

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KENTSEL MORFOLOJİ VE MİKROİKLİM
İLİŞKİSİNİN RÜZGAR TEMELİNDE
İNCELENMESİ: KARŞIYAKA (İZMİR) ÖRNEĞİ

Nurdan Çağla ÇAMAŞ

Şubat, 2023

İZMİR

KENTSEL MORFOLOJİ VE MİKROİKLİM İLİŞKİSİNİN RÜZGAR TEMELİNDE İNCELENMESİ: KARŞIYAKA (İZMİR) ÖRNEĞİ

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi

Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı, Kentsel Tasarım Programı

Nurdan Çağla ÇAMAŞ

Şubat, 2023

İZMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

NURDAN ÇAĞLA ÇAMAŞ, tarafından **DOÇ.DR. MEDİHA BURCU SILAYDIN** yönetiminde hazırlanan “**KENTSEL MORFOLOJİ VE MİKROİKLİM İLİŞKİSİNİN RÜZGAR TEMELİNDE İNCELENMESİ: KARŞIYAKA (İZMİR) ÖRNEĞİ**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Mediha Burcu SILAYDIN

Yönetici

Prof. Dr. Çiğdem COŞKUN HEPCAN

Jüri Üyesi

Doç. Dr. Gözde EKŞİOĞLU ÇETİNTAHRA

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Okan FISTIKOĞLU

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Öncelikle hayatımın her aşamasında beni destekleyen aileme ve çalışmam boyunca bana manevi açıdan destek olan Sn. H. Zeynep ESELER ORAKÇI başta olmak üzere tüm arkadaşlarıma ve yakınlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmada bilgi ve tecrübesi ile beni destekleyen ve yönlendiren çok kıymetli danışman hocam Doç. Dr. Mediha Burcu SILAYDIN'a sevgi ve saygılarımı sunar, teşekkür ederim. Ayrıca çalışmada kullanılan simülasyon programı konusunda yardımını esirgemeyen Arş. Gör. Ahmet İlker YALINER'e teşekkür ederim.

Nurdan Çağla ÇAMAŞ

KENTSEL MORFOLOJİ VE MİKROİKLİM İLİŞKİSİNİN RÜZGAR TEMELİNDE İNCELENMESİ: KARŞIYAKA (İZMİR) ÖRNEĞİ

ÖZ

Kentleşme nedeniyle kentsel alanların ve nüfusun büyüklüğü artmakta, sanayi alanları genişlemekte ve kentlerin doğa ile kurduğu ilişki zarar görmektedir. Bunlar kent atmosferindeki dengelerin bozulmasına ve kentsel ısı adası etkisine yol açmaktadır. Bu durum birçok mikro iklim alanından oluşan kent ikliminin kırsal alanlardan daha yüksek sıcaklıklara sahip olması anlamına gelmektedir. Kentsel ısı adası etkisinin ve oluşumunun azaltılmasında kentsel havalandırma oldukça önemlidir. Kentsel havalandırmanın doğal yollarla sağlanabilmesi için kentlerde rüzgar hareketlerinden optimum fayda sağlamak gerekmektedir.

Rüzgar hareketleri, morfolojik parametre ve değerlerinden etkilenmektedir. Bu tez, kent morfolojisinin rüzgar hareketleri ile ilişkisinin incelenmesi ve morfolojik parametreler bağlamında doğal havalandırmanın durumunun tespit edilmesini amaçlamıştır. Bu amaçla, farklı morfolojik özelliklere sahip yapı gruplarını barındırması nedeniyle İzmir İli, Karşıyaka İlçesi çalışma alanı olarak seçilmiştir. Çalışmada amaca dönük gerçek ve hipotetik olmak üzere iki aşamalı bir inceleme gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda, ilk olarak mevcut dokuda kendi içinde benzer morfolojik özellikler taşıyan örnek konut alanları ve ikinci olarak mevcut dokudan elde edilen parametreler ve değerleri üzerinden kurgulanan hipotetik konut alanları modellenmiş ve rüzgar simülasyonları yapılmıştır.

İki aşamada da simülasyonlardan elde edilen bulgulara ayrık nizamın, geniş yapılar arası mesafenin, düşük TAKS ve KAKS'ın ve yapı, yapı adası ve sokak yönelimlerinin hakim rüzgar yönüne paralel konumlandırılmasının havalandırma verimliliğini arttırdığı tespit edilmiştir. Ayrıca farklı parametre ve parametre değerlerinin bir arada kullanılmasıyla farklı sonuçlar elde edildiği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Kent morfolojisi, kentsel ısı adası, mikroiklim, rüzgar hareketleri, hesaplamalı akışkanlar dinamiği (HAD)

INVESTIGATION OF URBAN MORPHOLOGY AND MICROCLIMATE RELATIONSHIP ON THE BASIS OF WIND: THE CASE OF KARŞIYAKA (İZMİR)

ABSTRACT

Due to urbanization, the size of urban areas and the population increases, industrial areas expand and the relationship of cities with nature is damaged. These cause the deterioration of the balance in the urban atmosphere and the urban heat island effect. This means that the urban climate, which consists of many microclimate areas, has higher temperatures than rural areas. Urban ventilation is very important in reducing the urban heat island effect and formation. To provide urban ventilation by natural means, optimum benefit from wind movements should be provided in cities.

Wind movements are affected by morphological parameters and values. This thesis aimed to examine the relationship between urban morphology and wind movements and to determine the state of natural ventilation in the context of morphological parameters. For this purpose, Karşıyaka District, İzmir Province was chosen as the study area because it contains building groups with different morphological characteristics. In the study, a two-stage analysis, real and hypothetical, was carried out. Firstly, sample housing areas with similar morphological characteristics in the existing texture and secondly, hypothetical housing areas constructed over the parameters and values obtained from the existing texture were modelled and wind simulations were made.

In the findings obtained from the simulations, the discrete layout, the wide distance between buildings, the low building ratio and density, and the orientation of the buildings, blocks and streets parallel to the prevailing wind direction increase ventilation. Further, it is decided that different results are obtained by using different parameters and their values.

Keywords: Urban morphology, urban heat island, microclimate, wind movements, computational fluid dynamics (CFD)

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SINAV SONUÇ FORMU.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
TABLolar LİSTESİ.....	x
SEMBOLLER LİSTESİ	xi
KISALTMALAR	xii
BÖLÜM BİR – GİRİŞ	1
BÖLÜM İKİ – KENT İKLİMİ VE KENTSEL ISI ADASI ETKİSİ.....	4
2.1 Kent ve Kentleşme	4
2.2 Kent ve Doğa.....	9
2.3 Kent İklimi	12
2.4 Kentsel Isı Adası	22
2.4.1 Kentsel Isı Adası Etkisine Yol Açan Faktörler	23
2.4.2 Kentsel Isı Adası Etkisinin Azaltılması: Doğal Havalandırma	26
BÖLÜM ÜÇ – MORFOLOJİK ÖZELLİKLER VE RÜZGAR HAREKETLERİ	30
3.1 Kent Morfolojisinin Rüzgar Hareketlerine Etkisi	30
3.2 Rüzgar Hareketlerini Etkileyen Morfolojik Parametreler	33
3.2.1 Yapı Yüksekliği	36
3.2.2 Yapı Nizamı.....	37
3.2.3 Yapılar Arası Mesafe.....	38
3.2.4 KAKS/Emsal/Yapı Yoğunluğu	39
3.2.5 TAKS/Yapılaşma Oranı	40

3.2.6 Yapı Yerleşimi.....	41
3.2.7 Yapı Boyutu ve Formu	42
3.2.8 Yapı Yönelimi	42
3.2.9 Yapı Adası Yönelimi	43
3.2.10 Sokaklar	43
BÖLÜM DÖRT – YÖNTEM	45
4.1 Çalışma Alanı	45
4.2 Yöntem	46
4.2.1 Mevcut dokudan örnek konut alanlarının belirlenmesi	50
4.2.2 Hipotetik konut alanlarının oluşturulması	52
4.2.2.1 Parsel Düzeni Göstergeleri	57
4.2.2.2 Ada Düzeni Göstergeleri	58
4.2.3 Modelleme	59
4.2.4 Simülasyon	61
BÖLÜM BEŞ – BULGULAR	65
5.1 Mevcut Dokudan Elde Edilen Bulgular	65
5.2 Hipotetik Dokudan Elde Edilen Bulgular	71
BÖLÜM ALTI – SONUÇLAR	76
6.1 Mevcut ve Hipotetik Dokunun Morfolojik Parametreler ve Doğal Havalandırma Bağlamında Karşılaştırılması	76
6.2 Yapılaşma İçin Optimal Rüzgar Hareketine İzin Veren Parametre Temelli Kriterler	81
KAYNAKLAR	86

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 2018 yılında kent nüfuslarının ve dünya nüfusundaki kentsel yığılmaların büyüme yüzdelerinin büyüklük sınıflandırması.....	5
Şekil 2.2 2030 yılında kent nüfuslarının ve dünya nüfusundaki kentsel yığılmaların büyüme yüzdelerinin büyüklük sınıflandırması tahmini	5
Şekil 2.3 Dünyadaki nüfusun yıllara göre % kaçının kentlerde yaşadığı	5
Şekil 2.4 Kent ve iklim elemanları (solda), kent ve güneş ışınları ile ortaya çıkan enerji (sağda).....	14
Şekil 2.5 Yüksek katlı yapı ve çevresindeki rüzgar hareketleri	20
Şekil 3.1 Tek bina ölçeğinde rüzgar hareketinin yapının köşesi ile karşılaşması.....	34
Şekil 3.2 Tek binanın (solda) ve iki binanın (sağda) rüzgar ile karşılaşması	35
Şekil 3.3 (a) birinci durumu, (b) ikinci durumu ve (c) üçüncü durumu sembolik olarak göstermektedir.....	39
Şekil 4.1 Karşıyaka'nın kentsel yerleşik alanları.....	45
Şekil 4.2 Çalışmanın yöntemi	47
Şekil 4.3 Seçilen on iki yerleşim alanı	51
Şekil 4.4 Karşıyaka'nın kentsel yerleşik alanları içinden seçilmiş örnek konut alanları	51
Şekil 4.5 Hipotetik konut alanlarının oluşturulma süreci.....	53
Şekil 4.6 Parsel düzeni yapılaşma modelinde seçilen örnek alanlar	55
Şekil 4.7 Ada düzeni yapılaşma modelinde seçilen örnek alanlar	55
Şekil 4.8 Seçilen örnek konut alanlarının üç boyutlu modelleri	59
Şekil 4.9 Parsel düzeni hipotetik konut alanlarının üç boyutlu modelleri	60
Şekil 4.10 Ada düzeni hipotetik konut alanlarının üç boyutlu modelleri	60
Şekil 4.11 İzohips aralıklarının referans olarak ele alındığı örnek arazi.....	61
Şekil 4.12 Rüzgar simülasyonu süreci	64
Şekil 5.1 Mevcut dokudan elde edilen rüzgar simülasyonu sonuçları	65
Şekil 5.2 4 (solda) ve 5 (sağda) numaralı örnek alanların rüzgar simülasyonu sonuçları	67

Şekil 5.3 8 (sol üstte), 9 (orta üstte), 10 (sol altta) ve 11 (orta altta) numaralı örnek alanların rüzgar simülasyonu sonuçları ile 8 (sağ üstte) ve 11 (sağ altta) numaralı alanların kat yüksekliklerini gösteren modellemeleri	68
Şekil 5.4 1 (solda) ve 2 (sağda) numaralı örnek alanların rüzgar simülasyonu sonuçları ve kat yüksekliklerini gösteren modellemeleri	68
Şekil 5.5 3 (solda) ve 12 (sağda) numaralı örnek alanların rüzgar simülasyonu sonuçları ve kat yüksekliklerini gösteren modellemeleri	69
Şekil 5.6 Parsel düzenindeki hipotetik dokudan elde edilen rüzgar simülasyonu sonuçları	71
Şekil 5.7 P1 ve P2'nin rüzgar simülasyonu sonuçları	73
Şekil 5.8 Ada düzenindeki hipotetik dokudan elde edilen rüzgar simülasyonu sonuçları	73
Şekil 5.9 A9 ve A13'ün rüzgar simülasyonu sonuçları	75

TABLÖLER LİSTESİ

Sayfa

Tablo 4.1 Seçilen yerleşim alanlarının morfolojik özellikleri	52
Tablo 4.2 Hipotetik alanların oluşturulması için çalışma alanında parsel düzeninde yaygın olarak gözlemlenen morfolojik özellikleri içeren örnek alanlardan elde edilen parametre ve değerleri	56
Tablo 4.3 Hipotetik alanların oluşturulması için çalışma alanında ada düzeninde yaygın olarak gözlemlenen morfolojik özellikleri içeren örnek alanlardan elde edilen parametre ve değerleri	57
Tablo 4.4 Rüzgar simülasyonunda kullanılan veriler	64
Tablo 5.1 1 ve 2 numaralı örnek alanların TAKS ve KAKS değerleri	69
Tablo 6.1 Mevcut doku analizlerinden elde edilen parametreler bazında genel kıyaslamalar	77
Tablo 6.2 Hipotetik doku analizlerinden elde edilen parametreler bazında genel kıyaslamalar	78
Tablo 6.3 Mevcut ve hipotetik dokunun parametre ve kriterler bazında karşılaştırılması	79

SEMBOLLER LİSTESİ

CO ₂	: Karbondioksit
°C	: Santigrat
O ₃	: Ozon
CO	: Karbon monoksit
NO ₂	: Azot dioksit
SO ₂	: Kükürt dioksit
Pb	: Kurşun
h	: Yapı yüksekliği
Pa	: Pascal

KISALTMALAR

BM	: Birleşmiş Milletler
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
EPA	: United States Environmental Protection Agency
KAKS	: Kat alanı kat sayısı
TAKS	: Taban alanı kat sayısı
HAD	: Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Kırsal alandaki nüfusun kentsel alana kayması olarak tanımlanan kentleşme (Blocken, 2015), II. Dünya Savaşı'ndan itibaren artarak ciddi derecede büyüme eğilimi göstermiştir (Mirzaei ve Haghighat, 2010). Günümüzde kentlerde sanayi alanlarının genişlemesinin yanı sıra kentlerin sayısı, büyüklüğü ve kentlerde yaşayan nüfus da artmaya devam etmektedir (He, 2018). Sanayileşme ve kentleşmenin artması enerji tüketiminde artışa (Santamouris vd., 2001), hava kirliliğine (Bitan, 1992), iklim değişikliğine, sağlık ve konfor sorunlarına (Blocken, 2015) neden olmaktadır.

Mekansal, demografik ve yönetsel niteliklere sahip (Yahyagil, 2011) kentlerin eğitim, ekonomi, sağlık vb. açılardan sunduğu avantajlar nedeniyle (Blocken, 2015) kentlerdeki nüfusun artış göstermesi, plansız gelişen kent morfolojisine, çevre sorunlarının artmasına, kentsel alanlarda çevre ve iklim kalitesinin düşmesine neden olmaktadır. İklim kalitesi, iklim koşullarına uyumlu bir şekilde kentleşmenin planlanması ve iklim elemanlarının doğru kullanımının sağlanması anlamına gelmektedir. Kentsel alanda bu doğru kullanımın sağlanmaması ve iklim elemanlarının göz ardı edilmesi kent atmosferinin bozulmasına yol açabilmektedir. İklimle uyumlu yapılaşma özelliği göstermeyen ve böylece iklimsel elemanlardan pasif olarak fayda sağlayamayan kentler, aktif sistemlerle iklimlendirme sağlayarak fazla enerji harcamaktadır. Ayrıca yapılaşma düzeninin iklim elemanlarının hareketlerini ve etkilerini değiştirmesi sonucu kentsel alanlarda rüzgar hızı yavaşlaması veya ani şiddetlenmesi, sıcaklıkların artması, gölge alanlarının bulunamaması insan konforunun ve sağlığının bozulmasına sebep olmaktadır (Bitan, 1992). Tüm bunlar yoğun kentleşmenin kentlerin yaşanabilirliği etkilediğinin kanıtıdır (Shooshtarian ve Rajagopalan, 2019). Ayrıca kent morfolojisinin iklim elemanları ile kurduğu ilişkinin insan konforu ve enerji korunumu dolayısıyla çevre sorunlarının önlenmesi açısından önemli bir unsur olduğunu da ortaya çıkarmaktadır.

