAR	148	177	120	99	83	91	88	74	114	143	114	168	139	131	157	151
YAZ	187	192	152	131	125	91	74	85	93	114	198	141	195	206	132	156
<u>Meteoroloji Ölçümleri</u>																
İLKBAHAR	100	492	134	112	66	50	32	134	204	382	146	392	338	218	514	166
KIŞ	26	1384	48	44	40	36	58	60	96	238	114	352	234	236	410	84
SONBAHAR	124	280	76	80	60	82	138	204	236	280	112	190	160	150	260	108
YAZ	222	444	72	86	80	78	86	134	142	176	222	162	108	120	134	254

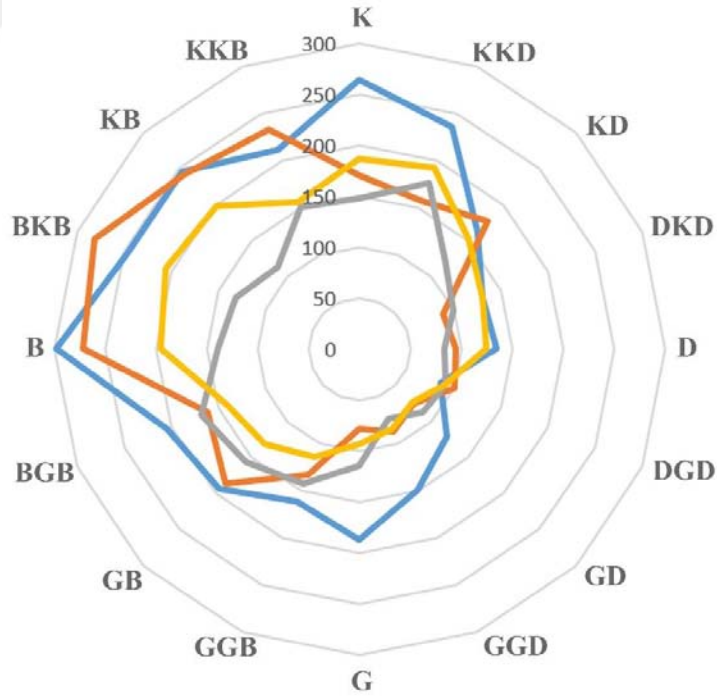
Alan ölçümleri ve meteoroloji verilerine grafik olarak bakıldığında; alan ölçümlerinin rüzgâr yönlerinin daha homojen olarak dağılım yaptığı görülürken, meteorolojiden elde edilen verilerde özellikle kış ayının kuzey-kuzeydoğu yönünde ağırlıklı bir eğilimi olduğu görülmektedir. Bu bağlamda Düzce Kenti için, B-BKB ve KKD yönleri, rüzgâr frekansları açısından öncelikli olarak irdelenecek yönlerdir.

Şekil 3.6'da yer alan karşılaştırmalı rüzgâr frekans dağılımlarında alan ölçümlerinin yapıldığı 48 mahallede batı-kuzeybatı (BKB) yönünde daha fazla rüzgâr aldığı görülmektedir. Meteoroloji ölçümleri tek bir noktadan alınmakta ve bu ölçümler 10 metre yükseklikte gerçekleştirilmektedir. Genel Düzce Kenti rüzgâr frekans dağılımı kuzey-kuzeydoğu (KKD) yönü olarak belirlenmiş olmasına rağmen, alansal ölçümler BKB yönü olduğunu göstermektedir.

Meteoroloji Ölçümleri



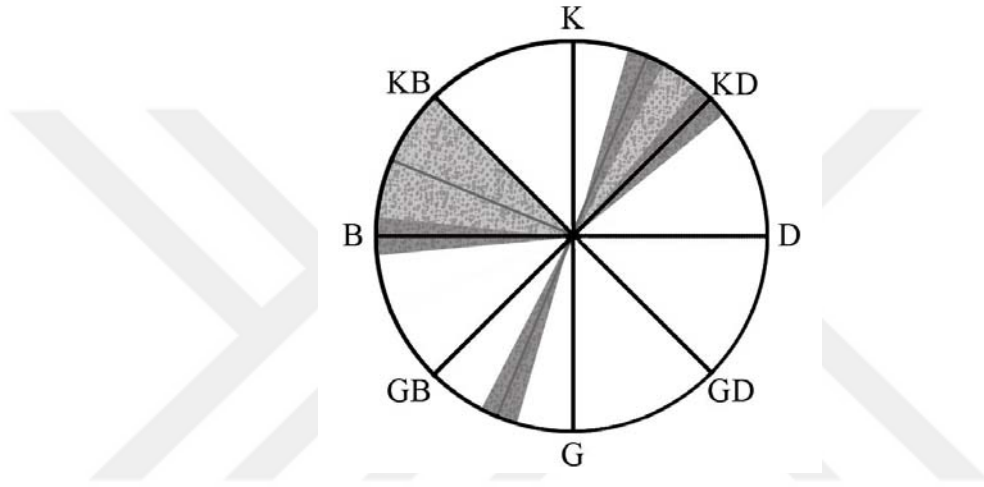
Alan Ölçümleri



— İlkbahar — Kış — Sonbahar — Yaz

Şekil 3.6. Mevsimlere göre rüzgâr yön dağılımları.

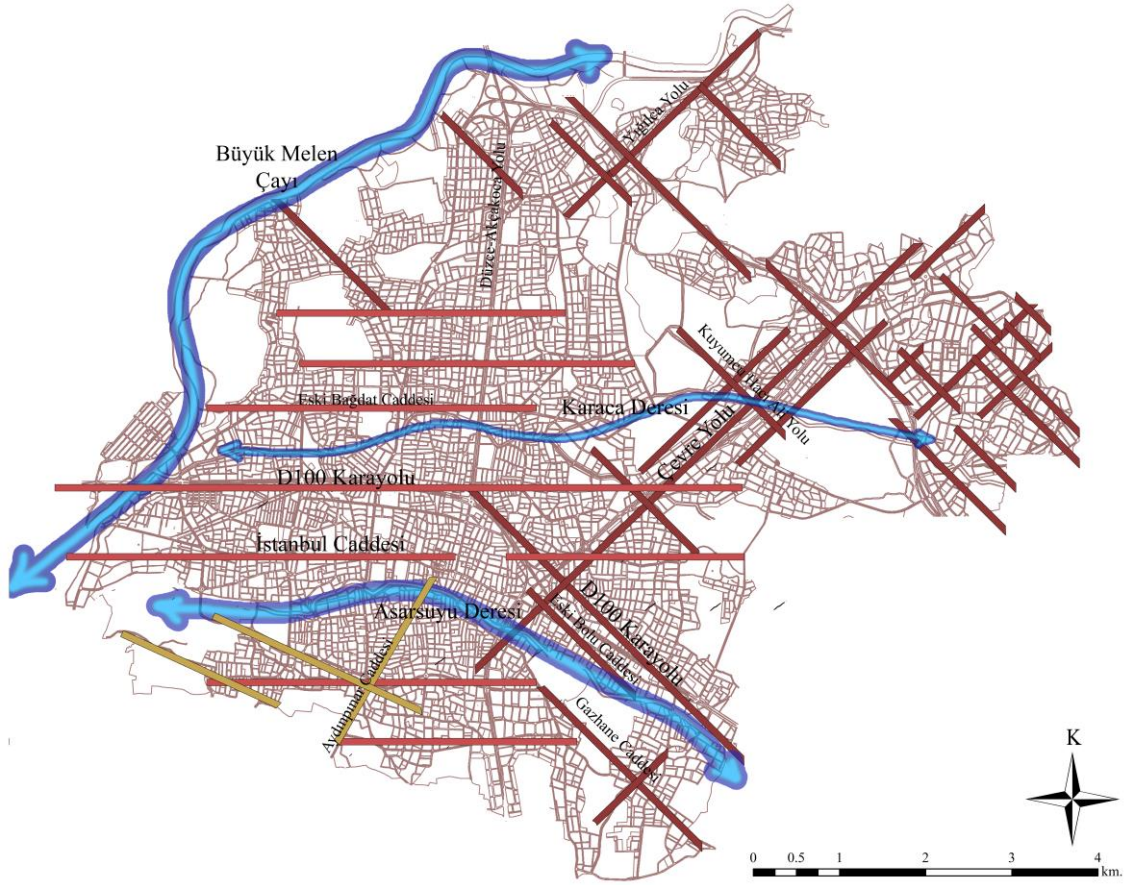
Alansal ölçümler sonucu ortaya çıkan rüzgâr yönleri Şekil 3.7’de verilmektedir. Bu dağılıma göre meteoroloji ölçümleri KKB-GGB yönünde ortaya çıkarken, alansal ölçümler B-KB arasında değişim göstermektedir. Sadece KD yönü, Düzce Belediyesi Stratejik Planı’ [20] nda genel ölçümler olarak yer aldığı için eklenmiştir. Bu planda hâkim rüzgâr yönü KD-GB olarak geçmektedir. Bu nedenle mevcut Düzce Kent Planı’nda hangi aksların bu yönleri desteklediği, kentin gelişme yönü açısından, öneri planlarda önem oluşturmaktadır.



Şekil 3.7. Alan ölçümleri ve meteoroloji ölçümleri sonucu ortaya çıkan hâkim rüzgâr yönleri.

Orhon ve diğ. [68], ılımlı-nemli iklim bölgelerindeki optimum bina yönlenmelerine ilişkin aksları belirtmiştir. Bu bağlamda alan ölçümleri ve meteoroloji ölçümlerinden elde edilen yönlenmelerde, sadece GGB aksına sahip bina yönlenmeleri ile çakıştığı gözlemlenmiştir. Bu nedenle optimum koşullara ilişkin GGB-KKD akslarının önemi bir kere daha ortaya konmaktadır.

Bu yönlere göre Düzce Kenti İmar Planı üzerindeki mevcut olan ve bu hâkim rüzgâr yönü akslarını sağlayan bağlantılar belirlenmiştir (Harita 3.10).



Harita 3.10. Düzce Kenti'nin rüzgâr sirkülasyonu açısından önemli aksları.

Bu yönler dikkate alındığında, kentin kuzeydoğusunda olan, Yenikent olarak adlandırılan ve 1999 Düzce depreminden sonra yapılan Kalıcı Konutlar Bölgesi'nin ulaşım akslarının hâkim rüzgâr akslarına daha fazla uyum gösterdiği görülmektedir. KB sınırındaki Melen Çayı ve kent içerisinden geçen Asarsuyu ve Karaca Dereleri de organik formlarına rağmen rüzgâr sirkülasyonu ile aynı doğrultuda yer almaktadırlar. Bu doğal koridorların varlığı yeşil alle sistemleri ile desteklendiğinde bir koridor oluşacak, dolayısıyla venturi etkisi ile rüzgâr hızı artarak kent içerisindeki rüzgâr sirkülasyonuna katkı sağlanacaktır.

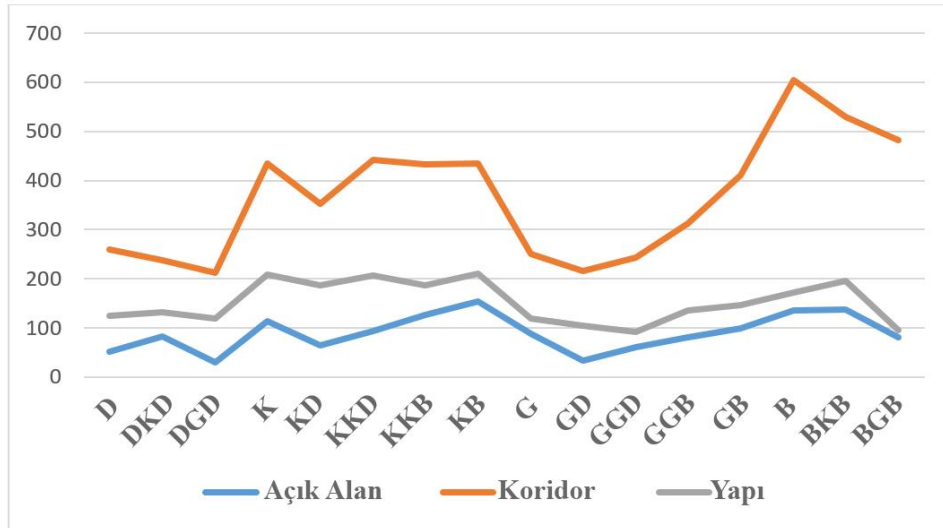
Alan özelliklerine göre rüzgâr yönleri Çizelge 3.10’da yer almaktadır. Buna göre, “Açık Alan” ve “Yapı Alanları”nda hâkim rüzgâr yönü Kuzeybatı (154/211) iken; “Koridorlar”da Batı (605) olarak gözlemlenmektedir. En düşük sıklıkla görülen rüzgâr yönleri ise, açık alan ve koridor alanlarında doğu-güneydoğu (30/212) iken, yapı alanlarında Güney-Güneydoğu (92) olarak görülmektedir.

Çizelge 3.10. Alan özelliklerine göre rüzgâr yönü frekansları.

Alan Özellikleri ve Rüzgâr Yönleri	K	KKD	KD	DKD	D	DGD	GD	GGD	G	GGB	GB	BGB	B	BKB	KB	KKB
Açık Alan	113	93	64	82	52	<u>30</u>	34	60	89	81	100	81	136	138	<u>154</u>	126
Koridor	434	442	352	237	260	<u>212</u>	216	243	250	312	412	483	<u>605</u>	530	434	433
Yapı	209	207	187	132	125	119	105	<u>92</u>	120	135	146	95	173	196	<u>211</u>	186

Rüzgâr yönü dağılımları göz önüne alındığında; “Açık Alan-Koridor-Yapı” ölçümlerinin birbirleri ile paralellik gösterdiği gözlemlenmektedir (Şekil 3.8). Genel olarak rüzgâr yönü; alanın koridor, yapı ya da açık alan olmasından çok fazla etkilenmemektedir. Bu durum planlama kararları alırken tasarım akslarını belirlemede kolaylık sağlamaktadır.

Ayrıca meteoroloji ölçümleri ile alan ölçümleri arasındaki fark ortaya çıkmıştır. Rüzgâr frekans dağılımlarında alan ölçümlerinin yapıldığı 48 mahallede batı-kuzeybatı (BKB) yönünde daha fazla rüzgâr aldığı gözlemlenirken, meteorolojiden elde edilen verilerde özellikle kış ayının KKD yönünde ağırlıklı bir eğilimi olduğu gözlemlenmiştir. Bu da Düzce Meteoroloji Genel Müdürlüğü ölçümlerinin sabit ve tek bir noktadan gerçekleşmesi durumundan ileri gelmekte ve bu nedenle alan özelliklerine göre karşılaştırma yapamamaya neden olmaktadır.



Şekil 3.8. Alan özelliklerine göre rüzgâr yönleri dağılımı.

3.2.4.2. Rüzgâr Hızına İlişkin Bulgular

Düzce Kenti'ndeki 1942-2013 yılları arası genel meteoroloji verilerine bakıldığında, ilk 20 yıl ve ikinci 20 yıl verilerine göre, rüzgâr hızında düşük miktarda (0,70-1,19m/s) bir artış gözlemlenmiştir.

Alan çalışmasında elde edilen rüzgâr hızı bilgilerine göre ise, ortalama rüzgâr hızı 1.9 m/sn olarak ölçülmüştür (± 0.07). Saptanan en yüksek rüzgâr hızı 17.7 m/sn, en düşük ise 0 m/sn olarak belirlenmiştir. En sık ölçülen rüzgâr hızı ise 1.6 m/sn'dir (Çizelge 3.11).

Çizelge 3.11. Alan özelliklerine göre tanımlayıcı istatistikler.

Alan Özelliği	Aritmetik Ortalama (Standart Sapma)	En Yüksek Değer	En düşük Değer	Ortanca Değer (Medyan)
Açık Alan (m/s)	2.1 (2.1)	11.3	0	1.6
Koridor (m/s)	2.1 (2.3)	17.7	0	1.6
Yapı (m/s)	1.7 (1.9)	12.9	0	0

Alansal ölçüm değerlerine bakıldığında, koridor üzerindeki ölçümler, rüzgâr hızının en yüksek olarak saptandığı alanlardır (Çizelge 3.12). Koridorda oluşan venturi etkisi sayesinde rüzgâr ölçümleri diğer alan tiplerinden daha fazla olmaktadır. Bu etki

araştırmalarda göz önünde bulundurulmalı ve koridor etkisinin rüzgâr hızı etkisindeki faktörü planlama ve tasarım sırasında ele alınmalıdır.

Çizelge 3.12. Alan özelliklerine göre rüzgâr hızları (Alan Ölçümleri).

Rüzgâr Hızı (m/s)	0	1.6	3.2	4.8	6.4	8	9.7	11.3	12.9	14.5	16.1	17.7
Açık Alan (adet)	322	481	340	167	72	36	13	7	3
Koridor (adet)	1340	2183	1317	548	270	114	61	31	12	9	13	6
Yapı (adet)	659	883	533	219	81	35	11	7	6	3	1	...

Alan çalışması sonucu elde edilen veriler doğrultusunda ortaya çıkan sonuçlara göre; rüzgâr hızı mevsimlere göre kıyaslandığında, en yüksek rüzgâr hızının ilkbahar mevsiminde ölçüldüğü saptanmıştır (Çizelge 3.13). Ayrıca, bu ölçümlerin ilkbahar ve yaz mevsimlerinde, sonbahar ve kış mevsimlerine göre çok daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu da kışın olan hava kirliliğinin, rüzgâr sirkülasyonunun olmaması ile ilişkilendirilebilen bir durum olduğunu göstermektedir.

Çizelge 3.13. Rüzgâr hızının (m/s) mevsimlere göre tanımlayıcı istatistikleri.

Mevsim	Aritmetik Ortalama (Standart Sapma)	En Yüksek Değer	En düşük Değer	Ortanca Değer (Medyan)
İlkbahar	2.6 (2.4)	17.7	0	1.6
Yaz	2.8 (2.6)	16.1	0	1.6
Sonbahar	1.3 (1.3)	6.4	0	0
Kış	1.2 (1.4)	6.4	0	0

Mevsimlere göre değerlendirilmiş alan çalışması sonuçlarında ise; rüzgâr hızı mevsimlere göre farklılık göstermektedir ($p<0,05$). İlkbahardaki ortalama rüzgâr hızı yaz mevsimine göre daha düşük iken, sonbahar ve kış aylarına göre daha yüksek elde edilmiştir. Sonbahar ve kış mevsimleri arasında rüzgâr hızına etki konusunda bir fark gözlemlenmemektedir. Ancak yaz mevsimi ölçümlerinin ilkbahardan; ilkbahar mevsimi ölçümlerinin ise, sonbahar ve kıştan daha yüksek olduğu görülmüştür (Çizelge 3.14).

Çizelge 3.14. Rüzgâr hızının mevsimlere göre değerlendirilmesi.

ANOVA					
Rüzgâr Hızı (Alan Çalışması)	Kareler Toplamı	Bağımsızlık Derecesi	Ortalama Kare	F Derecesi	p değeri
Gruplar Arası	5011,931	3	1670,644	341,263	,000
Gruplar İçi	48254,669	9857	4,895		
Toplam	53266,600	9860			

Çoklu Karşılaştırmalar

Bağımlı Değişken: Rüzgâr Hızı (Alan Çalışması)

Tukey HSD

(I) mevsim	(J) mevsim	Ort. Fark (I-J)	Std. Hata	p değeri	95% Güven Aralığı	
					Üst Sınır	Alt Sınır
İlkbahar	Yaz	-,178(*)	,061	,019	-,335	-,020
	Sonbahar	1,319(*)	,063	,000	1,155	1,482
	Kış	1,370(*)	,059	,000	1,218	1,523
Yaz	İlkbahar	,178(*)	,061	,019	,020	,335
	Sonbahar	1,497(*)	,067	,000	1,323	1,671
	Kış	1,548(*)	,063	,000	1,384	1,713
Sonbahar	İlkbahar	-1,319(*)	,063	,000	-1,482	-1,155
	Yaz	-1,497(*)	,067	,000	-1,671	-1,323
	Kış	,051	,066	,864	-,118	,221
Kış	İlkbahar	-1,370(*)	,059	,000	-1,523	-1,218
	Yaz	-1,548(*)	,063	,000	-1,713	-1,384
	Sonbahar	-,051	,066	,864	-,221	,118

Çalışmada, rüzgâr hızı ile yükselti (rakım) arasında pozitif yönlü zayıf ancak anlamlı bir ilişki olduğu saptanmıştır ($r = 0,054$, $p < 0,001$). Bu anlamda, yükselti arttıkça rüzgâr hızı da artmaktadır ve bu beklenen bir sonuçtur (Çizelge 3.15). Aslında bu iki veri arasındaki ilişkinin zayıf yönde olma nedeni kentin fizyolojik yapısı dışında içerdiği elemanların devimsel (dinamik) yapısından ileri gelmektedir. Tek değişken yükselti olduğunda güçlü bir ilişki olması beklenmektedir. Ancak kentin içerdiği elemanlar, yükseltiden bağımsız olarak kentteki rüzgâr hızını değiştirmektedir.

Çizelge 3.15. Rüzgâr hızı ile yükselti karşılaştırılması.

	Korelasyon	Rüzgâr Hızı (Alan Çalışması)	Yükselti
Rüzgâr Hızı (Alan Çalışması)	Pearson Korelasyonu	1	,054(**)
	p değeri (2-kuyruklu)		,000
	Örneklem Sayısı	9861	9275

Alan çalışmalarındaki rüzgâr hızı ölçümleri ile, Düzce Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan veriler karşılaştırıldığında anlamlı bir korelasyon görülmektedir. Bu korelasyon, bir nevi kalibrasyon (ölçümleme) amaçlı yapılmıştır. Çizelge 3.16'da belirtildiği gibi, ölçümler doğru orantılıdır ($r=0,484$, $p<0,001$). Burada meteorolojiden alınan 10 metrelik verilerin 2 metreye indirgenmiş olmasına ve bu anlamda daha güçlü bir pozitif ilişki beklenmesine rağmen, kent devimsel yapısından kaynaklanan nedenler ile ilişkinin rakamsal değeri beklenen oranın altında çıkmaktadır. Bu da, sabit tek bir noktadan ölçüm yapan meteoroloji ile alan çalışmasından elde edilen farklı ölçüm noktaları farklarını, tekrar ortaya koymaktadır.

Çizelge 3.16. Rüzgâr hızının alan çalışması ve meteoroloji verilerine göre karşılaştırılması.

	Korelasyon	Rüzgâr Hızı (Alan Çalışması)	Rüzgâr Hızı (Meteoroloji Verileri)
Rüzgâr Hızı (Alan Çalışması)	Pearson Korelasyonu	1	,484(**)
	p değeri (2- kuyruklu)		,000
	Örnekleme Sayısı	9861	9447

Alan çalışmalarında elde edilen bir diğer bulgu da, mahallelerdeki kütle-boşluk oranlarının rüzgâr hızıyla ters orantılı olduğudur ($r=-0,066$, $p<0,001$). Bu bağlamda, dört mevsimin ortalaması ele alındığında, yapılaşmanın yoğun olduğu yerlerde rüzgâr hızının daha düşük olduğu saptanmıştır (Çizelge 3.17).

Yapısal yoğunluğu %0-3 arasında olanlarla %3-6,99 arasında olanların rüzgâr hızı ortalama değerleri arasında fark yok iken, yapısal yoğunluğu %0-3 arasında olanların ortalama değerleri %7-16, %16-30 ve %30-51 yoğunluk olan mahallelerden daha yüksek elde edilmiştir. Benzer şekilde yoğunluğu %3-6,99 arasında olanlarla %7-16, %16-30 ve %30-51 olanlar arasında fark vardır ve %3-6,99 arasında olanlarda rüzgâr hızı daha yüksek elde edilmiştir. %7-16 yapı yoğunluğu olan mahallelerle %16-30 ve %30-51 arasında olanların rüzgâr hızları arasında fark yoktur. %16-30 arası yapı yoğunluğu ile %30-51 arası yapı yoğunluğu olan mahallelerin ortalama rüzgâr hızları arasında ise farklılık vardır.

Çizelge 3.17. Rüzgâr hızı alan çalışması ile mahalle yapısal yoğunluklarının karşılaştırılması.

	Korelasyon	Rüzgâr Hızı (Alan Çalışması)	Mahalle Yapısal Yoğunluğu
Rüzgâr Hızı (Alan Çalışması)	Pearson Korelasyonu	1	-,066(**)
	p değeri (2- kuyruklu)		,000
	Örneklem Sayısı	9861	9861

Çoklu Karşılaştırmalar

Bağımlı Değişken: Rüzgâr Hızı (Alan Çalışması)

Tukey HSD

(I) Mahalle Yapısal Yoğunluğu	(J) Mahalle Yapısal Yoğunluğu	Ort. (I-J)	Fark Std. Hata	P değeri	95% Güven Aralığı	
					Üst Sınır	Alt Sınır
%0-3 arası Yapı Yoğunluğu (YY)	%3-6,99 arası YY	-,210	,109	,303	-,508	,087
	%7-16 arası YY	,393(*)	,100	,001	,121	,666
	%16-30 arası YY	,555(*)	,093	,000	,300	,810
	%30-51 YY	,344(*)	,093	,002	,089	,600
%3-6,99 arası Yapı Yoğunluğu	%0-3 arası YY	,210	,109	,303	-,087	,508
	%7-16 arası YY	,604(*)	,088	,000	,362	,846
	%16-30 arası YY	,765(*)	,081	,000	,543	,987
	%30-51 arası YY	,555(*)	,081	,000	,333	,777
%7-16 arası Yapı Yoğunluğu	%0-3 arası YY	-,393(*)	,100	,001	-,666	-,121
	%3-6,99 arası YY	-,604(*)	,088	,000	-,846	-,362
	%16-30 arası YY	,161	,068	,129	-,025	,347
	%30-51 arası YY	-,049	,068	,953	-,236	,138
%16-30 arası Yapı Yoğunluğu	%0-3 arası YY	-,555(*)	,093	,000	-,810	-,300
	%3-6,99 arası YY	-,765(*)	,081	,000	-,987	-,543
	%7-16 arası YY	-,161	,068	,129	-,347	,025
	%30-51 arası YY	-,210(*)	,058	,003	-,370	-,050
%30-51 arası Yapı Yoğunluğu	%0-3 arası YY	-,344(*)	,093	,002	-,600	-,089
	%3-6,99 arası YY	-,555(*)	,081	,000	-,777	-,333
	%7-16 arası YY	,049	,068	,953	-,138	,236
	%16-30 arası YY	,210(*)	,058	,003	,050	,370

Çalışma bulgularına göre alan özelliğinin rüzgâr hızını etkilediği gözlemlenmiştir ($F=16,941$, $p<0,05$). Rüzgâr hızını en fazla negatif etkileyen unsur yapı, daha sonra koridor ve en son ise açık alanlar olarak görülmektedir (Çizelge 3.18). Ortalama fark sütununda koridor, yapı ve açık alan arasındaki farklılık net bir biçimde görülmektedir. Koridor ile açık alan arasında istatistiksel olarak farklılık olmamakla birlikte, yapı hem koridordan hem de açık alandan daha düşük ortalama değere sahiptir. Bu durumda, kent içerisinde rüzgârın yönlendirilmesi durumunda önce yapısal anlamda düzenlemeler temel alınmalıdır. Açık alan etkisinin, rüzgâr hızına etkisi, diğer alan özelliklerine göre en düşük olması; bu alanların ancak rüzgâr hızının stabil kalması istenmesi durumunda

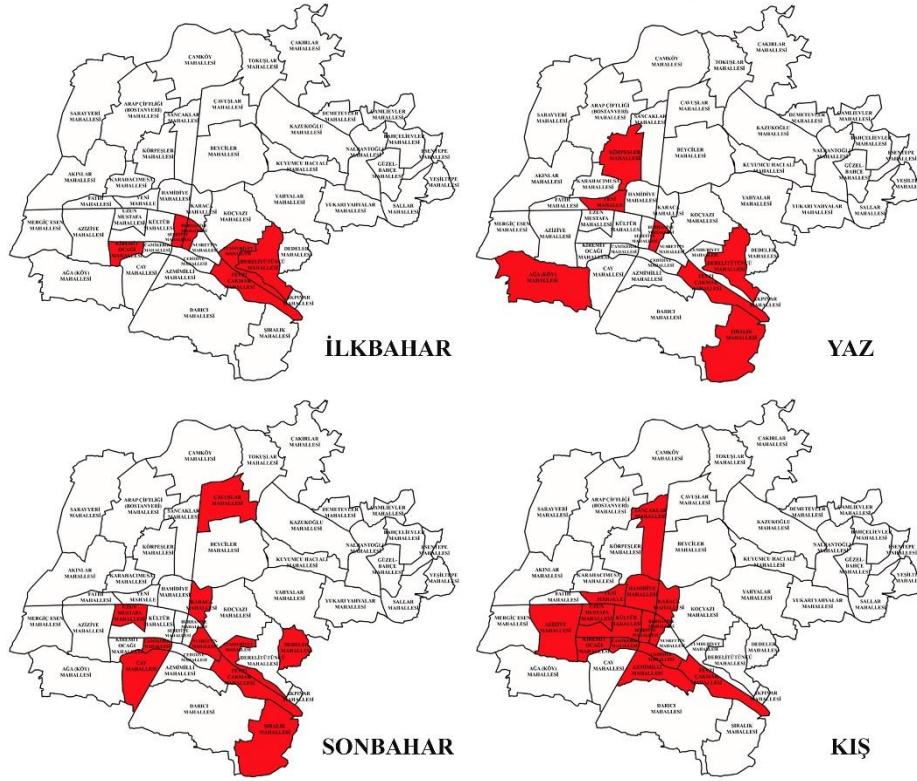
tercih edilebileceği anlamına gelmektedir. Dimoudi ve Nikolopoulou [10] çalışmalarında bitkisel malzemeleri de üç boyutlu değerlendirmektedirler. Bu bağlamda boylu ağaçların düz bir aks üzerinde bir araya gelerek alle etkisi oluşturması durumunda koridor etkisi yarattığı da unutulmamalıdır.

Çizelge 3.18. Rüzgâr hızı alan çalışması ile alan özelliklerinin karşılaştırılması.

ANOVA						
Rüzgâr Hızı (Alan Çalışması)	Kareler Toplamı	Bağımsızlık Derecesi	Ortalama Kare	F Derecesi	p değeri	
Gruplar Arası	177,694	2	88,847	16,941	,000	
Gruplar İçi	51296,466	9781	5,245			
Toplam	51474,160	9783				

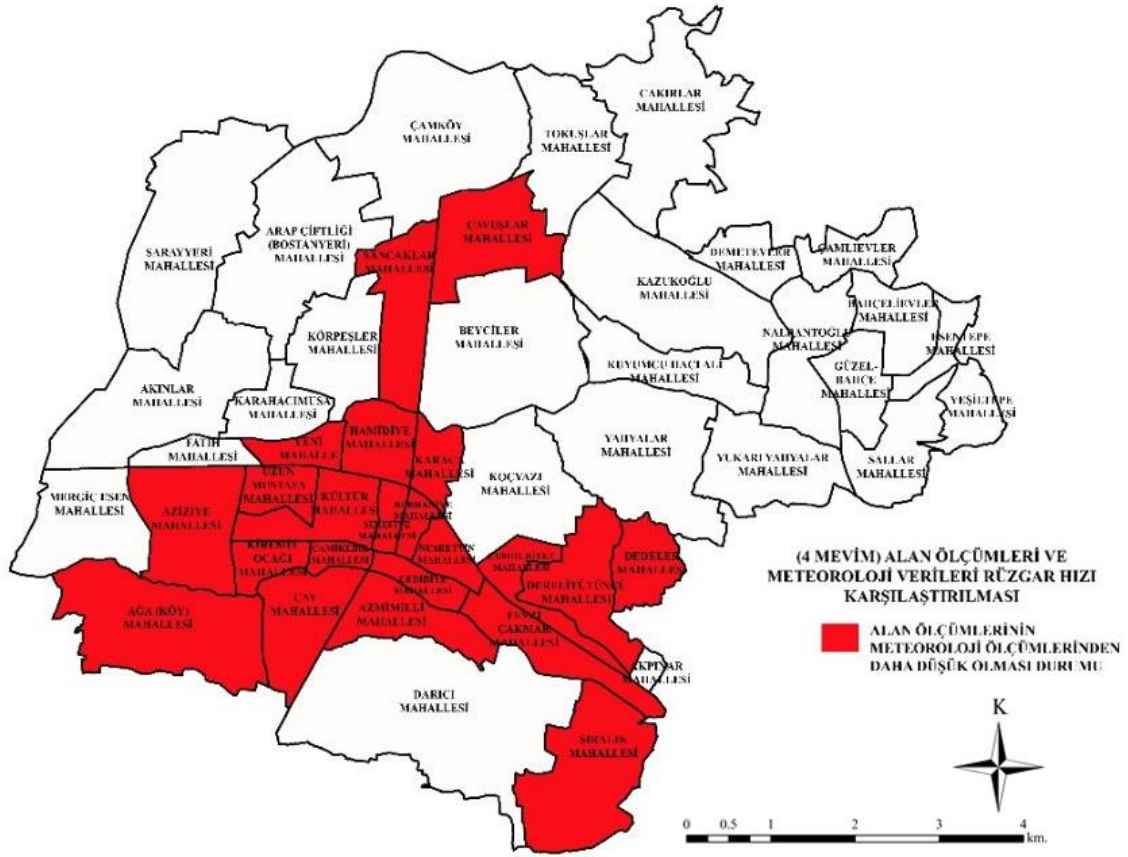
Çoklu Karşılaştırmalar						
Bağımlı Değişken: Rüzgâr Hızı (Alan Çalışması)						
Tukey HSD						
(I) Alan Özelliği	(J) Alan Özelliği	Ort. Fark (I-J)	Std. Hata	p değeri	95% Güven Aralığı	
					Üst Sınır	Alt Sınır
Koridor	Yapı	,292(*)	,055	,000	,162	,421
	Açık Alan	-,072	,067	,533	-,229	,085
Yapı	Koridor	-,292(*)	,055	,000	-,421	-,162
	Açık Alan	-,364(*)	,076	,000	-,542	-,185
Açık Alan	Koridor	,072	,067	,533	-,085	,229
	Yapı	,364(*)	,076	,000	,185	,542

Alan çalışmalarından elde edilen rüzgâr hızı verileri ile meteoroloji verileri mevsimsel olarak karşılaştırıldığında, meteoroloji verilerinden daha düşük olan veriler, Şekil 3.9'da kırmızı renk ile belirtilmektedir. Ancak bu bağlamda önem oluşturan durum, Düzce meteoroloji verilerinin optimum koşulların zaten altında olduğu, bu işaretlenen alanların belirlenmiş optimum koşulların da altında olduğu gerçeğidir. Kentin KD yönünde yer alan Kalıcı Konutlar Bölgesi yükselti (rakım) değerlerinin, merkez mahallelere oranla daha yüksek olması da rüzgâr sirkülasyonu açısından olumlu bir diğer etken olarak görülmektedir.