Kent fiziği, iklim elemanları ile faunanın, floranın, insanların ve kullanılan malzemelerin etkileşime girdiği açık ve kapalı kentsel çevrenin bütünüdür ve iklimsel, enerjik ve ekonomik kısıtlarla sürdürülebilir, sağlıklı ve konforlu bir yapay alan oluşturmalıdır (Blocken, 2015). Kentsel alanda birçok olgudan (kentsel ısı adası, hava kirliliği vb.) kaynaklı ortaya çıkan yüksek sıcaklıkların olumsuz etkileri (enerji talebi artışı, sağlık sorunları vb.) kentsel mikroiklim çalışmalarının önemini ortaya koymaktadır (Toparlar vd., 2015).

Kentlerde rüzgar hızı azaldığında hava kirleticileri ve ısı kentsel alanlardan uzaklaştırılamamaktadır (Abbassi, Ahmadikia ve Baniyadi, 2022). Kentlerdeki sıcaklık artışı (Rizwan, Dennis ve Liu, 2008; Kim ve Baik, 2005) başka bir deyişle kentlerin kentleşmemiş alanlardan daha yüksek sıcaklıklara sahip olması (Wong ve Yu, 2005; Voogt ve Oke, 2003) olarak tanımlanan kentsel ısı adası fenomeninin azaltılmasında rüzgar, soğuk havanın getirilmesinde ve kentsel ısının boşaltılmasında önemli bir faktördür. Bu fenomenin azaltılmasında rüzgarın etkisini gösterebilmesi yönüne, hızına ve kaynağına bağlıdır (He, 2018). Rüzgar hızı arttıkça kentsel ısı adası etkisi daha çok hafiflemektedir (He, 2018; Lee, 1984). Ancak rüzgar yönü ve kaynağı sıcaklığın azalıp azalmadığı konusunda belirleyicidir. Çünkü soğuk rüzgar kentsel sıcaklığın düşmesini sağlarken sıcak rüzgarlar kent sıcaklığını arttırabilmektedir. Bunun yanı sıra rüzgar ve kentsel ısı adası fenomeni arasındaki etkileşimde kent morfolojisi önemli bir rol oynamaktadır. Kentin fiziksel formu kentsel ısı adasını oluşturan etmenler ile ilişki kurmakla beraber rüzgar hareketlerini ve hızını da etkilemektedir (He, 2018).

Oke (1982), doğal bir fenomen ile ilgili bilimsel araştırmada dört adımın izlenmesi gerektiğini savunmaktadır. Bunlar; (1) fenomenin tanımlanması, (2) diğer faktörler ile bu fenomenin bağlantısı, (3) bu fenomene yol açan faktörler, (4) bu fenomenin davranışını takip etmek için bir yöntemin kurgulanmasıdır. Bu doğrultuda tezin ikinci bölümünde kent iklimi ve kentsel ısı adasına odaklanılmıştır. Öncelikle kent ve kentleşme konusuna değinilerek kentlerin nasıl ortaya çıktığı aktarılmıştır. Ardından kentleşme ile ortaya çıkan kentlerin doğa ile kurduğu ilişki ele alınmıştır. Bu ilişkinin yarattığı kent iklimi konusu iklim elemanları üzerinden irdelenmiştir. Daha sonra kent

ikliminin farklılaşmasının hem nedeni hem sonucu olan kentsel ısı adası fenomeni tanımlanarak kentsel ısı adası etkisine neden olan faktörler ve bu etkinin azaltılmasını sağlayacak faktörler üzerinden doğal havalandırmanın önemi vurgulanarak açıklanmıştır.

Kentsel ısı adasının azaltılması ve engellenmesinde çok önemli olan kentsel havalandırmanın kentlerdeki durumunu inceleyebilmek için üçüncü bölümde morfolojik özellikler ve rüzgar hareketleri konusuna yer verilmiştir. Bu bölümde kent morfolojisinin rüzgar hareketlerine etkisi ve rüzgar hareketlerini etkileyen morfolojik parametrelere ilişkin literatürdeki bilgiler derlenmiştir.

Dördüncü bölümde kent morfolojisinin doğal havalandırmaya etkisini morfolojik parametreler bazında araştırmak amacı ile örnek alan olarak seçilen çalışma alanı (Karşıyaka/İzmir) ve kurgulanan yöntem detayları ile aktarılmıştır. Bu yöntem iki aşamalı olup birinci adımda çalışma alanındaki doku üzerinden karmaşık morfolojik özellikler taşıyan alanlar kıyaslanarak doğal havalandırmanın sağlanmasında morfolojik parametrelerin etkileri tespit edilmiştir. İkinci aşamada ise çalışma alanı üzerinden yapılan incelemeler doğrultusunda çalışma alanında tespit edilen parametre ve göstergeler ile yapı grupları oluşturularak her bir parametre ve göstergenin doğal havalandırma üzerindeki yalın etkisi araştırılmıştır. Tezde, Karşıya analizleri gerçekleştirmek için sadece örnek olması amacıyla seçilmiştir; elde edilen bulgular genel olarak değerlendirilmektedir. Daha açık bir ifadeyle Karşıyaka özelinde değerlendirme ve sonuç üretme hedefi bulunmamaktadır. Elde edilen bulgular iki aşama için ayrı ayrı bölüm beşte açıklanmıştır.

Mikroiklim ölçeğinde rüzgar odaklı bir çalışma ortaya konan bu tezin son bölümünde iki ayrı yöntemle elde edilmiş sonuçlar, morfolojik parametreler ve doğal havalandırma bağlamında kıyaslanmış ve avantajlı parametre kriterleri tespit edilmiştir. Bu tespitten yola çıkarak rüzgar hareketlerinden kentsel havalandırma için optimum fayda sağlayacak şartlar belirtilmiştir.

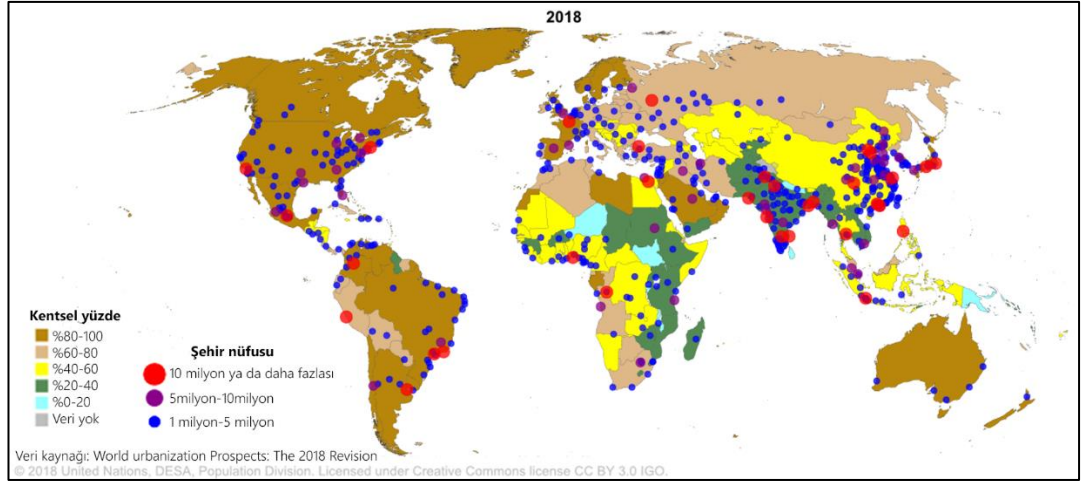
BÖLÜM 2

KENT İKLİMİ VE KENTSEL ISI ADASI ETKİSİ

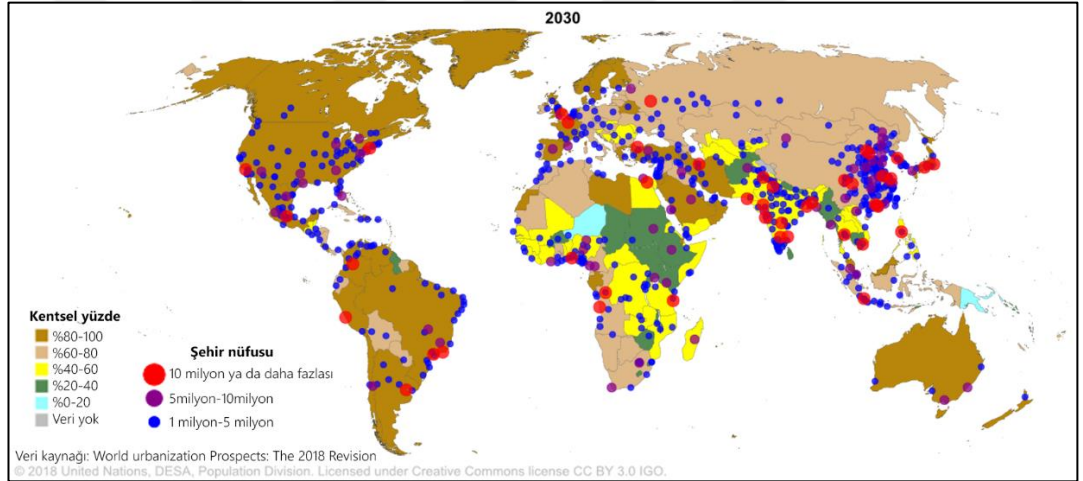
2.1 Kent ve Kentleşme

Günümüzde dünya nüfusunun çoğunluğuna ev sahipliği yapan kentler, doğal arazi üzerinde, bu araziye dönüştürerek gelişmiş yerleşim birimleridir. Ancak bu dönüşümün boyutları ve niteliği, doğanın elemanları ile uyumlu bir şekilde gerçekleşmemiş; kentler doğal döngülere, ekosistemlere zarar veren, ekolojik dengenin bozulmasına yol açan faktörlerden biri haline gelmiştir. Tarım toplumunun iklimle uyumlu doku özelliği sergileyen kırsal yerleşmelerinin aksine, modernizm dönemi kentleri doğayı doğrudan veya dolaylı olarak tahrip eden yoğun yapılaşma dokuları olarak coğrafya üzerine yayılmıştır (Aydın, 2021). Bu nedenle bu bölümde öncelikle günümüz kentlerinin ortaya çıkış nedenleri ve bu çerçevede doğa ile uyumlu yapılaşmanın önündeki toplumsal nedenler ele alınmaktadır.

Kısaca ekonomik temellere dayanan (Topal, 2004), nüfusun ağırlıkla tarım dışı alanlarda çalıştığı (Keleş, 2011; Keleş, 1980), gereksinimlerin karşılandığı (çalışma, dinlenme, eğlenme vb.), toplumsal gelişmenin yaşandığı (Keleş, 1980), büyük nüfus birikimlerini barındıran, meslekleşmenin arttığı ve aşırı yapılanmanın bulunduğu yerleşim alanları (Yahyagil, 2011) olarak tanımlanan kentler, günümüzde dünya nüfusunun yarıdan fazlasının yaşadığı alanlardır. Birleşmiş Milletler (BM) Dünya Kentleşme Beklentileri: 2018 Revizyonu'ndan alınan bilgilerle 2021 yılında kentsel nüfusun yaklaşık 4,4 milyar, kırsal nüfusun ise yaklaşık 3,4 milyar olduğu bilinmektedir. Şekil 2.1 ve 2.2'de 2018 ve 2030 yıllarındaki kent nüfusları ve dünya nüfusundaki kentsel yığılmaların büyüme yüzdeleri büyüklük sınıfına göre gösterilmektedir (United Nations, 2021). Bu durum dünya nüfusunun kırsal alanlarda azalırken kentsel alanlarda giderek arttığını işaret etmektedir. Şekil 2.3'te grafiksel olarak gösterildiği gibi 2050 yılında dünya nüfusunun üçte ikisinin kentsel alanlarda yaşaması beklenmektedir (National Geographic, 2021).



Şekil 2.1 2018 yılında kent nüfuslarının ve dünya nüfusundaki kentsel yığılmaların büyüme yüzdelерinin büyüklük sınıflandırması (United Nations, 2021)



Şekil 2.2 2030 yılında kent nüfuslarının ve dünya nüfusundaki kentsel yığılmaların büyüme yüzdelерinin büyüklük sınıflandırması tahmini (United Nations, 2021)



Şekil 2.3 Dünya nüfusunun yıllara göre kentlerde yaşama oranı (WRI Türkiye Sürdürülebilir Şehirler, 2020)

Kentlerdeki nüfus yoğunluklarının birçok farklı sebebi ve sonucu bulunmaktadır. Ancak buna sebep olan etmenler ve bunun sonuçları ile ilişkili temel kavram kentleşmedir. Her zaman farklı pek çok işlevi (ticaret, yönetim vs.) içerisinde barındıran ve tarihte önemli olan kentler, kentleşme sürecinin ortaya çıkması ve hızlı yaşanması ile farklı nitelikler kazanmış ve karmaşıklaşmaya başlamıştır.

Kentleşme, sanayileşmenin hem sebep olduğu hem de ihtiyaç duyduğu bir olgudur. 18. yüzyılda İngiltere’de başlayan ve Avrupa’ya yayılan Sanayi Devrimi ile ekonomik, sosyal, politik, teknolojik alanlarda değişimler yaşanmaya başlamıştır. Gelişen teknoloji ile fabrikalar artmış, kullanılan üretim teknikleri değişmiştir. Bu yeni üretim tekniklerinden en etkili modernizm döneminin üretim biçimi olan Fordizm seri üretim sistemidir. Bu sistemsel değişim ile üretim hız kazanmış ve bu durum fazla stok birikimine neden olmuştur. Doğrusal ekonomik kalkınma hedefleri çerçevesinde, büyük miktarlarda üretilen endüstriyel ürünlerin büyük miktarlarda tüketilmesi de gerekmiştir. Bu ihtiyacı karşılamak için kentler bir pazar merkezi olarak önem kazanmaya başlamıştır. Üretim ve tüketimin aynı hızda birbirini takip etmesi, üretim ve tüketim döngüsünün devam etmesi için nüfusun kente doğru çekilmesine yönelik politikalar, kampanyalar uygulanmıştır. Ayrıca sanayinin gelişmesi ile işçi ihtiyacı artmış ve kırsaldaki insanlar çalışmak için kentlere yığılmaya başlamıştır. Bu sebeplerle yaşanan yığılmalar kentlerdeki sosyal düzeni değiştirerek kentleşmenin bir ayağını oluştururken kentlerdeki konut ihtiyacının artmasına da sebep olmuştur. Sonuç olarak kentleşme, sanayileşmenin de yarattığı itici güç ile kırsal alanda yaşayan insanların farklı sebeplerle kentlere göç etmesi ve kent nüfusunun artmasının bir sonucu olarak kentsel alanların büyümesi ve gelişmesi şeklinde tanımlanmaktadır (Hulley, 2012).

İnşaat sektörü kentleşmenin yoğun yaşanmaya başladığı dönemden itibaren beton, çelik gibi malzemeleri ve yeni teknolojileri kullanarak yapım sürelerini hızlandırmıştır. Aydınlanma Döneminden Modernizm Dönemine kadar yavaş yavaş gelişen doğaya hükmetme anlayışı, 18. yüzyılda sanayi devrimi ile gelen değişimlerle birlikte daha çok hakimiyet kazanmış ve doğayı “insan sömürsüne açık bir hammadde kaynağı olarak gören mekanikçi doğa kavrayışı” (Aydın, 2021) tüm üretim

ve tüketim süreçlerine işlemiştir. Bunun sonucu olarak doğanın ve çevre şartlarının dikkate alınmadığı kararlar ile mimari tasarımlarda çevreye uyum ve özgünlük terk edilmiş, tek tip yapılaşma tercih edilmiştir.

Kentlere çalışmak amacı ile gelen işçilerin kendi çabaları ile yaptıkları konutlar fabrikalara çok yakın (fabrikadan çıkan zararlı maddelere sürekli maruz kalınan noktalarda) konumlandığı ve yaşam şartlarına uygun olmadığı için (penceresiz dolayısıyla hava ve güneş ışığını almaktan yoksun evler) salgın hastalıklar ortaya çıkmaya başlamıştır. Salgın hastalıkların tüm kenti sarması sebebiyle, özellikle burjuva sınıfını koruma amacıyla, kentsel alanların belirli bir düzende olması gerektiği sonucuna varılmıştır ve şehir planlama ortaya çıkmıştır. Tekeli bu durumu “Modernizmin bu aşamadaki kent planlaması anlayışı, kentlerin sadece kişilerin çıkarları doğrultusunda biçimlenmesinin, sağlıksız bir gelişme ortaya çıkardığı, bu nedenle kamu yararı açısından bu sürece müdahale edilmesi gereğinden yola çıkmaktadır” (2001, s. 18) şeklinde açıklamaktadır. Kentlerin sağlıklı, özgür bireylerin yaşadığı alanlar olması amacı ile yaşam ve çalışma alanlarının ayrı yerlerde konumlandırılması düşüncesine ek olarak modernizm döneminin üretim şekli olan Fordizm seri üretim sistemi kaynaklı hız olgusu üzerinden de şehir planlama olgusu ele alınmıştır. Bu doğrultuda üretimde aksaklıkların yaşanmaması için insanların yaşam alanlarından çalışma alanlarına hızlı ulaşım sağlaması amacı ile hareket edilerek ulaşım alanlarının ve kentte yaşayanların boş vakitlerini geçirecekleri dinlenme alanlarının düzenlenmesi gerektiğine değinilmiştir (Tekeli, 2001). Bu sebeple “kent mekanı planlanırken oturma, çalışma, dinlenme ve dolaşım mekanları ayrılarak planlanmalıdır” (Tekeli, 2001, s. 18) anlayışı modern kentlerin temel yaklaşımı olmuştur.

Avrupa’da kentleşme, ağırlıklı olarak sanayileşme ile hız kazanırken, Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde sanayileşme ile değil, temelde “daha çok kırsal kesimdeki dengesizlikler ve toprağın ihtiyaçları karşılayamaması” (Ceritli, 1995, s.16) sonucu kırsal alanlardan kentsel alanlara göç ile ortaya çıkmıştır. Bu durum kentlerde artan nüfus ile konut ihtiyacını arttırmış, artan konut ihtiyacı ile yapılaşmanın hız kazanmasını tetiklemiştir.

Tüm dünyada artan konut talebi, kent sınırlarının çeperlere doğru yayılmasına sebep olmuştur. Bu durum tarım alanlarının kent sınırlarına dahil edilmesine ve yapılaşmaya açılmasına diğer bir ifadeyle arazilere arsa gözüyle bakılmasına yol açmıştır. Arazi ve arsaların kıymetlenmesi kentsel arazi rantının ortaya çıkmasını tetiklemiştir. Kentsel arsa rantının sunduğu ekonomik avantajlar, yüksek katlı yapılaşmanın tetiklenmesine neden olmuştur. Sonuçta kentler, açık alanların yitirildiği, yoğun ve yüksek katlı yerleşim dokuları haline gelmiştir.

Yukarıda bahsedilen yüksek yapılaşmanın sebeplerini Ceritli (1995) şu şekilde özetlemektedir:

Dikey yapılanma, şehrin kalabalıklaşması, yoğunlaşması ve toprak kullanımının azaltılması amacıyla ortaya çıkmış olan bir yapılanma biçimidir. Bu başka nedeni ve şehir ekonomisinin ortaya çıkardığı rant piyasasından daha fazla pay almaktır. Sınırsız ve dengesiz bir gelişme gösteren tüketim ekonomisinin, şehir hayatı üzerindeki bir başka yansımasıdır (s. 17).

Tüm bunlardan etkilenen, süslemelerden uzak, sadeliği savunan modern mimarlığın temelini *işlev formu şekillendirir* mantığı oluşturmaktadır. Bu doğrultuda yapıların hızlı inşa edilebilmesi, getirilerinin yüksek olması, pratik ve ekonomik olan yöntemlerin/tasarımların tercih edilmesi rant sistemine hizmet etmiştir. Bu şekilde geleneksel yapı tarzının reddedildiği bu dönemde evrensel yapı tipolojileri önerilmeye ve üretilmeye başlamıştır. Bilir (2019) modern mimariyi şu şekilde özetlemektedir:

20. yüzyılın başında yaşayan modern mimar, eklektik üslupta boğulan yapıyı sadeleştirmiş ve yeni üretim teknikleriyle birlikte yapıyı yeniden inşa etmiştir. Bunu yaparken de kullanım standartlarını ve tasarım prensiplerini tamamen terk etmemiş, teknolojiyle birlikte kullanmaya devam etmiştir. Fakat modern mimarinin getirdiği hızlı ve ekonomik yapı üretme teknikleri, konut ihtiyacını hızlı bir şekilde çözmek isteyen yönetim ve kar etmek isteyen iş sahipleri tarafından kullanılmaya başlanılınca her yerde tekrarlanan yapı tipleri oluşmuştur (s. 2). Şehirlerin fonksiyonlara göre ayrılması, daha hızlı konut üretmek adına tekrarlanan cepheler mimariyi tek tipleştirmeye başlamıştır (s. 3).

Kentleşmenin hız kazandığı dönemden günümüze kadar gelen yapılaşma üzerine kurulu yukarıda da bahsedilen bu düzen sebebiyle kentler, kentsel ekosistem olarak adlandırılan kendi ekosistemlerini oluşturmuşlardır. Kentin yerleşim kurduğu alana (coğrafi konumuna ve topografik özelliklerine), içinde bulundurduğu sektörlerle, nüfus yoğunluğuna, ulaşım sistemine, yapılaşma düzeni ve yoğunluğuna bağlı olan bu ekosistem çoğu kent için ortak kentsel ekosistem özelliklerini ortaya çıkarmıştır.

Kentsel ekosistemi, kırsal ekosistemden ayıran en önemli özellik yapılaşmadır. Günümüze kadar gelen bu yapılaşma sistemi ile kentler, doğal alanların mekana dönüştüğü ve yoğun yapılaşmanın giderek arttığı alanlar olmuştur. Kentlerdeki yapı toplulukları bazen morfolojik özellikleri ile değişiklik gösterse de genelde hepsi modernizm ile egemenliğini baskın şekilde ortaya koyan, doğaya hükmetme bakış açısı ile arazi tipolojisine, iklimsel özelliklerine dikkat edilmeden tasarlanmış ve inşa edilmiştir. Tüm bu nedenler kent ile doğa ilişkisinin olumsuz etkilenmesine yol açmış ve bu durum farklı birçok olumsuz sonucu beraberinde getirmiştir. Kent ve doğa uyumsuzluğundan ortaya çıkan bu sorunlara bir sonraki bölümde (bkz. 2.2 Kent ve Doğa) değinilmektedir.

2.2 Kent ve Doğa

Doğa, hava, su, toprak, flora ve fauna olmak üzere beş yapı elemanından oluşmaktadır. Bu elemanların kendini yenileyebilmesi ve varlıklarını sürekli kılabilmesinde doğal döngüler önemli rol oynamaktadır. Ancak kentleşme ve/veya kentlere hizmet etmek amacıyla yapılan yapılaşmalar, doğanın döngüsellik özelliklerine zarar vermekte ve engel olmaktadır. Ayrıca doğanın kendini yenileyebilme özelliğinin de bir eşik değeri vardır. Taşıma kapasitesi olarak tanımlanan bu değer aşılsa doğa kendini yenileyememekte ve kirlilik baş göstermektedir (Aydın, 2021; Yücel ve Babuş, 2005).

Kentler genelde betonarme yüksek katlı yapıların yığıldığı, yeşil dokunun az olduğu, asfalt malzemelerle kaplı yol ağları ile örülü mekânsal nitelik taşıyan alanlardır. Yapılı çevre olarak kentler, doğanın temel elemanlarına ve süreçlerine

olumsuz müdahale eden oluşumlardır. Doğal ya da kırsal ekosistemlerden farklı olarak kentsel ekosistemlerde, hava, su, toprak gibi doğal elemanlar olumsuz etkilenmekte; ekolojik döngülerin sürekliliği kesintiye uğramakta, doğal denge hali yitirilmektedir. Kentlerde, kentsel aktivitelerin sürdürülmesi için büyük miktarlarda enerji kullanım gereksinimi bulunmaktadır. Bu gereksinimin fosil yakıtlara dayalı karşılanması, hava kirliliği, su kirliliği, iklim değişikliği gibi pek çok doğal soruna neden olmaktadır. Yoğun kent dokusu içerisinde, yapı ve yapı adalarının güneş ve rüzgara uygun şekilde yönlenmediği, bir yandan yapıların rüzgarların hareketlerinin önünü kesmesi ile kent içerisine rüzgar girişi ve hava hareketlerinin engellendiği, diğer yandan yapıların güneşten optimum yararlanma olanaklarının yitirildiği görülmektedir. Bu durum fosil yakıtlara bağımlılığı artırmaktadır. Kentsel yerleşmelerin müdahale ettiği bir diğer önemli doğa elemanı sudur. Yerleşimler, su döngüsü için önemli olan süzülme ve akış olayları için bariyer olmanın yanı sıra su kirliliğine sebep olmaktadır. Kentlerde toprak yüzeyinin bulunmaması/bırakılmaması, yatayda yapılaşmanın habitatları parçalayarak ekosistem bütünlüklerini bozmakla sonuçlanmaktadır. Bu durum da biyolojik çeşitliliğe zarar veren bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Doğa elemanlarından hava, su, toprağın birçok farklı şekilde kentleşmeden etkilenmesi, doğal ekosistemler arasındaki ilişkiye ve bütünselliğe engel olmakta ve habitat alanlarının bozulması veya bölünmesi sonucu fauna ve flora grubundaki canlı popülasyonlarının yok olmasına veya göç etmesinde sebep olmaktadır. Kentte endüstriyel ve evsel atıkların artması tüm doğa elemanlarının kirlenmesi ile çevre kirliliğini arttırmakta ve çöp biriktirilen alanlarda ortaya çıkan metan gazı tehlike yaratmaktadır. Kentsel alanlardaki yapılaşmanın sürekliliği sebebiyle kentlerde ve neredeyse kent çeperlerinde tarım alanları kalmamakta hatta kentlerde yeşil alanlara rastlama ihtimali azalmaktadır. Bu durum kentsel alanlarda kırsal ekosistemlerle ciddi farklılıkların oluşmasına sebep olmaktadır. Bu farklılıkların birine örnek olarak Hulley (2012), yerel peyzajın değişimine yol açan kentleşme sürecinin arazi örtüsünün değişmesine yol açtığına, bitki örtüsünün yerini binaların ve yolların aldığını, kent çevresindeki tarımsal alanların ise kentsel peyzaj alanına dönüştüğüne değinerek bu değişimlerin kentsel ısı adalarının oluşumuna yol açacağını vurgulamaktadır.

Yukarıda bahsedildiği gibi kentleşme ile doğal alanlar yerleşim alanlarına dönüşmeye başlamış, bu yeni yerleşim yerleri sanayi, konut, ticaret vb. mekanlar olarak düzenlenmiştir. Kentsel alanların artan nüfus ile genişlemesi sonucu karşılanması gereken ihtiyaçlar ve bu ihtiyaçların kullanım miktarları artmıştır. Bu talepler ve bu taleplerin karşılanması ile doğanın olumsuz etkilendiği birçok durum ortaya çıkmıştır.

Kentlerde en çok ihtiyaç duyulan taleplerden biri elektrik kullanımıdır. Elektrik kullanımı, esas olarak elektrik üretiminde gerekli olan suyun kullanımıdır. Elektrik üretimi için barajların kurulması ile atmosferdeki su buharı oranı artmaktadır. Bu artış da atmosferde sera etkisini artırarak yeryüzünün soğumasını yavaşlatmakta, yeryüzünün sıcaklığını arttırmakta ve küresel bir çevre sorunu olarak küresel ısınmaya dolaylı yoldan etki etmektedir. Kentlerde elektriğe bağlı enerji kullanımının artması, termik santrallerin elektrik ihtiyacını karşılamak için kullanılmasına ve böylelikle fosil yakıtların tüketimi ile karbondioksit (CO₂) oranının, hava kirliliğinin ve atmosferdeki su buharı oranının artışı hızlandırmaktadır (Akkol, 2019).

Kentleşme ve sanayileşme sonucunda oluşan atıklar su kaynaklarını kirletmekte, temiz su ihtiyacına rağmen atık su problemi çevre sorunlarına ve toplum sağlığının bozulmasına sebep olmaktadır. Kentsel atıklar (evsel ve endüstriyel atıklar) çöp sorununu ortaya çıkarmaktadır ve bu atıklar doğanın kaldıramayacağı boyutlara ulaşırken endüstriyel atıkların içinde barındırdığı kimyasal maddeler ekolojiye çok büyük zarar vermektedir. Plastik atıkların doğada çürümesi çok uzun süreler almakta ve bu süre boyunca çevre kirliliğine sebep olmakla birlikte doğal hayattaki birçok canlının bilinçdışı plastik tüketimi ile zehirlenmesine dolayısıyla ekolojik döngünün bundan etkilenmesine neden olmaktadır. Tüm bu kentsel atıkların toplandığı alanlarda metan gazı birikmesi atmosferi etkilemekte ve sera etkisini artırarak küresel ısınmaya sebebiyet vermektedir (Akkol, 2019).

Kentlerde hava kirliliğinin oluşmasında doğrudan ya da dolaylı birçok etmen vardır. Araçlarda, fabrikalarda ve konutlarda fosil yakıtların kullanılması hava kirliliğinin en büyük sebeplerindendir. Teknolojinin gelişmesi sonucunda inşaat sektöründe

kullanılan yeni malzemelerin (asfalt vs.) güneş ışınlarının etkisi altında kalmasıyla zararlı gazların havaya salınması da bir diğer nedendir. Enerji taleplerini karşılamak için kullanılan fosil yakıtlar hava kirliliğini oluşturarak kentlerde sağlık problemlerine ve daha fazla sis çökmesine neden olmaktadır. Bu durumu Akkol (2019) özetle şu şekilde anlatmıştır: “Hava kirliliği, kentleşmeye dayalı başlıca çevre sorunlarından biridir. Kentlerde, özellikle büyük şehirlerde trafik yoğunluğundan, binaların ısınma ihtiyacından, fabrikalardaki enerji kullanımından kaynaklanan hava kirliliği sorunu bulunmaktadır” (s. 75). Başka bir deyişle hava kirliliği insan faaliyetlerinden kaynaklanan, yerel ve küresel ölçekte etkileri olan ve kontrol altına alınması gereken bir sorundur (Bitan, 1992).

Hava kirliliği insan sağlığına zararlı olmakla birlikte bir çevre sorununa sebep olmakta ve dünya ekolojisine zarar vermektedir. “Havanın kirli olduğu bir bölgede suyun ve toprağın temiz kalmasını beklemek gerçekçi değildir” (Akkol, 2019, s. 75). Bir başka deyişle hava kirliliği sadece kirliliğin olduğu bölgeyi değil, tüm ekosistemi etkilemektedir. Rüzgar ile oluşan atmosferik sirkülasyonlar ve yağmur yolu ile hava kirliliği başka bölgelere de ulaşmakta, ekolojiyi bozan etmenlerden biri olan bu kirlilik tüm dünyaya yansımaktadır.

Ortaya çıkan çevre sorunlarının birbirini tetiklemesi kentleri kırsal alanlardan farklı kılmaktadır. Bu farklılıkların en etkililerinden biri de kent atmosferinin iklimsel nitelikleridir. Doğanın kentlerle kurduğu ilişkinin kırsal alanlarla kurduğu ilişkiden farklı olması başta mikroiklimleri sonra yerel iklimleri etkileyerek kent iklimini ortaya çıkarmakta ve zamanla bu farklılıklar tekrar birbirlerini büyük ölçekte etkileyerek bölgeleri, kıtaları ve tüm dünyayı iklimsel olarak etkilemektedir.