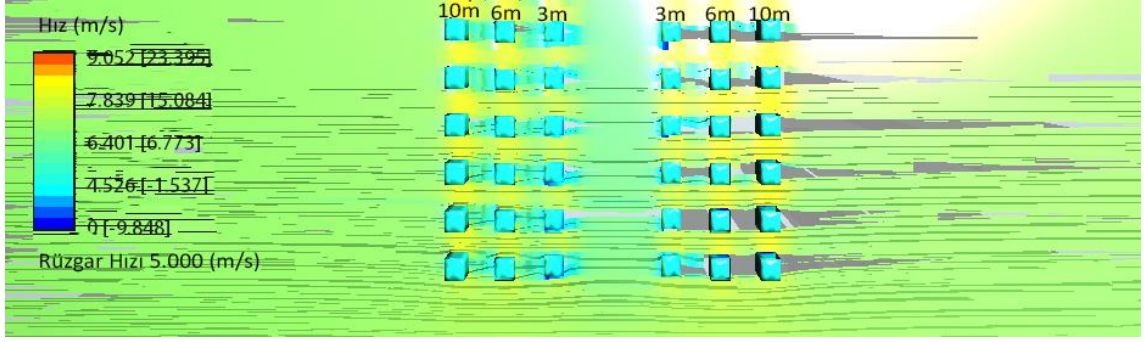
Şekil 3.9. Mevsimlere göre alan çalışmasındaki rüzgâr hızı verilerinin meteoroloji verilerinden daha düşük olduğu alanlar.

Mevsimlerin karşılaştırılması ile genel bir karşılaştırma ortaya çıkmaktadır (Harita 3.11). Düzce Meteoroloji istasyonunun kent merkezinde bulunması ve alan ölçümleri sırasında gerekli kalibre (10 metreden alınan ölçüm verilerinin 2 metrede ne olması gerektiği) işlemleri tamamlanmış olmasına rağmen, rüzgâr hızının genel meteoroloji ölçümlerinden bile daha düşük olmasının nedeninin, kentsel planlama ve tasarım yaklaşımlarında rüzgâr etkisinin göz önüne alınmamış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Burada önemli olan meteoroloji verilerinin de optimum rüzgâr sirkülasyonu açısından düşük hıza sahip olmasına ek olarak, bu ölçümlerden de daha düşük olan alanların kent merkezinde yoğunlaşmasıdır.



Harita 3.11. Tüm mevsimlere göre alan çalışmasındaki rüzgâr hızı verilerinin meteoroloji verilerinden daha düşük olduğu alanlar.

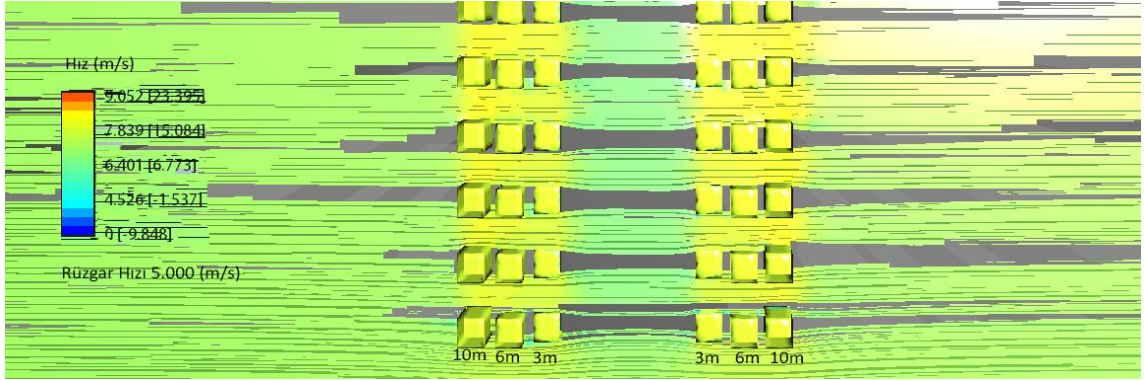
Rüzgâr hızının alan özelliğini ne şekilde etkilediğine ilişkin istatistikler verilmiştir. Bu bağlamda özellikle koridor etkilerinin 3 boyuttaki simülasyonu oluşturulmuştur. Rüzgârın iki kütle arasından geçtiği koridor durumu “Autodesk Flow Design” yazılımı ile Şekil 3.11’deki simülasyonda gösterilmektedir. Burada genel rüzgâr hızının ortalama 5m/s olduğu ve hiyerarşik bir biçimde 10m, 6m, 3m arasındaki kütleden geçen rüzgâr hızı gözlemlenmektedir. Kütleler yükseldikçe aradaki rüzgâr hızının sarı renge dönmesi, daha fazla hız kazanması anlamına gelmektedir.



Şekil 3.11. Kütle yüksekliklerinin rüzgâr hızına etkisi.

Şekil 3.11 ile aynı özelliklere sahip olan bir diğer simülasyon çalışmasında ise, kütlelerin birbirlerine olan yakınlığının rüzgâr hızına etkileri incelenmiştir (Şekil 3.12). Simülasyon sonrası ortaya çıkan sonuçlara göre; kütleler birbirine yaklaştıkça, tek ve daha uzun (rüzgâr yönüne göre) bir kütle şeklinde koridor özelliği yaratarak, rüzgârın hızını daha çok artırdığı görülmektedir.

Kütleler birbirlerine yaklaştıkça, rüzgâr akışının kütle aralarına girerek gücünü yitirebileceği düşünülse de; tersine, kütlelerin daha uzun bir bütün haline gelmesi, rüzgâr hızını daha da fazla artırmaktadır.



Şekil 3.12. Rüzgâr simülasyonunda koridor özelliği.

3.2.5. Rüzgâr Haritalarının Değerlendirilmesi

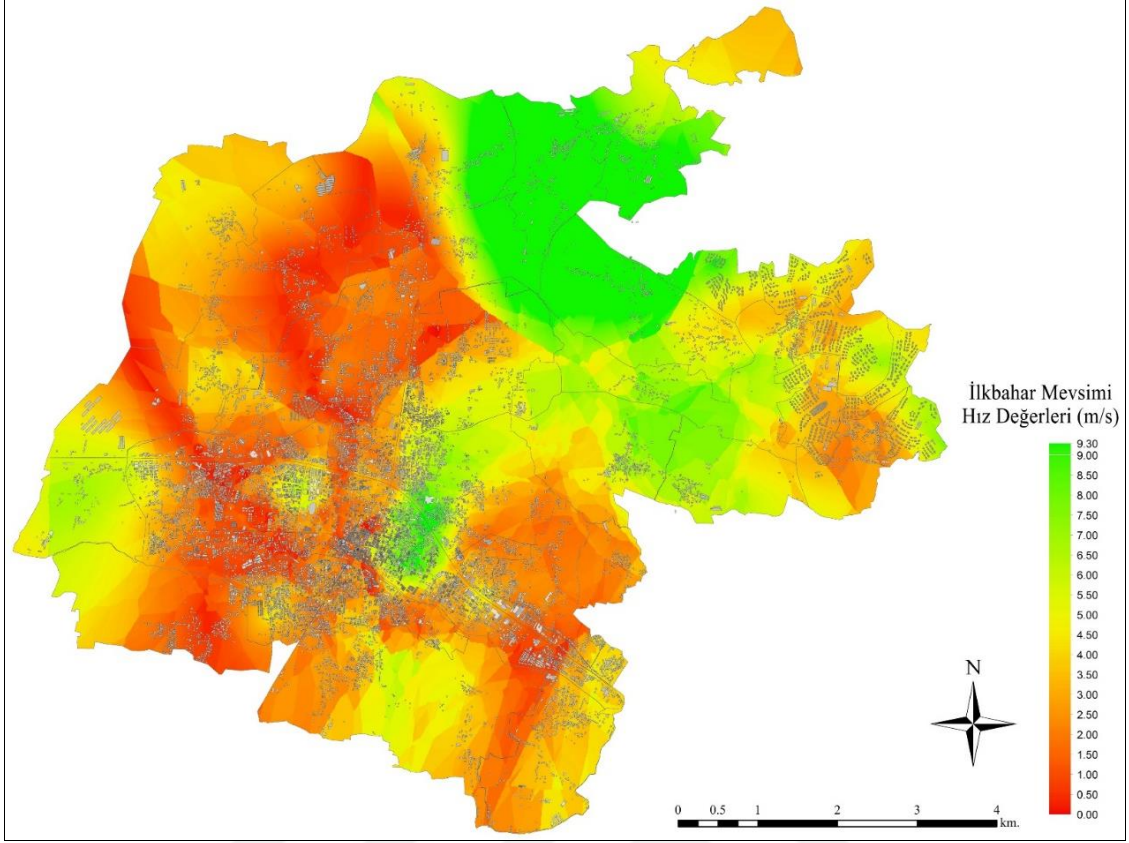
Çalışma alanında gerçekleştirilen 300 adet ölçüm noktası değerlerinin ArcMAP 10.3 yazılımı kullanılarak kriging enterpolasyon işlemi sonrası ve Düzce Kenti İmar Planı ile birleştirilmesi işleminden elde edilen genel haritalar, Harita 3.12-3.26 arasında yer

almaktadır. Mahallelerdeki en düşük ve en yüksek rüzgâr hızı değerleri çok fazla değişim gösterdiğinden, rüzgâr yönleri mevsimler bazında değerlendirilmiştir.

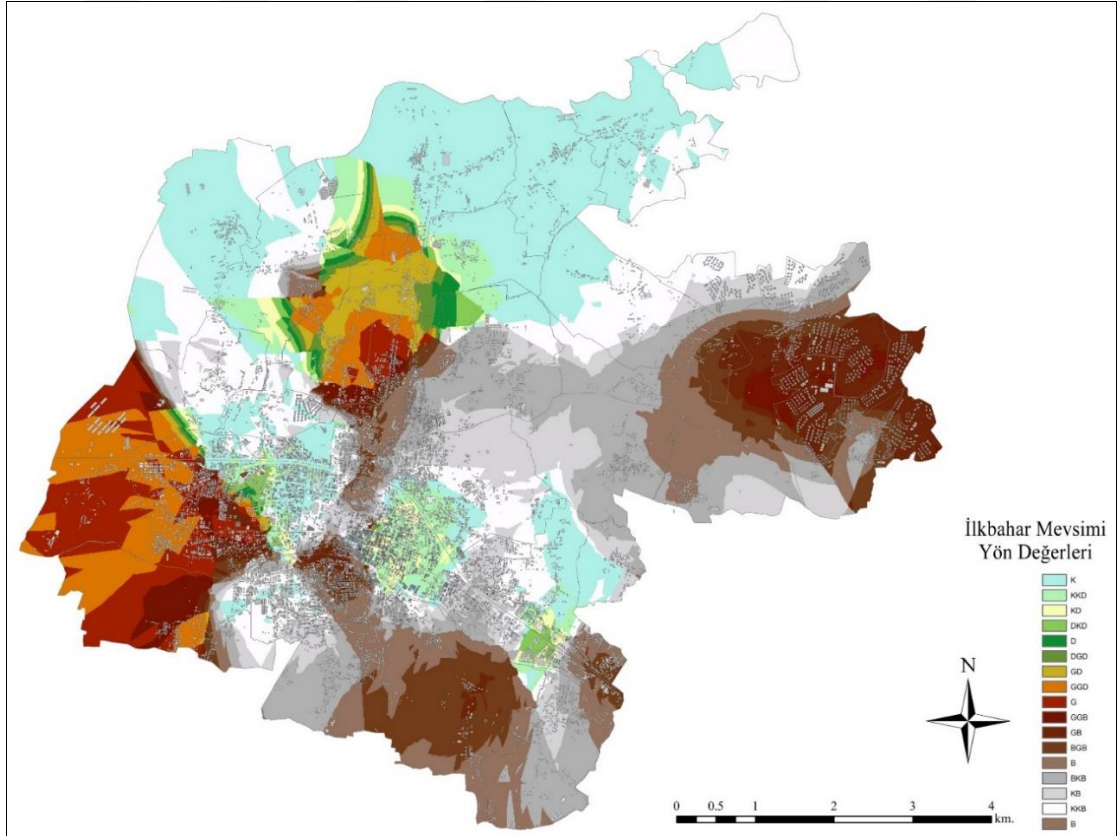
Haritalarda yer alan yeşil renkler, rüzgâr sirkülasyonunun daha hızlı olduğu alanları gösterirken; kırmızı alanlar, rüzgârın türbülansa uğrayıp hız kaybettiği alanları göstermektedir. Bu durum yazınsal kaynaklardaki renk skalasından farklıdır. Ancak bu çalışmada temelde beklenen, rüzgâr geçirgenliğinin istenen bir durum olduğudur ve bu nedenle kırmızı alanlara doğru gidildikçe, rüzgârın 0 m/s'ye yakın olan alanlar olduğu anlaşılmaktadır.

İlkbahar mevsimi için gerçekleştirilmiş olan kriging işlemi ile elde edilen genel veriler incelendiğinde; 0 ila 9,3 m/s arasındaki rüzgâr hızı değişim haritası görülmektedir (Harita 3.11). Kentin kuzey ve kuzeydoğusundan gelen hâkim rüzgâr (Harita 3.12), 7 ila 9 m/s hızlarına ulaşırken, merkezde yer alan mahallelerde 0 m/s'ye kadar hız azalmaları gözlemlenmektedir. Bu değişimin temel nedeni yükselti olarak düşünülse de, aynı yükseltideki mahallelerdeki farklı sonuçlar, yapısal ve kentsel yönelimlerin de mutlak suretle rüzgâr hızlarını etkilediğinin bir göstergesi olarak ortaya çıkmaktadır.

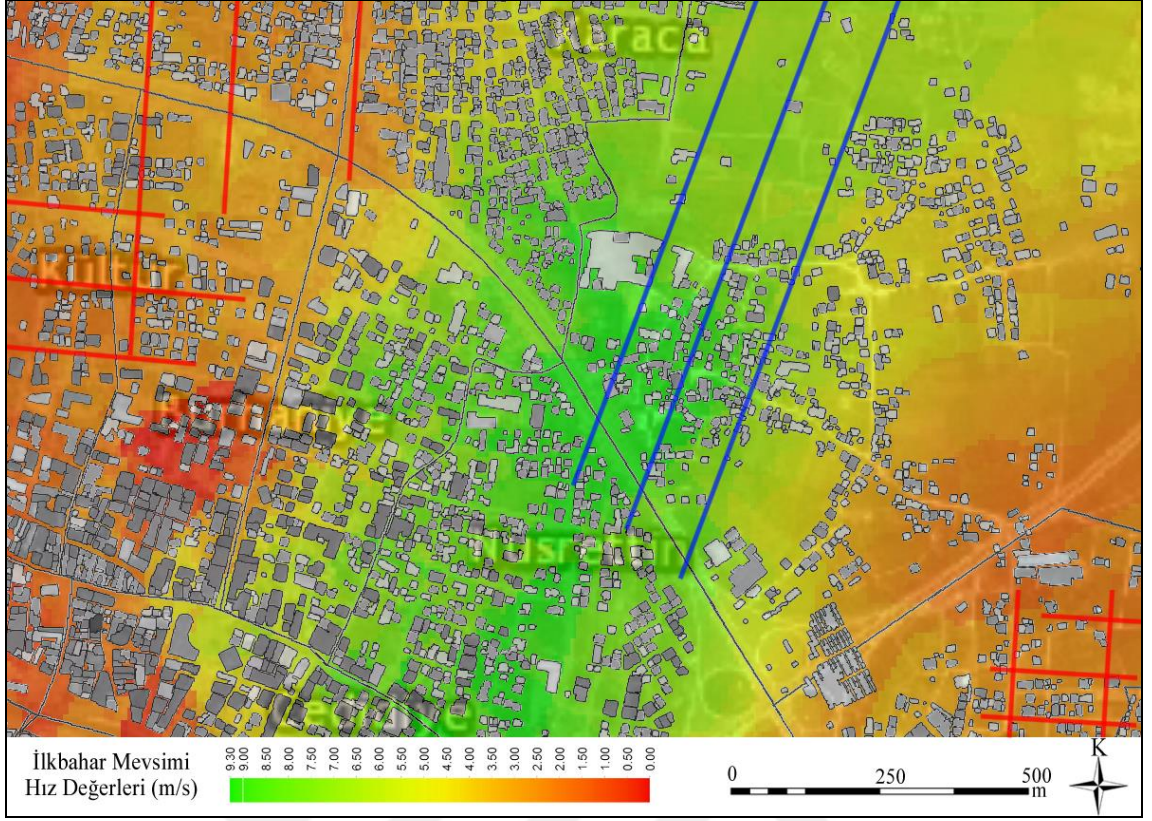
Dört mevsim genel ölçüm sonuçları, her ne kadar KKD aksından beslenim gösterse de, Harita 3.12'de yer alan ilkbahar mevsimi rüzgâr yönü haritasında B (batı) aksı ön plana çıkmaktadır. En fazla rüzgâr hızlarına ulaşabilen ayın ilkbahar ayı olduğu düşünüldüğünde, B akslarına koridor sağlanması kentsel tasarım ve planlama açısından önem arz etmektedir.



Harita 3.12. İlkbahar mevsimi rüzgâr hızı değerleri (Alan Çalışması).

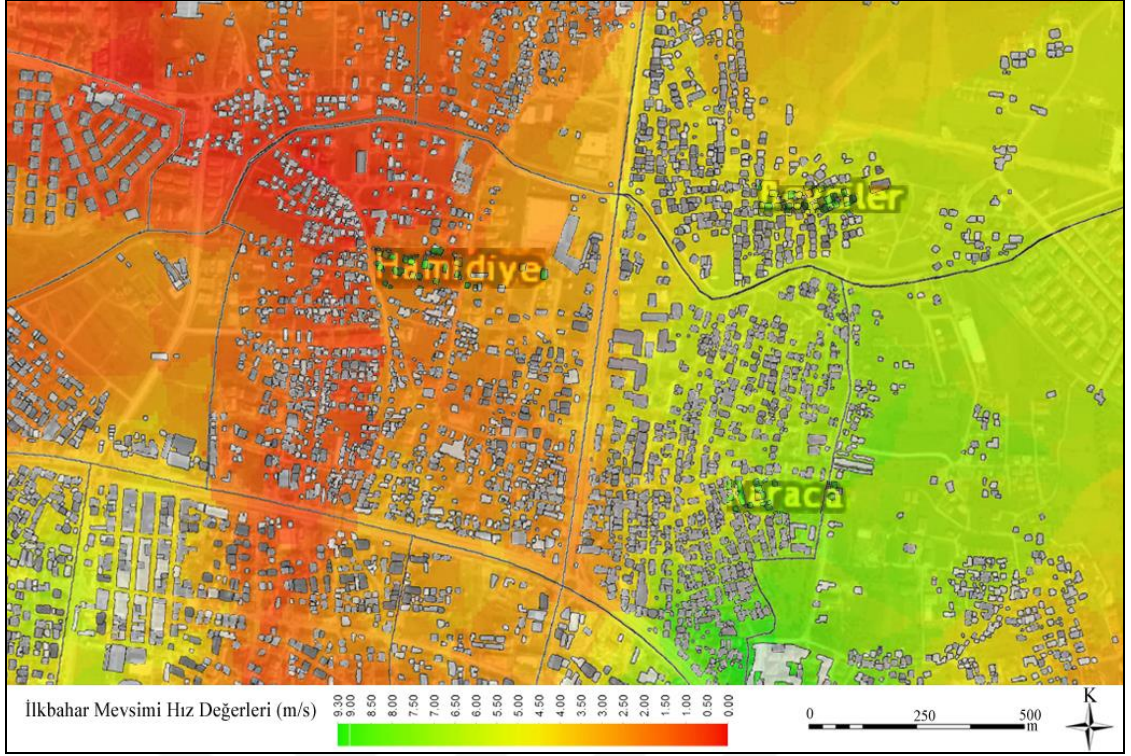


Harita 3.13. İlkbahar mevsimi rüzgâr yönü değerleri (Alan Çalışması).

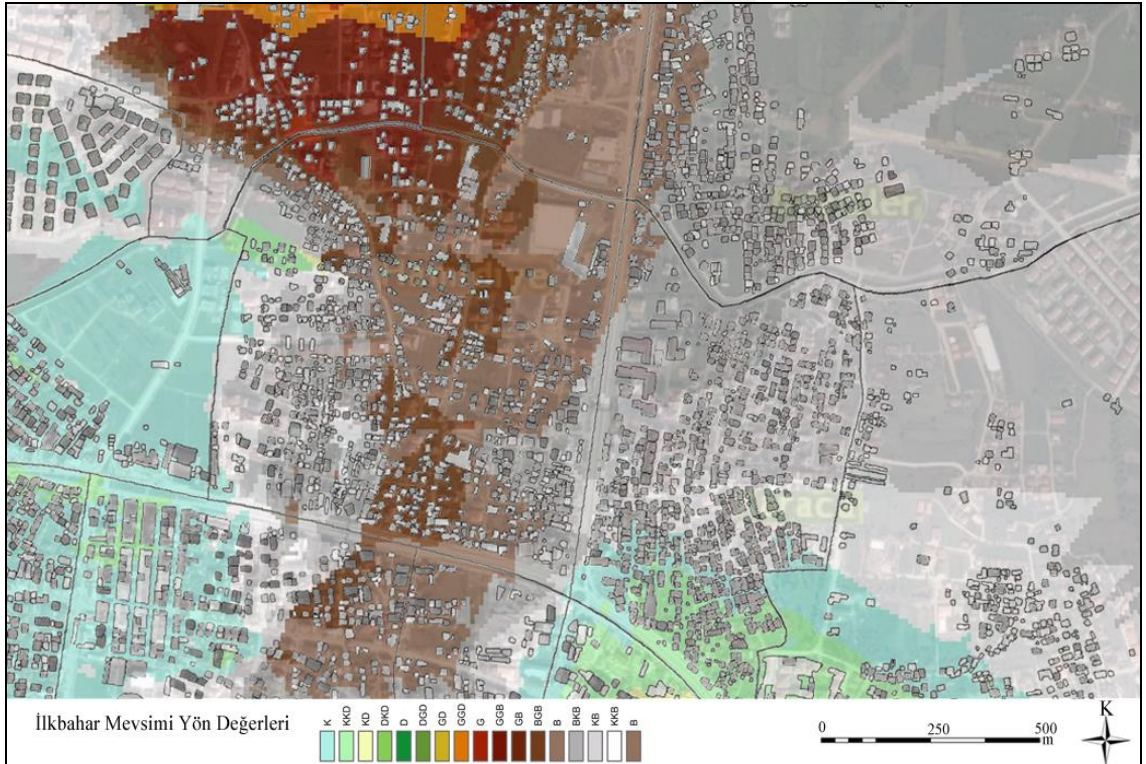


Harita 3.15. Mahalle bazında rüzgâr hızı değerleri (Alan Çalışması-İlkbahar Mevsimi).

Hamidiye mahallesinde de rüzgâr hızında azalmaların gerçekleştiği görülmektedir (Harita 3.16). Mahallenin özellikle kuzey ve batısında yapıların birbirine çok yakın olduğu bölgelerde rüzgâr hızınının 0.5 m/sn değerlerine kadar indiği saptanmıştır. Yine Kültür ve Hamidiye mahallelerinde ortalama hâkim rüzgâr yönlerinin KKB ile GGB arasında değiştiği belirlenmiştir (Harita 3.17). Rüzgâr hızının ve hâkim rüzgâr yönünün değişmesi için önemli bir etken olarak yapıların kapalı bir karakterde olması ve rüzgâr koridoru oluşturacak bir bütünlük göstermemesi verilebilir.

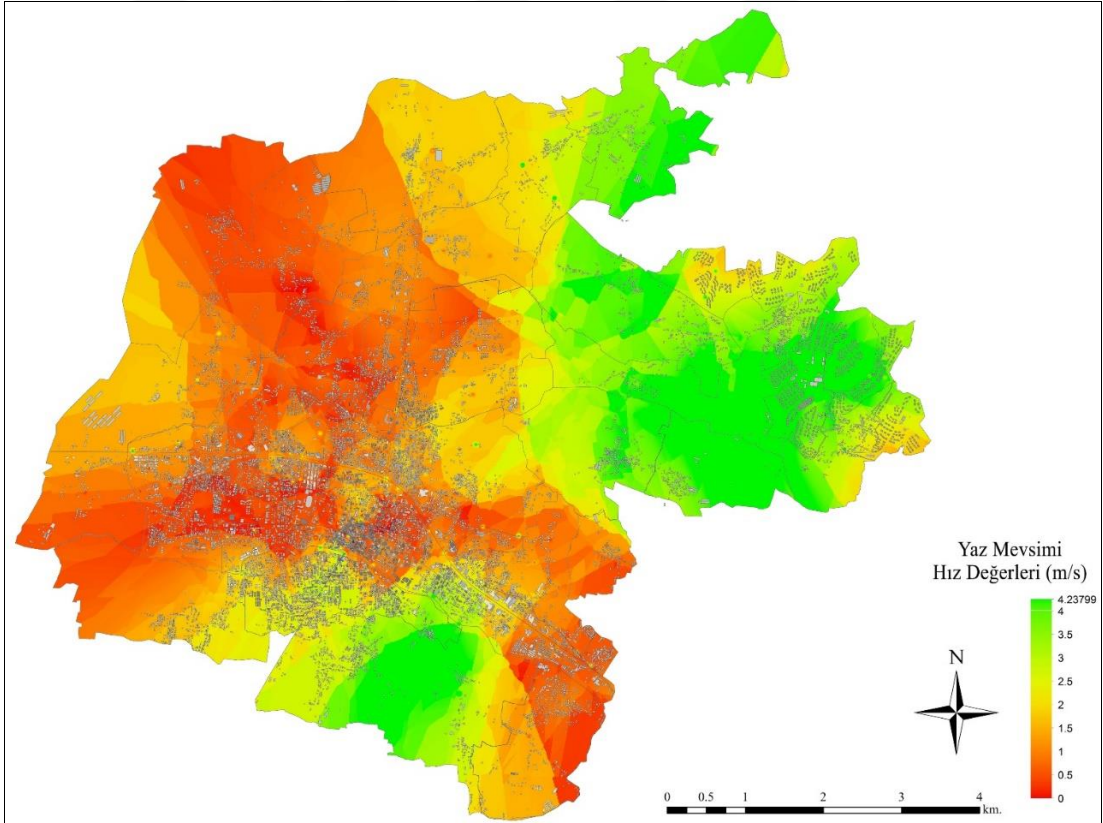


Harita 3.16. Mahalle bazında rüzgâr hızı değerleri (Alan Çalışması-İlkbahar Mevsimi).

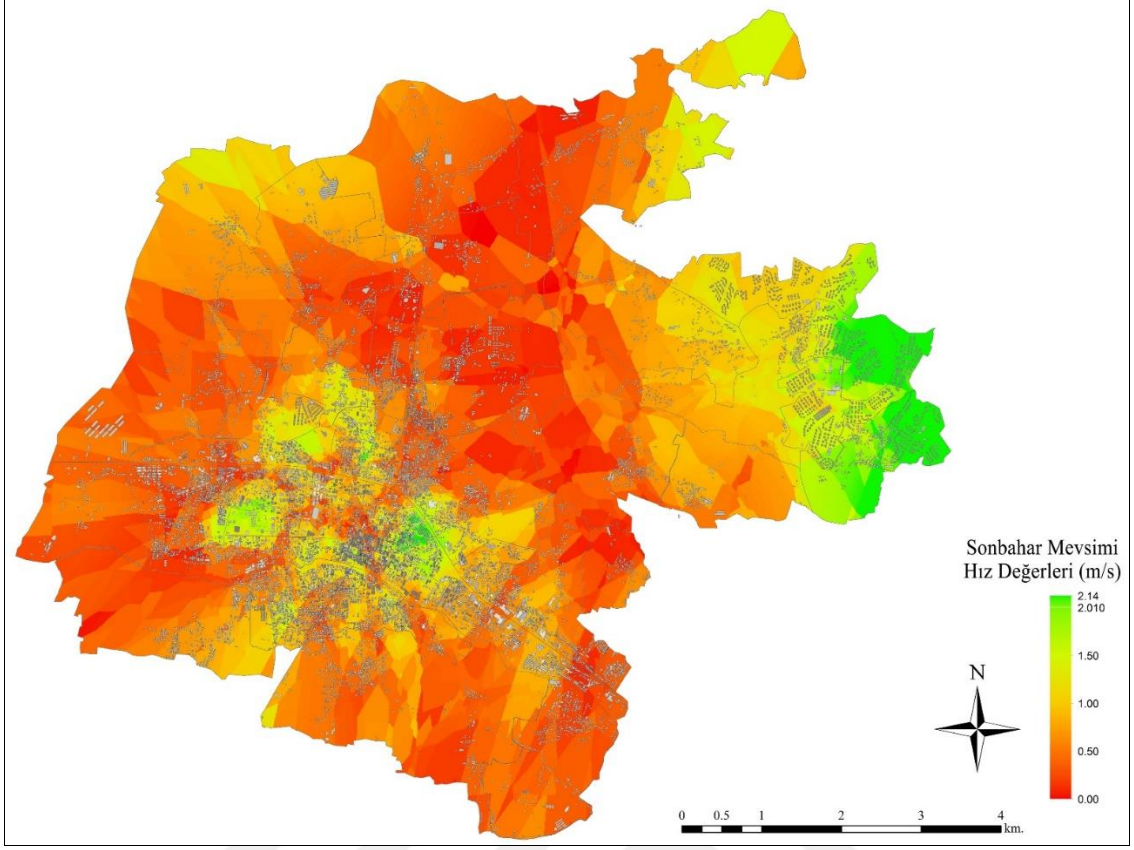


Harita 3.17. Mahalle bazında rüzgâr yönü değerleri (Alan Çalışması-İlkbahar Mevsimi).

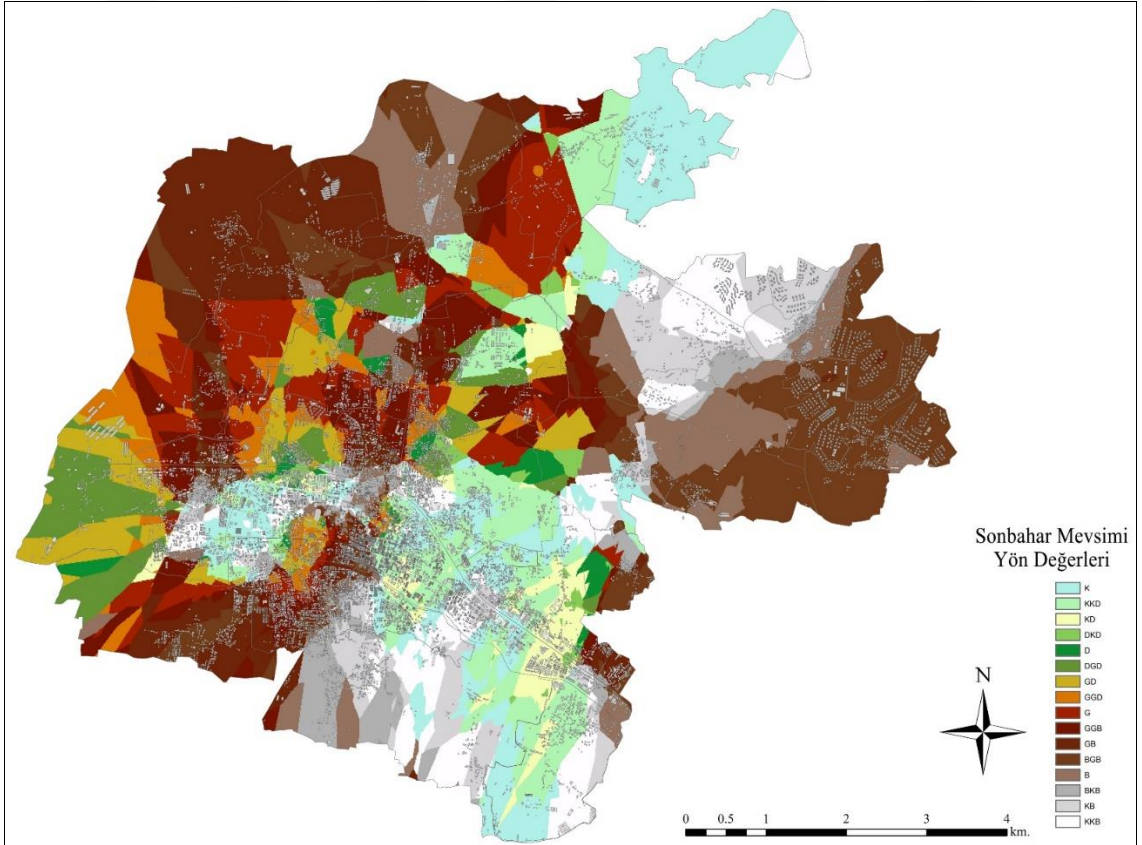
Yaz mevsimi için gerçekleştirilmiş olan kriging işlemi ile elde edilen veriler incelendiğinde ise; alanın 0 ila 4,2 m/s rüzgâr hızına sahip mahallelerden oluştuğu gözlemlenmektedir (Harita 3.18). Bu mevsim sürecindeki alan çalışmaları genel hâkim rüzgâr yönünü BKB olarak belirlerken, Meteoroloji genel verileri KKD olarak ele almaktadır. Ancak burada dikkat edilmesi gereken bir diğer önemli durum, özellikle kentin kuzeydoğusunda yer alan Kalıcı Konutlar Bölgesi'nin GGB ağırlıklı yönden rüzgâr almasıdır (Harita 3.19). Çünkü yön olarak ele alındığında GGB ve KKD aksları aynıdır, doğrusaldır. Bu bağlamda derece olarak ele alındığında $22,5^\circ$ ile $292,5^\circ$ açı olmak üzere iki önemli rüzgârın sirkülasyonunu türbülansa uğratmayacak açı durumu bulunmaktadır. Ve aralarındaki 90° lik açı da tümler nitelikte olup, kentsel tasarımın ızgara düzen (grid) sisteminde ele alınmasını, rüzgâr sirkülasyonunun artması açısından olanaklı kılacaktır.



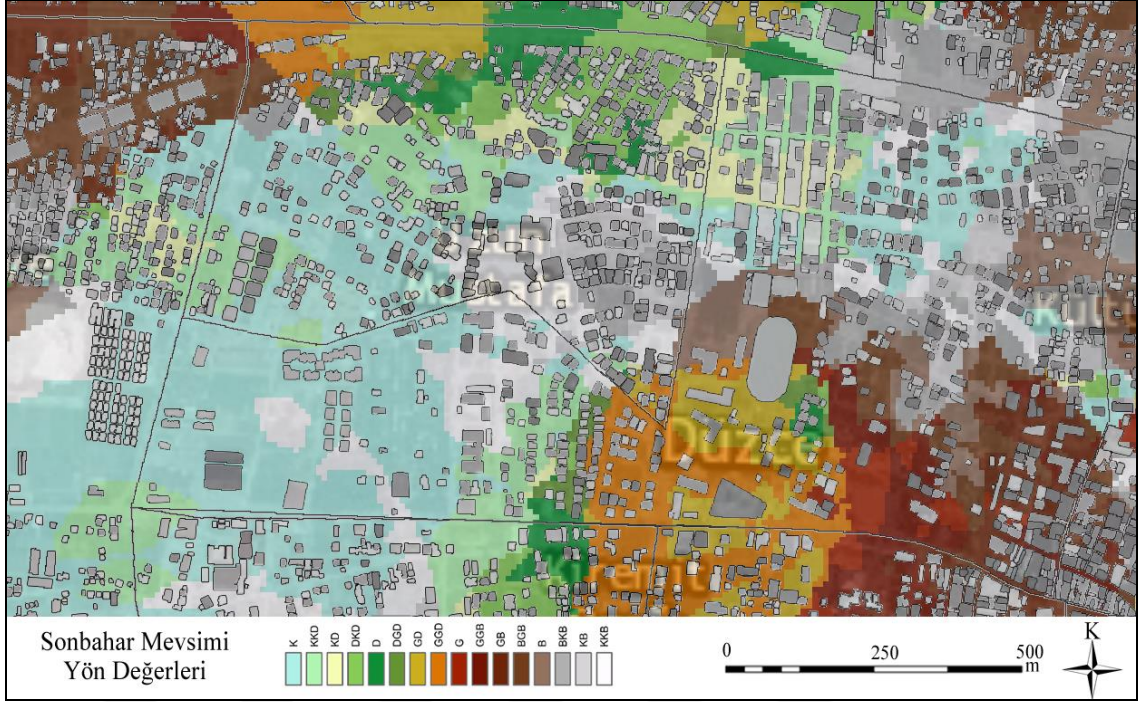
Harita 3.18. Yaz mevsimi rüzgâr hızı değerleri (Alan Çalışması).



Harita 3.20. Sonbahar mevsimi rüzgâr hızı değerleri (Alan Çalışması).



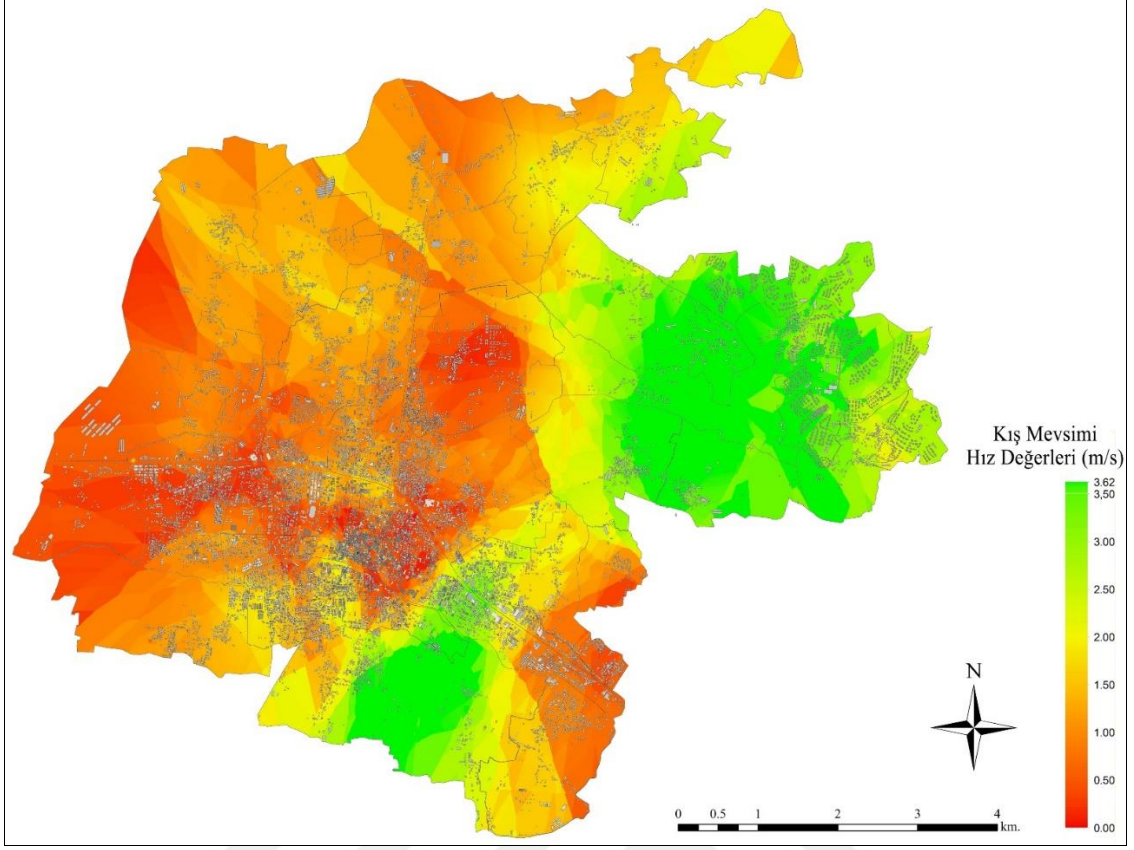
Harita 3.21. Sonbahar mevsimi rüzgâr yönü değerleri (Alan Çalışması).



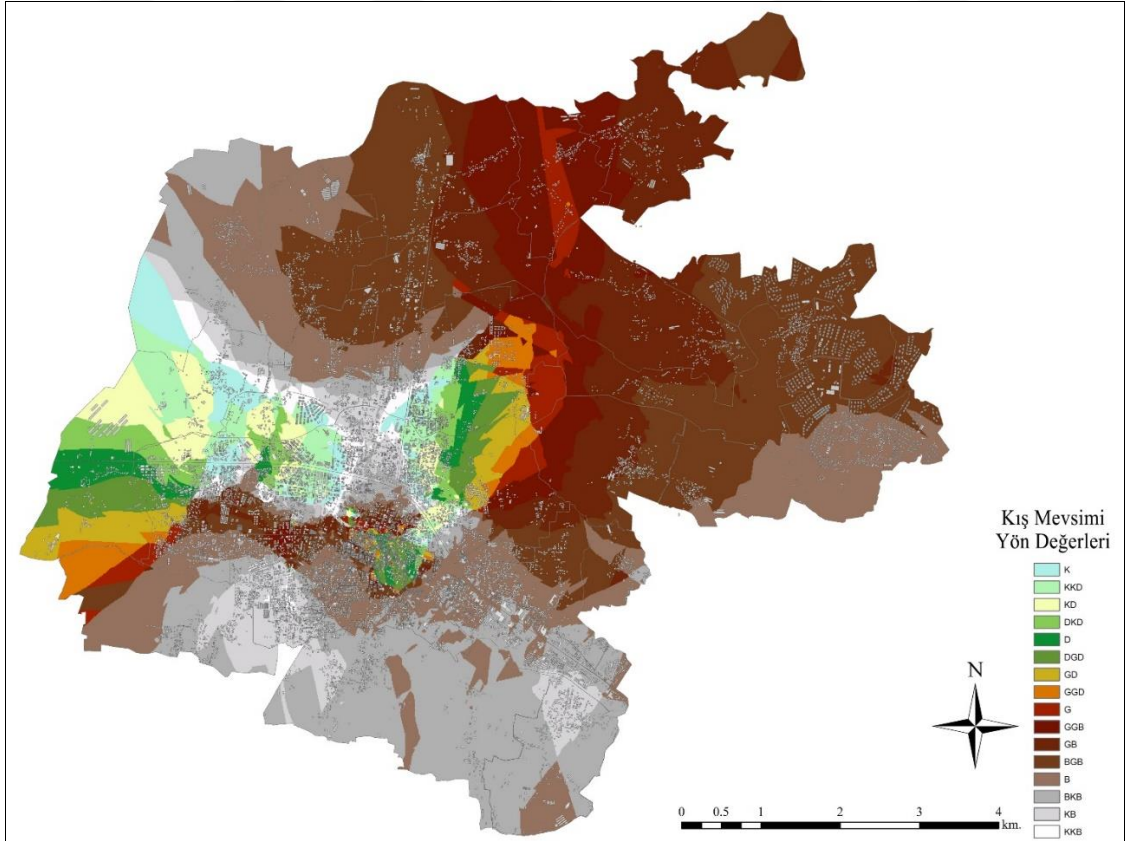
Harita 3.23. Mahalle bazında rüzgâr yönü değerleri (Alan Çalışması-Sonbahar mevsimi).

Kış mevsimi için gerçekleştirilmiş olan kriging işlemi ile elde edilen veriler incelendiğinde; alanın 0 ila 3,62 m/s rüzgâr hızına sahip mahallelerden oluştuğu gözlemlenmektedir (Harita 3.24). Bu mevsim rüzgâr hızlarının en düşük gözlemlendiği ikinci aydır. Alan çalışmaları sırasında genel hâkim rüzgâr yönü yaz mevsiminde olduğu gibi BKB olarak gözlemlenmiştir. Aynı zamanda bu mevsimin genel meteoroloji verileri (KKD) ile de dik açı oluşturmaktadır.

Harita 3.24 ve 3.25 birlikte değerlendirildiğinde, BKB ve BGB yönlerinin (kahverengi tonları) hâkim olarak yer aldığı yön haritasında, aynı alanların hız haritalarında daha açık tonlarda yer aldığı ve 2,5 ila 3,5 m/s hızlarına kadar ulaştığı gözlemlenmektedir. Nitekim Kalıcı Konutlar Bölgesi'nden Darıcı Mahallesi'ne kadar uzanan aks, diğer alanlarla kıyaslandığında rüzgâr akışı açısından daha verimli bir sirkülasyon ağına sahip durumdadır.



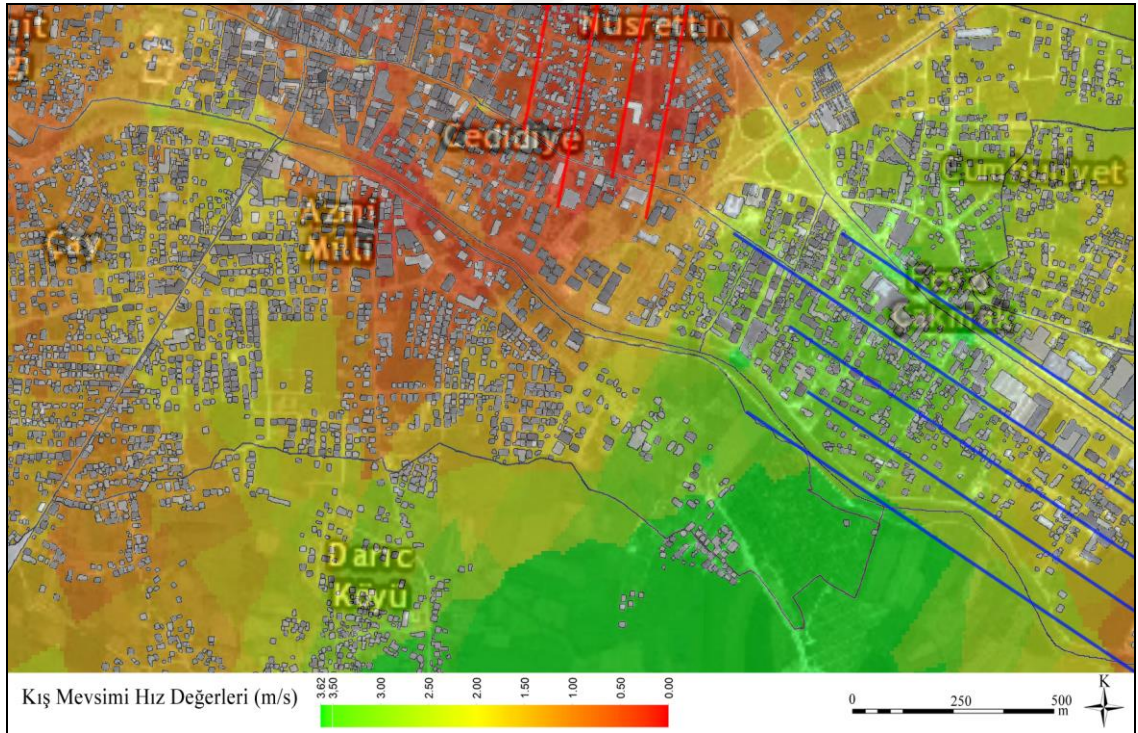
Harita 3.24. Kış mevsimi rüzgâr hızı değerleri (Alan Çalışması).



Harita 3.25. Kış mevsimi rüzgâr yönü değerleri (Alan Çalışması).

Kentin KD hattı olan Kalıcı Konutlar Bölgesinden merkez mahallelere ulaşan rüzgâr, Cumhuriyet, Fevzi Çakmak ve Darıcı Mahallerini, özellikle kış mevsiminde sirkülasyonun devamlılığının kesilmemesi açısından olumlu olarak etkilemektedir. Ortalama 3,5 m/s hız ile gelen rüzgâr, Cumhuriyet Mahallesinde 2,5 m/s hıza kadar düşse de, Darıcı Mahallesinin yeşil alan varlığı ve kütle boşluk değerlerinin fazla olmaması (%2,47) nedeni ile tekrar 3,5 m/s hızlara ulaştığı görülmektedir (Harita 3.26).

Ayrıca Fevzi Çakmak ve Cedidiye Mahallesinde de ani bir hız değişimi söz konusudur. Mahallelerin yapısal düzenleme akslarına dikkat edildiğinde, bu mevsim için hâkim rüzgâr yönünün BKB olması ve Fevzi Çakmak Mahallesinin tam da bu akslarda olması, rüzgâr sirkülasyon geçirgenliği açısından olumlu bir katkı sağlamaktadır. Koridor üzerindeki ölçümlerin, rüzgâr hızının en yüksek olduğu alanlar olarak saptanması da, oluşan venturi etkisinin diğer alan tiplerinden daha belirgin meydana geldiğini destekler niteliktedir.



Harita 3.26. Mahalle bazında rüzgâr hızı değerleri (Alan Çalışması-Kış Mevsimi).

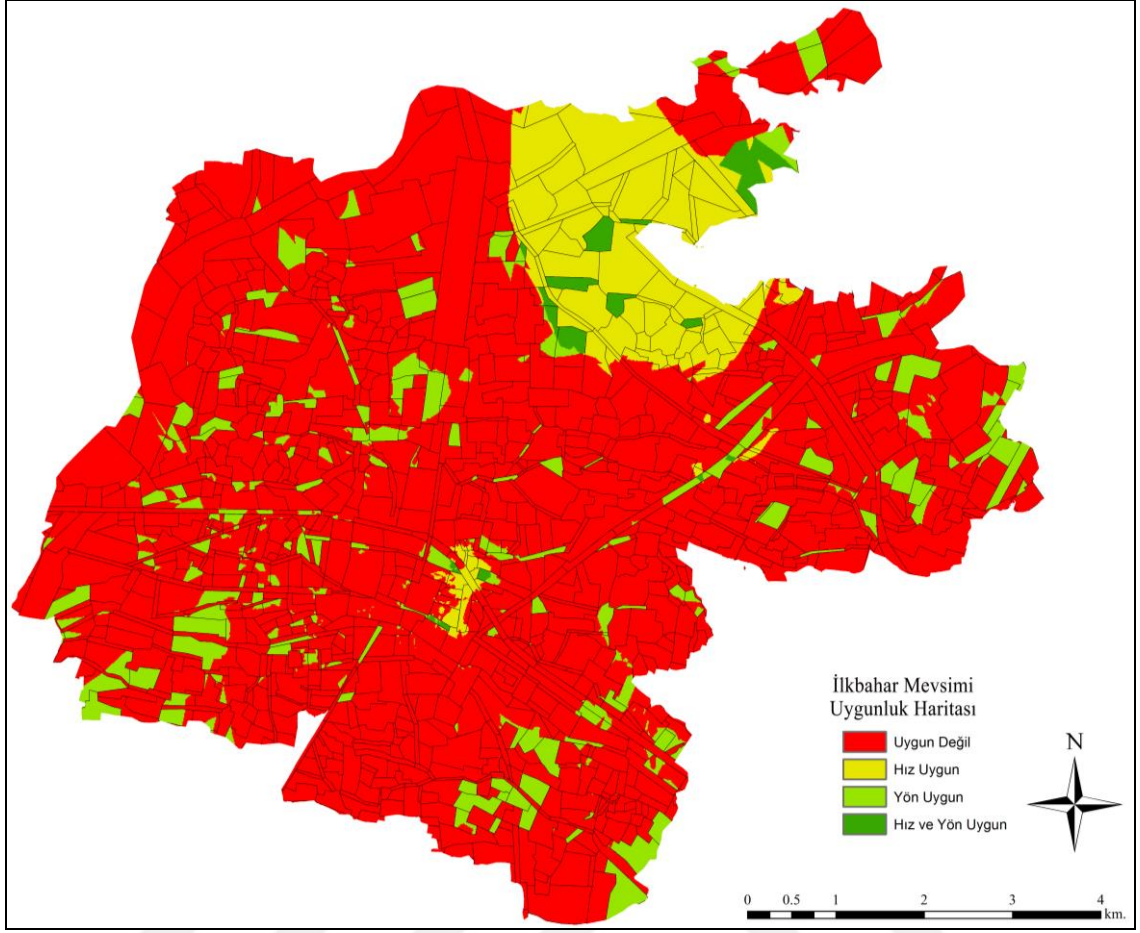
Koridorların ve yapı yönlenmelerinin rüzgâr hareketlerinde farklılıklara yol açtığı Alberts [9] çalışmasında da yer almaktadır. Ve bu çalışmada da rüzgâr haritalarının aynı mahalle içerisindeki farklı değerleri bu durumu tekrar ortaya koymaktadır.

Bu bağlamda Düzce Kenti'nin rüzgâr yönlerine ne şekilde bir uyum içerisinde olduğunu göstermek için, mevsimlere göre uygunluk haritaları düzenlenmiştir.

Bu haritalar, önce her bir koridoru ve bina yönlenmelerine göre hangi yönü desteklediği şeklinde işlenmiş, daha sonra enterpolasyon işlemi sonucu elde edilen, mevsimlere göre rüzgâr yönleri haritaları ile karşılaştırılmıştır. Alanların rüzgâr hızlarının biyoiklimsel konfora uygun olduğu ve yön olarak da alansal ölçüm sonuçlarına uygun olduğu durumlar kentin nefes alması açısından istenen durumları ortaya koymaktadır. Bunun dışında sadece yönün, sadece hızın uygun olduğu ya da hiçbirinin uyum sağlamadığı alanlar çıkarılmıştır.

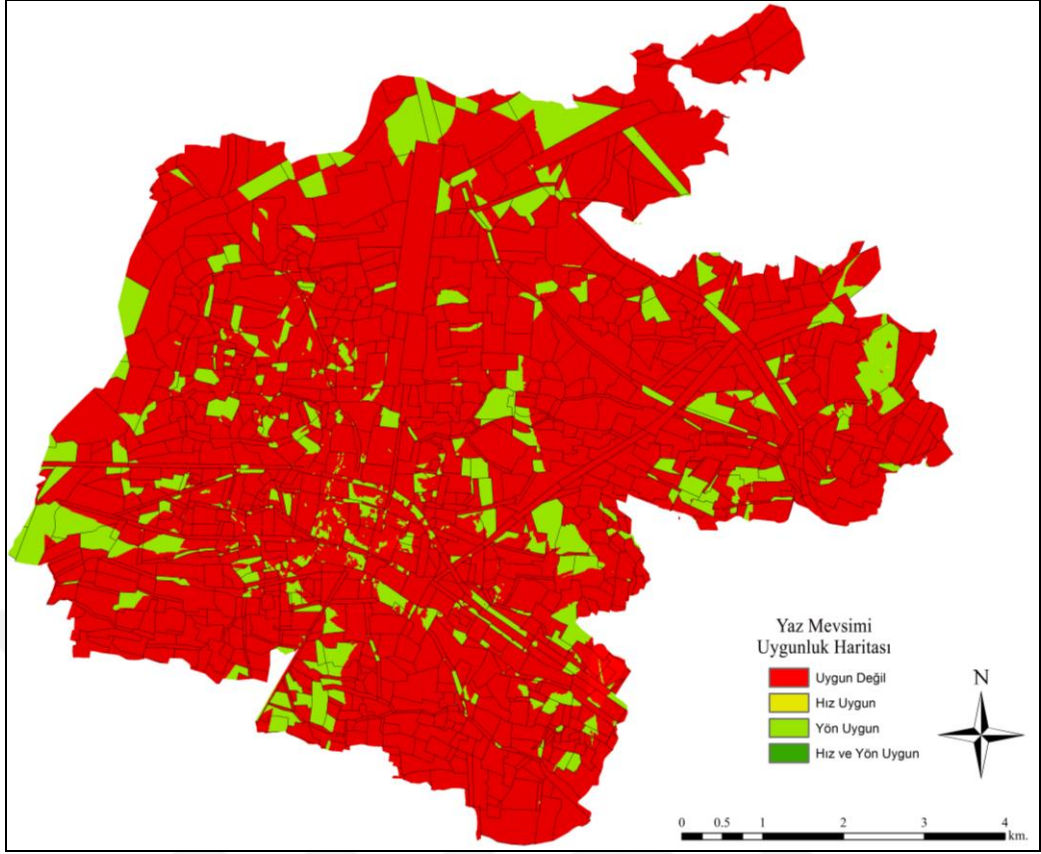
İlkbahar mevsimi için oluşturulan harita incelendiğinde (Harita 3.27), kentin kuzey bölgesinde rüzgâr yönlerinin alandaki koridorlar ve yapı yönlenmelerine uyum sağladığı görülmektedir. Nitekim bu alanlar, “*İlkbahar mevsimi rüzgâr hızı değerleri*” haritasında da en iyi rüzgâr sirkülasyonuna sahip olanlar olarak saptanmıştır.

Bunun yanı sıra Kalıcı Konutlar bağlantı sirkülasyonu yön olarak uygunluk gösterse de genel anlamda harita incelendiğinde ağırlıklı olarak Düzce Kenti'nin bu akslara sahip olmadığı söylenebilir.

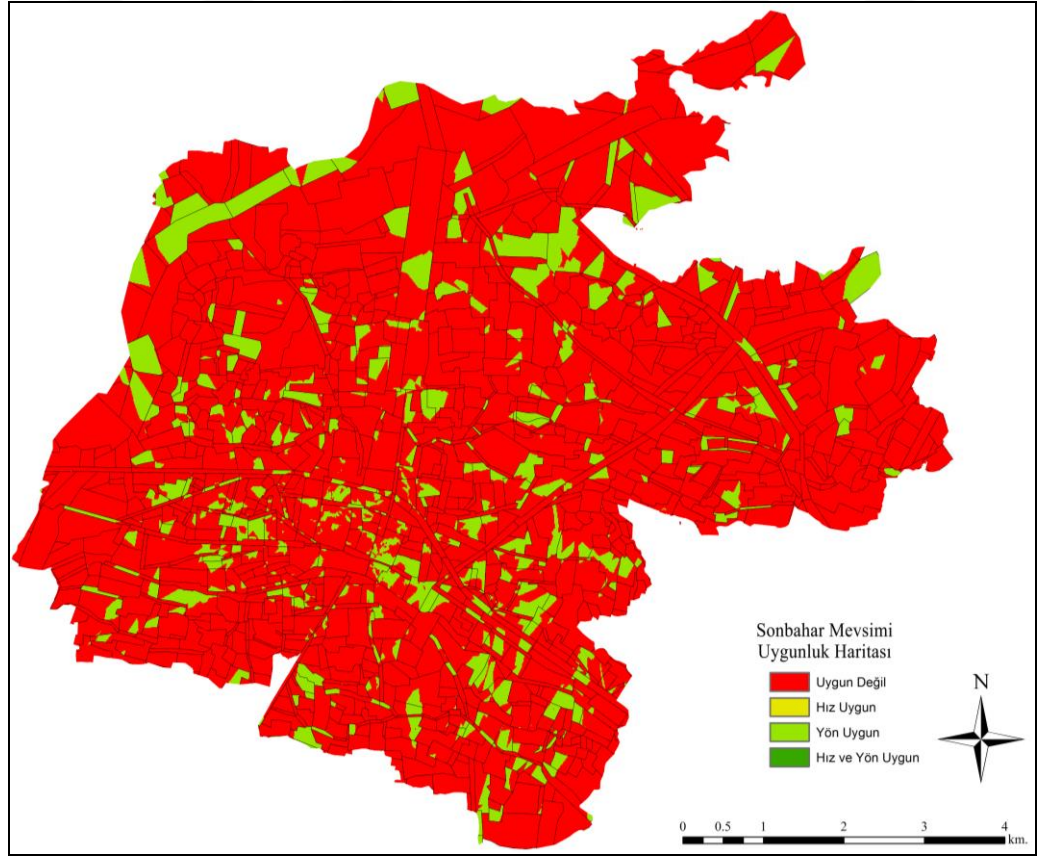


Harita 3.27. İlkbahar mevsimi uygunluk haritası.

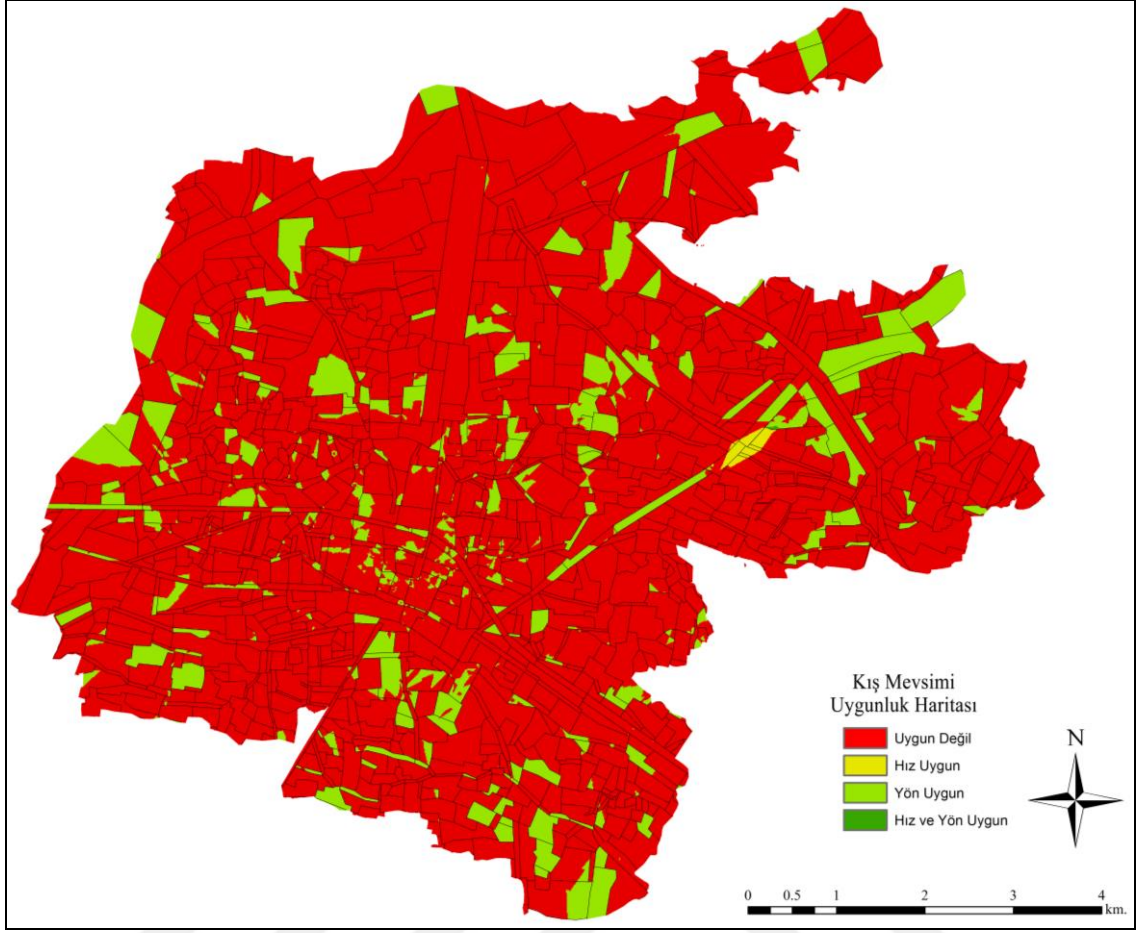
Benzer durum Yaz-Sonbahar ve Kış mevsim haritalarında da görülmektedir (Harita 3.28, Harita 3.29, Harita 3.30)



Harita 3.28. Yaz mevsimi uygunluk haritası.



Harita 3.29. Sonbahar mevsimi uygunluk haritası.



Harita 3.30. Kış mevsimi uygunluk haritası.

Bu haritalar, Düzce Kenti genelinde metrekare bazında incelendiğinde, Çizelge 3.20’de elde edilen oranlar olarak ortaya çıkmaktadır. Buna göre kentsel peyzaj planlama ve tasarımı açısından, dört mevsimde de %40’ın üzerinde rüzgâr hızı ve yönüne ilişkin uygun olmama durumu saptanmıştır. Özellikle Sonbahar, Yaz ve Kış mevsimlerinin hız açısından uygun olmama durumu (~%0) tüm kenti olumsuz yönde etkilemektedir.