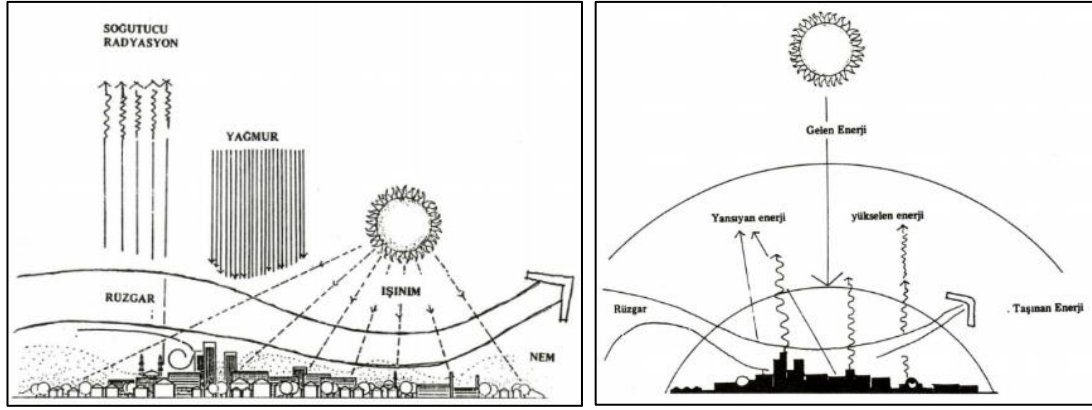
2.3 Kent İklimi

Sanayileşme ile gelen hızlı üretim mantığından etkilenen inşaat sektöründe teknoloji sayesinde yeni malzemelerden biri olan beton kullanımının artması, tarım arazileri ve yeşil alanlar üzerine betonarme yapıların hızla ve çok sayıda inşa edilmesine yol açmıştır. Bunun sonucunda ekolojik açıdan bakıldığında insanoğlunun

varoluşundan beri ihtiyaç duyduğu ve uyum sağlamaya çalıştığı verimli topraklar ve yeşil alanlar kaybolmaktadır. Beton yapılarla birlikte asfalt gibi yüzey malzemelerinin kullanımı, kent atmosferinde sıcaklık artışlarına yol açmaktadır. Bu durumlar kentin hem kendi yerel iklimini hem de içinde barındırdığı mikroiklimleri etkilemektedir. Bu bölümde öncelikle kent ve atmosfer ilişkisine değinilerek iklim ve iklim tiplerinden bahsedilmektedir. Kent iklimi ile ilgili bilgiler sunulduktan sonra kent iklimini (yerel ve mikro iklimleri) etkileyen atmosferik unsurlar açıklanmaktadır.

Modernizmin öngördüğü sanayi sektörü temelli doğrusal ekonomik kalkınma hedeflerini sağlamanın mekansal ifadesi olarak biçimlenen kentler, bir önceki başlıkta (bkz. 2.2 Kent ve Doğa) aktarılan nedenlerden ötürü doğa ile uyumlu olmayı başaramamış yerleşmelerdir. Bu uyumsuzluğun önemli bir bölümü, kent ve atmosfer ilişkisi temelinde karşımıza çıkmaktadır. Yukarıda da bahsedildiği gibi kentler, havayı çeşitli sebeplerle etkilemekte; bu durum kentsel bölgenin içinde bulunduğu havanın niteliklerinin değişmesine yol açmaktadır. Bu nedenle, kentlerin içinde bulunduğu hava ortamı kent atmosferi olarak adlandırılmaktadır.

Atmosfer, yerkürenin etrafını saran renksiz, kokusuz, tatsız, akışkan, elastik, sonsuz genişlemeye sahip, sıkıştırılabilen ve titreşimleri belirli bir hızda iletebilen gaz örtüsü olarak tanımlanmaktadır (MGM, 2022b). Atmosferi oluşturan nitrojen, oksijen ve diğer gazlar doğanın denge koşulunu sağlamak için belirli oranlarda bulunmaktadır. Bu oranların bozulması hava kirliliğinin meydana gelmesine ve doğanın farklı reaksiyonlar göstermesine sebep olmaktadır. Atmosferin özelliklerini değiştirmesi ile oluşan kirlilik dışında başka durumlar da vardır. Bunlar doğayı ve doğadaki döngüsel sistemleri de etkileyen ve genel çerçevede iklim elemanları olarak adlandırılan sıcaklık, yağış, nem gibi faktörlerin değişiklik göstermesidir. Şekil 2.4'teki görsellerde kent ve atmosfer arasındaki ilişki gösterilmektedir.



Şekil 2.4 Kent ve iklim elemanları (solda), kent ve güneş ışınları ile ortaya çıkan enerji (sağda) (Göksu, 1995)

Çevrenin fiziksel özellikleriyle ilişkili olan iklim elemanlarının atmosferdeki hareketlerinin sonucunda meteorolojik olaylar meydana gelmektedir. Bu meteorolojik olayların uzun yıllar değişmeyen ortalamalarının ele alındığı belirlenen geniş bir alan içindeki atmosferik özelliklere iklim denilmektedir (MGM, 2022a).

İklim özelliklerinin tanımlandığı alanın boyutları, alandaki ortalama hava koşullarında farklılıklar gözlemlenebileceğinden önem taşımaktadır. Çünkü bu alanın kapsadığı çevresel özellikler (coğrafi konum, arazi topolojisi, kent morfolojisi) sebebiyle iklim elemanlarının birbirlerine ve çevrelerine etkileri farklılaşabilmektedir. Bu nedenle iklim, alansal olarak ele alınarak sınıflandırılmaktadır. Literatüre bakıldığında bu konuda farklı alansal sınıflandırmaların olduğu görülmektedir. İklimsel alanlar genelde makro, mezo ve mikro iklim (Kaplan, 2005; Yalçın, Demircan, Ulupınar ve Bulut, 2005) olarak üçe ayrılabilir bazı çalışmalarda (Sarma, 2005) mezo ve mikro iklim arasında yer alan yerel (lokal) iklime de değinilmektedir.

Makroiklim, bir kıtanın büyük bir kısmı (Sarma, 2005) veya bir ülke gibi çok geniş alanları kapsamaktadır. İnsan faaliyetleri ile kolayca değiştirilememektedir. Ancak doğaya verilen zararların devam etmesi sonucu iklimsel değişimler gözlemlenebilmektedir (Yalçın vd., 2005).

Mezoiklim, zeminin yapısal özellikleri, toprağın türü ve bitki örtüsü ile ilişkili olan, iklimsel değişikliklerin yavaş gerçekleştiği ve belirli bir alanı kapsayan yerel iklimleri

içinde bulunduran bir iklim çeşididir (Sarma, 2005). Mezoiklim alanlarına örnek olarak Türkiye'nin bölgeleri (İç Anadolu Bölgesi, Karadeniz Bölgesi vs.) gösterilmektedir (Yalçın vd., 2005).

Yerel iklim, mezo ve mikro ölçekler arasında kalmaktadır. Sür'e (1980) göre yerel iklimlerin farklılaşmasında binaların, vejetasyonun (bitki örtüsünün), yüzey sularının durumu, toprağın tekstürü ve rengi, yamaç görünüşü ve eğim gibi faktörler etkili olmaktadır ve bir yöredeki küçük alanları kapsamaktadır.

Mikroiklim, "Genel ve geniş bir alanın iklimi içinde farklılıklar sergileyen vadi, şehir, yerleşim yeri, konut, ormanlık alan veya mağara gibi küçük yerlerde gözlenen iklime verilen isim" (MGM, 2022b) olarak tanımlanmaktadır. Basit insan faaliyetlerinden etkilenebilmektedir. Küçük ölçekli alanların iklimsel özelliklerinin karşılaştırılması için önemli bir terimdir (Yalçın vd., 2005).

Mikroiklimin kapsadığı alan konuya göre değişiklik gösterebilmektedir. Sadece meteorolojik açıdan bakılırsa belirli iklim elemanlarıyla etkileşimli yer şekillerinin oluşturduğu çok dar bir alanın özelliklerine bağlı iklim koşullarındaki değişimlerdir. Tarım üzerinden düşünülecek olursa bir bitki türünün yetiştiği, çok dar alanda ele alınan iklim koşulları olarak değerlendirilmektedir. Ancak genel bir tanımlamaya gidersek küçük alanları ve o alandaki habitatları kapsayan mikroiklim, birkaç metre yükseklik ve birkaç metrekare alan ile sınırlı zeminin özelliklerine, yükseltilere ve zamana bağlı değişebilen özel bir iklim tipidir (Sür, 1980).

İklimi farklı ölçeklerde inceleyen bu dört iklim tipinden yerel iklim ve mikroiklim yeryüzüne daha yakın ve küçük alanları kapsadığından coğrafi konum ve alanın fiziksel yapısından daha çok etkilenen iklim tipleridir. Bu alanları kapsayan kentsel ve kırsal alanların tipolojik özellikleri arasında büyük farklılıklar bulunmaktadır. Bu farklılıkların sebebi kentlerin içinde barındırdığı yapıların fiziksel özellikleri (konumları, yükseklikleri, yönelimleri vs.), yeşil alanların azlığı gibi sebeplerle kendilerine ait tipolojiler oluşturmalarından kaynaklanmaktadır. Bu durum kent iklimi kavramını ortaya çıkarmaktadır. Kent sınırları içerisinde etkisini gösteren iklim, kent

iklimi olarak adlandırılmaktadır. Bir başka deyişle, kent iklimi kent içindeki ve kent çeperi yakınındaki hakim mikroiklimlerin bir karışımıdır (Kuttler, 2008). Kuttler'a (2008) göre kent iklimin dört ana sebebi bulunmaktadır;

1. Doğanın beş elemanından biri olan toprağın üç boyutlu yapay ve doğaya hakimiyet kuran kapalı yüzeylerle, yapılarla değiştirilmesi
2. Bitki örtülerinin kapladığı yüzey alanlarının azaltılması
3. Sokak ve caddeler ile kanyon etkisine sebep olunması
4. Katı, sıvı, gaz kirleticilerin ve fazla ısıнын salınması

Bunlar kentleşmenin getirdiği sorunlar olmanın yanı sıra kent morfolojisinin de etkisiyle kent atmosferini etkileyerek kent ikliminin farklılaşmasına neden olan unsurlardır. Kırsal alanlarla kıyaslandığında kentlerde önemli ölçüde görülen bu iklimsel farklılıkların temelinde yapılaşma ile değişen arazi kullanımı, yapı geometrisi ve yapı malzemeleri ile bunların neden olduğu kentsel ısı adası vs. gibi atmosferik olaylar yer almaktadır. Yapılaşmaya bağlı bu unsurlar sıcaklık, rüzgar ve nemde hızlı değişiklikler meydana getirerek hava kalitesini, yapıların pasif soğutma/ısıtma durumunu ve enerji tüketimini, insan sağlığını ve konforunu olumsuz etkilemektedir (Geros, Santamouris, Karatasou, Tsangrassoulis ve Papanikolaou, 2005; Eliasson, 2000). Ayrıca yapıların kendi içinde farklı iklimsel etkilere maruz kalması ve çevreyi de farklı iklimsel etkilere maruz bırakması, kent içindeki yerel iklimlerin ve daha küçük alanları etkileyen mikroiklimlerin değişiklik göstermesine yol açmaktadır. Şehir ne kadar büyükse ve kentsel yapı ve malzemelerin miktarı ne kadar fazlaysa, bu mikro iklim değişikliklerinin etkileri de o kadar büyük olmaktadır (Games, 2021).

Özetlemek gerekirse kentler bulundukları coğrafyaya bağlı olarak iklimsel özellikler göstermektedir. Ancak bu iklimsel özellikler hızla artan kentleşme sonucu kentsel alanlarda değişiklik göstermekte ve günümüzde de bu değişiklikler artarak devam etmektedir. Bu sebeplerle kent iklimi olumsuz etkilenmektedir. Kent iklimini

etkileyen atmosfer ile ilişkili ana etmenler; güneşlenme ve yüzey sıcaklıkları, nem, yağış, rüzgar ve hava kirliliğidir. Bu etmenler doğrudan ve/veya dolaylı olarak bu bölümün son konusu olan kentsel ısı adası (bkz. 2.4. Kentsel Isı Adası) ile ilişkilidir.

Dünya güneş ışınları sayesinde ideal sıcaklığa sahiptir. Bu ideal sıcaklığın sağlanamaması durumunda yaşam koşullarının hayatta kalmamız için uygun olmayacağı bilinmektedir. Bu sebeple sıcaklık dünya için çok önemli bir iklim elemanıdır. Ancak sanayileşme ve kentleşme hareketleri ile dünyanın kendisi için kurduğu doğal dengeden daha yüksek sıcaklıklar görülmeye başlanmıştır. Geçmişte başlayan bu durumun günümüzde olduğu gibi devam edeceğini WMO Genel Sekreteri Prof. Petteri Taalas şöyle açıklamaktadır: “2020’de küresel ortalama sıcaklık, endüstri öncesi (1850-1900) seviyenin 1,2 °C üzerinde olacak. 2024’e kadar geçici olarak 1,5 °C’yi aşma olasılığı en az beşte birdir” (MGM, 2021, s. 2).

Şehirlerin aldığı güneş radyasyonu miktarı, atmosferin üst tabakasında bulunan partikül örtüsü ile azalmaktadır. Sera gazları ile bu örtünün zarar görmesi sonucu yüzeye gelen güneş radyasyonu miktarı artmaktadır. Özellikle öğleden sonra atmosferde biriken ısı enerjisinin bu artışı (Games, 2021) ile kentsel alanlardaki ısı depolayan yüzey malzemeleri sebebi ile yüzey sıcaklıkları artmaktadır. “Yüzey sıcaklığı kent iklimi ve mikrokliması ile ilgili çalışmalarda en önemli bileşeni oluşturmaktadır” (Gerçek ve Bayraktar, 2014). Bu yüzey malzemeleri geceleri de ısı salımı yapmaya devam etmektedir. Gelen radyasyonu gölgeleyerek ısı stresini azaltabilen ağaçların (Hass, Ellis, Mason, Hathaway ve Howe, 2016) kentsel alanlarda yeterli sayıda bulunmaması, yüzey ve hava sıcaklıkları artışının devam etmesine neden olmaktadır. Tüm bu etmenler kentsel alandaki sıcaklığın artmasına neden olmakta ve kentsel ısı adası oluşumuna yol açmaktadır.

Doğayı oluşturan beş elemandan biri olan hava (atmosfer), %78 nitrojen, %21 oksijen ve %1 karbondioksit, metan, hidrojen, helyum, hatta çoğunlukla argon (%0,9) olmak üzere diğer gazların karışımından oluşmaktadır. Havada bulunan başka bir bileşen de normalde %0,01 ile %4 (çok nemli havalarda %5 olabilmekte) arasında, oldukça değişken bir hacme sahip olan su buharıdır (Nathanson, 2021). Atmosferde

bulunan su miktarına/su buharına nem denilmektedir (Bör, 1994). Bağıl nem ise “Belirli bir sıcaklıktaki hava kütesinin içinde bulunan nem miktarının, o sıcaklıkta alabileceği en fazla nem miktarına oranıdır. Bağıl nem havanın neme doyma oranını veya nem açığını verir” (Tutak, 2006, s. 23). Bağıl nem yağıştan etkilenmektedir (Kuttler, 2008) ve sıcaklık ile ilişkilidir. Nemlilik, kent iklimini etkilemekle beraber kentsel ısı adasının oluşumunda da önemli bir faktördür.

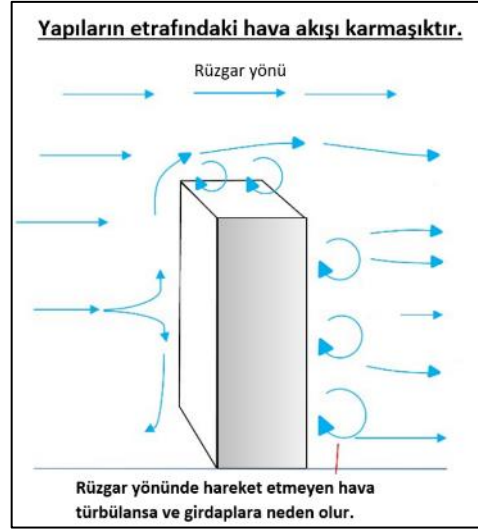
Kentlerdeki geçirimsiz yüzeylerin miktarı ve kütle dengesi açısından kentler daha yüksek sıcaklıklara ve daha düşük bağıl neme sahip olmaktadır. Bu durum kırsal alanlara göre daha düşük buharlaşma-terleme olaylarına neden olmaktadır (Hass vd., 2016).

Kentsel alanlarda sıcaklıkların fazla olmasından kaynaklı suyun daha çok buharlaşması ile kent atmosferinde daha çok ve sık bulut oluşmaktadır. Bu bulut örtüsünde yaşanan azalma veya çoğalma yağış seviyelerini etkileyerek kent mikroiklimini ve dolayısıyla kent iklimini de etkilemekte ve değiştirebilmektedir. Bu değişiklikler, kentlerin daha az yağışlı günler yaşamasına ve yağmur yağdığında daha fazla yağış miktarına ve fırtına oluşumuna sebep olmaktadır. Yağmur, şimşek ve gök gürültüsünün eşlik ettiği fırtınalar, sıcak ve nemli havada meydana gelmektedir. Kentsel alanlardaki yüksek sıcaklıklar fırtına olasılığını %25 oranında arttırmaktadır. Ayrıca kırsal alandan gelen kar, sulu kar halinde yağmaktadır. Kentsel alanlarda karlı günler %15 oranında azalmaktadır (Games, 2021).

Kent ikliminde önemli bir rol oynayan rüzgar, atmosferdeki hava akımını sağlayarak sıcaklığın değişmesinin/taşınmasının yanı sıra bulutları taşıyarak yağışları da etkileyen bir olaydır. Rüzgarın en önemli nitelikleri hızı ve yönüdür. Bu iki unsur topografya ve yeryüzünde bulunan nesnelerden (kent morfolojisinden, ağaçlardan vs.) etkilenmektedir. Örneğin dar alanlardan geçen rüzgar hızlanmakta ya da gökdelenlerle karşılaşan rüzgar yönünü ve hızını değiştirerek şiddetli hava girdapları oluşturmaktadır.

Hava akımlarının hareketleri, kentsel ve kırsal ekosistemlerde farklı davranışlar göstermektedir. Bu farklılıklar temelde kentsel alanlardaki yapay çevreden kaynaklanmaktadır (Ok vd., 1997). Kentsel mikroiklimdeki rüzgar çevresindeki morfolojik faktörlerden etkilenmektedir. Bu etkiler Games (2021) tarafından şu şekilde sıralanmaktadır:

1. Yüzeylerin sürtünme kuvvetinden dolayı kentsel alanlarda rüzgar hızı kırsal alanlardakine göre düşüktür.
2. Rüzgar hızının yeryüzünden uzaklaştıkça artış göstermesi gerekirken, kentsel alanlarda yüksek binalar sebebiyle rüzgar hem yön değiştirmek zorunda kaldığından hem de yüzey sürtünmeleri ile karşılaştığından yavaşlamaktadır. Bu nedenle yüksek yapıya sahip kentsel mikroiklim alanlarında yüksek rakımda bile düşük rüzgar hızı görülebilmektedir. Yüksek bir yapı çevresindeki rüzgar hareketleri Şekil 2.5'te görülmektedir.
3. Yapı büyüklükleri, formları ve aralıkları da rüzgarın hızını ve yönünü etkilemektedir. Yapılar arasındaki mesafe az/dar ise rüzgar hızı artmaktadır.
4. Bunlara ek olarak yapıların çevresinde basınç farklılıkları bulunmaktadır. Bu farklılıklar rüzgar üstü ve rüzgar altı arasında şiddetli girdaplara neden olmaktadır. Ayrıca yapıların rüzgar tarafına bakan yüzeyleri rüzgar geçişine izin vermediğinden yüksek basınca sahipken yapıların rüzgar tarafına bakmayan yüzeyi alçak basınca sahip olmaktadır. Yüksek basınçtan alçak basınca hareket etme eğilimi nedeniyle, kırsaldaki yüksek basınçtan kentteki bu alçak basınç alanlarına doğru hava hareket etmektedir.



Şekil 2.5 Yüksek katlı yapı ve çevresindeki rüzgar hareketleri (Games, 2021)

Rüzgarların hızı ve yönünün yapay çevre sebebiyle farklılıklar göstermesi ile hava kirliliğinin ilişkisini Ok vd. (1997) özetlemektedir. Kentlerde birçok farklı sebeple ortaya çıkan kirli hava, sıcaklık nedeniyle atmosferde dikey doğrultuda yükselmekte ve en az kendisi ile eşit ısıdaki ısı tabakasıyla karşılaştığında yükselişini durdurmaktadır. Kent kirli hava üretmeyi sürdürürken hava akımı kirli havayı sürükleyecek yeterli hızda değil ise kirli hava birikmeye devam etmekte ve dağılamamaktadır (Ok vd., 1997). Bu durum kentsel ısı adası etkisini tetiklemektedir (Yüksel, 2005).

Hava kirliliği ise en basit tanımı ile “havanın doğal bileşiminin çeşitli nedenlerle değişmesi, havada katı, sıvı ve gaz şeklindeki yabancı maddelerin insan sağlığına, canlı hayatına, ekolojik dengeye ve eşyalara zararlı olabilecek derişim ve sürede bulunmasıdır” (İstanbul Hava Kalitesi İzleme Merkezi, 2021). ABD Çevre Koruma Ajansı, altı yaygın hava kirleticinin hava kirliliğine yol açtığını belirtmektedir. Bu hava kirleticiler; ozon (O_3), partikül madde, karbon monoksit (CO), azot dioksit (NO_2), kükürt dioksit (SO_2) ve kurşun (Pb)’dur. EPA’ya göre bu altı hava kirleticiye ek olarak 187 tane tehlikeli hava kirletici bulunmaktadır.

Hava kirleticilerin ortaya çıkmasında en büyük etken kentte yaşayanların taleplerinin (aydınlatma vs. için elektrik, ulaşım için fosil yakıt vb.) karşılanmaya

alışılmasıdır. Kentler, bu kirleticilerin oluşmasına ve miktarlarının artmasına yol açmaktadır. Ayrıca kentlerde ortaya çıkan hava kirliliği kırsal iklimleri de olumsuz etkilemektedir. Örneğin yer tabakasına yakın seviyedeki zararlı ozon, kentsel ortamda genellikle sıcak ve güneşli günlerde artmakta ve rüzgarlarla taşınabildiğinden kırsal alanlarda da görölmektedir. Pus oluşumuna neden olan hava kirleticiler, ekosisteme zarar vermekte, insan sağlığı açısından ise baş dönmesi, bilinç kaybı, solunum yolu, kalp rahatsızlıkları gibi sağlık sorunlarına ve ölüme yol açmaktadırlar (EPA, 2021). Bunlara ek olarak yeryüzündeki ısıнын dağılımını engelleyerek sıcaklık artışına neden olmaktadır.

Hava kirleticiler, kentin coğrafi konumu sebebiyle iklimsel koşullara (rüzgar kaynağı, yönü ve hızı), kentin morfolojik özelliklerine ve hava kirleticilerin meydana geldiği etmenlerin (sanayi merkezleri, ulaşım hatları vb.) kentlerdeki dağılımına ve büyüklüğüne göre kent içindeki mikroiklimlere negatif etki ederek kentsel ısı adalarını meydana getirmektedirler. Rüzgar akışının bulunduğu alanlarda ise bölgedeki hakim rüzgarlar tarafından seyreltilerek hem yatay hem de dikey yönde dağıtılmaktadırlar. Bunlar yerel hava kalitesinin rüzgar davranışları ile ilişkili olarak değişebileceğini (Nathanson, 2021) ve kent iklimini etkileyen ana unsurlardan biri olan rüzgarın önemini vurgulamaktadır.

Tüm bunlardan anlaşılacağı üzerine kent iklimini etkileyen ana iklimsel unsurların kentsel morfoloji ile kurduğu ilişkide rüzgar önemli bir faktördür. Ayrıca bu ilişkinin negatif bir etkisi olarak ortaya çıkan kentsel ısı adasının ve tüm bu iklimsel unsurların olumsuz etkilerinin azaltılmasında etkili olabilecek güce sahiptir. Bu konulara (kentsel ısı adası etkisine ve bu etkinin azaltılmasına) sonraki başlıklarda değinilmektedir.

Sonuç olarak kent morfolojisinin yanı sıra kent iklimini güneşlenme, nem, yağış, rüzgar ve atmosferik olaylar (hava kirliliği, kentsel ısı adası vs.) belirlemektedir. Bu sebeple de iklim elemanları ile yapay evre arasındaki tüm bu ilişkilerdeki değişiklikler kent iklimini farklılaştırmaktadırlar. En temel şekilde kent ikliminde kentlerdeki yüzey alanlarının geniş olması etkin olmakta ve atmosferdeki gazlardan kaynaklı güneş ışınları kentsel alanlarda hapsolarak sıcaklıkları arttırmaktadır. Ayrıca

rüzgar etkisini gösterememekte, sıcak ve/veya kirli havayı dağıtamamaktadır. Ayrıca rüzgarların bulutları dağıtamamasından kaynaklı nem hissedilmekte ve sıcaklığın da etkisi ile yağışların sıklığı azalırken yağışlar meydana geldiğinde fırtınalara sebep olmaktadır. Birbirini etkileyen bu atmosferik olaylar sonucunda kent iklimi ve içindeki mikroiklimler değişiklik göstermektedir. Tüm bu etmenler sıcaklıkları arttırarak kentsel ısı adası oluşumuna yol açmaktadır. Kentsel ısı adası bir sonraki başlıkta detaylı olarak açıklanmaktadır.

2.4 Kentsel Isı Adası

Sanayileşme ve kentleşme süreçlerinin sonucunda kentlerde hava olaylarında yaşanan değişim ile kent iklimi farklılaşmıştır. Bu farklılaşmalardan en belirgin olanı kentsel alanlarda sıcaklıkların artması ve bu artışın devam etmesidir.

Kent sıcaklıklarındaki artışa elektrik enerjisi kullanım miktarının artması, havadaki duman, karbondioksit ve diğer kirleticilerin miktarının artması, yeşil alan/ağaçlandırma yetersizliği, kentsel alanlarda kullanılan yüzey malzemelerinde koyu renkli ve/veya geçirimsiz malzemelerin kullanılması (Toparlar vd., 2015; Santamouris, Synnefa ve Karlessi, 2011; Park, 1967) gibi birbiriyle bağlantılı ve birbirini tetikleyen unsurlar neden olmaktadır. Kentte görülen bu sıcaklık artışı birçok farklı sonuca sebep olmanın yanı sıra kentsel ısı adası etkisine de neden olmaktadır. Ayrıca kentsel alandaki morfolojik özelliklere bağlı olarak kentsel ısı takımadası da gelişebilmektedir (Koppe, Kovats, Jendritzky ve Menne, 2004).

Kentsel ısı adası, yoğun nüfus ve yapılaşmanın görüldüğü kentsel alanlardaki yüzey ve hava sıcaklıklarının çevresindeki kırsal alanlara göre önemli ölçüde daha sıcak olması olarak tanımlanmaktadır (Toparlar vd., 2015; Bozonnet, 2005; Akbari, 2005; Taha, 2004; Koppe vd., 2004; Streutker, 2003; Sailor, Kalkstein ve Wong, 2002; Akbari, Davis, Dorsano, Huang ve Winnett, 1992). Yüksel ve Yılmaz (2008) ve Koppe vd. (2004) kentsel ısı adasının kent ikliminin bilinen en etkili iklimsel göstergesi olduğunu belirtmektedir. Aynı zamanda “kentsel ısı adası küresel iklim değişiminin

yerel ölçekte ortaya çıkan hali” (Yüksel ve Yılmaz, 2008, s.949) olarak da ifade edilmektedir.

Kentsel ve kırsal alanlar arasında 10 dereceye kadar ulaşabilen sıcaklık farkları sonucu oluşan kentsel ısı adası yoğunluğu, bölgenin termal dengesi tarafından belirlenmektedir (Santamouris vd., 2001). Daha detaylı açıklamak gerekirse, kentsel ısı adası yoğunluğu bölgenin fiziksel/topografik yapısına, genel iklim özelliklerine, anlık meteorolojik koşullara, kent büyüklüğüne, nüfusuna, morfolojisine, kullanılan yüzey malzemelerine, arazi kullanım biçimine ve gelişim/sanayileşme düzeyine bağlıdır (Yüksel ve Yılmaz, 2008; Mihalakakou, Santamouris, Papanikolaou, Cartalis, ve Tsangrassoulis, 2004; Taha, 2004). Kentsel ısı adası etkisi, elektrik/enerji talebini ve hava kirliliği seviyesini arttırmakta, insan konforunu ve sağlığını olumsuz etkilemektedir (Heaviside, Macintyre ve Vardoulakis, 2017; Allegrini, Dorer ve Carmeliet, 2015a; Jr, Vargo, Liu, Hu ve Russell, 2013; Yüksel ve Yılmaz, 2008; Yüksel, 2005; Taha, 2004; Sailor vd., 2002; Papadakis, Tsamis ve Kyritsis, 2001; Santamouris vd., 2001; Hassid vd., 2000; Akbari, Davis, Dorsano vd., 1992). Ayrıca iklim değişikliğinin (Heaviside vd., 2017; Jr vd., 2013) yanı sıra ölümlere de neden olabilmektedir (Kim ve Brown, 2021; Streutker, 2003). Bu sebeplerle kentsel ısı adası önlem alınması gereken ciddi bir çevre sorunudur (Kagiya ve Ashie, 2009).

2.4.1 Kentsel Isı Adası Etkisine Yol Açan Faktörler

Kentsel ısı adası etkisine kentlerdeki hava kirletici unsurlar (fabrikalar, elektrik üretim merkezleri, fosil yakıt kullanımı vs.), ısı üreten makineler (arabalar vs.) ve antropojenik (insan kaynaklı) ısı üretimi, yeşil alanların yetersizliği, yüzey kaplamalarının renkleri (koyu renklerin kullanımı), kentlerde kullanılan malzemelerin özellikleri (düşük albedoya sahip ve geçirimsiz malzemelerin [beton, asfalt vs.] kullanılması), yapılaşma (kentleşme, kent planlaması, kent geometrisi, kent morfolojisi, sokak kanyonu, cadde geometrisi vs.) (Allegrini ve Carmeliet, 2018; He, 2018; Jr vd., 2013; Kolokotroni, Davies, Croxford, Bhuiyan ve Mavrogianni, 2010; Giguere, 2009; Yüksel ve Yılmaz, 2008; He, Liu, Zhuang, Zhang ve Liu, 2007; Taha, 2004; Arnfield, 2003; Streutker, 2003; Livada, Santamouris, Niachou, Papanikolaou

ve Mihalakakou, 2002; Sailor vd., 2002; Morris ve Simmonds, 2000; Taha, 1997; Akbari, Davis, Dorsano vd., 1992; Akbari, Davis, Huang vd., 1992; Oke, Johnson, Steyn ve Watson, 1991; Aida, 1982) ve yetersiz kentsel havalandırma (Allegrini ve Carmeliet, 2018; Rajagopalan, Lim ve Jamei, 2014; Yüksel, 2005) neden olmaktadır. Çünkü yeşil alanların yetersizliği, kent morfolojisi, yüzey kaplamalarının renkleri ve geçirimsizliği kentsel alanlarda güneş enerjisini absorbe ederek enerjinin büyük bir kısmının yansımaya, dağılmasına engel olmakta ve buharlaşarak soğumaya izin vermedikleri için kırsal alanlara göre hava sıcaklığının fazla olmasına yol açmaktadır (Jr vd., 2013; Akbari, Davis, Huang vd., 1992). Oke vd. (1991), antropojenik ısı üretiminin kentsel ısı adası etkisini tetiklediğini belirtirken, Taha (1997) yaptığı simülasyonlar ile bu ısı üretiminin kent merkezlerinde etkili olabileceğini, konut ve ticari alanlarda göz ardı edilebileceğine değinmektedir. Ayrıca kentsel nüfusun artması yoğun antropojenik faaliyetlere sebep olmakta (He, 2018) ve dolayısıyla ısı adası yoğunluğu artmaktadır (Park, 1967). Kentsel havalandırmayı etkileyen rüzgar hızı ve yönü, kentsel ısı adasının oluşumu (Allegrini ve Carmeliet, 2018; Yüksel, 2005) ve yoğunluğunu birinci derecede etkileyen faktörlerdir (Rajagopalan vd., 2014). Rüzgar hızının kentsel alanda azalması da ısının depolanmasına neden olmaktadır (Kubilay, Derome ve Carmeliet, 2017).