Buna göre rüzgâr yönlerinin uygunluk durumu Düzce Kenti için çok fazla önem teşkil etmekte ve kentsel planlama ve tasarım çalışmalarında bu durum her zaman göz önüne alınmalıdır.

Çizelge 3.20. Mevsimlere göre rüzgâr yönü ve hızına uygun alanların Düzce Kenti'ndeki oranı.

İLKBAHAR

	UYGUNLUK	ORAN
1	Uygun Değil	%40,15
2	Hız Uygun	%4,55
3	Yön Uygun	%4,83
4	Hız ve Yön Uygun	%0,46

SONBAHAR

	UYGUNLUK	ORAN
1	Uygun Değil	%43,73
2	Hız Uygun	%0,00
3	Yön Uygun	%6,27
4	Hız ve Yön Uygun	%0,00

YAZ

	UYGUNLUK	ORAN
1	Uygun Değil	%43,49
2	Hız Uygun	%0,00
3	Yön Uygun	%6,51
4	Hız ve Yön Uygun	%0,00

KIŞ

	UYGUNLUK	ORAN
1	Uygun Değil	%44,38
2	Hız Uygun	%0,07
3	Yön Uygun	%5,54
4	Hız ve Yön Uygun	%0,00

Bu bağlamda Düzce Kenti'nin yaşam kalitesini olumlu yönde etkileyecek tasarımlar geliştirmeyi, uygun yönlere göre stratejik akslar varlığı ile olası olduğunu ve buna göre düzenlemelerin özellikle bu kent için ele alınmasını zorunlu kılmaktadır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma kapsamında Düzce Kent Merkezi'nde yapılan rüzgâr ölçümleri, alan özelliğinin rüzgâr hızı üzerinde etkisi olduğu ön savını doğrulamaktadır. Bu etkinin en fazla yapısal alanlarda, sonra koridorlarda, en az açık alanlarda görülmesi; kentsel tasarım ve planlama aşamalarında, aksların ve yapıların öncelikli düşünülmesi ve kente sundukları yarar açısından stratejik karar noktaları olduğu anlamına gelmektedir. Bu koridor akslarına bağlı yapıların açılarının rüzgâr sirkülasyon devamlılığı için önem oluşturduğunu da söylemek olasıdır. Nitekim Ng ve diğ. [126] çalışmasında, yapı ölçeğinde ele aldıkları taban alanı açılarının rüzgâr sirkülasyonuna sağladığı yararları belirtmiştir. Ayrıca sirkülasyonunun sürekli olması Sipahioğlu [15] çalışmasında hava kirliliğinin azalması ile ilişkilendirilmiştir. TMMOB Çevre Mühendisleri Odası [125]'nin hazırlamış olduğu Hava Kirliliği Raporu'nda Düzce Kenti'nin, Türkiye'deki iller sıralamasında birinci derece hava kirliliğine sahip kent olduğunu belirtmiştir. Bu da sirkülasyon geçirimsizliğini doğrulamakta ve önerilen akslar konusundaki önemi bir kez daha ortaya koymaktadır.

Tez kapsamında yapılan simülasyon örneğinde de belirtildiği üzere, kentsel koridor anlamında en uygun açı sağlanmış olsa da, bunu destekleyen yeşil koridor ya da yapısal düzenlemeler olmadığı durumda, kent içerisindeki rüzgârın sirkülasyonu türbülans etkisinde kalarak, sıkışmaya neden olmaktadır. Bu da basıncın artarak kirli havanın ağırlaşması ve kent içerisinde hapsolmesi anlamına gelmektedir. Nitekim Düzce'de yapılan çalışmalar, özellikle kış mevsiminde artan hava kirliliğini doğrulamaktadır. Örneğin; Balbay ve diğ. [18] çalışmalarında, hastalık oranlarının bu mevsimde anlamlı bir şekilde arttığını gözlemlemektedir. İlkbahar ve yaz mevsimlerindeki rüzgâr hızı, sonbahar ve kış mevsimlerindeki rüzgâr hızına göre çok daha yüksek oranda olması da, bu çalışmayı desteklemekte, hava kalitesinin rüzgâr sirkülasyonu ile ilişkisinin olduğunu göstermektedir. Aslında Düzce Kenti'ndeki 1942-2013 yılları arası genel meteoroloji verilerine bakıldığında, ilk 20 yıl ve ikinci 20 yıl verilerine göre, rüzgâr hızında az miktarda da olsa (0,70-1,19m/s) bir artış gözlemlenmiştir. Bu artışı, kentin

yaşam kalitesini olumlu yönde etkileyecek tasarımlar ile kullanmak, sözü edilen stratejik aksların bilinmesi ile olasıdır.

Bu bağlamda Düzce Kenti'nde yapılması düşünülen tüm planlama ve tasarımlar, imar planlarında önerilen optimum akslar ile kentin nefes almasına yönelik olarak düzenlenmelidir. Çünkü Düzce Kenti'nde; bir mevsimde değil, dört mevsimde de düşük rüzgâr hızı söz konusudur. Bu durumda Düzce Kenti'nin koridor etkisi ile oluşacak venturi etkisine gereksinimi vardır. Rüzgârın hızını artırmaya ve uzun koridorlar yaratarak bu etkinin devamlılığını sağlamaya yönelik planlama kararlarına gereksinim vardır.

Bir diğer hipotez olan kentsel yapı yoğunluğunun rüzgâr etkisi üzerine etkisi olup olmadığı durumu incelendiğinde; yapısal alanların en fazla rüzgâr hızını etkilediği sonucu ortaya çıkmıştır. Kent içerisindeki rüzgârın yönlendirilmesinde önce yapısal elemanların ele alınması ve rüzgârın değişiminin istenmediği, aynı rüzgâr hızına devam etmesi istenile, durumlarda da açık alanlardan yararlanılması gerekliliği oluşmaktadır. Ancak yüksek boylu bitkilerin yan yana gelerek alle etkisi oluşturması ve kütle etkisi göstermeleri bu durumun dışında yer almalıdır. Çünkü rüzgâr yönünde bulunmayan allelerin rüzgâr hızını etkilediği, çalışmada oluşturulan haritalarda (Bkz. Harita 3.22) ortaya konmaktadır. Nitekim rüzgâr sirkülasyonunu artırmaya yönelik yapılan araştırmalardan Dimoudi ve Nikolopoulou [10] çalışmalarında, CFD teknikleri ile ele aldıkları 3 boyutlu objeleri ağaç olarak belirlerken; çim, yer örtücü, çalı, bitkisel pergolalar vb. gibi detayları 2 boyutlu objeler olarak belirlemişlerdir. Bu çalışmada da benzer kaygılar ile rüzgâr hızını artırmaya yönelik koridorlar oluşturulurken, yüksek boylu ağaçların yanyana getirilerek alle etkisinin yaratıldığı tasarımlarda, yapıların venturi oluşturma etkisinin bitkilerle de sağlanabileceği düşüncesi ortaya konulmuştur. Bu durumda kentsel peyzaj tasarımında özellikle yüksek boylu ağaçların bir araya gelerek alle etkisi yaratması, söz edilen venturi etkisini sağlamaya yardımcı olacaktır. Yapılacak bu koridor çalışmaları yeşil alanlar ile desteklendiğinde ise daha kaliteli bir rüzgâr sirkülasyonundan söz edilebilecektir.

Çalışmada oluşturulmuş Flow Design yazılımı ile elde edilen kitlesel özellikler, yüksekliğin artması sonucu rüzgâr hızını artıran birkaç örnek ile belirtilmektedir. Bu bağlamda kentsel koridorda venturi etkisi, yapı yükseklikleri ile de sağlanabilmektedir. Fahmy ve diğ. [5] çalışmasında, bina tipolojisi ya da doku morfolojisi ile ilgili bir

değişiklik yapmadan da alanda sadece kat yükseklik artışı ile ya da koridor yaratarak da pasif havalandırma ölçütlerinin kabul edilebilir konfor yönünde değiştirilebileceğini göstermiştir. Benzer şekilde Son ve diğ. [6] çalışmalarında kule tipi yapıların varlığı söz konusu olduğunda rüzgâr sirkülasyonunun efektif sonuçları olduğunu belirtmişlerdir. Ancak Düzce Kenti'nin, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü [122]'nce belirlenen verilere göre 1. dereceden deprem bölgesi olması, yapıların kat sayılarını sınırlamaktadır. Düzce depremi öncesi kat yükseklikleri sınırı 5 iken, deprem sonrası bu yükseklik 2'ye düşürülmüştür. Ancak 2017 yılı itibariyle tekrar 4 kat sınırı söz konusudur. Bu durumda Düzce Kenti koşullarında rüzgâr hızı etkisini artırmaya yönelik kentsel peyzaj çalışmaları önem kazanmaktadır ve kitlesel bitki düzenlemeleri stratejik olarak önerilen akslarda uygulanmalıdır.

Günümüzde açık-yeşil alanların sistemli bir şekilde kurgulanması konusu birçok araştırmanın çıkış noktasını oluşturmaktadır. Çünkü günümüz kentlerinde açık alanların birbirinden kopuk olarak tasarlanması sonucu yamalı tasarımlar ortaya çıkmaktadır. Yolların ayrı, parkların ayrı, meydanların ayrı şekilde, bağımsız olarak ele alınması, bütünde ortaya konulmaya çalışılan peyzaj kurgusunu sürekli geri plana atmaktadır. Sonuçta ortaya çıkan durum, kent karakterinin yanı sıra yaşam kalitesini de olumsuz etkilemektedir.

Çalışmada açık alanların rüzgâr hızını bazen olumlu, bazen ise olumsuz etkilemesi durumu temelde, bir araya gelen grupların da bir kütle etkisi yaratmasıdır. Çünkü bitkisel elemanların yönlendirici ya da engelleyici etkilerinin olduğu bilinmektedir. Nitekim çalışma alanında Kültür Mahallesi'nde yer alan Orman İşletme Müdürlüğü bahçesi olarak geçen ve etrafı yapılarla çevrili bir açık-yeşil alan örneği; tam bu bölgede aniden rüzgâr hızında bir iyileşme (hızlanma) durumunu oluşturmaktadır.

Özellikle rüzgâr haritalarında; yerleşim alanlarının çarpık olduğu alanlar ile hâkim rüzgâr paralelinde ızgara düzen (grid) sistemleri ile oluşturulmuş alanlar karşılaştırıldığında, rüzgâr hızı farkları çok daha net algılanmaktadır. Örneğin, ilkbahar mevsimi rüzgâr haritasında yer alan Uzun Mustafa ve Aziziye Mahalleleri bu duruma iyi bir örnek oluşturmaktadır. Alan ölçümlerinde B yönünün daha hâkim olması ve Uzun Mustafa Mahallesi'nin, Aziziye Mahallesi'ne göre, bu konum paralelinde olması, ona daha iyi bir rüzgâr sirkülasyonu imkânı tanımaktadır.

Benzer şekilde sonbahar mevsimindeki rüzgâr haritalarında da venturi etkisi oluşumu gözlemlenerek, yerleşim alanlarındaki rüzgâr değişimleri izlenmiştir. Yerleşim alanlarındaki yoğunluğa rağmen rüzgâr hızının yer yer artması, kentin yükseltisi (rakımı) dışında rüzgâra etki eden alan özelliklerine iyi birer örnektir.

Ayrıca koridor üzerindeki ölçümler, rüzgâr hızının en yüksek olarak saptandığı alanlardır. Koridorda oluşan venturi etkisi diğer alan tiplerinden daha yoğun olmaktadır. Bu etki her zaman göz önünde bulundurulmalı ve koridor etkisinin rüzgâr hızı kontrolündeki etkisi planlama ve tasarım çalışmaları sırasında ele alınmalıdır. Örneğin kış mevsimi rüzgâr haritalarında yer alan Fevzi Çakmak ve Cumhuriyet Mahallesi örneğinde; hâkim rüzgârın alan ölçümlerinde BKB, meteoroloji ölçümlerinde KKD görülmesi ve mahallelerin tam da bu akslar doğrultusunda yerleşmiş olmaları, hemen batısında yer alan Azmimilli, Cedidiye ve Nusrettin mahallelerine göre daha hızlı bir rüzgâr sirkülasyonu sağlamaktadır.

Düzce Kenti nüfus verileri incelendiğinde, TÜİK [114] verilerine göre, yılda ortalama 5000 kişi göç alan ve üniversitenin varlığı nedeni ile de sürekli genişleyen bir kent oluşumu gözlemlenmektedir. Buna rağmen 2011 verileri ile kişi başına düşen park alanları varlığı 2,91m² olan bir oran, gelişmekte olan bir kent oluşumu için yeterli değildir ve bu bağlamda kent içerisinde yeşil alanların artırılması gereklilik oluşturmaktadır. Düzce Belediyesi Stratejik Planı [20]'de Düzce Kenti'nin kişi başına düşen mevcut yeşil alan miktarı kent içinde 6.29 m² olarak belirlenmiştir. Park alanları dışında ele alınan toplam yeşil alan miktarı olarak belirlenen bu rakamın, Avrupa birliği üye ülkeleri üst sınırı olan kişi başı 15 m² 'lik yeşil alan miktarına yükseltilmek istendiği de Stratejik Plan'da yer almaktadır.

Özellikle yeni yapılaşmakta olan alanlarda, bu etkilerin bilinerek kararlar alınması kentteki yaşam kalitesinin artırılması açısından önem oluşturmaktadır. Nitekim rüzgârın yönü dikkate alındığında, kentin kuzeydoğu aksı olan ve yeni kent ile eski kente koridor oluşturan çevre yolu (Düzce-Kalıcı Konutlar bağlantı karayolu) rüzgâr koridoru açısından önemli potansiyele sahiptir. Bu aks, rüzgâr kontrolüne işlevsel alan oluşturacak bitkisel düzenlemesi ile hem kütle etkisi yaratacak, hem de süreklilik oluşturarak çevre ile bir bütünlük sağlayacak, nitelikli bir koridor haline dönüşecektir. Bu bağlamda yoğun bir şekilde yapılaşmaya hazırlanan Kazukoğlu, Kuyumcuahacıali, Yahyalar ve Koçyazı Mahalleri, çevre yolunun doğusu ve batısında yer almasından

dolayı sürdürülebilir koridor oluşturulması için hem bitkisel, hem de yapısal öğelerle bütünleşik bir koridor aksının oluşturulması açısından önem oluşturmaktadır. Ayrıca bu mahallelerin rüzgâr haritalarında da diğer mahallelere oranla, rüzgâr hızlarının daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır.

Ayrıca kentin KB sınırındaki Melen Çayı (KB yönünde) ve kent içerisinden geçen Asarsuyu (B-BKB yönünde) ve Karaca Dereleri (B yönünde) de organik biçimlerine rağmen rüzgâr sirkülasyonu açısından uygun açılarda yer almaktadırlar. Bu doğal koridorların varlığı yeşil alanlar ile düzenlenerek uygulandığında, kentin nefes almasına olanak tanıyan damarlar niteliği kazanacak ve yaşam kalitesinin artırılmasına destek olacaktır.

Bunun yanı sıra Brown ve Decay [79] çalışmasında, topografya ve yükseltinin rüzgâr koridoru oluşumunda etkisi olduğunu belirtmiştir. Ancak Düzce Kent Merkezi topografik açıdan incelendiğinde, Düzce Ovası üzerine yerleşmiş olan alanın neredeyse tamamının düze yakın olduğu görülmektedir. Bu durumda ölçümler sonucu değerlendirilen alanda B-BKB ve KKD aksları stratejik koridor olarak gözlemlenmekte ve yapay şekilde elde edilecek tepeler ya da çukurlar oluşturmak, istenilen rüzgâr sirkülasyonun devamlılığı açısından kente katkı sağlayacaktır. Ayrıca kent kuzeybatısında bulunan Kalıcı Konutlar Bölgesi aksı yanı sıra batıdan gelen rüzgârlar açısından Akınlar, Mergiç Esen ve Ağa (Köy) Mahalleleri de rüzgâr sirkülasyonuna olanak tanıyan önemli mahalleler arasında yer almaktadır.

Alan çalışmalarındaki rüzgâr hızı ölçümleri ile, Düzce Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan veriler karşılaştırıldığında anlamlı bir korelasyon görülmektedir. Ancak meteorolojiden alınan 10 metrelik verilerin 2 metreye indirgenmiş olmasına rağmen alan ölçümlerinden farklı olmasının nedeni, kentin devimsel (dinamik) yapısından ileri gelmektedir. Sabit tek bir noktadan alınan ölçümler, birçok değişkenin olduğu kent içerisinde farklı sonuçlar ortaya koyabilmektedir. Bu durumda kentsel tasarım ölçeğinde, alansal ölçümlerin rüzgâr hızı ve yön değerlerinin bilinmesi tasarımı yönlendirebilecek temel unsurlar arasında yer almalıdır. Henüz sörvey çalışmalarında belirlenmesi ve bilinmesi gereken bu değerlerin kente kazandıracığı etkiler zaman içerisinde iklimle olan tasarım ile dengeye ulaşacaktır.

Meteoroloji ölçümleri ile alansal ölçümler karşılaştırıldığında; rüzgâr yönünün, rüzgâr hızına göre daha az sapmaya uğradığı ortaya çıkmıştır. “Açık Alan-Koridor-Yapı” ölçümlerinin paralellikleri genel olarak rüzgâr yönünün alan özelliğinden çok etkilenmediği anlamına gelmektedir. Bu durum planlama kararları alınırken tasarım akslarını belirlemede kolaylık sağlamaktadır. Ancak meteoroloji ölçümleri ile alan ölçümleri arasında fark ortaya çıkmıştır. Rüzgâr frekans dağılımlarında alan ölçümlerinin yapıldığı 48 mahallede batı-kuzeybatı (BKB) yönünde daha fazla rüzgâr aldığı gözlemlenirken, meteorolojiden elde edilen verilerde özellikle kış ayının KKD yönünde ağırlıklı bir eğilimi olduğu gözlemlenmiştir. Bu bağlamda derece olarak incelendiğinde, 22,5° ile 292,5° açının ele alınması durumu, aralarındaki 90 ° lik açı ile tüm nitelikte olup, ızgara düzende bir kent planını olası kılmaktadır. Böylece, rüzgâr sirkülasyonunun devamlılığı artırılarak, türbülansları minimize eden bir sistem öngörülmüş olacaktır.

Aslında imar planlarını etkileyecek; hatta ona altlık oluşturacak bu planlama kararlarında mevsimselliğin önemi büyüktür. Örneğin Reed [78] çalışmasında kenti, yaz ve kış rüzgârları açısından ele almıştır. Ancak Düzce Kenti'nin her iki mevsimde de rüzgâr hızı açısından düşük oluşu, çalışmayı sadece rüzgâr hızını artırılmasına yönelik öneriler getirmeyi amaçlamıştır.

Koridorların ve yapı yönlenmelerinin rüzgâr hareketlerinde farklılıklara yol açtığı Alberts [9]'un çalışmasında da yer almaktadır. Ve bu çalışmada da rüzgâr haritalarının aynı mahalle içerisindeki farklı değerleri, bu durumu tekrar ortaya koymaktadır. Bu bağlamda Düzce Kenti'nin rüzgâr yönlerine göre mevsimsel uygunluklarını gösteren haritalarda en fazla uyumun gözlemlendiği mevsim, aynı zamanda en fazla rüzgâr hızına sahip olan ilkbahar mevsimi olarak görülmektedir. Bunun yanı sıra Kalıcı Konutlar bağlantı sirkülasyonu yön olarak uygunluk gösterse de genel anlamda Harita 3.27-30 incelendiğinde ağırlıklı olarak Düzce Kenti'nin bu yöndeki akslara sahip olmadığı söylenebilir. Nitekim Düzce Kenti genelinde metrekaresi bazında incelendiğinde, kentsel peyzaj planlama ve tasarımı açısından, dört mevsimde de %40'ın üzerinde rüzgâr hızı ve yönüne ilişkin uygun olmama durumu saptanmıştır. Özellikle sonbahar, yaz ve kış mevsimlerinin hız açısından uygun olmama durumu (~%0) tüm kenti olumsuz yönde etkilemektedir. Bu durumda rüzgâr yönlerinin

uygunluk durumu Düzce Kenti için çok fazla önem teşkil etmekte ve kentsel planlama ve tasarım çalışmalarında bu durum her zaman göz önüne alınmalıdır.

Yapılan kaynak incelemeleri sonucunda rüzgârın daha çok mimarlık, şehir ve bölge planlama, makine, inşaat ve çevre mühendisliği gibi meslek dallarının çalışma konularında yer aldığı görülmüştür. Oysa, kentsel planlama ve tasarımın sörvey aşamasından başlayarak, öncelikli olarak ele alınması gereken konu olan rüzgârın, peyzaj mimarlığı meslek disiplini açısından da oldukça önemli bir yere sahip olduğu göz ardı edilmemelidir.

Yerli [124]'nin de çalışmasında belirttiği üzere; “Peyzaj mimarlığı meslek disiplini, alan kullanım kararlarının verilmesi, çevrenin korunması, kentsel alanlarda kültürel peyzajın korunması ve geliştirilmesi; kentsel ekoloji, kentsel hava koridorları, konut ölçeğinden mahalle, semt, ilçe, kent ve hatta bölge ölçeğine kadar yer seçimi, sorunların saptanması, analizlerin yapılması, kırsal ve kentsel anlamda ekolojik, ekonomik, estetik ve işlevsel değeri yüksek peyzaj planlama kararlarına imza atılması ve tasarımlarının ortaya konması, uygulama, bakım ve onarım çalışmalarında bulunmaktadır”. Ortaya konan çalışmalarla yaşam kalitesinin artırılması, sağlıklı ve nitelikli yaşam alanlarının oluşturulması ve sürdürülebilir kentler yaratılması da peyzaj mimarlığı meslek disiplininin hedefleri arasında yer almaktadır.

Doğru planlama kararları ve doğru tasarım çalışmaları ancak iklimin iyi analizi ile olasıdır. Rüzgâr; her ne kadar bu çalışmanın odak noktası olsa da, iklim elemanlarından sadece bir tanesidir. Ortaya konacak her tasarımda bu elemanlardan her birinin detaylı analizi, mekânı daha yaşanabilir kılacaktır.

Planlamada amaç, planlamaya etki eden iklimsel verilerin saptanması ve canlıların konforu için iklimin olumlu yönde geliştirilmesi ve değiştirilmesi olmalıdır. İnsanın doğa üzerindeki etkinliklerinin çok büyük bir bölümü, iklimsel olaylara bağlıdır ve canlıların yaşamlarında belirleyici bir rol oynamaktadır. Yapılan planlama ve tasarımlar; insan yaşamına hizmet vermek amacıyla gerçekleştirildiği için öncelikle biyoiklimsel konforun sağlanması amaç edinilmelidir [71]. Bu çalışmada Olgyay [21]'in belirlemiş olduğu biyoiklimsel konfor düzeyi olan 3-5 m/s rüzgâr hızı aralığı alan ölçümleri genelinde sağlanamamaktadır. Ancak ekolojik tasarım ölçütlerine uygun yeni bir kent kurgusu ile rüzgâr hızının artırılabilmesi de ortaya çıkarılmıştır.

Sürdürülebilirlik, ekolojik tasarım denildiğinde akla, sözde kesintisiz yeşil alanlar üretmek, yeşil bir çeper kurmak, çevreyi kirletmemek gelmemeli, kente bakışı bu şekilde bir ekoloji üzerinden tanımlamamak gerekmektedir. Bunlar, çevreyi korumayı ve ekolojiiyi, kavram olarak ‘klişeleşmiş ve etiketlenmiş bir yeşil’ olarak ya da erişilmez lüks bir durum, gelip geçici bir moda veya bir pazarlama aracı olarak algılatmaktan öteye taşımaz. Oysa ki ‘sorun çözümünün tam da kendisi’ olarak kabul edildiğinde; kent, öznesi insanla, daha düzgün yapıları çevreler ve yaşam kalitesi oluşturmaya aday olabilir. Kentler için yaşanabilirlik, kentte yaşayanlar için sağlıklı çevresel koşulların ve yaşam kalitesinin karşılığıdır [127].

21. yüzyılda planlama ve tasarım kararlarının önemi, çok hızlı bir şekilde yapılaşan ve çoğu zaman çarpık yapılaşma sonucu oluşan çevre sorunları ile mücadele eden kent sistemleri içerisinde çok daha iyi anlaşılmaktadır. Ayrıca Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü’nce, 5627 sayılı “Enerji Verimliliği Kanunu” nun [22] yürürlüğe girmesi ile son zamanlarda yapılan bilimsel araştırmalar, doğal kaynakların etkin kullanılmasına yönelik olmaktadır. Bu çalışmada yer alan pasif rüzgâr (doğal havalandırma) sistemleri bu çalışmaları destekler niteliktedir.

Bu bağlamda peyzaj mimarlığı meslek disiplininin, çevreye ve insanlığa karşı sorumluluklarını bilmesi, bencil tasarım anlayışı yerine ekolojik yaklaşımları bir tasarım anlayışı haline getirmeyi hedeflemesi en önemli koşullar arasında yer almalıdır.

Düzce kentinde hava kalitesi, yaşam kalitesi, insan sağlığı vb. konular çalışılmış olsa da, rüzgâr konusunun daha önce çalışılmamış olması, bu araştırmanın özgünlüğünü daha da artırmaktadır. Elde edilen veri ve bulguların yazınsal kaynaklara ve yerel yönetimlere olan katkısı büyük önem taşımaktadır. Yapılan bu çalışma, yörede ilk olma özelliğinin yanında, gelecek yıllarda araştırılacak benzer konulara öncülük ederek, konu ve araştırma çeşitliliğine katkı sağlayacaktır.

Araştırmanın sonuçları, Düzce Valiliği, Düzce Belediyesi, Düzce Üniversitesi, Düzce İl Sağlık Müdürlüğü, Düzce İl Çevre ve Şehircilik Müdürlüğü gibi ilgili kurum ve kuruluşlar ile paylaşılacak olup, konunun önemi vurgulanacaktır. Teorik ve pratik anlamda gerekli tüm çalışmalar için kaynak niteliğinde olan bu çalışmanın ileride yapılması düşünülen bu ve benzer konudaki çalışmalara teşvik edici nitelikte olduğu düşünülmektedir.

5. KAYNAKLAR

- [1] Ü. Duman Yüksel, “Kentlerde yapısal ve yeşil alanlardaki hava ve yüzey sıcaklıklarının irdelenmesi,” *Ekoloji*, c. 18, s. 69, ss. 66–74, 2008.
- [2] U. Eminoğlu, “Matlab GUI kullanılarak rüzgâr türbini sistemleri için tasarım optimizasyonu paketinin geliştirilmesi,” *ELECO 2012 Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu*, Bursa, Türkiye, 2012.
- [3] C. Bernhofer, “Seasonal and daily variations of an urban heat island, caused by topography and wind,” *Arch Meteorol Geophys Bilim*, Ser. B, no. 34, pp. 121–139, 1984.
- [4] A. Dimoudi, A. Kantzioura, S. Zoras, C. Pallas and P. Kosmopoulos, “Investigation of urban microclimate parameters in an urban center,” *Energy and Buildings*, vol. 64, pp. 1–9, 2013.
- [5] M. Fahmy, H. Mokhtar and A. Gira, “Adaptive urban form design on a climate change basis, a case study in Nubia, Egypt,” *ICUC8 – 8th International Conference on Urban Climates*, Dublin, Ireland, 2012.
- [6] K. Son, E. Jung, D. Kim, J. Ryu and J. Cha, “A study on planning methods of apartment complex for a sustainable residential environment,” *World Academy of Science, Engineering and Technology*, vol. 46, pp. 700–703, 2008.
- [7] C. T. Akın, “Doğal çevre etmenlerine bağlı olarak yerleşme ve bina ölçeğinde iklimle dengeli konut tasarım denetleme modeli,” Doktora tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2011.
- [8] M. Yücel, “Yüksek binaların yakın çevre bina yüzeylerindeki hava akışına etkileri - four winds örneği,” Yüksek lisans tezi, Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2010.
- [9] W. Alberts, “Modeling the wind in the town planning process,” *Energy and Buildings*, vol. 4, no. 1, pp. 71–76, 1982.
- [10] A. Dimoudi and M. Nikolopoulou, “Vegetation in the urban environment: microclimatic analysis and benefits,” *Energy and Buildings*, vol. 35, pp. 69–76, 2003.
- [11] C. Yuan and E. Ng, “Building porosity for better urban ventilation in high-density cities – a computational parametric study,” *Building and Environment*, vol. 50, pp. 176–189, 2012.
- [12] M. S. Wong, J. Nichol, E. Ng, E. Guilbert, K. H. Kwok, P. H. To and J. Wang, “Gis techniques for mapping urban ventilation, using frontal area index and least cost path analysis,” *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, vol. 38, part II, 2011.

- [13] Z. Bu, S. Kato, Y. Ishida and H. Huang, "New criteria for assessing local wind environment at pedestrian level based on exceedance probability analysis," *Building and Environment* vol. 44, pp. 1501–1508, 2009.
- [14] R. Çaçan ve G. Zorer Gedik, "Farklı iklim bölgelerinde açık alan rüzgâr konforu değerlerinin belirlenmesi," *11. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi Isıl Konfor Sempozyumu*, İzmir, Türkiye, ss. 1987–1994, 2013.
- [15] Ş. Sipahioğlu, "Ankara hava kirliliği sorununa meteorolojik yaklaşım," T.C. Başbakanlık Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Uzmanlık Tezi, Ankara, Türkiye, 1991.
- [16] M. E. Barış, "Ankara kentinde hava kirliliği sorunun çözümünde peyzaj mimarlığı açısından alınması gerekli önlemler," Doktora tezi, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 1995.
- [17] N. Garipağaoğlu, "Türkiye’de hava kirliliği sorununun coğrafi bölgelere göre dağılımı," *Doğu Coğrafya Dergisi* 9, c. 8, s. 9, ss. 57–77, 2003.
- [18] E. Güleç Balbay, P. Arbak, Ö. Balbay and A. N. Annakkaya, "The relation between air pollution and respiratory tract diseases in Duzce city by months," *HealthMED*, vol. 6, no. 8, pp. 113–117, 2012.
- [19] Düzce İl Çevre Durum Raporu. (17 Eylül 2011). [Online]. Erişim: http://www.csb.gov.tr/db/ced/editedorsya/duzce_icdr2011.pdf
- [20] Düzce Belediyesi Stratejik Planı. (2 Aralık 2014). [Online]. Erişim: <http://www.duzce.bel.tr/resim/upload/238a.pdf>
- [21] V. Olgyay, "*Design with Climate, Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism*," Princeton University Pres. Princeton, 190pp, 1963.
- [22] Enerji Verimliliği Kanunu. (20 Mayıs 2011). [Online]. Erişim: http://www.eie.gov.tr/verimlilik/document/EnVerKanunu_Mayis2011.pdf
- [23] Marka-Doğu Marmara Kalkınma Ajansı. (16 Nisan 2011). [Online]. Erişim: http://www.marka.org.tr/Uploads/Files/Duzce_kentselstratejicalistayi.pdf
- [24] J. Friedman, "*Planning In The Public Domain:From Knowledge to Action*," Princeton University, New Jersey, 1987.
- [25] M. Ersoy, "*Kentsel Planlama Kuramları*," ISBN9755335216, 2012.
- [26] J. Yin, "*Urban Planning For Dummies*," ISBN: 978-1-118-10023-3, 2012.
- [27] A. E. Gümüş, "Ankara ili biyoiklimsel konfor analizi," *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, c. 13, ss. 48–56, 2012.
- [28] A. Karaman, "Bir disiplin ve meslek olarak kentsel tasarımın yeni konumu," *10. Kentsel Tasarım ve Uygulamalar Sempozyumu Kentsel Tasarım Bir Tasarım Bütünü*, MSÜ, İstanbul, Türkiye, 1999.
- [29] B. Ergen, "Kentsel koruma ve kentsel tasarım ilişkisi üzerine bir araştırma, Tokat örneği," Yüksek lisans tezi, Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2006.
- [30] S. Eryıldız, "*Ekokent- Çevreyi Geliştirici Kentleşme*," Gece Yayınları, 1995.
- [31] T.R. Badr, "Toplu konut yerleşimlerinin ekolojik kentsel tasarım ilke ve ölçütlerine uygunluk yönü ile sınanması için bir çerçeve oluşturulması:

- Ankara'da saha çalışması,” Yüksek lisans tezi, Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 2012.
- [32] T. Yılmaz, “Büyükesat Vadisi'nin kent peyzajı ve tasarımı kapsamında incelenmesi,” Doktora tezi, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 2008.
- [33] A. Kaplan ve E. Küçükbaş, “Kentsel tasarımda peyzaj mimarlığının yeri ve kentsel peyzaj tasarımı,” *Peyzaj Mimarlığı Kongresi*, Ankara, Türkiye, ss. 50–55, 2000.
- [34] D. Çelik ve M. E. Yazgan, “Kentsel peyzaj tasarımı kapsamında tarihi çevre korumaya yönelik yasa ve yönetmeliklerin irdelenmesi,” *ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, c. 9, s. 11, ss. 1-10, 2007.
- [35] P. Nicolini, A. Branzi and C. Zucchi, “Urban housing,” *Lotus*, vol:120, 5–7, Milano, İtalya, 2004.
- [37] S. Demiralp, “Kentsel miras, mekân kalitesi ve kentsel tasarım komisyonu raporu,” Bayındırlık ve İskan Bakanlığı / Kentleşme Şurası, Ankara, Türkiye, 2009.
- [36] S. Coşgun, “Kentsel tasarım kapsamında kentsel peyzaj tasarımı ve Diyarbakır Kayapınar örneğinde irdelenmesi,” Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 2013.
- [38] C. Ayık, “Sürdürülebilir kentsel tasarım kriterleri çerçevesinde geleneksel ve çağdaş şehirlerde (eko-şehirler) kamusal mekânların karşılaştırılması,” Yüksek lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2011.
- [39] A. Sev, “*Sürdürülebilir Mimarlık*,” Yapı Endüstri (YEM) Yayınları, ISBN.9789944757225, 2009.
- [40] P. Kısa Ovalı, “Türkiye iklim bölgeleri bağlamında ekolojik tasarım ölçütleri sistematığının oluşturulması- Kayaköy yerleşmesinde örneklenmesi,” Doktora tezi, Mimarlık Anabilim Dalı, Trakya Üniversitesi, Edirne, Türkiye, 2009.
- [41] M. A. Lima, “The establishment of bioclimatic design as a discipline,” *Environmentally Friendly Cities, Proceedings of PLEA*, Lisbon, Portugal, 629–632, 1998.
- [42] F. A. Stitt, “*Ecological Design Handbook*,” McGraw Hill, NY, 5–9, 19, 1999.
- [43] M. Vitruvius, “*Mimarlık Üzerine 10 Kitap*,” Şevki Vanlı Mimarlık Vakfı, 1999.
- [44] P. L. Olson, “Ecological design education, survey, typology and program recommendations,” Ph.D. dissertation, Arizona State University, Arizona, AZ, 2002.
- [45] K. Yeang, “*Designing with Nature*,” The Ecological Basis for Architectural Design, McGraw Hill, USA 1–16, 187–211, 1995.
- [46] D. Güleç, “Bina enerji performans simülasyonunun mimari tasarım stüdyosuna entegrasyonu,” Yüksek lisans tezi, Mimarlık Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 2007.