Koppe vd. (2004) ve Akbari, Davis, Huang vd. (1992) kentlerde fabrika, araba gibi hava kirleticilerin atmosfere yayılımına yol açan unsurların gündüz saatlerinde aktif olarak çalışması nedeniyle gündüzleri artan hava kirliliğinin/sera gazlarının atmosfere gelen güneş enerjisini (güneş enerjisinin yoğunlaştığı yaz ayları hariç) engelleyerek ısı birikimini azalttığını öne sürmektedir. He (2018) sis faktörünün de bu etkiye sahip olduğunu belirtmektedir. Ancak Akbari, Davis, Huang vd. (1992) geceleri bu durumun tersine dönerek hava kirliliğinin/sera gazlarının şehrin içindeki ısının uzaklaşmasına engel olarak kentsel ısı adası etkisi yarattığını vurgulamaktadır. Ayrıca hava kirliliği seviyesini etkileyen bulutluluk, hava basıncı ve özellikle rüzgar hareketleri ve hızı, ısı adası etkisinde önemli rol oynamaktadır (He, 2018; Santamouris, 2007; Akbari, Davis, Huang vd., 1992; Lee, 1984). Rüzgar hızı ve hareketlerini etkilemesi nedeniyle kent planlaması/morfolojisi de bu konuda büyük bir rol üstlenmektedir. Kent planlamasının doğru yapılması sonucunda hava akışı artırılarak hava kirliliği dağıtılabilirken rüzgar

erişiminin engellendiği (sokak kanyonları vs.) veya yapılaşma düzeninin yarattığı pürüzlülük ile rüzgar hızının çok yavaşladığı alanlarda kirleticilerin yoğun olarak birikmesi sonucu sıcaklığın artmasıyla (Santamouris, 2007; Koppe vd., 2004; Streutker, 2003) kentsel ısı adası sorunu tetiklenebilmektedir. Ayrıca rüzgar erişimini azaltan/engelleyen sokak kanyonları (Allard ve Ghiaus, 2006; Streutker, 2003) güneş enerjisinin kanyonlarda sıkışıp kalmasına ve ısı enerjisinin yüzeylerde daha çok absorbe edilmesine neden olmaktadır (Streutker, 2003). Bu durum kent planlaması yapılırken kentteki yapılaşma düzeninin rüzgar hareketlerine izin veren, geçirgen ve doğal havalandırmaya uygun bir morfolojik yapıya sahip olması gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır.

Kentlerdeki ısı artışları soğutma amacıyla elektrik tüketimini dolayısıyla CO₂ başta olmak üzere diğer hava kirleticilerin üretimini arttırmakta (Santamouris vd., 2004; Santamouris, 2007) ve kentsel ısı adasının da neden olduğu bir durum tekrar kentsel ısı adası etkisinin tetiklenmesine neden olmaktadır (Taha, 2004).

Kentlerde yüzey örtüsü bitki veya toprak ile değil, beton veya asfalt malzemeler ile kaplıdır. Bu durum ilk olarak yeşil yüzey ve alan azlığı nedeniyle, bitki terlemesi yoluyla gerçekleşen buharlaşma olayını azaltmakta ve böylelikle kentsel alanlarda gündüz sıcaklıklarının düşürülmesini engellemektedir (Hulley, 2012; Akbari, Davis, Huang vd., 1992). Diğer yandan beton ve asfalt yüzey malzemeleri, düşük albedo değerleri nedeniyle kentsel ısı adasına yol açan önemli bir faktör oluşturmaktadır. Albedo en net tanımı ile “yüzeyde yansıyan güneş enerjisinin yüzdesi” (Hulley, 2012, s. 82)’dir. Bitki ve ağaçlar yüksek albedoya sahipken kentsel alanlarda vejetasyonun yerine geçen asfalt veya beton düşük albedoya sahiptir (Akbari, Davis, Huang vd., 1992). Açık renkli/yansıtıcı yüzey malzemelerinin albedosu yüksek, koyu renkli/yansıtıcı olmayan yüzey malzemelerinin albedosu düşüktür (Hulley, 2012). Bu düşük albedoya sahip malzemelerin güneş enerjisinin büyük miktarını yansıtmak yerine emmesi, uzun süre içinde barındırması ve yavaş yavaş ısı salınımı yapması anlamına gelmektedir. Bu ısı salınımının geceleri de devam etmesi, kırsalda geceleri hava sıcaklıklarının düşmesine rağmen kentsel alanlarda aynı oranda düşüşün engellenerek geceleri kır ve kent arasındaki sıcaklık farkının artmasına neden

olmaktadır. Kentlerde kullanılan malzemelerde koyu renklerin tercih edilmesi de kentsel ısı adasının oluşumuna sebep olmaktadır. Koyu renkler güneş enerjisi emilimini arttırmaktadır. Bu sebeplerle Akbari, Davis, Huang vd. (1992) kentlerdeki en sıcak alanların beton ve yüksek binalara sahip noktalar olduğunu belirtmektedir. Bu durumun bir diğer etmeni ise yoğun yapılaşmadır. Kümelenmiş yapılaşmalar, rüzgarın doğal akışını engelleyerek hem kentlerdeki ısı birikiminin uzaklaştırılmasını önüne geçmekte hem de şehirlerde rüzgar hızlarını ve havalandırmayı belirgin şekilde düşürmektedir (Toparlar vd., 2015; Akbari, Davis, Huang vd., 1992).

Kentsel ısı adasının oluşumuna neden olan ve artışına yol açan faktörlere yer verilen bu bölümde hem kentsel ısı adası oluşumunun engellenmesi hem de ısı adası etkisinin azaltılması açısından rüzgar hareketlerinin önemi anlaşılmaktadır. Bu durum kentsel alanlarda hava sirkülasyonunu sağlayacak doğal havalandırmanın kentsel ısı adası etkisinin azaltılmasında etkili bir unsur olduğunu göstermektedir.

2.4.2 Kentsel Isı Adası Etkisinin Azaltılması: Doğal Havalandırma

Ağaçlandırma, kent morfolojisi ve yüzey malzemeleri kentsel ısı adasının oluşumunda etkili konular olduklarından kentsel ısı adası (KIA) etkisinin azaltılması için dikkat edilmesi gereken hususlardır. Kentsel ısı adası etkisinin azaltılması, soğutma için enerji kullanım miktarının ve elektrik faturalarının düşmesi anlamına gelmektedir. Elektrik enerjisi üretiminin azaltılması karbondioksit salınımını azaltması açısından önem arz etmektedir. Çünkü hava kirliliği miktarını ve dolayısıyla iklim değişikliği riskini düşürmektedir (Taha, 2008; Akbari, Davis, Dorsano vd., 1992; Akbari, Davis, Huang vd., 1992). Bunların yanı sıra insan sağlığına ve konforuna negatif etkisi de bulunduğu için kentsel ısı adası etkisinin azaltılması büyük önem taşımaktadır.

Kent içinde yeşil alanların bulunması ve artırılması (He, 2018; Canan, 2017; Hirano ve Fujita, 2012; Taha, 2008; Santamouris, 2007; Akbari, Levinson, Miller ve Berdahl, 2005; Taha, 2004; Sailor vd., 2002; Papadakis vd., 2001; Park, 1967), açık renkli ve albedosu yüksek/yansıtıcı yüzey malzemelerinin kullanılması (Allegrini ve

Carmeliet, 2018; Canan, 2017; Hirano ve Fujita, 2012; Santamouris vd., 2011; Taha, 2008; Santamouris, 2007; Akbari vd., 2005; Taha, 2004; Sailor vd., 2002), ağaçların ve/veya binaların yardımı ile gölgelik alanların yaratılması (Taha, 2004), güneş radyasyonu miktarının azaltılması ve kentin termal konforunu sağlayarak binaların soğutma yüklerinin azalması (Taha, 2008; Akbari vd., 2005), doğal havalandırma ve kentteki sıcaklıkların düşmesinin sağlanması kentsel ısı adası etkisinin zayıflamasına yardımcı olabilmektedir (Santamouris, 2007). Taha (1997) yaptığı simülasyonların sonucunda kentsel alanın albedosundaki artışların veya kentsel alandaki yeşil alanın artırılmasının hava sıcaklığını 2-4 °C düşürebileceğini tespit etmiştir. He (2018) kent büyüklüğü ve rüzgar hızının kentsel ısı adası etkisinin tamamen azaltılıp azaltılamayacağını belirleyen etmenler olduğunu söylemektedir.

Bir önceki bölümden (2.4.1 Kentsel Isı Adası Etkisine Yol Açan Faktörler) çıkarımda bulunulduğu gibi kentsel ısı adasının azaltılması ve engellenmesinde rüzgar hareketleri ve hızı etkilidir. Birçok çalışmada rüzgarın kentsel ısı adasını etkileyen (Allegrini vd., 2015a; Yüksel ve Yılmaz, 2008; Gomez, Gaja ve Reig, 1998; Oke, 1982) ve azaltan (He, 2018; Yang, Qian, Song ve Zheng, 2016; Rajagopalan vd., 2014; Giguere, 2009) önemli bir iklimsel faktör olduğu belirtilmektedir. Rüzgar faktörünün kentsel ısı adasının azaltılmasını iki şekilde sağlamaktadır. Şöyle ki kentsel alandaki sıcaklık, (1) soğuk rüzgarların sıcak hava ile karışması sonucu düşmekte ve (2) rüzgar basıncı ile karşılaşması sonucu dağılabilmektedir (He, 2018). Bunlar kentsel ısı adası etkisinin azaltılmasında doğal havalandırmanın önemli bir unsur olduğunu ortaya çıkarmaktadır (He, Ding ve Prasad, 2020; Ku ve Tsai, 2020; Hsieh ve Huang, 2016; Rajagopalan vd., 2014).

Doğal havalandırma, doğal yollarla gerçekleşen hava değişimi başka bir deyişle - basınç farkı nedeniyle (Visagavel ve Srinivasan, 2009; Van Moeseke, Gratia, Reiter ve Herde, 2005)- soğuk havanın sıcak hava ile yer değiştirmesi olarak tanımlanmaktadır (Sharag-Eldin, 1998). Hem dış hem iç ortamda temiz havanın sağlanması ve dağıtımı, hava kalitesinin artması ve konfor koşullarının sağlanması için doğal havalandırma büyük önem taşımaktadır (Visagavel ve Srinivasan, 2009). Bu sebeple Güney Amerika ülkelerinde, yapıların aşırı ısınmasını önlemek için doğal

havalandırma yaygın bir strateji olarak kullanılmaktadır (Palme, Carrasco, Galvez ve Inostroza, 2017).

Kentsel ısı adası konusu üzerinden yapılmış pek çok çalışmayı inceleyen Santamouris (2007), çalışmasında kentsel ısı adası ile şehir büyüklükleri arasında bir ilişkisinin bulunmadığı ancak düşük rüzgar hızı/rüzgarsız saatlerde yüksek kentsel ısı adası yoğunluklarının tespit edildiği sonucuna varmıştır. Ayrıca kentsel ısı adası etkisinin geceleri maksimum değerlere ulaştığını vurgulamaktadır. Koppe vd. (2004), Montavez, Rodriguez ve Jimenez (2000) ve Gomez vd. (1998) en yüksek kentsel ısı adası etkisinin/yoğunluğunun rüzgarların zayıf ve gökyüzünün bulutsuz olduğu kış mevsimi gecelerinde olduğunu belirterek bunu desteklemektedirler.

Bulutluluk miktarı ve rüzgar hızı arttıkça ısı adası etkisi azalmaktadır (He, 2018). Chandler (1960) de Londra'da yaptığı çalışmasında, kent ve çevresindeki yerel rüzgarlarının oluşumunun, hızının ve yönünün kentsel ısı adasının derecesini kontrol etmede önemli olduğu sonucuna ulaşmıştır. Park (1967), Seul'de yaptığı çalışma ile ısı adası yoğunluğunu ve dağılımını belirleyen ana faktörün rüzgar hızı olduğunu tespit etmiştir. Bu sebeple kentsel ısı adası ve rüzgar ilişkisi çalışmaları (Abbassi, Ahmedikia ve Baniasadi, 2022; Yang vd., 2016; Allegrini vd., 2015a) yapılmakta ve çalışmalarda rüzgar yönü (Hsieh ve Huang, 2016; Yang vd., 2016; Morris ve Simmonds, 2000; Eliasson, 1996; Kuttler, Barlag ve Robmann, 1996; Yamashita, 1996) ve hızı (Li, Meier vd., 2018; Kubilay vd., 2017; Yang vd., 2016; Allegrini vd., 2015a; Morris ve Simmonds, 2000; Eliasson, 1996; Kuttler vd., 1996; Yamashita, 1996) verileri kullanılmaktadır. He (2018) kentsel ısı adasının mekânsal dağılımı ve yoğunluğu üzerinde rüzgar hızı ve yönünün önemli etkisinin bulunduğu literatürde yer aldığını vurgulamaktadır.

Kentsel ısı adası etkisinin kışın ısınma için tüketilen enerji miktarını düşürdüğü ve yazın serinleme için tüketilen enerji miktarını arttırdığı bilinmektedir (Taha, 2004). Ancak kentsel ısı adası etkisinin azalmasının soğuk iklim bölgelerinde daha fazla enerji tüketimine neden olacağını ve bu açıdan bölgelerde kentsel alanda analizler

yaparak hangi durumun yarar sağlayacağını araştırılması gerektiğini savunan çalışmalar (Hirano ve Fujita, 2012) bulunmaktadır.

Özetle kentsel ısı adası etkisinin azalması için gerekli olan doğal havalandırmanın kent içinde sağlanması gerekmektedir. Bunun için kent yapısı kent havalandırmasının ana kaynağı olan rüzgar hareketlerine izin veren morfolojik özelliklere sahip olmalıdır.



BÖLÜM 3

MORFOLOJİK ÖZELLİKLER VE RÜZGAR HAREKETLERİ

3.1 Kent Morfolojisinin Rüzgar Hareketlerine Etkisi

Şehir yapılandırması (konfigürasyonu) birçok parametreden (coğrafik, topolojik, geometrik, ekonomik, dini vs.) oluşmaktadır ve karmaşık bir yapıdır (Adolphe, 2001). Bu sebeple kent morfolojisinin iklim ile ilişkisinin irdelenmesinde birçok değişkenin ele alınarak modellemelerin yapılması gerekmektedir (Fouad, 2007). Tüm bu değişkenler içerisinde tüm iklim elemanlarının bir arada irdelenmesi çok zor ve karmaşıktır. Bu sebeple çalışmanın amacı doğrultusunda kentsel ısı adasının azaltılmasında etkili olan doğal havalandırmanın kentte etkili olabilmesi için kentsel havalandırmanın kaynağı olan rüzgar hareketleri ve kent morfolojisi ilişkisi üzerinde durulmuştur.