- [47] A. Hacaloğlu, "Türkiye'nin enerji konutu haritası: sürdürülebilir apartman tasarımı," *Dosya 05, TMMOB Mimarlar Odası Ankara Şubesi*, Bülten 51:51, 2007.
- [48] S. Soysal, "Konut binalarında tasarım parametreleri ile enerji tüketimi ilişkisi," Yüksek lisans tezi, Mimarlık Bölümü, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 2008.
- [49] B. Vale and R. Vale, "*Green Architecture: Design for a Sustainable Future*," Thames & Hudson, Singapore, 100p, 1996.
- [50] G. Cranz, "*Changing Roles of Urban Park: From Pleasure Garden to Open Space*," San Francisco Planning and Urban Research Association, SPUR, USA, 2000.
- [51] B. Erdoğan Onur, "Peyzaj tasarım ve yönetiminde ekolojik yaklaşım ve sürdürülebilir kent hedefine katkıları," *İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi*, c. 2, s. 5, ss. 245–252, 2012.
- [52] M. Emery, "*Promoting Nature in Cities and Towns :A Practical Guide*," Croom Helm, London, 1986.
- [53] A. Eugenio and L. Ortiz, "Questioning ecological design: a deep ecology perspective," (2003, April 29). [Online]. Available:
http://www.ecotecture.com/library_eco/appropriate_tech/Lomba-Ortiz_questioningEco.html
- [54] M. Başal, "Sürdürülebilir peyzaj tasarım yaklaşımları," *Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları*, no:1563, Ankara, Türkiye, 2008.
- [55] A. Zahoor, "Effect of trees in ameliorating air temperature in urban settings of Pakistan," Ph.D. dissertation, College of Graduate Studies, University of Idaho, Moscow, ID, 1997.
- [56] F. Canan, "Enerji etkin tasarımda parametrelerin denetlenmesi için bir model denemesi," Doktora tezi, Mimarlık Anabilim Dalı, Selçuk Üniversitesi, Konya, Türkiye, 2008.
- [57] F. Gomez, L. Gil and J. Jabaloyes, "Experimental investigation on the thermal comfort in the city: relationship with the green areas, interaction with the urban microclimate," *Building and Environment*, vol. 39, no. 9, pp.1077–1086, 2004.
- [58] E. Berköz, "Güneş radyasyonu etkisinin optimizasyonu açısından binaların yönlendiriliş durumlarının belirlenmesi," *İTÜ Mimarlık Fakültesi Baskı Atölyesi*, İstanbul, s. 2–5, 1973.
- [59] Ö. Koca, "Sıcak kuru ve sıcak nemli iklim bölgelerinde enerji etkin yerleşme ve bina tasarım ilkelerinin belirlenmesine yönelik yaklaşım," Yüksek lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2006.
- [60] V. Ok, "Sağlıklı kentler için pasif iklimlendirme ve bina aerodinamiği," *8.Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, İzmir, Türkiye, ss. 213–226, 2007.
- [61] N. Engin, "Enerji etkin tasarımda pasif iklimlendirme: doğal havalandırma," *Tesisat Mühendisliği*, s. 129, 2012.

- [62] S. Çakır, “Binalarda doğal ventilasyon sisteminin değerlendirmesine yönelik bir çalışma,” Yüksek lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2003.
- [63] C. Şahin ve H. Doğanay, “*Türkiye Coğrafyası (Fiziki, Beşeri, Ekonomik, Jeopolitik)*,” Gündüz Eğitim ve Yayınları, Ankara, Türkiye, 2000.
- [64] D. Akyel, “Mikroklimanın yapı ve çevresinin tasarımına etkileri,” Yüksek lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2007.
- [65] L. Zeren, “Mimarlıkta yapma çevre tasarımı ve güneş enerjisi,” *Güneş Enerjisi ve Çevre Dizaynı Ulusal Sempozyumu*, İstanbul, Türkiye, 1978.
- [66] L. Zeren, E. Berköz, M. Ş. Küçükdoğu ve Z. Yılmaz, “*Türkiye’de yeni yerleşmeler ve binalarda enerji tasarrufu amacıyla bir mevzuat modeline ilişkin çalışma*,” Araştırma Projesi, İTÜ, Uyg-Ar Merkezi, İstanbul, 1987.
- [67] L. Zeren, “Mimaride güneş kontrolü,” Doçentlik tezi, Mimarlık Fakültesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 1959.
- [68] İ. Orhon, M. Ş. Küçükdoğu ve V. Ok, “*Doğal İklimlendirme*,” Toplu Konut İşletmesi Proje Planlama Tasarım El Kitabı, Tubitak Yae, Yayın No: U.9, Ankara, ss.1–22, 1988.
- [69] M.A. Buldurur, “Kentsel tasarımda güneş enerjisinden optimum yararlanma konusunda bir araştırma ve İstanbul’da çeşitli uygulama örnekleri,” Doktora tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 1983.
- [70] İ. Çınar, “Biyoklimatik konfor ölçütlerinin peyzaj planlama sürecinde etkinliği üzerinde Muğla-Karabağlar Yaylası örneğinde araştırmalar,” Doktora tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye, 2004.
- [71] M. Çetin, M. Topay, L. G. Kaya ve B. Yılmaz, “Biyoklimatik Konforun Peyzaj Planlama Sürecindeki Etkinliği: Kütahya Örneği,” *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*. seri: A, s. 1, ss. 83–95, 2010.
- [72] J.M. Evans, “Evaluating comfort with varying temperature: a graphic design tool,” *Energy and Building*, vol. 35, no. 1, pp. 87–93, 2003.
- [73] S. Toy, S. Yılmaz and H. Yılmaz, “Determination of bioclimatic comfort in three different land uses in the city of Erzurum, Turkey,” *Building and Environment*, vol. 42, no. 3, pp. 1315–1318, 2005.
- [74] F. Altunkasa, “Adana’da iklimle dengeli kentsel yeşil alan planlama ilkelerinin belirlenmesi ve çok amaçlı bir yeşil alan örneğinde geliştirilmesi,” *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, c. 5, s. 1, ss. 39–54, 1990.
- [75] İ. Çınar, “Fiziksel planlamada biyoklimatik veriler kullanarak biyokonforun oluşturulması üzerine Fethiye Merkezi yerleşimi üzerinde araştırmalar,” Yüksek lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye, 1999.
- [76] Anonim, (30 Mart 2015). [Online]. Erişim: <http://tr.wikipedia.org/wiki/R%C3%BCzg%C3%A2r>
- [77] Ş. Boduroğlu ve F. Kariptaş, “Yenilenebilir enerji kaynaklarından rüzgâr enerjisinin konutlarda kullanımı,” *Yeşil Bina Dergisi*, 2011.

- [78] S. Reed, “*Energy-Wise Landscape Design-A New Approach for Your Home and Garden*,” ISBN 978-0-86571-653-7, 2010.
- [79] G. Z. Brown and M. Decay, “*Sun, Wind & Light*,” ISBN: 0-471-34877-5, 2001.
- [80] R. Semizoğlu, “Rüzgar türbinlerinin gökdelen mimarisine etkisinin tipolojik incelenmesi,” Yüksek lisans tezi, Mimarlık Anabilim Dalı, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2009.
- [81] Anonim, (18 Ekim 2015). [Online]. Erişim: <http://www.cografya.gen.tr/sozluk/yerel-ruzgarlar.htm>
- [82] Anonim, (19 Şubat 2015). [Online]. Erişim: <http://salibahtiyar.tr.gg/R-Ue-ZGARLAR.htm>
- [83] Anonim, (22 Aralık 2013). (MGM) [Online]. Erişim: <https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/2013-yili-iklim-degerlendirmesi.pdf>
- [84] Anonim, (18 Mart 2013). [Online]. Erişim: <https://uzbilgi.blogspot.com.tr/2013/03/ruzgar-tulumu-nedir.html>
- [85] Anonim, (3 Mart 2010). [Online]. Erişim: <http://muhendisturkiye.wordpress.com/2010/03/03/>
- [86] R. Thomas and T. Garnham, “*The Environments of Architecture: Environmental Design in Context*,” ISBN: 0-203-79940-2, 2007.
- [87] Anonim, (5 Haziran 2015). [Online]. Erişim: <http://cografya.sitesi.web.tr/kategori/basinc-ve-ruzgarlar/sayfa/2/>
- [88] ASCE, “Outdoor human comfort and its assessment: state of the art, task committee on outdoor human comfort,” American Society of Civil Engineers, Rep. 2003.
- [89] T. Stathopoulos, “*Wind and Comfort*,” EACWE 5, Florence, Italy, 2009.
- [90] K. Sönmez, Meteoroloji, *Ders Notları*, 2016. [Online]. Erişim: <http://slideplayer.biz.tr/slide/3695729/>
- [91] Anonim, (3 Kasım 2014). [Online]. Erişim: <http://cografyaderskonulari.blogcu.com/ruzgarin-hizini-etkileyen-faktorler-nelerdir-basinc-farki-basinc/4179914>
- [92] D. Page and A. Carter, “*Energy For Keeps: Electricity From Renewable Sources*,” Energy Education Group, Kaliforniya, 57, 2005.
- [93] G. Ü. Çelebi ve S. Tosun, “Bütünleşik mimarlık sistemleri: rüzgâr türbinlerinin yüksek binalar ile bütünleşik tasarımı,” *Politeknik Dergisi*, c. 14, s. 3, ss. 179–186, 2011.
- [94] D. Halacy, “*Understanding Passive Cooling Systems*,” Technical Paper 48, VITA 1600 Wilson Boulevard, Suite 500, Arlington, Virginia, USA, 1986.
- [95] İ. Yüksek ve T. Esin, “Yapılarda enerji etkinliği bağlamında doğal havalandırma yöntemlerinin önemi,” *Tesisat Mühendisliği*, s. 125, ss. 63–77, 2011.

- [96] Makine Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi, *Sağlıklı kentler için pasif iklimlendirme ve bina aerodinamiği*, (2010). [Online]. Erişim: <http://www.mmoistanbul.org/yayin/tesisat>
- [97] S. Tosun, “Bütünleşik mimarlık sistemleri rüzgâr türbinlerinin yüksek binalar ile bütünleşik tasarımı,” Yüksek lisans tezi, Mimarlık Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 2010.
- [98] Y. Öztan, “İmrahor Vadisi Etkinlikleri,” Peyzaj Günları Toplantı Notları, 2002. <http://www.mimarlarodasiankara.org/?id=914>
- [99] T. Yılmaz ve Y. Memlük, “Vadilerde rüzgâr ve güneş hareketlerine bağlı planlama ve tasarım olanakları, Ankara Büyükesat vadisi örneği,” *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, c. 21, s. 2, ss. 193–204, 2008.
- [100] R.M. Aynsley, W. Melbourne and B.J. Vickery, “*Architectural Aerodynamics*,” Applied Science Publishers, LTD, 3 (1): 32, London, pp-254, 1977.
- [101] G. O. Robinette and C. Mcclenon, “*Landscape Planning for Energy Conservation*,” Van Nostrand Reinhold Company, London, ISBN: 0-442-22339-0, 1983.
- [102] V. Olgyay, “*Design With Climate, Bioclimatic Approach To Architectural Regionalism*,” Van Nostrand Reinhold, New York, 1992.
- [103] V. Ok, “Yapma çevre tasarımında rüzgâr etkileri,” *Tasarım*, 157, ss.70–74, 2005.
- [104] F.D.K. Ching ve C. Adams, “*Çizimlerle Bina Yapım Rehberi*,” Yapi Endüstri Merkezi A.Ş., ISBN.9789758599721, İstanbul, Türkiye, 2006.
- [105] R. Colombo, A. Landabaso and A. Sevilla, “*Passive Solar Architecture For Mediterranean Area Design Handbook*,” Joint Research Centre, Commission of the European Communities, ss.8–127, 1994.
- [106] R.R. Rothenberger, “Landscape plantings for energy savings,” *University of Missouri Extension Publications*, Lawn and Garden, 2007.
- [107] Anonymous, (2016, January 16). [Online]. Available: <https://sustainabilityworkshop.autodesk.com/buildings/wind>
- [108] E. Ng, “Policies and technical guidelines for urban planning of high-density cities – air ventilation assessment (AVA) of Hong Kong,” *Building and Environment*, vol. 44, pp. 1478–1488, 2009.
- [109] A. Bowen, C. Eugene and L. Kenneth, “Cooling as the absence of heat: strategies for the prevention of thermal gain,” *Proceedings of the International Passive and Hybrid Cooling Conference*, Miami Beach, FL, USA, 1981.
- [110] N. Lechner, “*Heating, Cooling, Lighting Design Methods for Architects*,” Canada, chapter 10, ISBN 978-1-118-58242-8, 2015.
- [111] E. Arens, “*Natural Ventilative Cooling of Buildings*,” Design Manual 11.02, NAVFAC, Alexandria, VA. 1984.
- [112] M. Santamouris, “*Natural Ventilation in Buildings*,” Bölüm 6., James & James Science Publishers, London, 1998.
- [113] Anonim, (5 Nisan 2014). [Online]. (Google Earth) Erişim: <https://www.google.com.tr/intl/tr/earth/>

- [114] TUİK. (23 Ekim 2015). [Online]. Erişim:
<http://www.tuik.gov.tr/ilGostergeleri/iller/DUZCE.pdf>
- [115] Düzce İl Çevre Durum Raporu. (14 Mayıs 2013).
http://www.csb.gov.tr/db/ced/eduardosya/Duzce_icdr2013.pdf
- [116] Düzce Meteoroloji İl Müdürlüğü, Kurumsal görüşme, Mart, 2013.
- [117] H. Kaya, H. Tatlı, Y. Açık ve S. E. Deveci. “Bingöl İli uydukent sağlık ocağı bölgesindeki 15–49 yaş kadınların aile planlaması yöntemi kullanım düzeyinin belirlenmesi,” *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 22(4), ss. 185-191, 2008.
- [118] C. İnal, B. Turgut ve C. Ö. Yiğit. “Lokal alanlarda jeoit ondülasyonlarının belirlenmesinde kullanılan enterpolasyon yöntemlerinin karşılaştırılması,” *Selçuk Üniversitesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Öğretiminde 30.Yıl Sempozyumu*, Konya, Türkiye, 2002.
- [119] Anonim, (16 Ağustos 2015). [Online]. Erişim:
http://auworkshop.autodesk.com/library/vasari-ecotect_workflows/vasari-wind-tunnel-exterior-flows?language=en
- [120] TUİK. (9 Temmuz 2013). [Online]. Erişim:
<http://www.tuik.gov.tr/ilGostergeleri/iller/DUZCE.pdf>
- [121] MGM. (27 Haziran 2015). [Online]. Erişim:
https://www.mgm.gov.tr/FILES/kurumsal/yatirimfaaliyet/performans_program_2015.pdf
- [122] MTA, *Deprem Bölgeleri Haritası*. (3 Mart 2015). [Online]. Erişim:
<http://www.mta.gov.tr/v2.0/bolgeler/balikesir/images/depreambolge.jpg>
- [123] Anonim, (20 Mart 2017). [Online]. Erişim:
<http://www.duzce.bel.tr/detay.asp?id=2152>
- [124] Ö. Yerli, “Kentsel alan kullanım kaynaklı gürültünün Düzce kenti örneğinde irdelenmesi,” Doktora tezi, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Düzce Üniversitesi, Düzce, Türkiye, 2012.
- [125] TMMOB Çevre Mühendisleri Odası Hava Kirliliği Raporu. (23 Kasım 2015). [Online]. Erişim:
http://www.cmo.org.tr/resimler/ekler/a941df595b4c831_ek.pdf?tipi=67&turu=H&sube=0
- [126] E. Ng, C. Yuana, L. Chena, C. Rena and J.C.H. Fung, “Improving the wind environment in high-density cities by understanding urban morphology and surface roughness: A study in Hong Kong,” *Landscape and Urban Planning*, 101, pp.59–74, 2011.
- [127] N. Paker Kahvecioğlu, “Kentsel ekoloji: her kent kendi senaryosunu hazırlar,” *İstanbul İçin Öngörüler Tasarla-İTÜ Vakfı Yayınları*, ISBN 978-605-4778-85-0, 2014.
- [128] Anonim, (15 Ocak 2017). [Online]. Erişim:
<http://bahcesel.net/kutuphane/bitki-bilgisi/3077-ruzgara-dayanikli-agac-agaccik-ve-cali-turleri-nelerdir%3F.html>

- [129] S. Öztürk, N. Demircioğlu, S. Ayan, “Kastamonu Kenti açık ve yeşil alanları için ekolojik bir yaklaşım,” *V. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi*, Bolu, Türkiye, 2004, ss. 577-584.



6. EKLER

6.1. EK 1: (DİJİTAL VERİ) 300 ADET ÖLÇÜM NOKTALARININ TAM KOORDİNATLARI, YÜKSELTİLERİ VE FOTOĞRAFLARI

GÜZELBAHÇE MAHALLESİ

No	Ölçüm Özellği	Rakım	Utm Koordinat	Google Koordinat
1	Yapı	189m	36T 0350763 4523775	40,850669 31,227775
2	Yapı	195m	36T 0350737 4523808	40,856 31,230



GÜZELBAHÇE MAHALLESİ

No	Ölçüm Özellği	Rakım	Utm Koordinat	Google Koordinat
3	Açık Alan	204m	36T 0351013 4523775	40,854145 31,231130
4	Açık Alan	209m	36T 0350945 4524361	40,856600 31,231

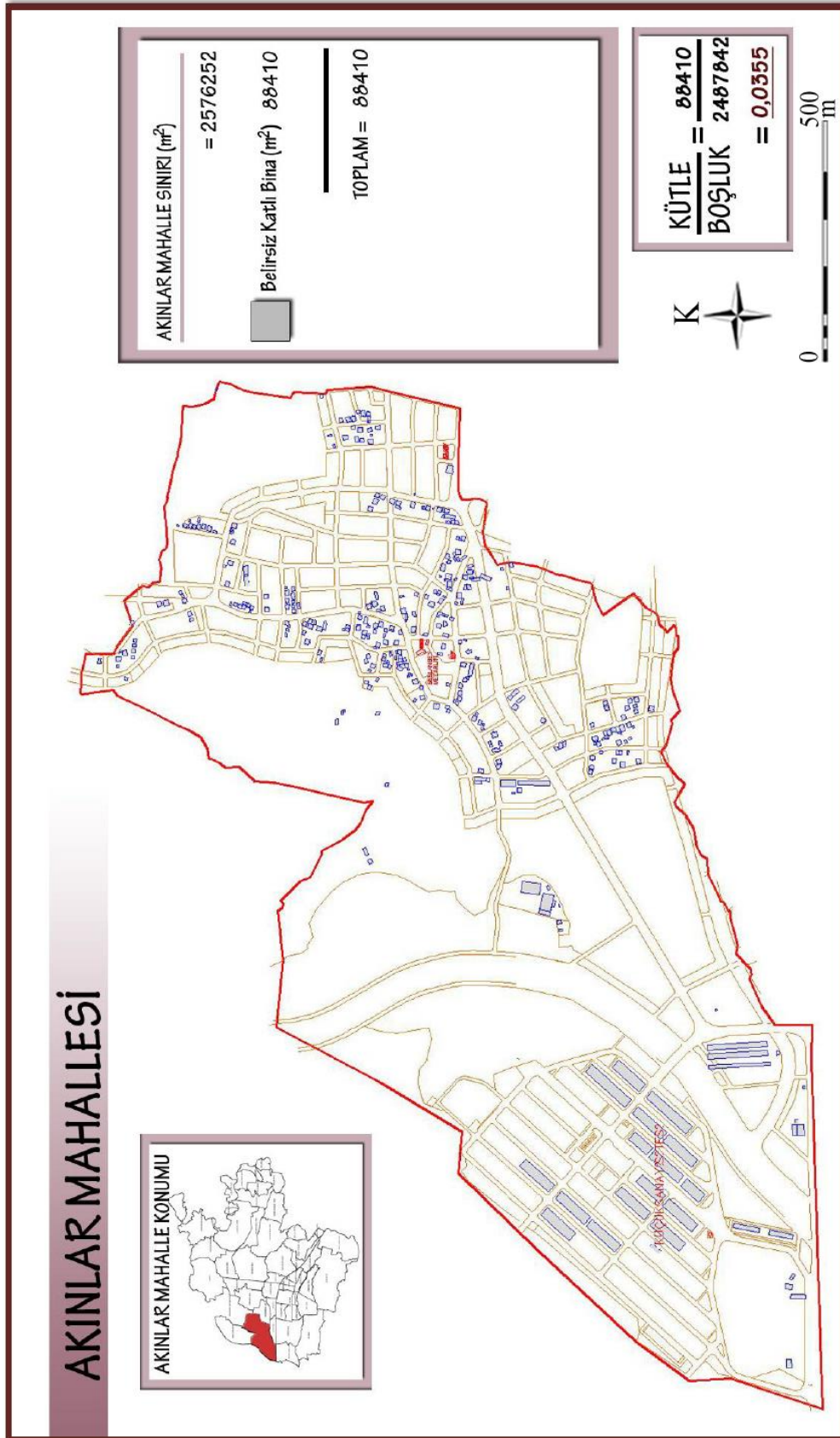


Şekil 6.1. Alan çalışmaları sırasında elde edilen 300 adet veri (Devamı Dijital Ek'tedir).

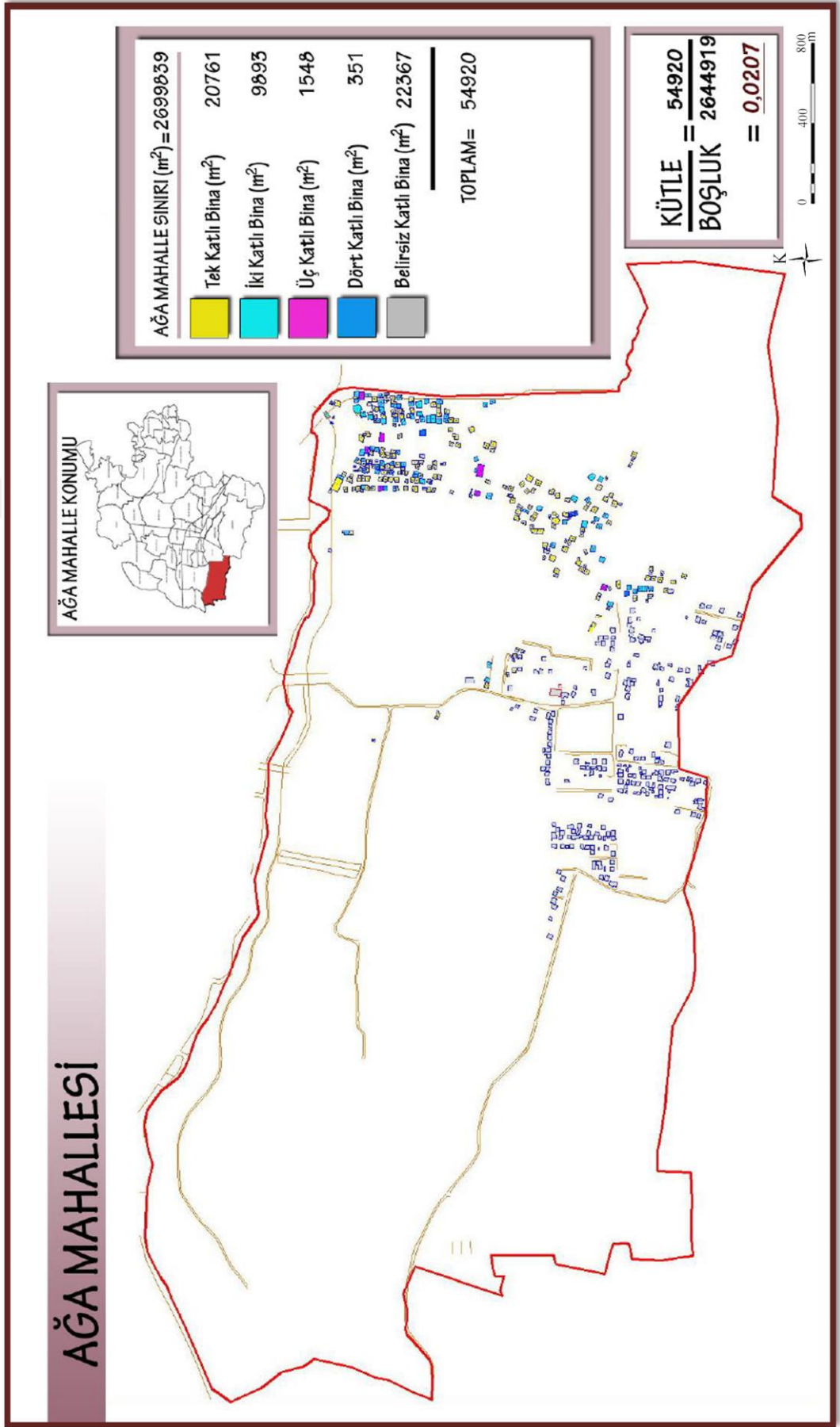
6.2. EK 2: RÜZGÂRA DAYANIKLI BİTKİLERİN LİSTESİ

- *Araucaria araucana*
- *Cupressus macrocarpa*
- *Picea abies*
- *Pinus sitchensis*, *Pinus nigra*
- *Acer* spp.(*Acer pseudoplatanus*)
- *Alnus glutinosa*
- *Crateagus oxycantha*
- *Catalpa bignonioides*
- *Eleagnus angustifolia*
- *Eucalyptus* spp.
- *Gleditshia triacanthos*
- *Populus* spp.
- *Prunus*spp.
- *Quercus ilex*, *Quercus robur*
- *Robinia pseudoacacia*
- *Salix* spp.
- *Ceratonia siliqua*
- *Sophora japonica*
- *Sorbus tenninalis*
- *Tamarix* spp.
- *Ulmus carpinifolia*, *Ulmus glabra* [128].
- *Abies bornmülleriana*
- *Betula pendula*
- *Biota orientalis* (*Thuja orientalis*)
- *Cedrus atlantica* “*glauca*”
- *Cedrus libani*
- *Celtis australis*
- *Cryptomeria japonica*
- *Cupressus sempervirens*, *Cupressus arizonica*
- *Picea orientalis*
- *Pinus sylvestris* [129].

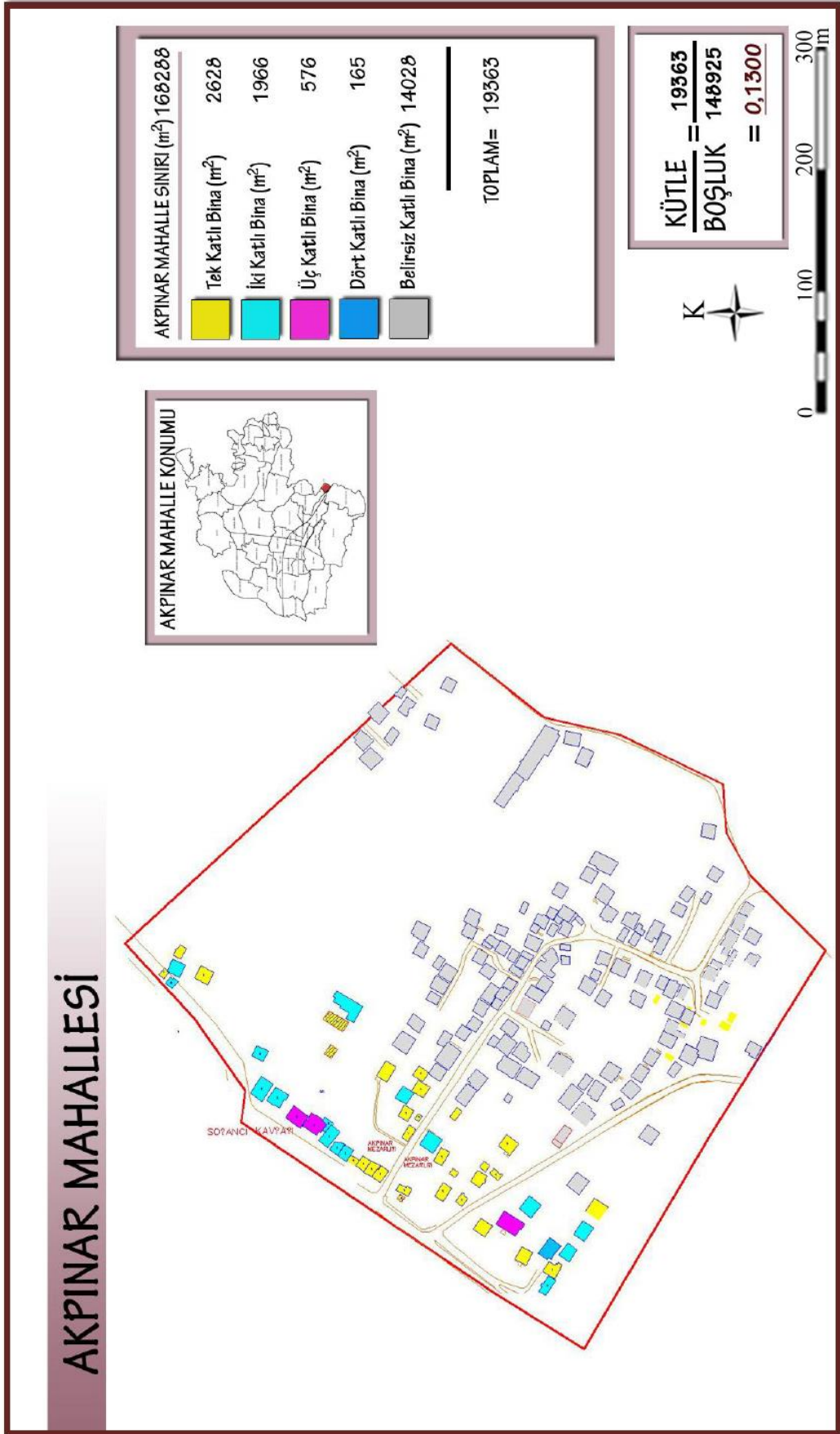
6.3. EK 3: MERKEZ MAHALLE KÜTLE-BOŞLUK DEĞERLERİ



Harita 6.1. Akınlar Mahallesi kütle-boşluk değeri.