Kentsel alandaki sıcaklıkların azaltılmasında kentsel havalandırma temel etmendir (Golany, 1996). Çünkü kentte hava sıcaklıklarının arttığı alanlar ile rüzgar hızının azaldığı alanlar çakışmaktadır (Allegrini vd., 2015a). Sağlıklı hava koşullarının ve konforun sağlanması adına (Blondeau, Sperandio ve Allard, 2002) pasif iklimlendirme ile binaların ve çevrelerinin serinlemesi önem taşımaktadır (Geros, Santamouris, Tsangrasoulis ve Guarracino, 1999). Çünkü kent morfolojisinin rüzgar hareketlerini etkilemesi insan ve çevreyi farklı şekilde (yaya konforu, havalandırma, sağlık vb.) etkilemektedir (Nagib ve Corke, 1984). Hang, Li, Buccolieri, Sandberg ve Sabatino (2012) ve Tominaga (2012) kent morfolojisi ve rüzgar hareketleri/havalandırma konusuna değindikleri çalışmalarında kent nefes alabilirliği (city breathability) tabirini kullanarak kentsel havalandırmanın önemini vurgulamaktadırlar. Tüm bu sebeplerle rüzgar hareketleri, kent planlama sürecinde dikkate alınması gereken önemli bir iklim parametresidir. Çünkü “rüzgar insanın yarattığı yapma çevre üzerinde ilk barınaklar ve yerleşmelerden başlamak üzere insanlık tarihi boyunca belirgin olarak etkisini hissettiren iklim elemanlarından birisidir” (Ok vd., 1997, s.2) ve havadaki basınç farklarının bir sonucu olarak rüzgar kaynaklı hava akımı meydana gelmektedir (Sharag-Eldin, 1998). Bu hava akımını/rüzgar hareketlerini, kent morfolojisi

etkilemektedir (Yang vd., 2016; Shishegar, 2013; Reiter, 2010; Sharag-Eldin, 1998). Başka bir deyişle kentsel havalandırmayı etkileyen en önemli parametre kent morfolojisidir (Gülten, 2019).

Kentin formunu temsil eden kent morfolojisi (Whitehand, 2007) “yerleşmelerin fiziksel formu ya da kentsel yapısının incelenmesi olarak bilinmektedir” (Kubat ve Topçu, 2009, s. 336). Başka bir deyişle kent morfolojisi; kentsel tasarımın sunduklarını anlamlandırmakta ve değerlendirmekte, kentsel biçim-işlev ilişkileri üzerinde çıkarımlar sunmakta ve yapı ve mekan toplulukları üzerine analizlerde bulunmaktadır (Marshall ve Çalışkan, 2011). Bu sebeple yapılar, sokaklar, yeşil/açık alanlar ve anıtlar kentin oluşumundan günümüze kadar dönüşüm geçiren kent morfolojisinin ana unsurlarıdır (Moudon, 1997). Oke (1979) morfolojinin iki temel ölçekten oluştuğunu belirtmektedir: (1) Kentsel alanın genel hatları, şekli ve coğrafi özellikleri (topografya, su kütleleri vb.), (2) arazi kullanımı, yapı yoğunluğu gibi yapılaşma ağırlıklı mikro ölçekli özellikleri.

Rüzgar hareketleri ile uyumlu yapılaşma özellikleri, temiz ve taze havanın kentsel alan içerisine alınmasının yanı sıra kentte soğuk/sıcak hava akımı dengesinin sağlanmasında etkili olmaktadır (Yüksel ve Yılmaz, 2008). Yang vd. (2016) rüzgar ile uyum sağlayamayan yapılaşma özelliklerini barındıran bir kentteki morfolojik yapının kentsel alandaki rüzgarı engellendiğini ve düşük seviyede rüzgar hızına neden olduğunu tespit etmişlerdir. Kent morfolojisi nedeniyle rüzgar hızı yavaşlayacağı gibi birkaç parametre ve parametre değeri nedeniyle rüzgar hızı artabilmektedir. Bu yaya seviyesinde gerçekleştiğinde yaralanma veya ölüm ile sonuçlanabilecek tehlikeli durumlara yol açabilmektedir (Blocken, 2015). Özellikle yüksek binaların çevresinde oluşan yüksek rüzgar hızları bu duruma sebep olmaktadır (Moonen, Defraeye, Dorer, Blocken ve Carmeliet, 2012).

Kentteki ve kırdaki rüzgar hareketleri, morfolojik özellikler ve yüzey özellikleri nedeniyle birbirinden farklılaşmaktadır. Rüzgar yönünün değiştirilmesi, rüzgar hızının azaltılması veya artırılması gibi değişikliklerin bir nedeni olarak kentsel ısı adasının varlığı gösterilebilmektedir. Kentsel ısı adası, atmosferdeki basınç alanında bir

deformasyona sebep olarak pürüzlülüğü arttırmakta ve rüzgarın daha çok sürtünme direncine maruz kalmasına neden olmaktadır. Atmosferdeki kuvvet dengesinin bozulması rüzgar yönünün değişmesine de yol açmaktadır (Oke, 1979). Kent morfolojisinin rüzgar üzerindeki bu etkileri nedeniyle Oke (1979, s.32) havanın “bir kayanın etrafındaki suyun akışı gibi şehrin etrafında bükülme eğiliminde” olduğunu tariflemektedir. Başka bir deyişle kent morfolojisinin alanın topografya özelliklerini değiştirmesi sadece kentsel alanlardaki rüzgar hareketlerini ve hızlarını değil, kent çevresindeki alanlarda da rüzgar hareketlerinin ve hızlarının farklılaşmasına neden olmaktadır. Bu da kent çevresindeki alanlarında sıcaklığının artması anlamına gelmektedir (Geros vd., 2005).

Kentlerdeki yıllık ortalama sıcaklık değeri kırsal alanlara göre 1-2°C -bazen 6-12°C- yüksek (Yüksel ve Yılmaz, 2008), rüzgar hızları ise daha düşüktür (Ghiaus, Allard, Santamouris, Georgakis ve Nicol, 2006; Allard ve Ghiaus, 2006; Koppe vd., 2004). Küçük alanlarda bile rüzgar yönünde, hızında ve sıcaklık değerlerinde ciddi değişimler görülebilmektedir. Bunun nedeni yapılaşma düzeni, yapıların yükseklikleri, yapıların ve sokakların yönelimleri, sokak düzeni ve genişliği, kullanılan malzemeler gibi kenti oluşturan morfolojik özelliklerin mikroiklimi etkilemesidir (Gomez vd., 1998).

Kent morfolojisinin bir parçası olan kent kanyonları, rüzgar hızını düşürmekte, hava akışını azaltmakta ve engellemektedir (Geros vd., 2005). Geros vd. (2005) 10 farklı kentsel kanyon alanının içinde ve dışında rüzgar hızı ve yönü, dış hava sıcaklığı ölçümlerini yaparak deneylerini tamamlamış ve bu sonuca varmışlardır. Rüzgar hızındaki bu azalma kentsel kanyonda bulunan yapıların ve kanyonun doğal havalandırmasını olumsuz etkilemektedir (Santamouris, 2001). Ancak kentsel alanlardaki enerji taleplerinin azalması ve çevre sorunlarının (hava kirliliği, kentsel ısı adası vb.) önüne geçilmesi için kentlerin doğal havalandırmadan yararlanabilmesi gerekmektedir. Bunu sağlamak amacı ile He (2018) yeni/yeniden inşa edilen kentlerde hakim rüzgar yönünde havalandırma koridorlarının planlanması ve bunu yaparken yerel rüzgar kaynaklarına, yapılaşma ve yeşil alan düzenlerine dikkat edilmesi gerektiğine vurgu yapmaktadır. Havalandırma koridorları, kentsel ısı adası etkisinin

azaltılmasında ana etmenlerden biridir (Hsieh ve Huang, 2016). Ayrıca sıcak iklim özelliklerinin veya kentsel ısı adası etkisinin görüldüğü kentlerdeki havalandırma koridorlarında soğuk kaynaktan gelen rüzgarın soğuk etkisinin devamlılığı için daha çok serin malzemeler, yeşil ve su ögesi barındıran alanlar tasarlanmalıdır. Sıcak kaynaktan gelen rüzgarların etkisini azaltmak için ise yeşil bariyerler ve/veya bu yönden gelecek rüzgarı engelleyecek yapılaşma özellikleri (yüksek katlı ve blok yapılaşma vs.) kurgulanmalıdır. Soğuk iklimlerde ise bu durumların tersi uygulanmalıdır.

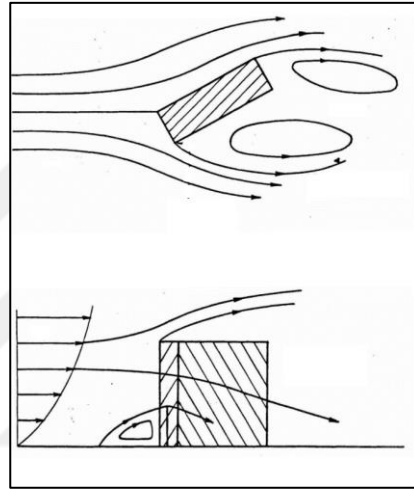
Alman ekolojik şehir planlama yaklaşımına dayanan havalandırma koridorları/yolları hava kirliliğini, kentsel ısı adasını gibi çevre sorunların etkilerinin azaltılması ve önlenmesi için kent çevresindeki rüzgar kaynaklarından kent içinde faydalanmayı amaçlamaktadır. Bu koridorlar Almanya’da Stuttgart gibi iç kesimlerde yer alan şehirlerde kullanılmaktadır (Kagiya ve Ashie, 2009). Kısaca morfolojik özellikleri tanımlayan farklı parametrelerin bir araya gelmesi, rüzgar yönü ve hızının farklılaşmasına ve rüzgarın farklı davranışlar göstermesine yol açmaktadır.

3.2 Rüzgar Hareketlerini Etkileyen Morfolojik Parametreler

Rüzgar hareketlerini topografya, arazi kullanımı ve kent morfolojisi (yapılaşma özellikleri) etkilemektedir (Mou, He, Zhao ve Chau, 2017; Sharag-Eldin, 1998; Oke, 1979). Kent morfolojisi içindeki hava akışında, temelde rüzgarın geliş yönü ve binaların yerleşim düzeni etkili olmaktadır (Roy ve Pk, 2012; Lam, Leung ve Zhao, 2008). Kent morfolojisi parametrelerinin çeşitliliği (Khanduri, Stathopoulos ve Bedard, 1998) nedeniyle morfolojik özelliklerin rüzgar hareketlerine etkisi karmaşık bir konudur.

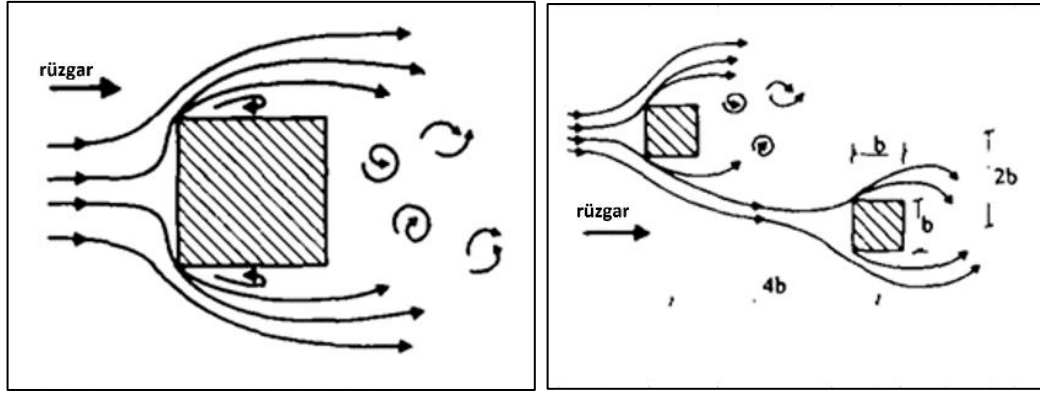
Tek bina ölçeğinde dahi binanın yapısal özellikleri (yapının konumu, boyutu, şekli, yüksekliği vb.) rüzgar hareketlerini etkileyen farklı değişkenler barındırmaktadır. Buna ek olarak rüzgar yönü ve topografya özelliklerinin de etkili olmasıyla kentsel alanda rüzgar hareketlerinin tahmin edilmesi zorlaştırmaktadır. Bu sebeple literatürde (Tong, Chen ve Malkawi, 2016; Nagib ve Corke, 1984) rüzgar hareketlerinin binalar

ile ilişkisi öncelikle tek bina ölçeğinde ağırlık kazanmıştır (Khanduri vd., 1998). Tek bina ölçeğinde konu incelendiğinde Şekil 3.1’de yer alan Baines (1963)’in çiziminde görüldüğü gibi rüzgarın yönlendirilmesinde yapının konumlandırılması önem taşımaktadır ve binanın köşesine (keskin kenarına) çarpan rüzgar cephe hatlarını takip ederek dağılırken yapının çatısına yakın olan hava akımı daha yukarıya doğru hareket etmektedir. Ayrıca burada köşe efekti söz konusudur. “Pozitif ve negatif basınç bölgelerinin bina genişliğine eşit bir yarıçap içinde etkileştiği bina köşelerinde hava akımı aşırı derecede türbülanslı hale gelmektedir” (Asfour, 2010, s. 2062).



Şekil 3.1 Tek bina ölçeğinde rüzgar hareketinin yapının köşesi ile karşılaşması (Baines, 1963)

Rüzgar hareketleri ve binalar arasındaki etkileşim incelendiğinde tek bina ve iki bina arasında da rüzgar hareketleri değişim göstermekte (Sakamoto ve Haniu, 1988) ve hava akışının tahmini daha karmaşık bir hale gelmektedir (Zhang ve Gu, 2008). Şekil 3.2’de tek bina ve iki bina üzerinden rüzgar hareketlerinin davranışına örnekler sunulmaktadır. Bu şekilden görülebileceği gibi, bina sayısındaki artış, rüzgar hareketlerini değiştirmektedir.



Şekil 3.2 Tek binanın (solda) ve iki binanın (sağda) rüzgar ile karşılaşması (Khanduri vd., 1998)

Çevrenin yapılaşma özellikleri nedeniyle rüzgar hareketleri kaynaktan değişim göstererek gelmektedir (Sharag-Eldin, 1998). Bu sebeple yapılaşmanın rüzgar hızı üzerindeki etkisini incelerken komşu binaları ele alan çalışmalar (Tong vd., 2016; Roy ve Pk, 2012; Blocken, Carmeliet ve Stathopoulos, 2007) da bulunmakta ve bu çalışmalardan komşu binalar devreye girdikçe rüzgar davranışlarındaki karmaşıklığın arttığı anlaşılmaktadır. “Kamusal alan ölçeğinde, rüzgarın binaların etrafındaki davranışı çok karmaşıktır” (Fouad, 2007, s. 12) ve yoğun yapılaşmanın görüldüğü kentlerde simülasyon programları kullanılmasına rağmen kent ölçeğinde havalandırma modellemesinin yapılması zordur (Wong, Nichol, To ve Wang, 2010). Bu sebeple yapı düzenleri ve rüzgar ilişkisini araştıran birçok çalışma (Shen ve Wang, 2020; Ramponi, Blocken, de Coo ve Janssen, 2015; Cheung ve Liu, 2011; Asfour, 2010; Zhang, Gao ve Zhang, 2005; Nagib ve Corke, 1984) bulunurken mahalle ölçeğinde yapılmış çalışmalara (Çamaş ve Çetintahra, 2022; Shen ve Wang, 2020) daha nadir rastlanmaktadır.

Kısacası kent içindeki rüzgar hareketlerinin kentsel havalandırma sağlamasında ilk olarak kentsel alanın seçimi (Golany, 1996) ardından kent morfolojisi önemli etmenlerdir. Kent morfolojisinin önemli bir unsuru olan yapılar, çevresindeki rüzgar akışını ve hızını etkileyen unsurlardır (Roy ve Pk, 2012). Mou vd. (2017) yaptıkları çalışmada rüzgar özellikleri üzerinde binaların büyük bir etkisi olduğu sonucuna vararak bunu kanıtlamışlardır. Şehirdeki hava hareketlerini ve hızını sokakların ve binaların yönelimleri ve biçimleri, binaların yükseklikleri, yoğunlukları, formları gibi birçok morfolojik parametre etkilemektedir (Golany, 1996). Bu parametrelerin rüzgar

hareketleri ile kurduğu ilişki aşağıda her morfolojik parametre için ayrı ayrı ele alınmaktadır.