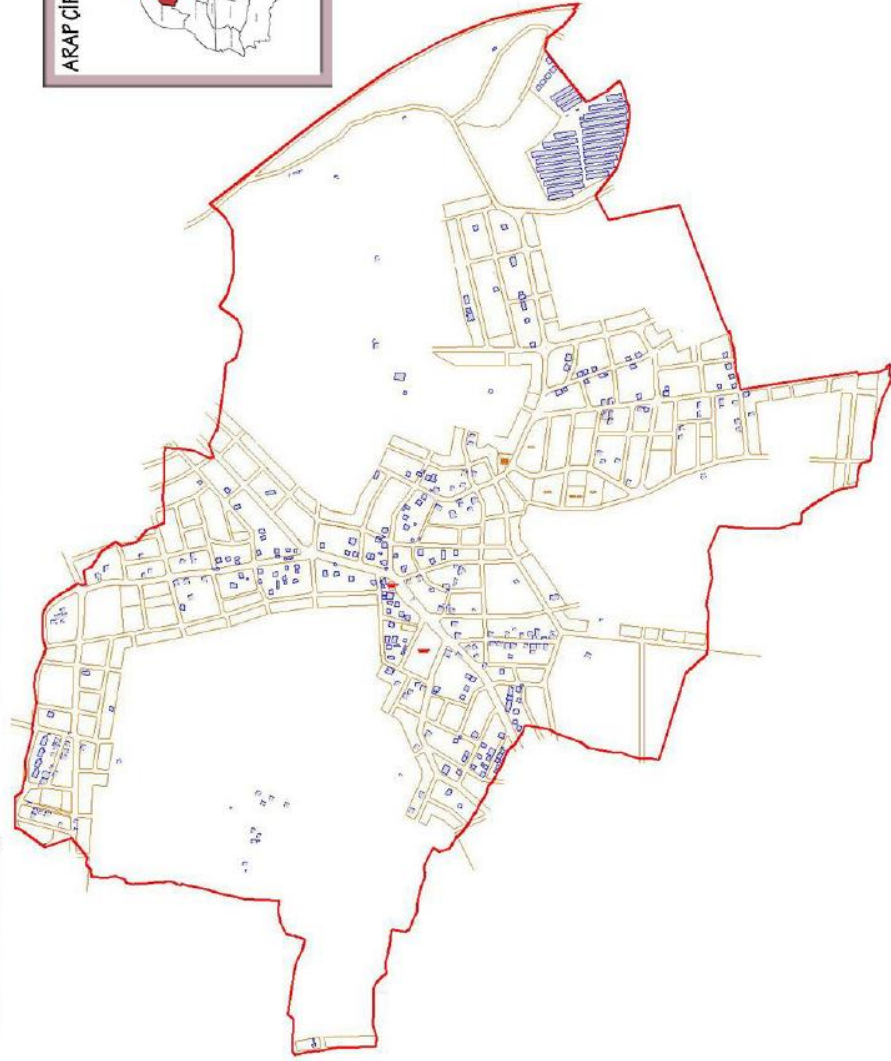


Harita 6.2. Ağa Mahallesi kütle-boşluk değeri.



Harita 6.3. Akpınar Mahallesi kütle-boşluk değeri.

ARAP ÇİFTLİĞİ-BOSTANYERİ MAHALLESİ



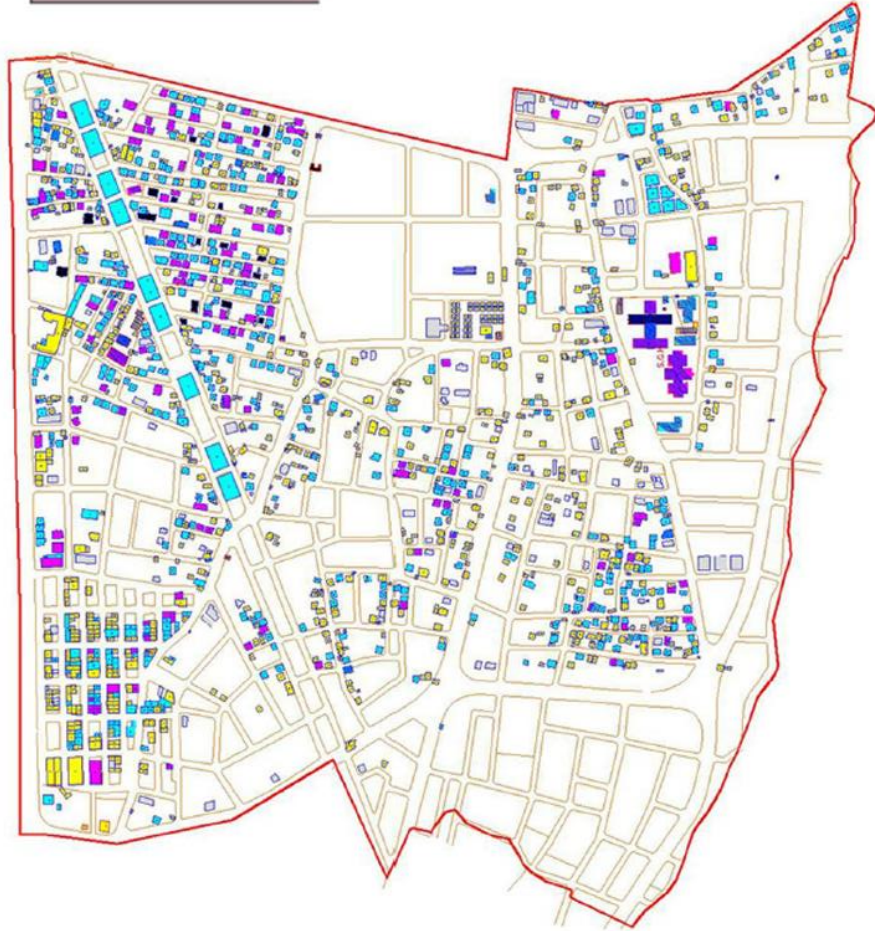
ARAP ÇİFTLİĞİ MAHALLE SINIRI (m ²)	= 2700505
Belirsiz Katlı Bina (m ²)	59001
TOPLAM= 59001	

KÜTLE	= 59001
BOŞLUK	= 2641504
= 0,0223	



Harita 6.4. Arap Çiftliği-Bostanyeri Mahallesi kütle-boşluk değeri.

AZIZIYE MAHALLESİ



AZIZIYE MAHALLE KONUMU



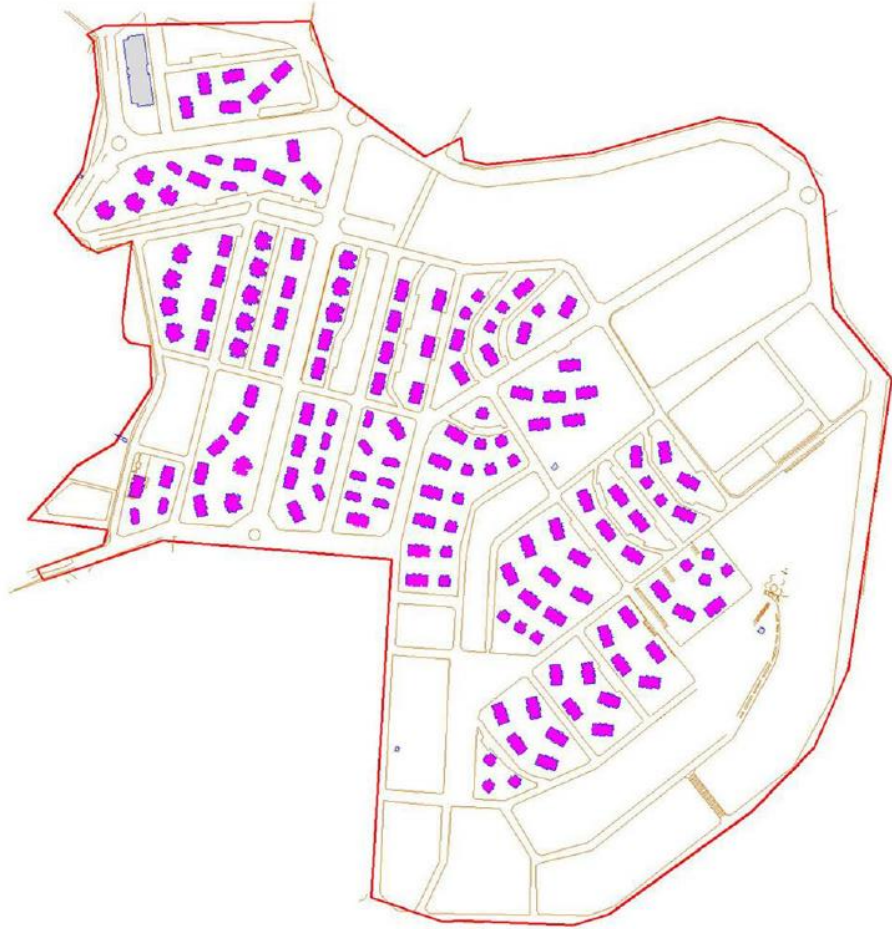
AZIZIYE MAHALLE SINIRI (m ²) 1852916	
Tek Katlı Bina (m ²)	7197
İki Katlı Bina (m ²)	74819
Üç Katlı Bina (m ²)	27385
Dört Katlı Bina (m ²)	2641
Beş Katlı Bina (m ²)	3989
Belirsiz Katlı Bina (m ²)	19359
TOPLAM= 135390	

$$\frac{\text{KÜTLE}}{\text{BOŞLUK}} = \frac{135390}{1717526} = 0,0788$$



Harita 6.5. Aziziye Mahallesi kütle-boşluk değeri.

BAHÇELİEVLER MAHALLESİ



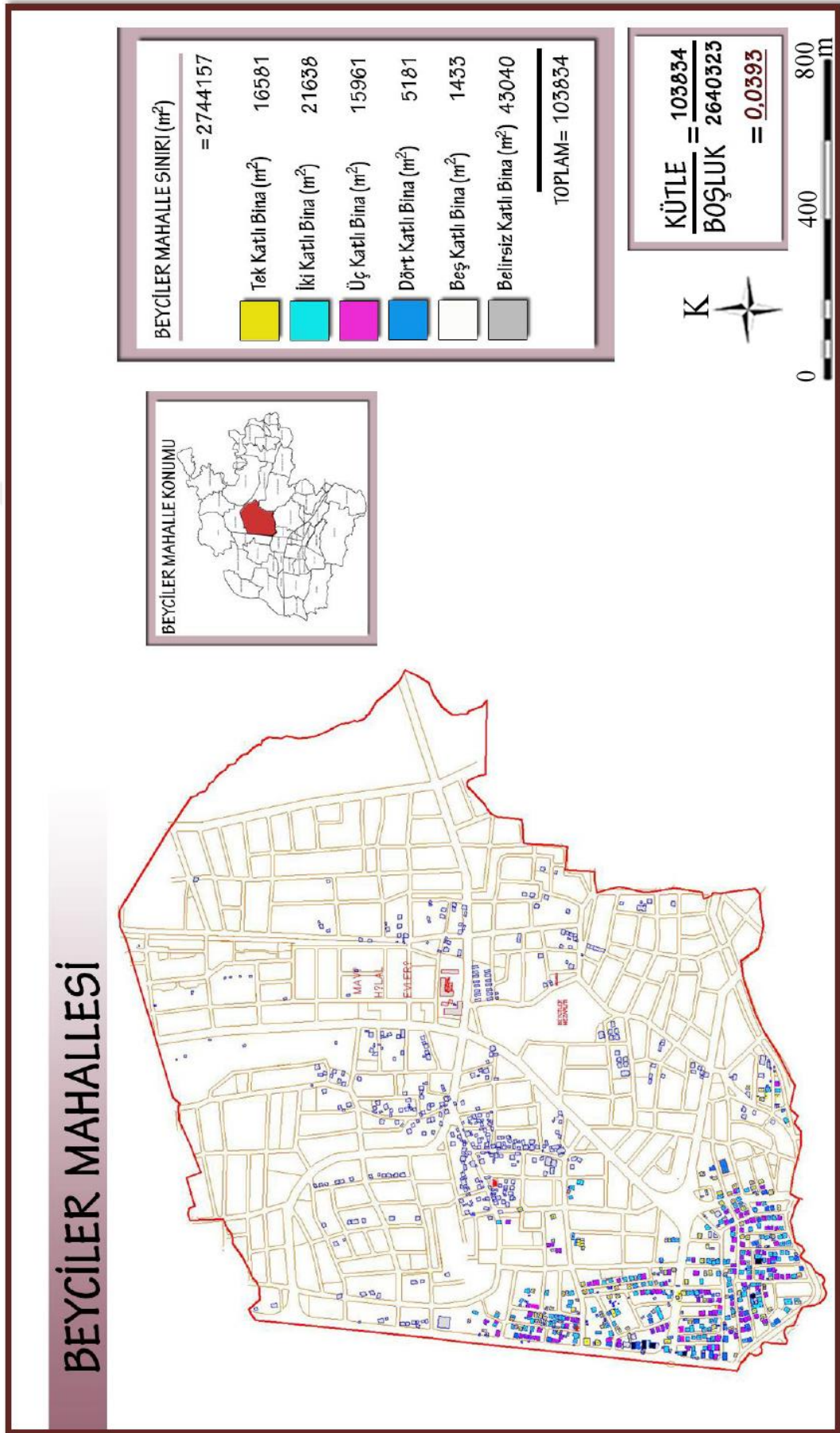
BAHÇELİEVLER MAHALLE SINIRI (m ²)	=	903665
Üç Katlı Bina (m ²)	58050	
Belirsiz Katlı Bina (m ²)	2877	
TOPLAM=		60927



$$\frac{\text{KÜTLE}}{\text{BOŞLUK}} = \frac{60927}{842758} = 0,0722$$

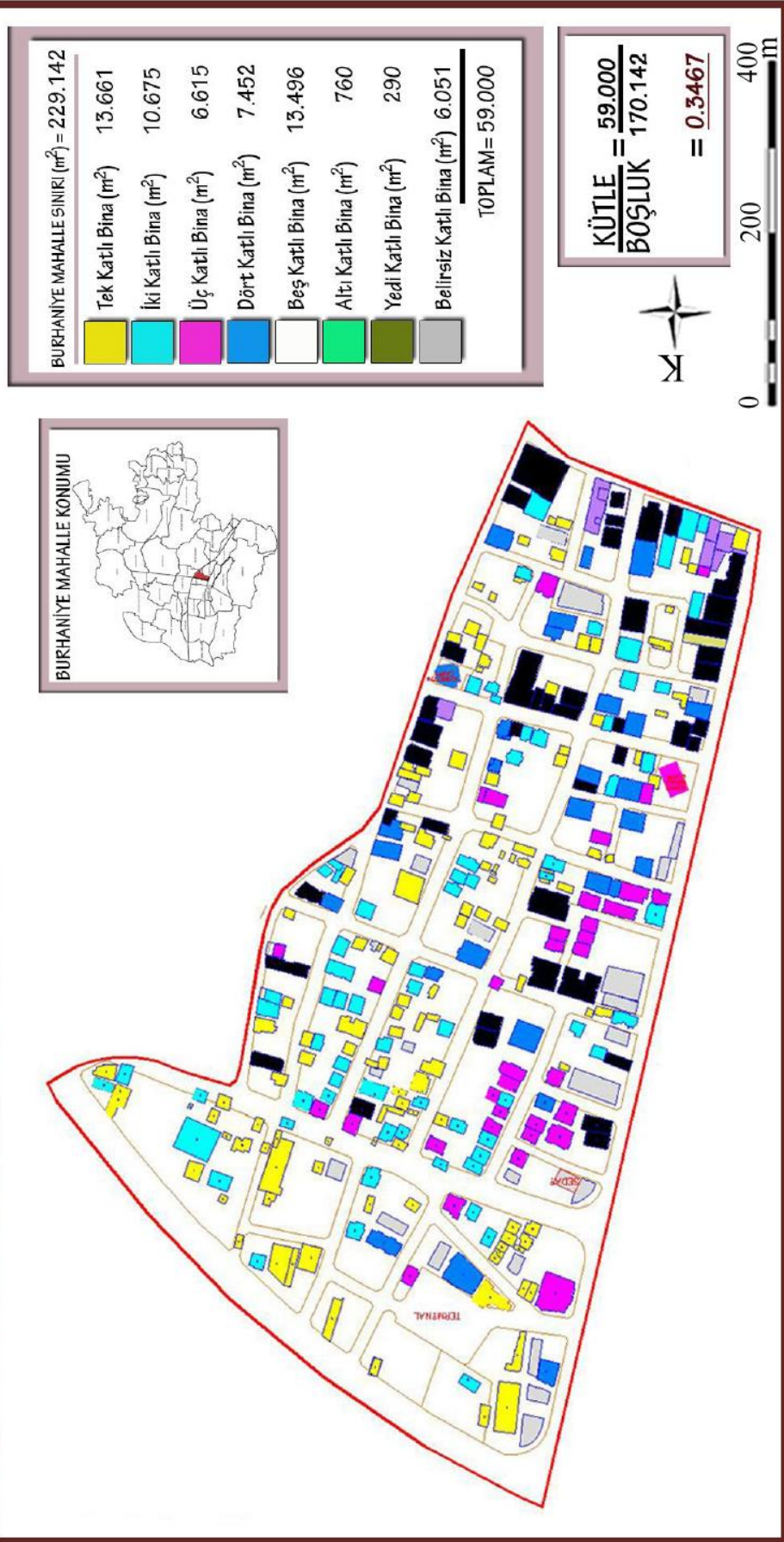


Harita 6.6. Bahçelievler Mahallesi kütle-boşluk değeri.



Harita 6.7. Beyciler Mahallesi kütle-boşluk değeri.

BURHANIYE MAHALLESİ

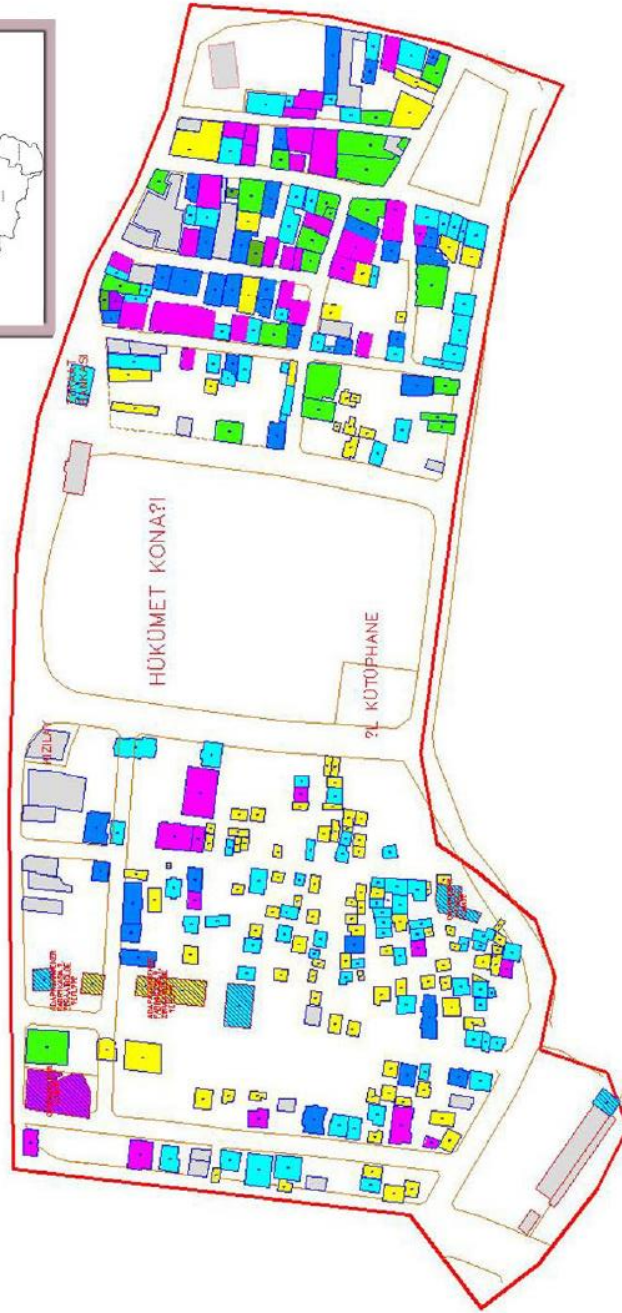


Harita 6.8. Burhaniye Mahallesi kütle-boşluk değeri.

CAMİKEBİR MAHALLESİ



CAMİKEBİR MAHALLE SINIRI (m ²) 215829	
Tek Katlı Bina (m ²)	9701
İki Katlı Bina (m ²)	12252
Üç Katlı Bina (m ²)	8917
Dört Katlı Bina (m ²)	6219
Beş Katlı Bina (m ²)	6022
Altı Katlı Bina (m ²)	271
Yedi Katlı Bina (m ²)	97
Belirsiz Katlı Bina (m ²)	7841
TOPLAM=	51320

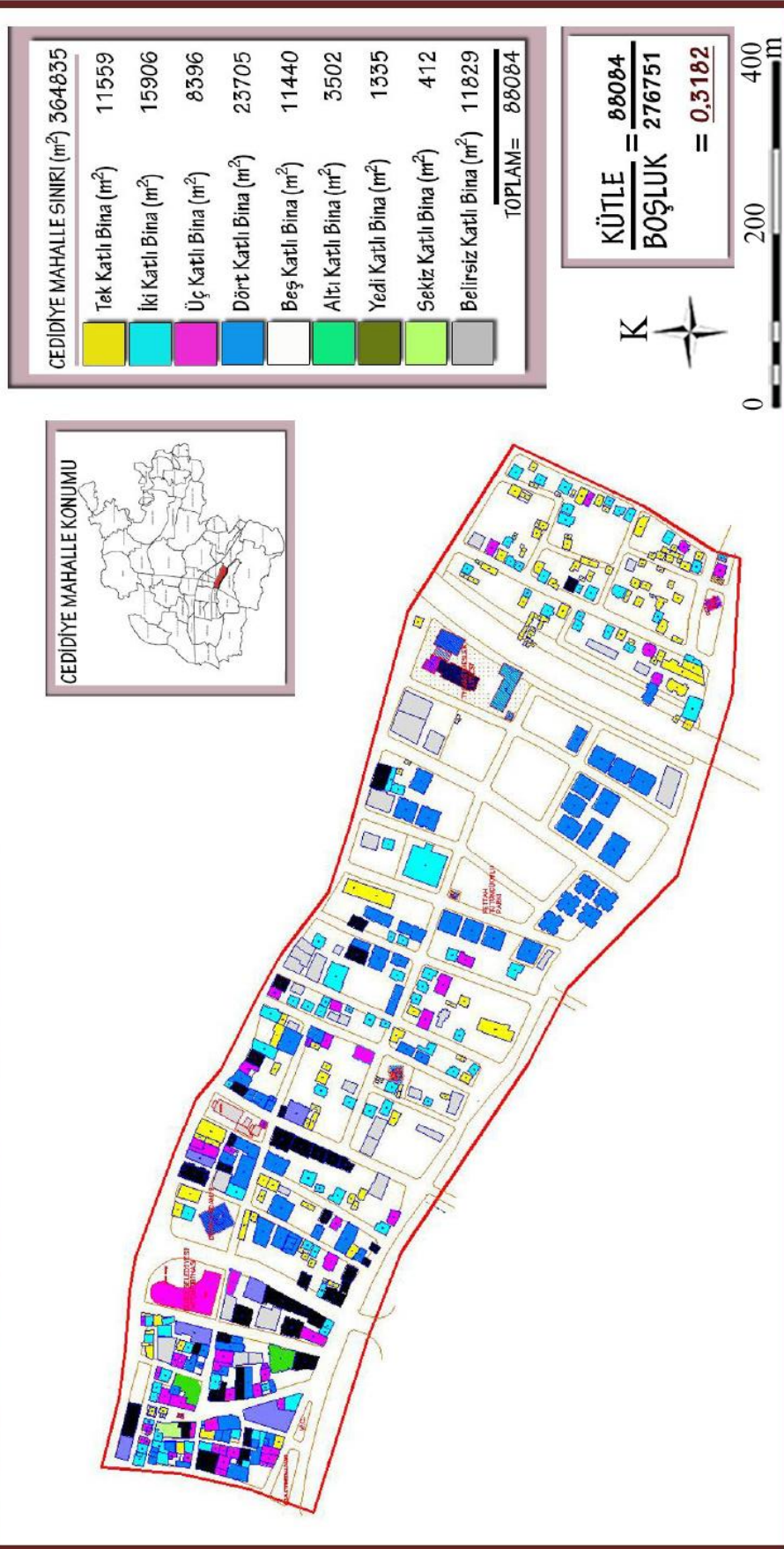


$$\frac{\text{KÜTLE}}{\text{BOŞLUK}} = \frac{51320}{164509} = 0,3119$$



Harita 6.9. Camikebir Mahallesi kütle-boşluk değeri.

CEDİDİYE MAHALLESİ



Harita 6.10. Cedidiye Mahallesi kütle-boşluk değeri.

CUMHURİYET MAHALLESİ



CUMHURİYET MAHALLE KONUMU



CUMHURİYET MAHALLE SINIRI (m²)

= 605936

Tek Katlı Bina (m ²)	41342
İki Katlı Bina (m ²)	34310
Üç Katlı Bina (m ²)	13116
Dört Katlı Bina (m ²)	1569
Altı Katlı Bina (m ²)	53
Belirsiz Katlı Bina (m ²)	10290

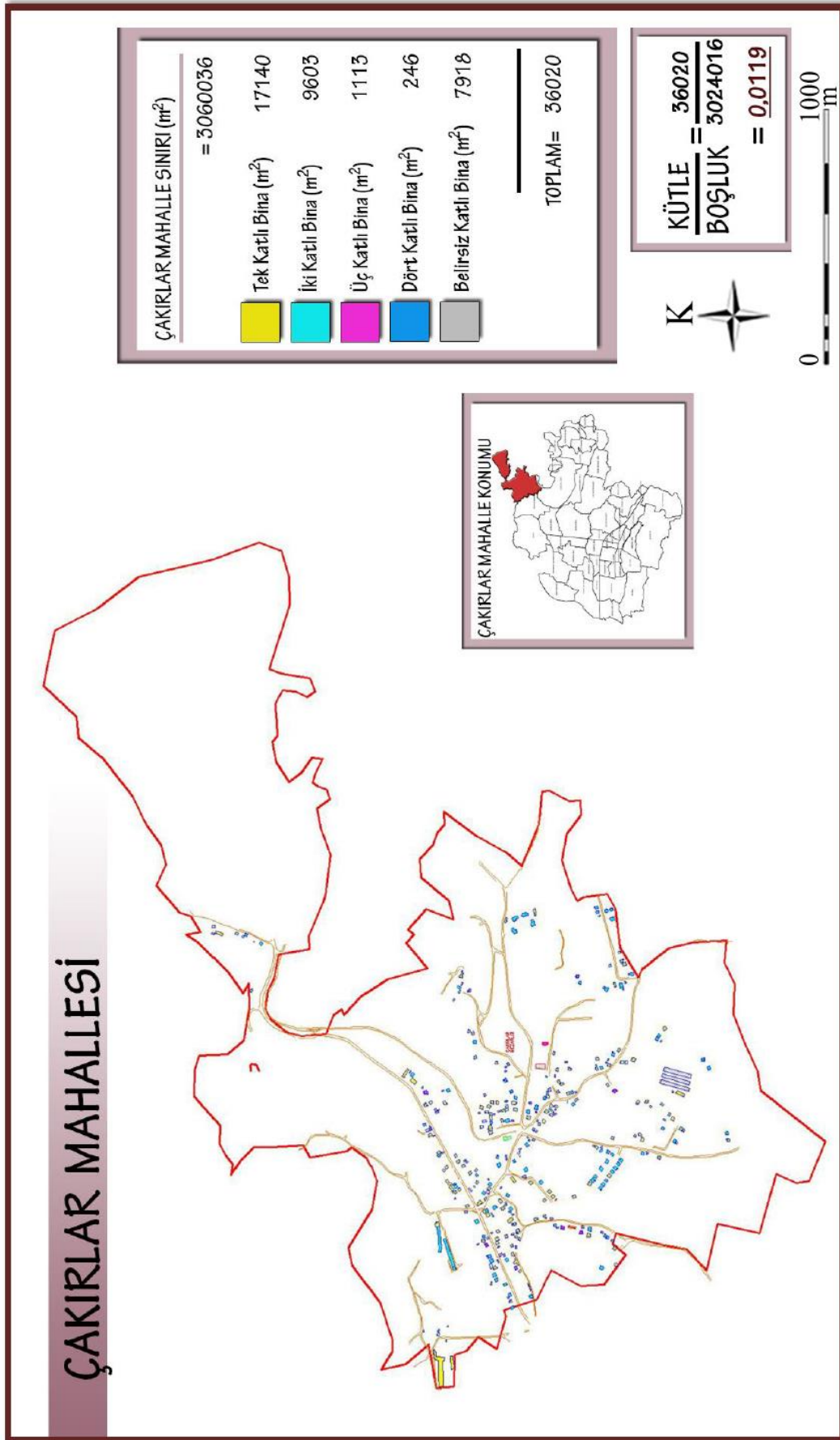
TOPLAM= 100680

$$\frac{\text{KÜTLE}}{\text{BOŞLUK}} = \frac{100680}{505256} = 0.1992$$



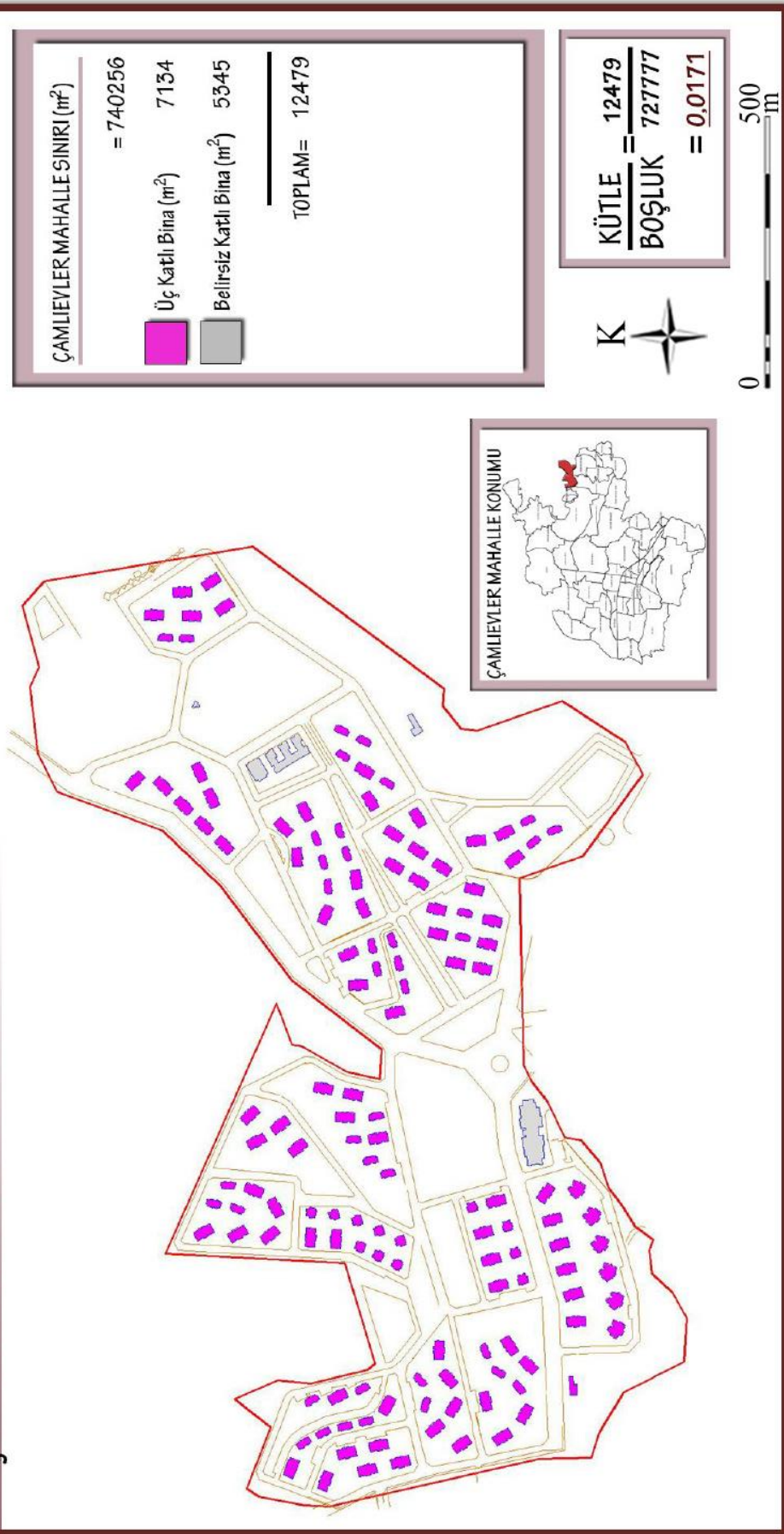
0 500 m

Harita 6.11. Cumhuriyet Mahallesi kütle-boşluk değeri.

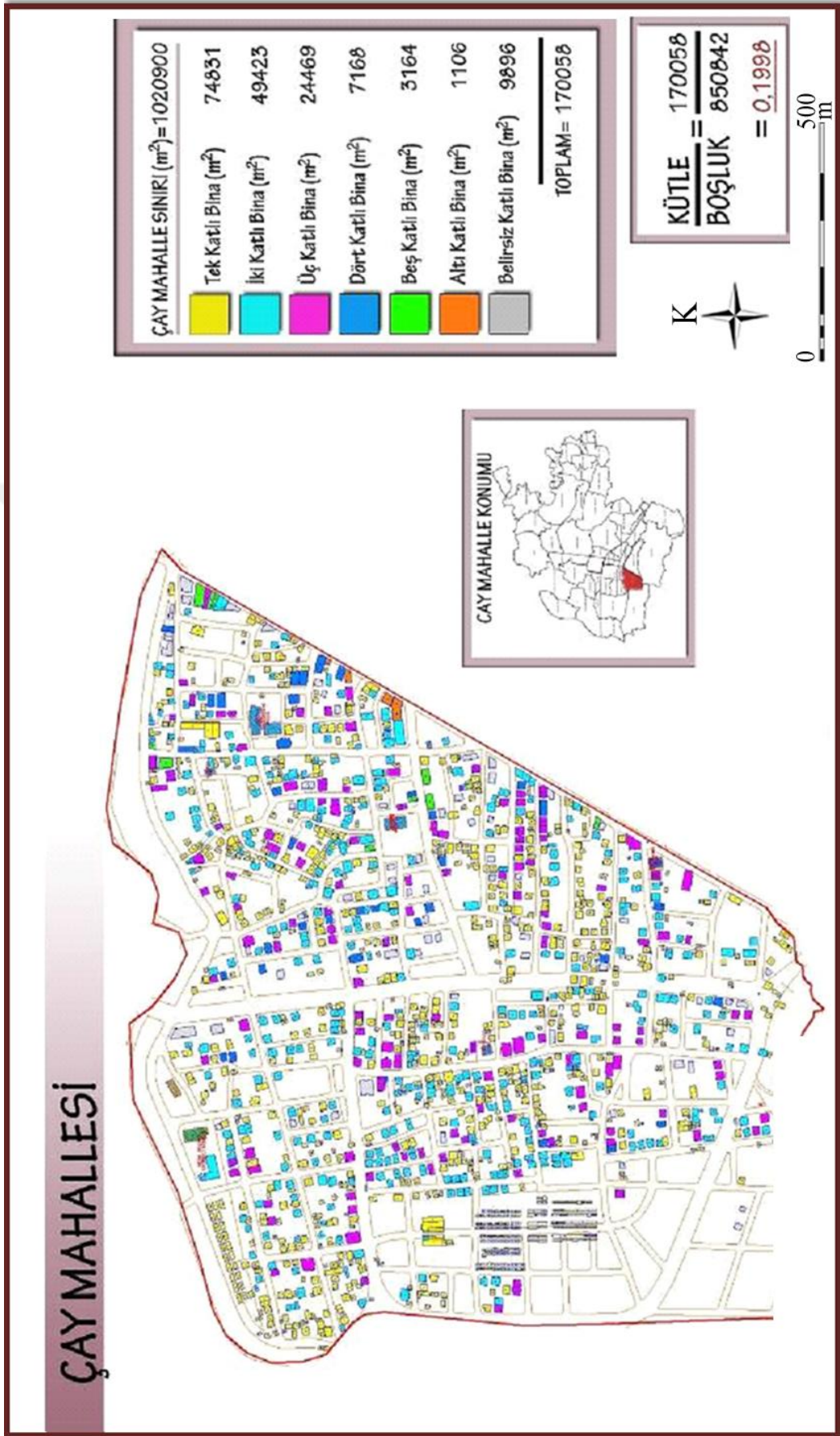


Harita 6.12. Çakırlar Mahallesi kütle-boşluk değeri.

ÇAMLIEVLER MAHALLESİ

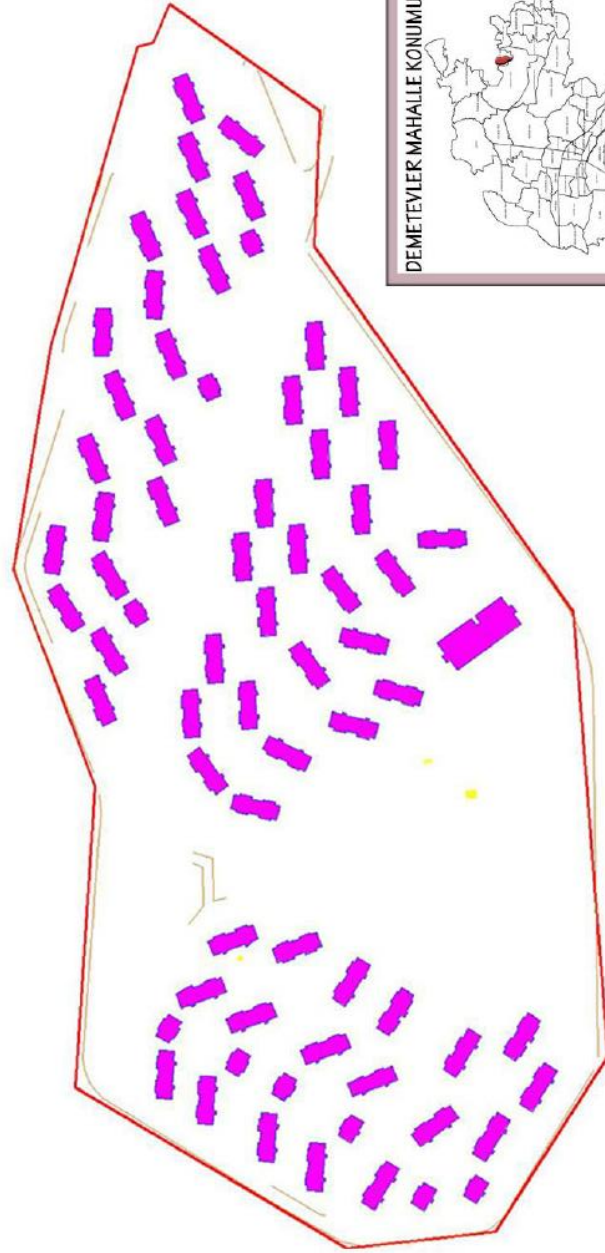


Harita 6.13. Çamlievler Mahallesi kütle-boşluk değeri.



Harita 6.14. Çay Mahallesi kütle-boşluk değeri.

DEMETEVLER MAHALLESİ



DEMETEVLER MAHALLE SINIRI (m ²)	= 194273
Üç Katlı Bina (m ²)	22304
TOPLAM=	22304

$$\frac{\text{KÜTLE}}{\text{BOŞLUK}} = \frac{22304}{171969} = 0,1296$$



Harita 6.15. Demetevler Mahallesi kütle-boşluk değeri.

FATİH MAHALLESİ



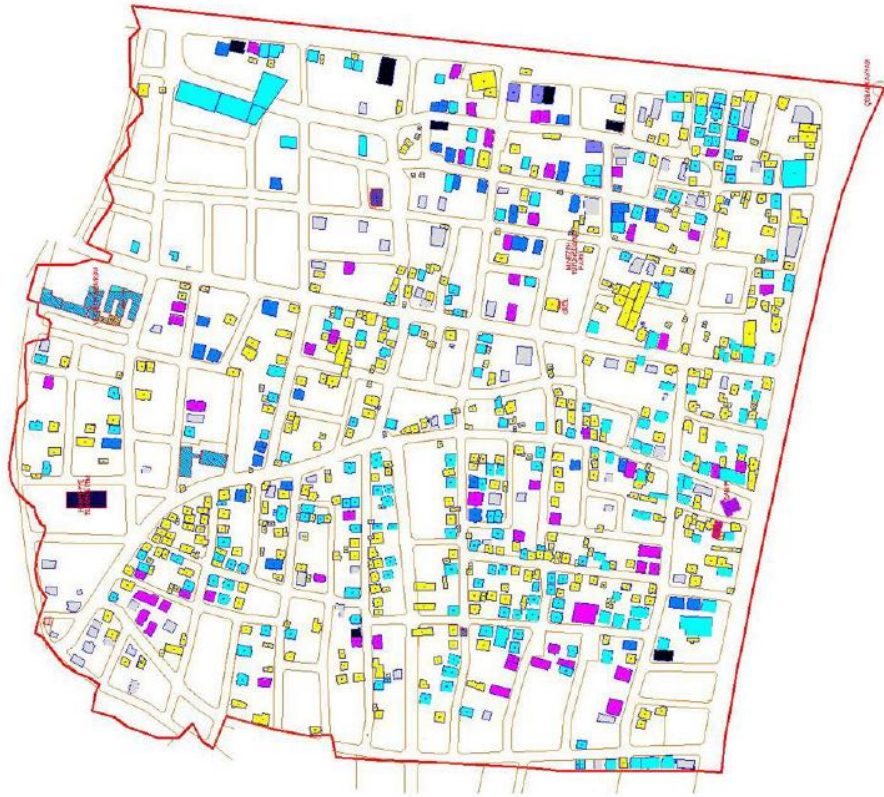
FATİH MAHALLE SINIRI (m ²) 418942	
Tek Katlı Bina (m ²)	15438
İki Katlı Bina (m ²)	9910
Üç Katlı Bina (m ²)	4138
Dört Katlı Bina (m ²)	1296
Beş Katlı Bina (m ²)	407
Belirsiz Katlı Bina (m ²)	2737
TOPLAM= 33927	

$$\frac{\text{KÜTLE}}{\text{BOŞLUK}} = \frac{33927}{385015} = 0.0881$$



Harita 6.16. Fatih Mahallesi kütle-boşluk değeri.

HAMİDİYE MAHALLESİ



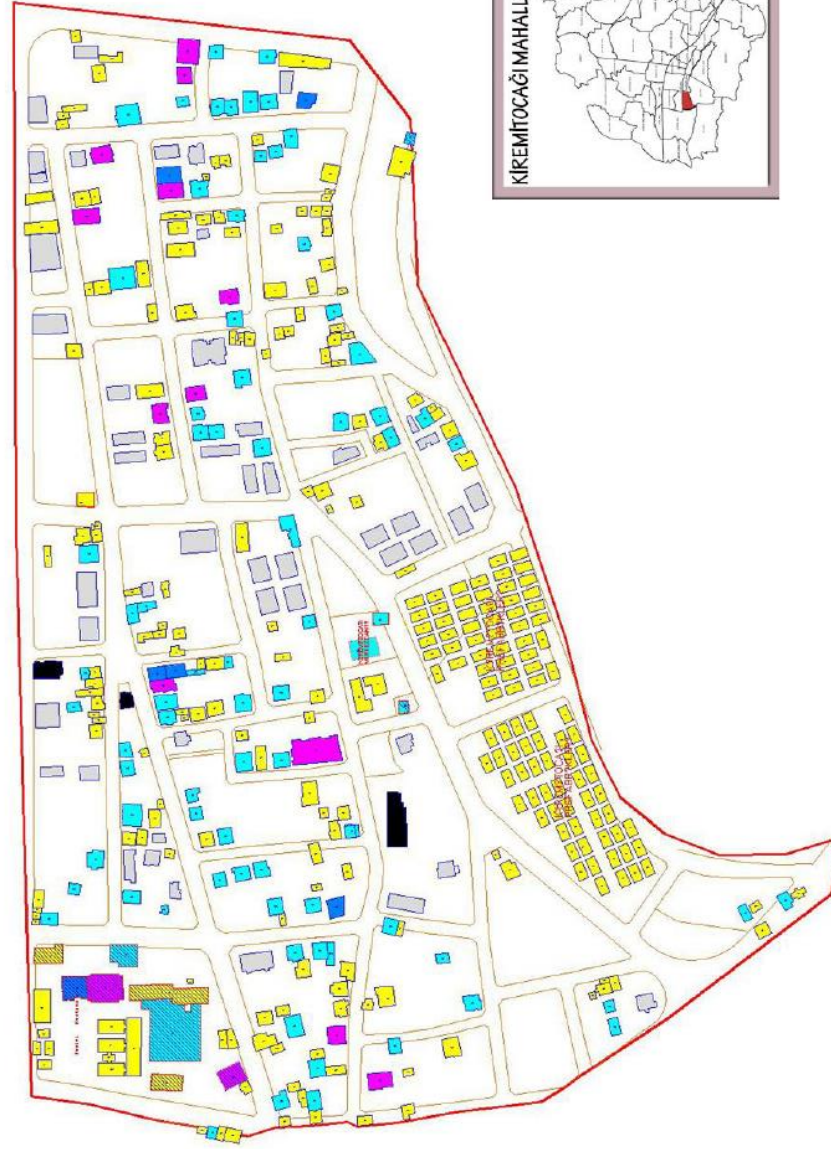
HAMİDİYE MAHALLE SINIRI (m ²) 720166	
Tek Katlı Bina (m ²)	43103
İki Katlı Bina (m ²)	13539
Üç Katlı Bina (m ²)	10568
Dört Katlı Bina (m ²)	6553
Beş Katlı Bina (m ²)	2744
Altı Katlı Bina (m ²)	766
Belirsiz Katlı Bina (m ²)	10521
TOPLAM= 87794	

$$\frac{\text{KÜTLE}}{\text{BOŞLUK}} = \frac{87794}{632372} = 0.1338$$



Harita 6.17. Hamidiye Mahallesi kütle-boşluk değeri.

KİREMİTOCAĞI MAHALLESİ



KİREMİTOCAĞI MAHALLE SINIRI (m²)

= 323267

Tek Katlı Bina (m²)

26094

İki Katlı Bina (m²)

12059

Üç Katlı Bina (m²)

3587

Dört Katlı Bina (m²)

1144

Beş Katlı Bina (m²)

936

Belirsiz Katlı Bina (m²)

10086

TOPLAM= 53906

$$\frac{\text{KÜTLE}}{\text{BOŞLUK}} = \frac{53906}{269361}$$

$$= 0,2001$$

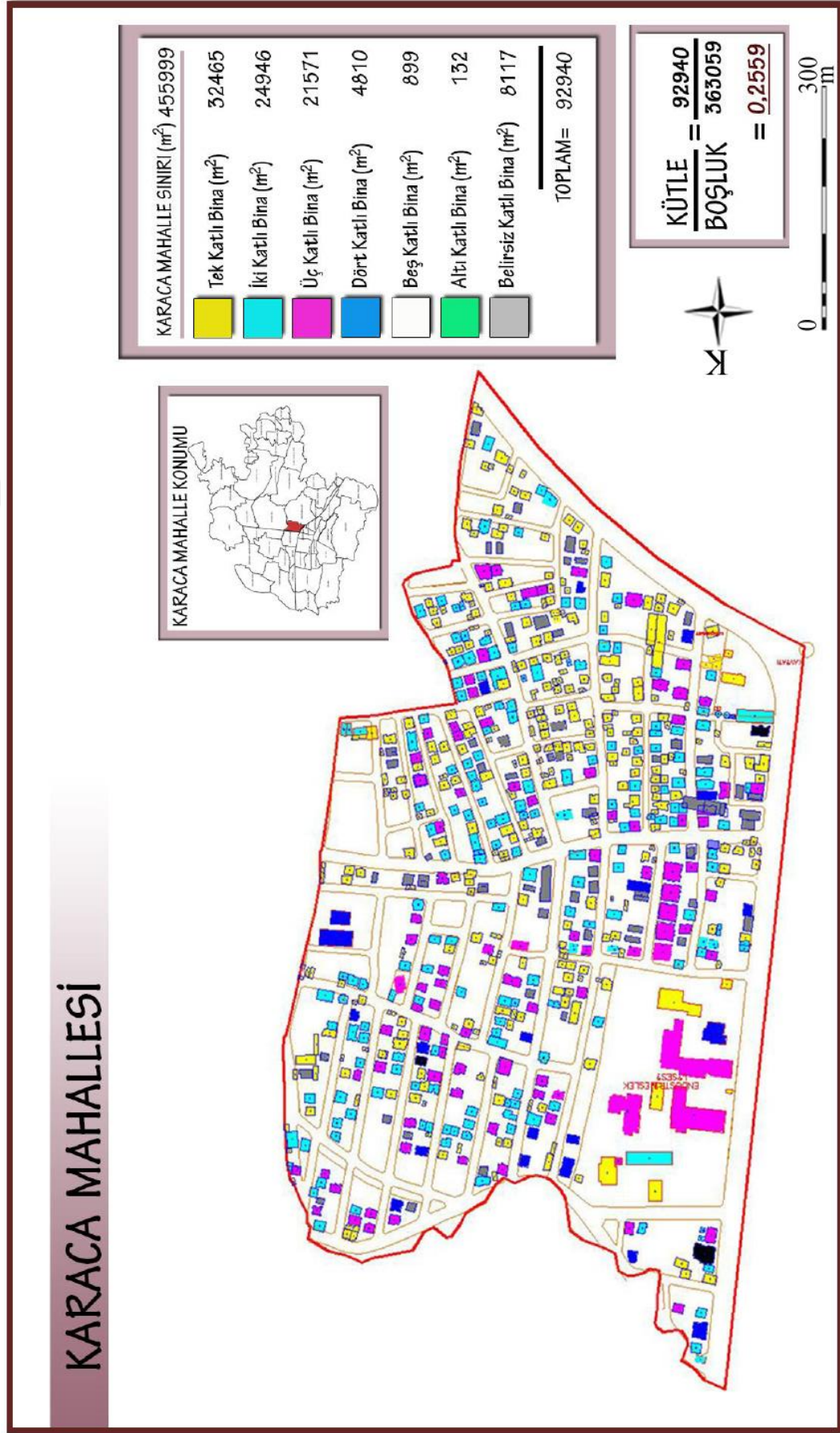


KİREMİTOCAĞI MAHALLE KÖNÜMÜ



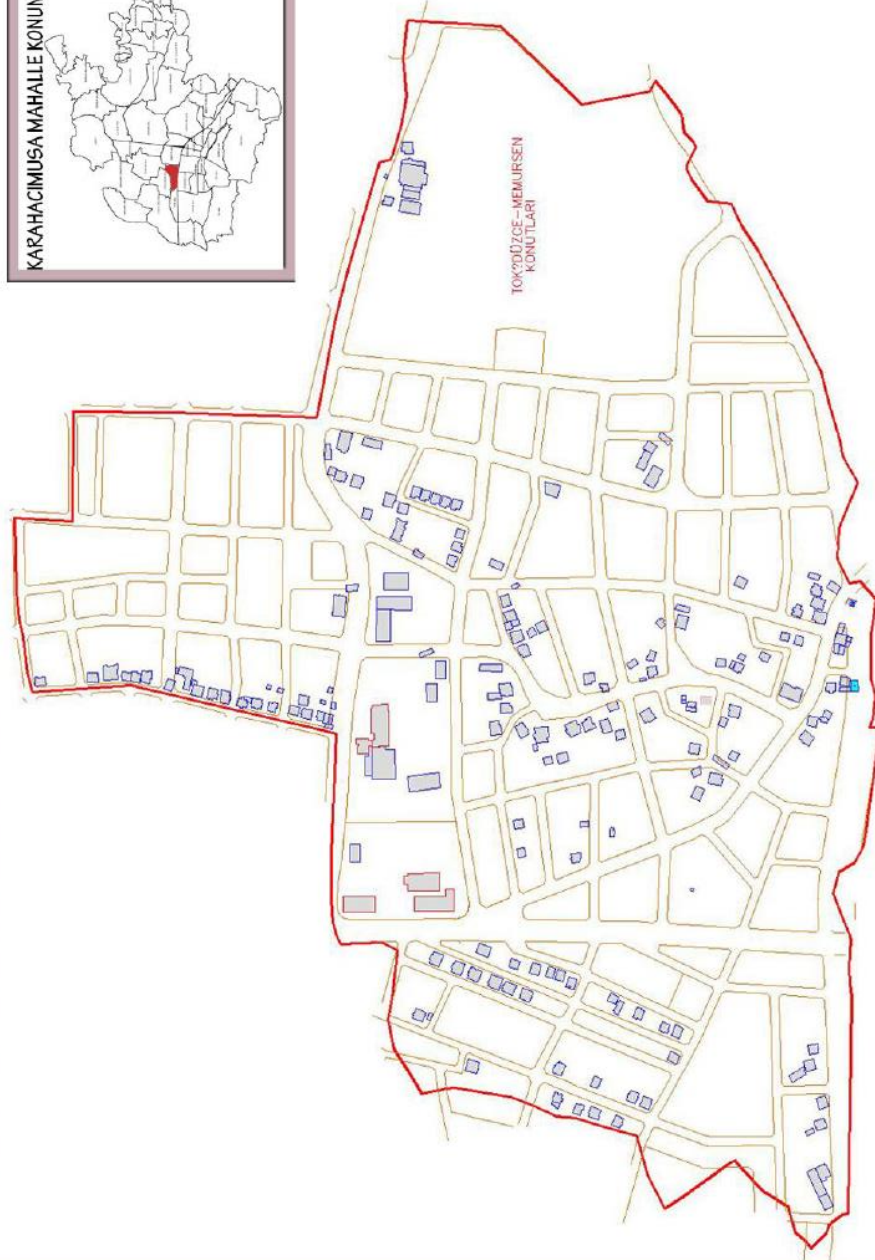
Harita 6.18. Kiremitoçağı Mahallesi kütle-boşluk değeri.




KARACA MAHALLESİ



Harita 6.19. Karaca Mahallesi kütle-boşluk değeri.

KARAHACIMUSA MAHALLESİ

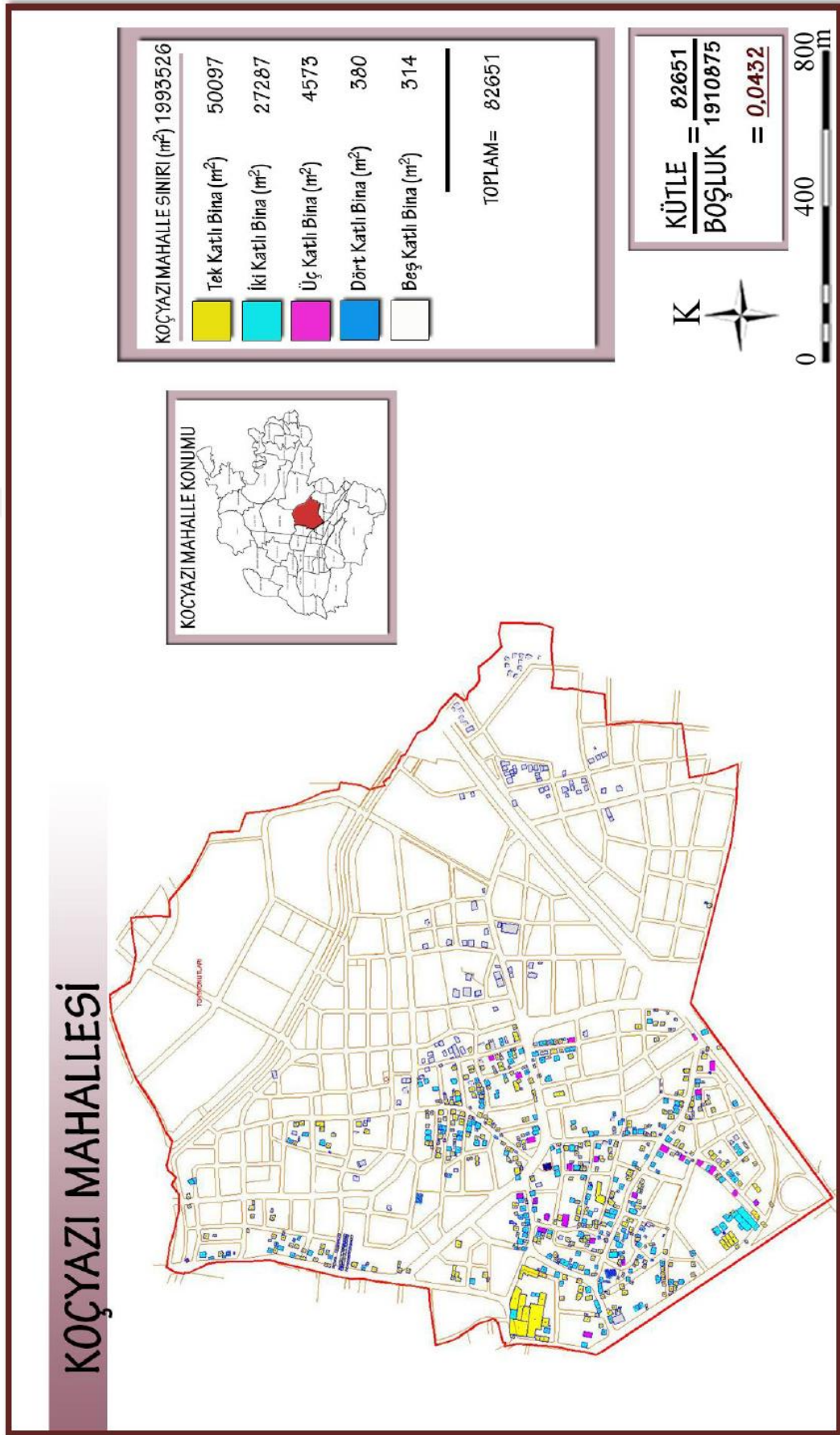


KARAHACIMUSA MAHALLE SINIRI (m ²)	
	= 765107
	iki Katlı Bina (m ²) 150
	Belirsiz Katlı Bina (m ²) 13531
<hr/>	
TOPLAM= 13681	

$\frac{\text{KÜTLE}}{\text{BOŞLUK}} = \frac{13681}{751426}$
$= 0,0182$

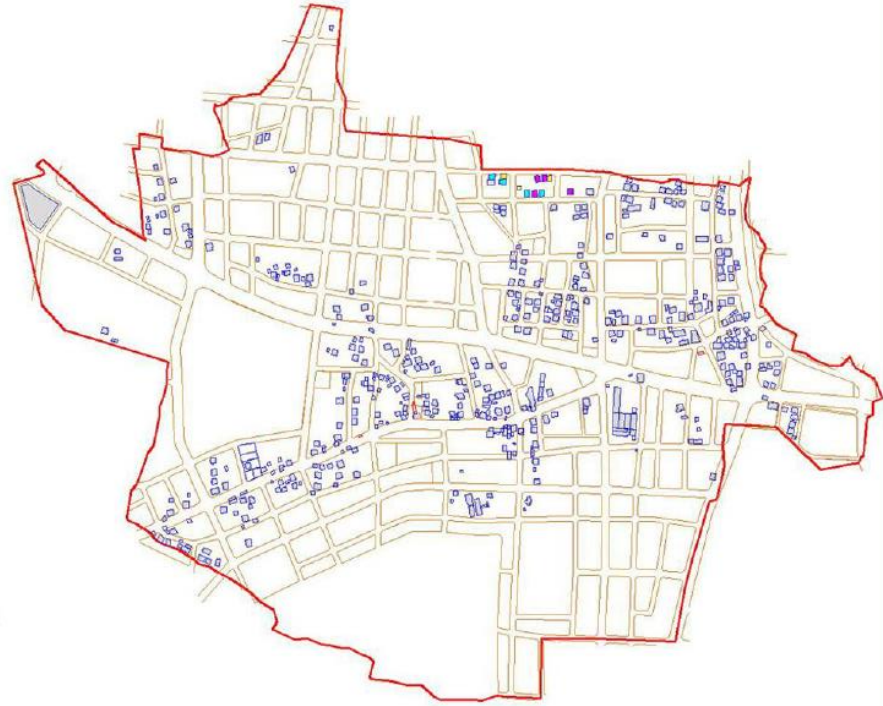


Harita 6.20. Karahacımusa Mahallesi kütle-boşluk değeri.



Harita 6.21. Koçyazı Mahallesi kütle-boşluk değeri.

KÖRPEŞLER MAHALLESİ



KÖRPEŞLER MAHALLE SINIRI (m²)

= 1379208

Tek Katlı Bina (m²)

314

İki Katlı Bina (m²)

585

Üç Katlı Bina (m²)

605

Belirsiz Katlı Bina (m²)

58774

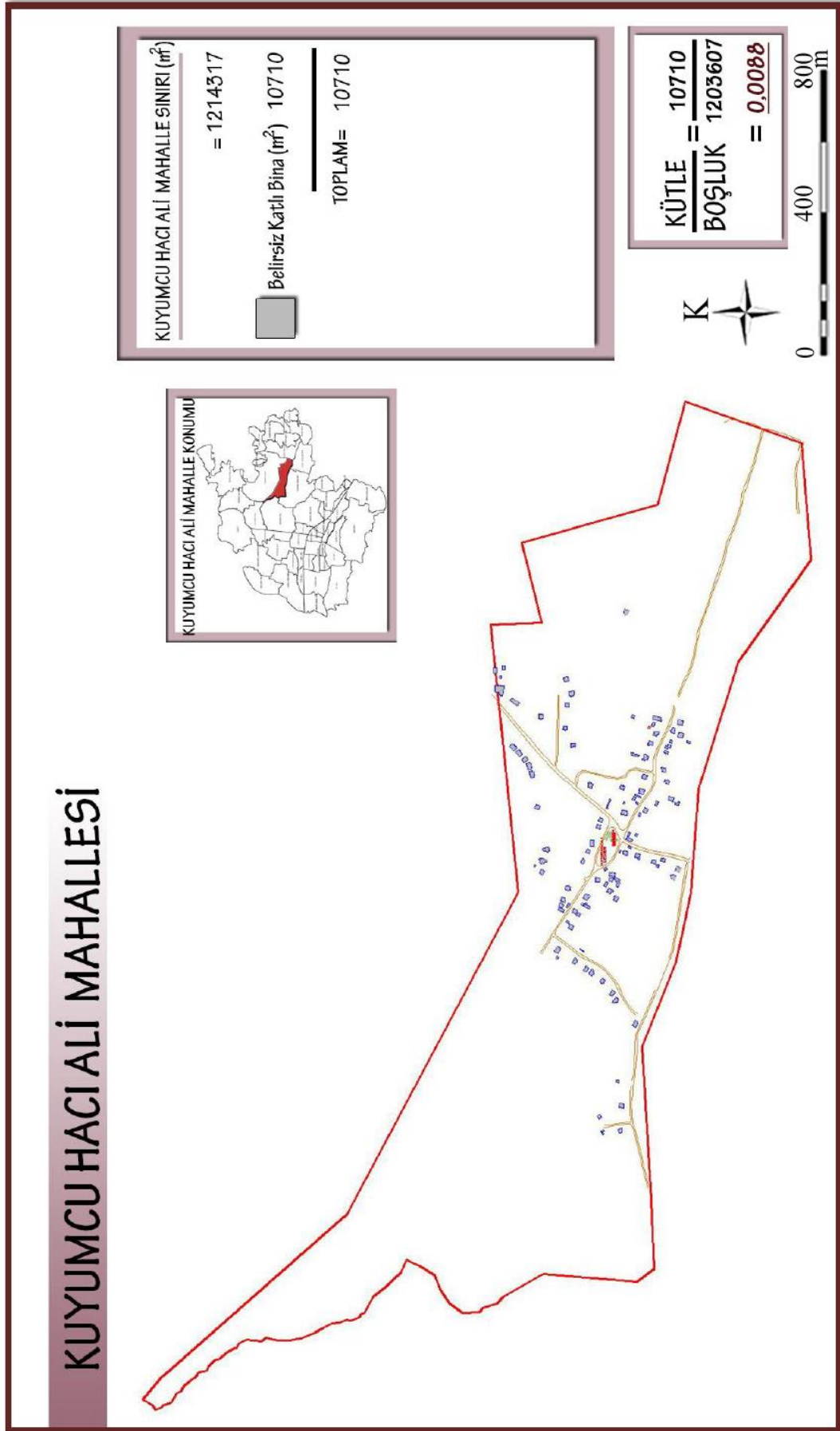
TOPLAM= 60278

$$\frac{\text{KÜTLE}}{\text{BOŞLUK}} = \frac{60278}{1318930} = 0,0457$$

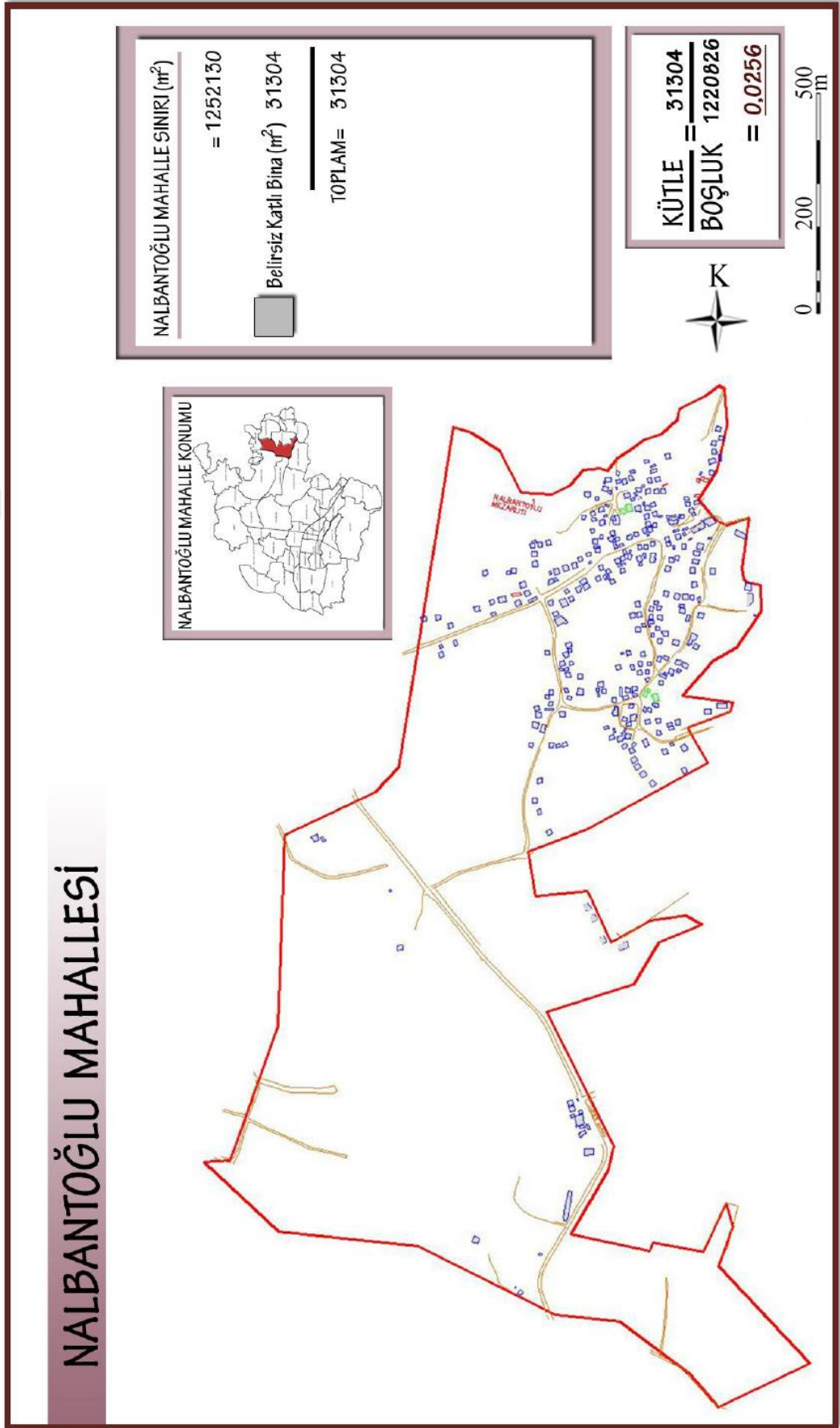


Harita 6.22. Körpeşler Mahallesi kütle-boşluk değeri.

KUYUMCU HACI ALİ MAHALLESİ



Harita 6.23. Kuyumcu Hacı Ali Mahallesi kütle-boşluk değeri.



Harita 6.24. Nalbantoğlu Mahallesi kütle-boşluk değeri.

NUSRETTİN MAHALLESİ



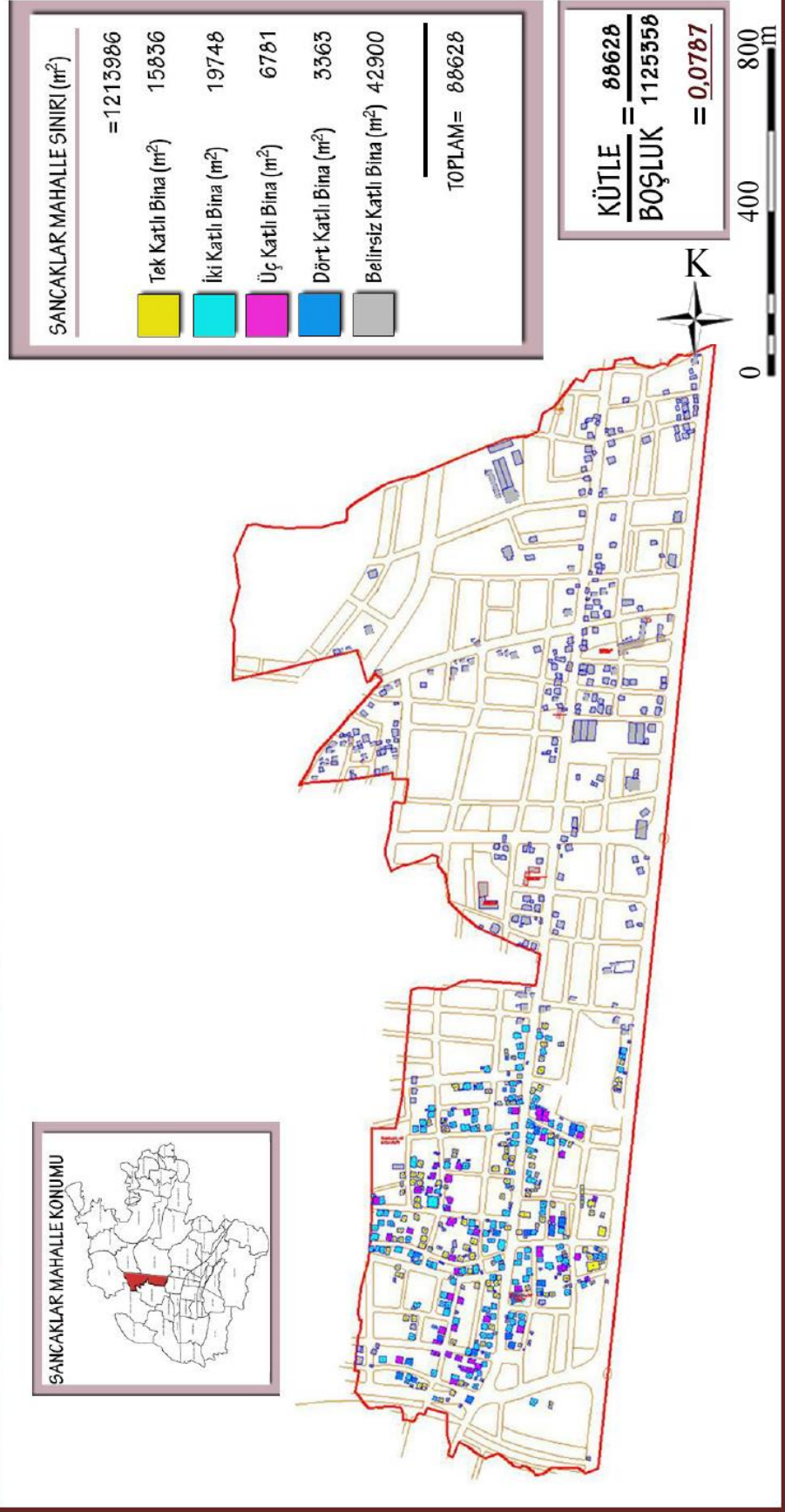
NUSRETTİN MAHALLE SINIRI (m ²)	
Tek Katlı Bina (m ²)	389194
İki Katlı Bina (m ²)	27600
Üç Katlı Bina (m ²)	20766
Dört Katlı Bina (m ²)	11726
Beş Katlı Bina (m ²)	8978
Belirsiz Katlı Bina (m ²)	5338
TOPLAM=	80787

$\frac{\text{KÜTLE}}{\text{BOŞLUK}} = \frac{80787}{308407}$
$= 0,2619$



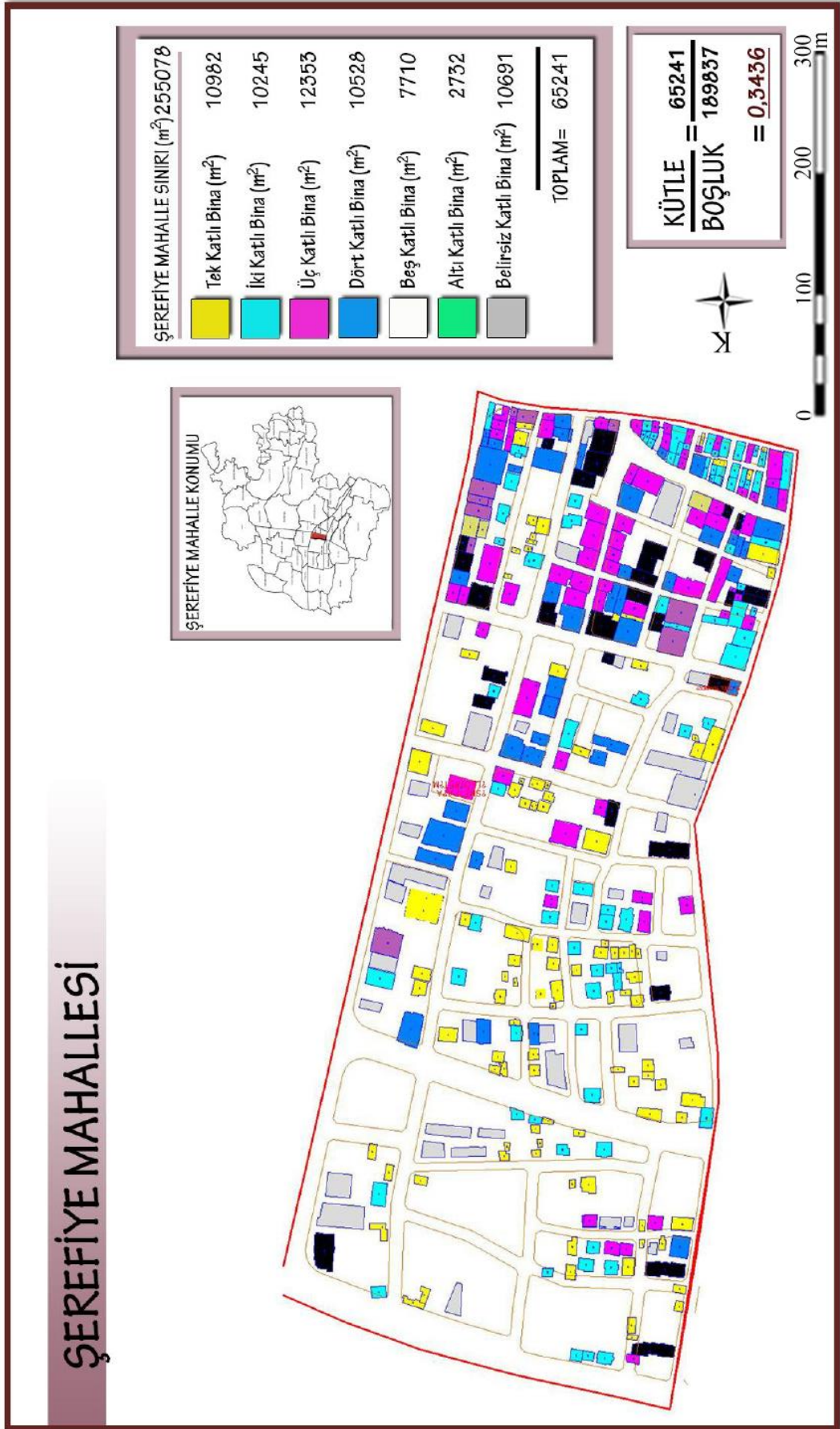
Harita 6.25. Nusrettin Mahallesi kütle-boşluk değeri.

SANCAKLAR MAHALLESİ

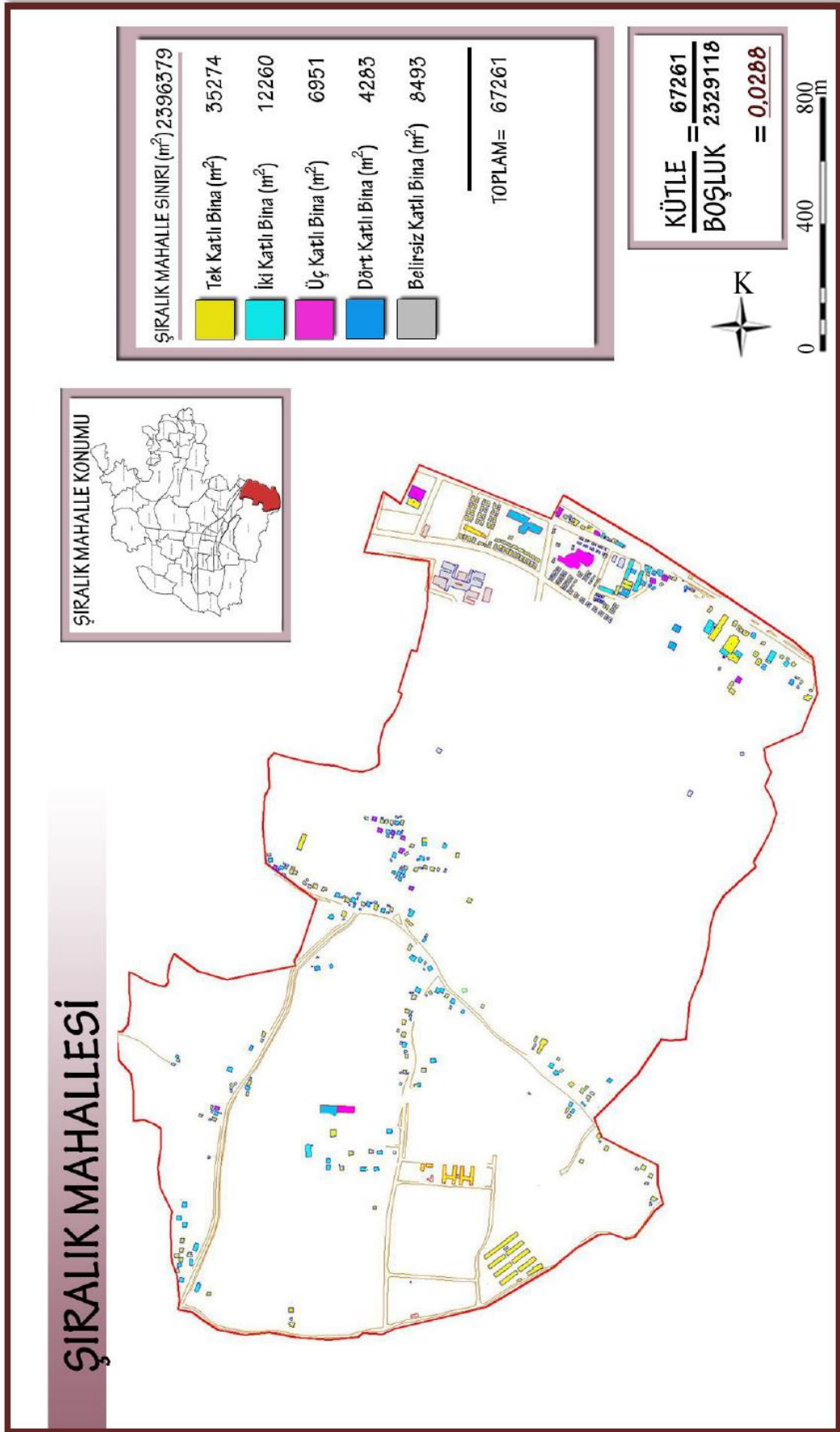


Harita 6.26. Sancaklar Mahallesi kütle-boşluk değeri.

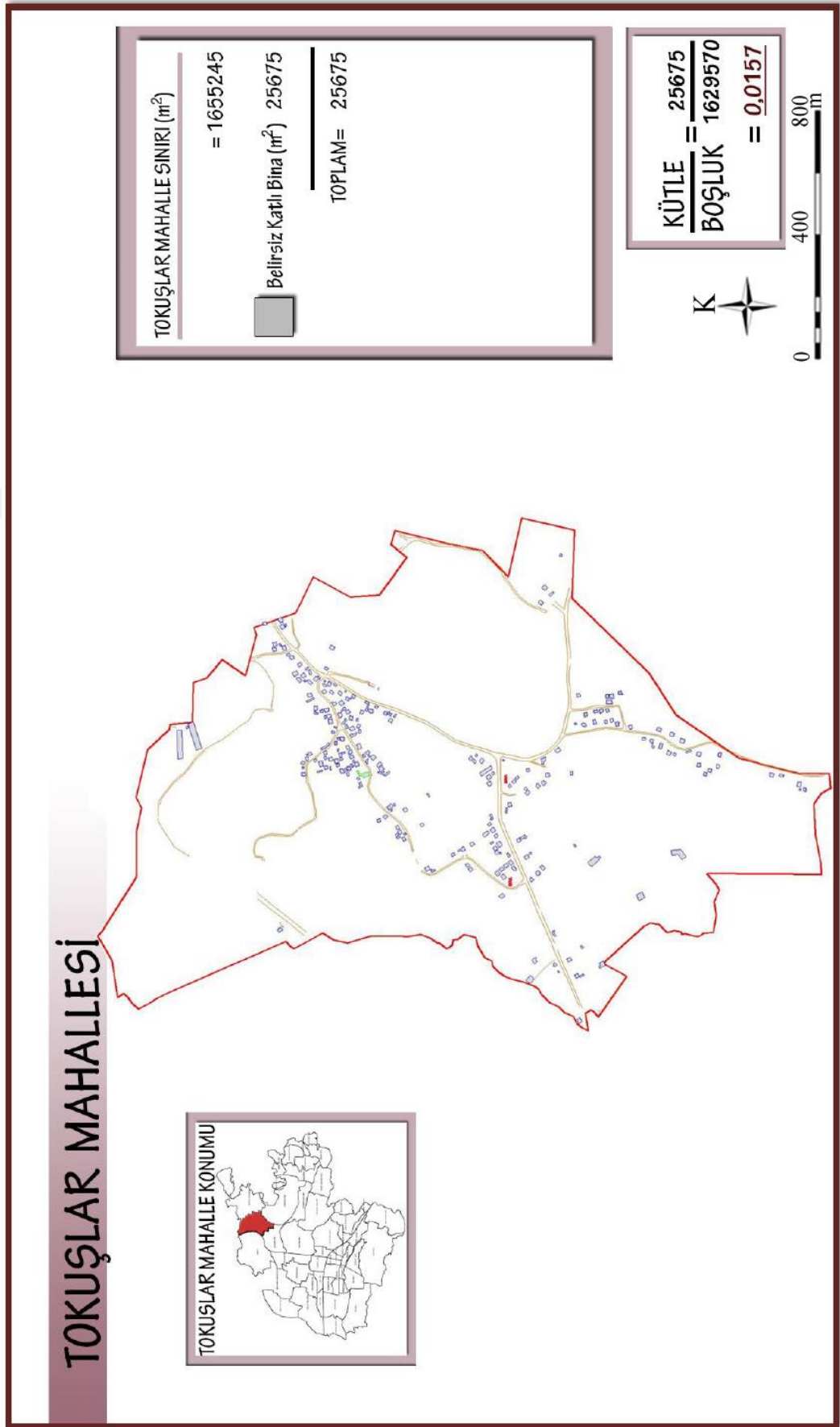
ŞEREFİYE MAHALLESİ



Harita 6.27. Şerefiye Mahallesi kütle-boşluk değeri.

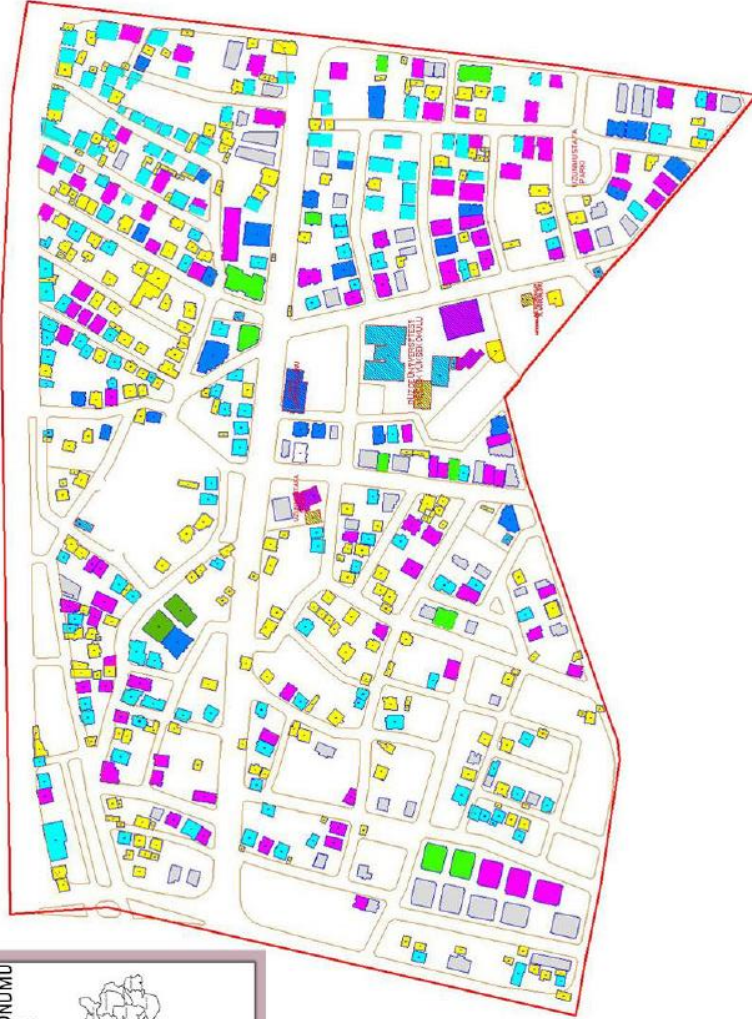


Harita 6.28. Şıralık Mahallesi kütle-boşluk değeri.



Harita 6.29. Tokuşlar Mahallesi kütle-boşluk değeri.

UZUNMUSTAFA MAHALLESİ

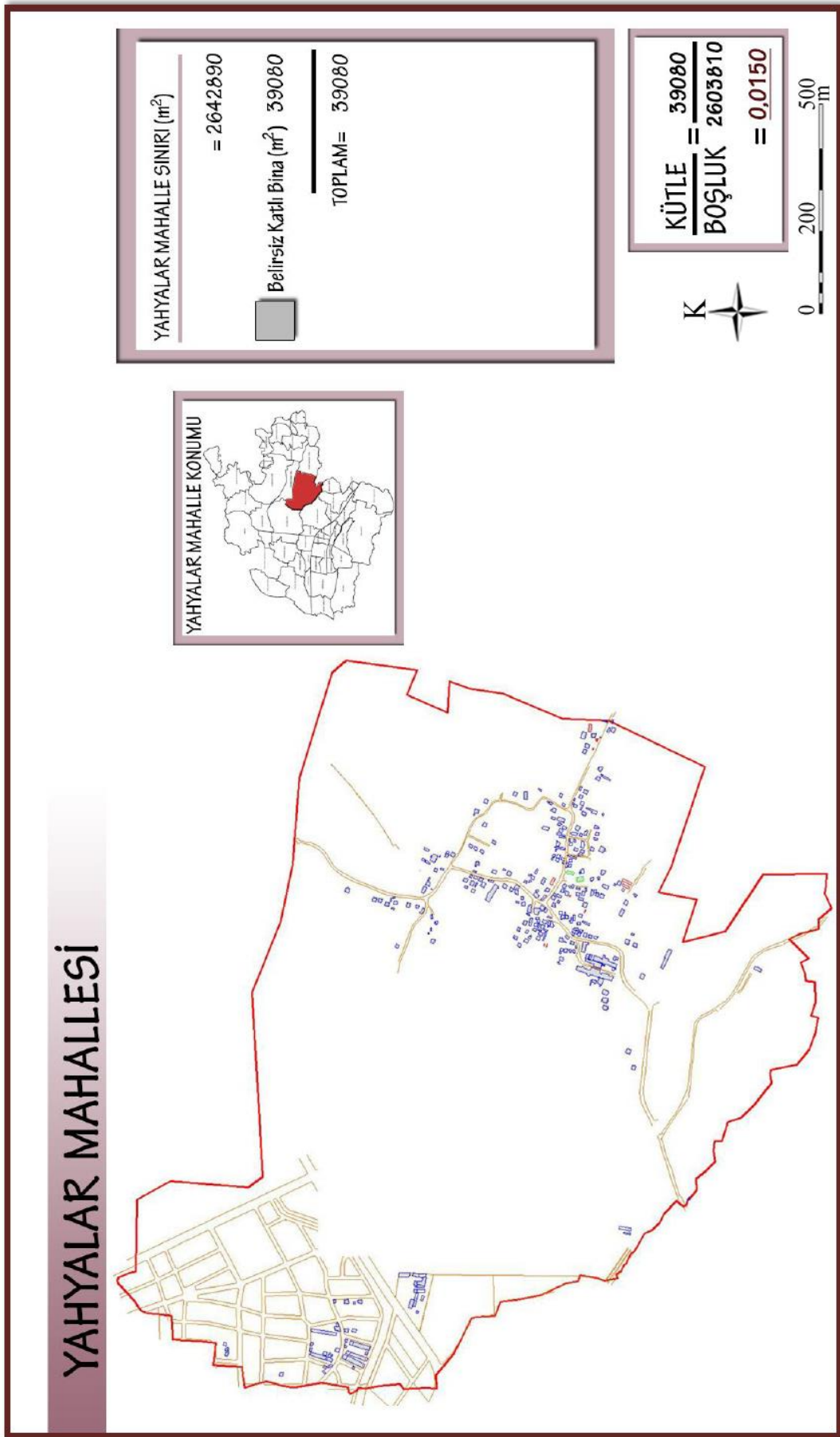


UZUNMUSTAFA MAHALLE SINIRI (m ²)	
= 487668	
Tek Katlı Bina (m ²)	25630
İki Katlı Bina (m ²)	26793
Üç Katlı Bina (m ²)	21815
Dört Katlı Bina (m ²)	7212
Beş Katlı Bina (m ²)	3652
Altı Katlı Bina (m ²)	1000
Belirsiz Katlı Bina (m ²)	12135
TOPLAM=	98237

KÜTLE	= 98237
BOŞLUK	= 389431
	= 0,2522

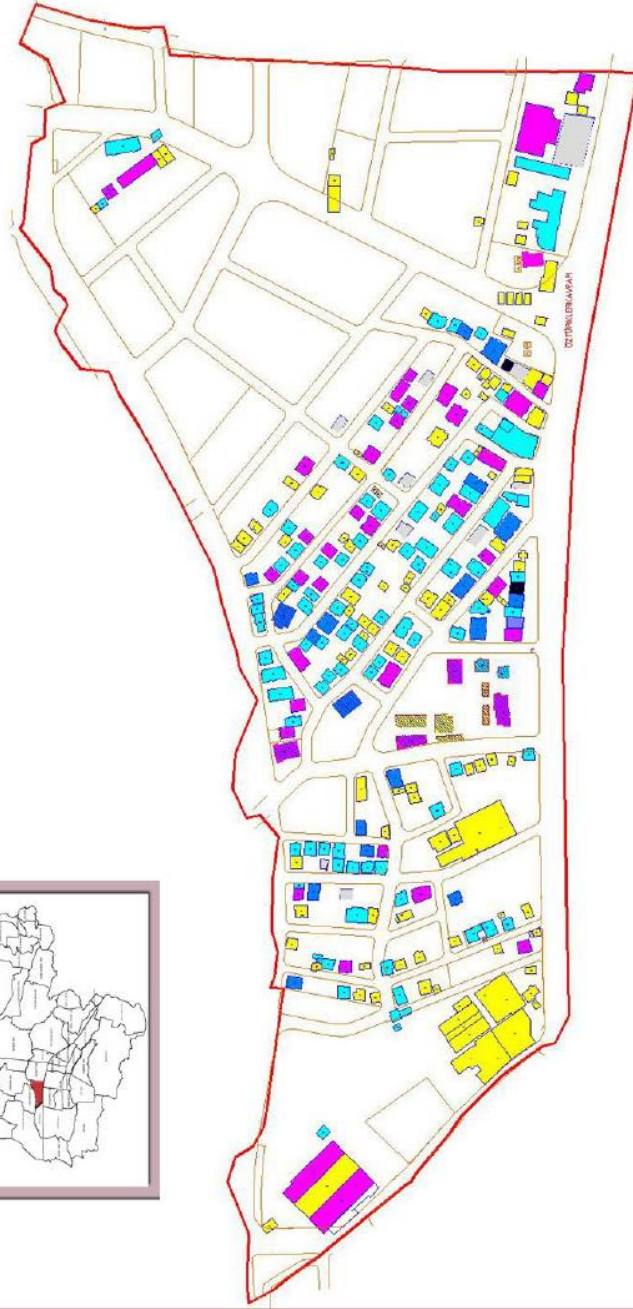


Harita 6.30. Uzunmustafa Mahallesi kütle-boşluk değeri.



Harita 6.31. Yahyalar Mahallesi kütle-boşluk değeri.

YENİ MAHALLE



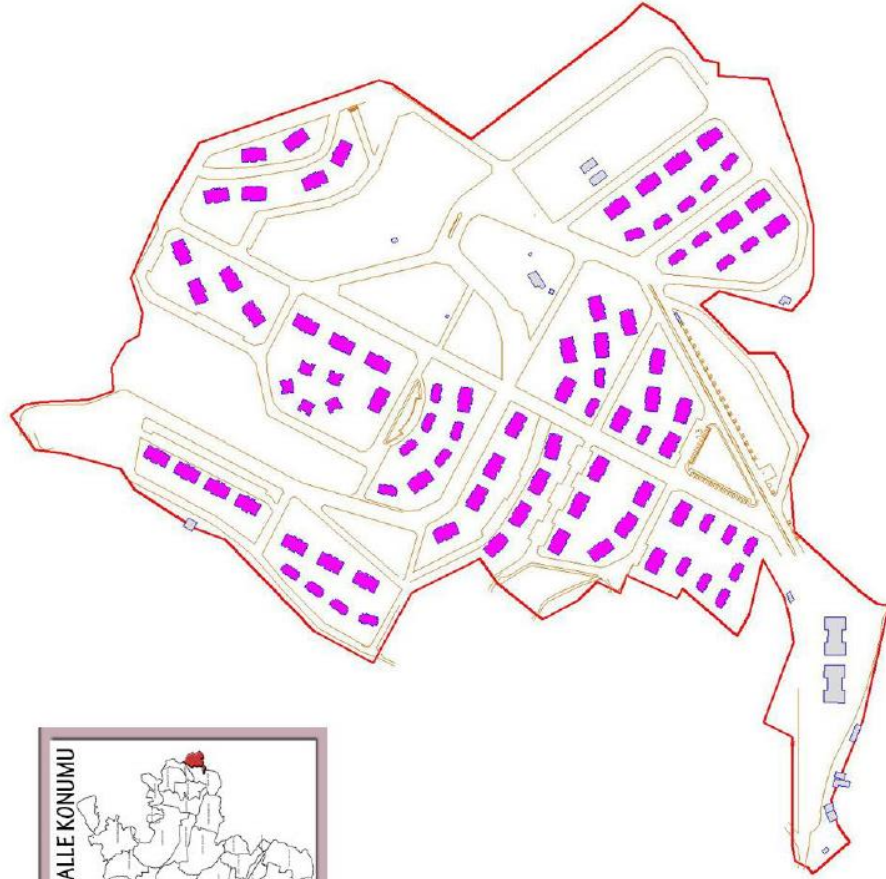
YENİ MAHALLE SINIRI (m ²)	420198
Tek Katlı Bina (m ²)	20567
İki Katlı Bina (m ²)	16268
Üç Katlı Bina (m ²)	12429
Dört Katlı Bina (m ²)	4131
Beş Katlı Bina (m ²)	258
Altı Katlı Bina (m ²)	166
Belirsiz Katlı Bina (m ²)	2659
TOPLAM=	56478



$$\frac{\text{KÜTLE}}{\text{BOŞLUK}} = \frac{56478}{363720} = 0,1552$$



Harita 6.32. Yeni Mahalle kütle-boşluk değeri.

YEŞİLTEPE MAHALLESİ



YEŞİLTEPE MAHALLE SINIRI (m ²)	
	= 485707
 Üç Katlı Bina (m ²)	32221
 Belirsiz Katlı Bina (m ²)	3575
TOPLAM= 35796	

KÜTLE	=	35796
BOŞLUK	=	449911
		=0,0795



Harita 6.33. Yeşiltepe Mahallesi kütle-boşluk değeri.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Sinem ÖZDEDE
Doğum Tarihi ve Yeri : 01.04.1986 - GAZİANTEP
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : sinemozdede@duzce.edu.tr - sinemozdede@hotmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Doktora	Peyzaj Mimarlığı	Düzce Üniversitesi	2017
Y. Lisans	Peyzaj Mimarlığı	Düzce Üniversitesi	2011
Lisans	Peyzaj Mimarlığı	Ankara Üniversitesi	2008
Lise	Sayısal	Dr. Binnaz Ege-Dr. Rıdvan Ege Anadolu Lisesi	2004

TEZ KAPSAMINDA YAPILAN YAYINLAR

A. ÜNİVERSİTELER TARAFINDAN DESTEKLENEN PROJELER

[A.1] Düzce Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (DÜBAP), “Rüzgârın kentsel peyzaj planlama ve tasarımındaki etkisi; Düzce Kenti örneği”, 2014.02.01.265.

B. SCI, SCIE İNDEKSİNE KAYITLI DERGİLERDE YAYINLANAN MAKALELER

[B.1] M. K. Ak, S. Özdede, “Urban landscape design and planning related to wind effects,” *Oxidation Communications*, vol. 39 (1-2), pp. 699-710, 2016.

C. ULUSLARARASI BİLİMSEL TOPLANTILARDA SUNULAN VE BİLDİRİ KİTAPLARINDA BASILAN BİLDİRİLER

[C.1] M. K. Ak, S. Özdede, E. Eroğlu, Y. Memlük, “The effects of wind corridors on ecological urban landscape planning: A case study for Düzce,” *International Conference, Applied Ecology: Problems, Innovations*, 2015.