3.2.1 Yapı Yksekliliği

Yapı yüksekliliği, rüzgar davranışlarını etkilemektedir (amaş ve etintahra, 2022; Chen, Rong ve Zhang, 2021; Gao, Zhang, Ni, Zhang ve Wang, 2021; Wang, Geoffroy ve Bonhomme, 2021; Ku ve Tsai, 2020; Shen ve Wang, 2020; Gülten, 2019; Mittal, Sharma ve Gairola, 2018; Jin, Liu, Jin, Kang ve Liu, 2017; Ramponi vd., 2015; Lin, Hang, Li, Luo ve Sandberg, 2014; Srfuengfung ve Peerapun, 2013; Hang, Li, Sandberg, Buccolieri ve Sabatino, 2012; Tominaga, 2012; Huang, Musy, Hegron ve Chen, 2008; Nagib ve Corke, 1984). Denizden veya rüzgar kaynağından gelen hava akımını engellemek için kaynak önündeki ilk yapı sırasındaki yapıların yksekliliklerinin sınırlandırılması gerekmektedir (Palme vd., 2017). Çünkü n sıradaki yapılar nedeniyle rüzgarın yönü, hızı değişebileceği gibi hava akımının tamamen engellenmesi durumu söz konusu olabilmektedir. Bu duruma bağlı olarak yapı ykseklilikleri kent içindeki hava akımını ciddi derecede etkilemektedir. Ayrıca iki veya daha fazla yüksek katlı binanın yakın konumlandırılması hava dağılımını önemli ölçüde etkilemektedir (Taniike, 1992). Bu sebeple yapı yüksekliliği parametresi üzerinden inceleme yapılan çalışmalar genelde yüksek katlı yapılara odaklanmaktadır.

Yerden ykseklilik arttıa rüzgar hızı arttığı gibi (Shen ve Wang, 2020) yüksek yapıların çevresindeki rüzgar hızlarının arttığı (Hala ve Shkodrani, 2020; Lin vd., 2014; Tominaga, 2012) da bilinmektedir. Az katlı yapıların yoğun bir şekilde bulunduğu kentsel alanlarda ise rüzgar hızı düşüktür (Gülten, 2019; Lin vd., 2014; Tominaga, 2012). Bu sebeplerle Tominaga (2012) alışmasında yapı yoğunluğunun fazla olduğu alanlarda alçak katlı yapılaşma görüldüğünde alanın yüksek sıcaklığa sahip olduğunu, yüksek katlı yapılar yerleştirildiğinde alandaki hava sıcaklığının kuvvetli rüzgarlar sebebi ile düşük olduğunu tespit etmiştir. Bu tespit, kent planlama sürecinde kent iklimine uygun karar verilmesi gerekliliğini kanıtlar niteliktedir.

Allegrini ve Carmeliet (2018) çalışmalarında alçak katlı yapıların bulunduğu alanda yüksek katlı binalara yer verilmesinin havalandırmayı arttıracak sonucuna varmıştır. Ancak Gülten (2019) yapı yüksekliklerinin artmasının rüzgar dağılımını azaltacağını ve doğal havalandırmayı negatif etkileyeceğini tespit etmiştir. Lin vd. (2014) de kademeli kentsel forma (bir yüksek katlı yapı ardından bir alçak katlı yapı sıralaması ile giden yapılaşma modeli) sahip yapı grubunun havalandırma kalitesinin tek tip yapı yüksekliğine sahip yapı grubundakinden düşük olduğu sonucuna varmıştır. Shishegar (2013, s.56) ise “farklı bina yüksekliklerine sahip bir sokakta daha iyi havalandırma” sağlanabileceğine değinmektedir. Tüm bunlar yapı yüksekliği parametresinin iklimsel özellikler ve diğer morfolojik parametrelerden etkilenecek yapılaşma ve rüzgar ilişkisinin farklılaştığını göstermektedir.

3.2.2 Yapı Nizamı

Yapı nizamı, kent planlamasında ve morfoloji-mikroiklim ilişkisini inceleyen çalışmalarda (Çamaş ve Çetintahra, 2022; İnce ve Erdem, 2020; Gündoğdu, Kuru, Özkök, Yeler ve Erşan, 2019; Mutlu, Yılmaz, Yılmaz ve Mutlu, 2018) kullanılan önemli bir parametredir. Ülkemizde Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği üç çeşit yapı nizamı sunmaktadır: bitişik nizam, ayrıık nizam ve blok nizam.

Bitişik nizam yapılaşmaya sahip alanlarda rüzgar hareketlerini bina gruplarının büyüklükleri, boyutları ve aralıkları belirlemektedir (Khanduri vd., 1998). Bitişik nizam ve yoğun yapılaşmanın olduğu kentsel alanlarda sokaklar kanyon etkisi yaratmakta (Ok vd., 1997) ve bitişik nizam yapılaşma alanında, yapı yükseklikleri aynı olan yapıların genişliklerinin artması rüzgar geçişini engellemektedir. Bu sebeplerle bitişik nizam yapılaşmada rüzgar geçişinin sağlanması için bitişik nizam yerleştirilecek yapıların genişliğinin ve sayısının az olması, bitişik nizam yapı grupları arasındaki mesafenin geniş olması ve farklı yapı yüksekliklerinin kullanılması gerekmektedir.

Hava akışının sağlanmasında ayrıık nizam yapılaşmanın, bitişik nizam yapılaşmaya göre daha avantajlı olduğu çalışmalarda (Gündoğdu vd., 2019; Mutlu vd., 2018)

kanıtlanmıştır. Bu durum yapılar arası mesafe parametresi ile doğrudan bağlantılıdır. Çünkü ayrık nizamlı yapılar arasındaki mesafeler arttıkça hava akışı artarken bu mesafeler azaldıkça akış azalmaktadır.

Blok nizam iki yapının bir cepheden bitişik nizam ancak diğer cephelerde ayrık nizam yerleştirildiği bir yapılaşma modelidir. Blok nizamda iki yapı rüzgara karşı tek yapı gibi davranmaktadır. Bu sebeple rüzgar geçişinin sağlanması ikili yapıların birbirleri ile arasındaki mesafeye bağlıdır. Bu durum ayrık nizam yapılaşmada olduğu gibi blok nizam yapılaşmada da yapılar arası mesafe parametresinin etkili olduğunun kanıtıdır.

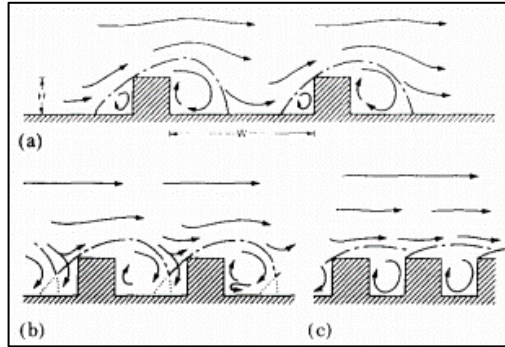
3.2.3 Yapılar Arası Mesafe

Yapı nizamı ile ilişkili olan yapılar arası mesafe parametresi, kent morfolojisi ve rüzgar ilişkisini inceleyen çalışmalarda (Çamaş ve Çetintahra, 2022; Chen vd., 2021; Adelia, Yuan, Liu ve Shan, 2019; Ramponi vd., 2015; Srifuengfung ve Peerapun, 2013; Huang vd., 2008) kullanılmaktadır. Hava akışı, iki veya daha fazla binanın yakın mesafelerde konumlandırılmasından etkilenmektedir (Lam vd., 2008; Blocken vd., 2007; Khanduri vd., 1998). Yüksek katlı iki yapının arasındaki mesafe dar ise hava akışının azalmasına (Gündoğdu vd., 2019) ve bu alandaki rüzgar hareketleri sıkışacağından hava girdaplarının oluşmasına neden olmaktadır (Taniike, 1992). Lam vd. (2008) birbirine yakın mesafede -bu mesafe bir bina genişliğinin yarısından büyük değil-, arka arkaya düzenlenmiş, beş tane kare planlı yüksek binaya rüzgar tüneli deneyi uygulamışlar ve yapıların birbirine çok yakın bulunmasından dolayı hava akışının hızlandığını tespit etmişlerdir. Bu durum gibi iki yapı arasındaki dar mesafede rüzgarın hızlanması Venturi etkisi olarak adlandırılmaktadır (Asfour, 2010).

Yapıların konumlandırılmasına göre bir bina diğer binanın rüzgar ile etkileşimini engelleyebilmektedir. Ancak yapılar arası mesafe arttıkça bu durum azalmaktadır (Khanduri vd., 1998). Açık alanlarda rüzgar hızlarının artması (Hala ve Shkodrani, 2020) gibi yapılar arasındaki açıklık arttıkça havalandırma artmaktadır (Allegrini ve Carmeliet, 2018).

Sokak tarafından yönlendirilen hava akımı, yapılar arası mesafe parametresi ile ilişkili ve sokak uzunluğu, rüzgar hızı, kanyonun genişliği ve yüksekliği ile dört temel davranış sergilemektedir (Ok vd., 1997):

1. Yapılar arası mesafe çok büyük ise rüzgar için binalar birbirinden bağımsız engellerdir. Rüzgar birincil yapıları aşıp zemine inerek ilerlemekte ve ikincil yapılar için aynı davranışı göstermektedir.
2. Yapılar birbirine yakın ise rüzgar birinci yapıyı aşıp zemine doğru ilerlerken ikinci yapıya çarparak tekrar yükselmekte ve ikinci yapıyı üstten aşmaktadır.
3. Yapılar birbirine çok yakın ise hava akımının yoğunluğu yapıları aşarken ufak bir kısmı yapılar arasından geçerek girdaplar oluşturmaktadır. Şekil 3.3'te yukarıda anlatılan üç durumun şematik gösterimi yer almaktadır.
4. Eğer yapılar birbirine daha çok yakın olursa hava akımı, yapıları bir topografya yükseltisi olarak algılayarak üzerlerinden geçmektedir.



Şekil 3.3 (a) birinci durumu, (b) ikinci durumu ve (c) üçüncü durumu sembolik olarak göstermektedir (Hunter, Watson ve Johnson, 1990-91)

3.2.4 KAKS/Emsal/Yapı Yoğunluğu

Kat alanı kat sayısı (KAKS), kent morfolojisi üzerine yapılan pek çok çalışmada (Çamaş ve Çetintahra, 2022; Ku ve Tsai, 2020; Gündoğdu vd., 2019; Javanroodi, Mahdavejad ve Nik, 2018; Jin vd., 2017; Gros, Bozonnet, Inard ve Musy, 2016;

Çetintahra, 2013; Srfuengfung ve Peerapun, 2013) ele alınmaktadır. Emsal olarak da adlandırılan bu oran inşaat alanının (yapının tüm katlarındaki alanların toplamı) parsel alanına bölünmesi ile bulunmaktadır. İmar planlarında yer alan bir kriter olması ile kent planlamasında etkinliğini gösteren bu oran, o alandaki yapı yoğunluğunu ortaya koymaktadır.

Kentsel alanlarda yapı yoğunlukları arttıkça rüzgar geçişi/hava akışı genellikle azalmakta; bazı durumlarda engellenmektedir. Bu azalma ve/veya engellenme için net olarak oran değerlerinin sunulması mümkün değildir. Çünkü aynı KAKS değerine sahip alanlardaki diğer morfolojik parametrelerin farklılaşması (yapı yükseklikleri, yapılar arası mesafe, yapı yerleşimi vb.) ile rüzgar hareketleri farklı davranışlar sunabilmektedir. Hu, Cheng ve Qian (2018) (KAKS değerleri birbirinden farklı [0,18;0,21;0,25;0,28;0,32] 5 ayrı konut alanını kıyaslayarak) ve Kubota, Miura, Tominaga ve Mochida (2008) (yapı yoğunluğu birbirinden farklı [%10-34] villa tipi [15] ve apartman tipi [7] 22 yerleşim düzenini kıyaslayarak) KAKS'ın artmasının rüzgar hızını azaltacağını tespit etmiştir.

3.2.5 TAKS/Yapılaşma Oranı

Taban alanı kat sayısı (TAKS) yapının taban alanının parsel alanına oranıdır ve kent planlamada önemli bir morfolojik parametredir. Bu sebeple kent morfolojisi ve rüzgar üzerine yapılan çalışmalarda (Wang vd., 2021; Ku ve Tsai, 2020; Adelia vd., 2019; Gündoğdu vd., 2019; Li, Yang ve Qian, 2018; Jin vd., 2017; Çetintahra, 2013; Srfuengfung ve Peerapun, 2013) incelenen bir parametredir.

TAKS, hava akışının sağlanması ile ters ilişkiye sahiptir. TAKS'ın artışı, doğal havalandırmanın azalması anlamına gelmektedir (Gündoğdu vd., 2019). Li vd. (2018) TAKS haricindeki parametre değerlerinin sabit tutulduğu, 5 farklı TAKS'a (0,63; 1,05; 1,48; 1,90; 2,32) sahip yapı grupları ile rüzgar simülasyonu gerçekleştirmişler ve TAKS artışının doğal havalandırmayı azaltacağını kanıtlamışlardır. Anılan çalışmada simülasyonlar sonucunda en düşük TAKS'a sahip modelde hava akışı rahatlıkla sağlanırken TAKS'ın artması ile yapı grubu içine hava geçişi zorlaşmaya başlamış; en

yüksek TAKS'a sahip alanda hava girdaplarının oluştuğu gözlemlenmiştir (Li vd., 2018). Ayrıca Jung ve Yoon (2021) yapı grubuna ait TAKS değerlerinin 2, 5 ve 7 olarak ayarlandığı üç durum üzerinden inceleme yaptığında yüksek TAKS'ın, yüksek rüzgar hızı sergilediğine değinmektedir. Bunun nedeni yüksek TAKS ile yapılaşmada yapılar arası mesafenin dar olmasıdır.

3.2.6 Yapı Yerleşimi

Binaların yerleşimi rüzgar hareketlerini etkilemektedir (Chen vd., 2021; Gao vd., 2021; Javanroodi vd., 2018; Allegrini, Dorer ve Carmeliet, 2015b; Lin vd., 2014; Cheung ve Liu, 2011; Huang vd., 2008; Khanduri vd., 1998). Yapıların hakim rüzgar yönündeki hava akışını kesecek şekilde yerleştirilmesi hava sirkülasyonunu kalitesizleştirmektedir (Gündoğdu vd., 2019). Çünkü yapıların konumlandırılmasına göre bir bina, diğer binanın rüzgar ile etkileşimini engelleyebilmektedir. Ancak yapılar arası mesafenin artması ve/veya “yerel hakim rüzgar yönlerine ve rüzgar hızlarına göre makul bir bina yerleşim düzeninin kullanılması” (Li, Yang vd., 2018, s. 191) bu durumun ortaya çıkmasını önleyebilmektedir.

Farklı morfolojik yapıları ele alan çalışmalarda avlulu (her tarafı kapalı) yapılaşmanın düşük rüzgar hızına ve yüksek sıcaklıklara neden olduğu tespit edilmiştir (Allegrini vd., 2015a). Avlulu ada düzeninde, ada içerisine/avluya hava akımının girişinin sağlanması için hakim rüzgar yönünde yapılar arasında açıklık bırakılması gerekmektedir. Bu sebeple Allegrini ve Carmeliet (2018) avlulu yapı düzenlerinin havalandırılması için iklim parametrelerine çok dikkat edilmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Bazı çalışmalarda, belirli sayıda yapı ve belirli yapı formu ile kurgulanan düzenli (belirli aralıklarla ızgara düzende yerleştirilmiş) yapı grupları üzerinden incelemeler yapılmaktadır (Ramponi vd., 2015; Tominaga, 2012; Cheung ve Liu, 2011). Düzenli yapı gruplarının havalandırma performansını inceleyen Ramponi vd. (2015) düzensiz/rastlantısal (belirli bir mesafe ve/veya yapı yerleşim düzeninin olmadığı) yapılaşma düzeni için de çalışma yapılması gerektiğini belirtmektedir. Allegrini vd.

(2015a; 2015b) ve Lin vd. (2014) çalışmalarında düzenli ve raslantısal düzende yapı gruplarına yer vermişlerdir. Rüzgar hareketlerinden optimum fayda sağlamak için bina düzenlerinin dikkate alınması gerekmektedir (Yüksel, 2005; Zhang vd., 2005).

3.2.7 Yapı Boyutu ve Formu

Binaların boyutu rüzgar hareketlerini etkilemektedir (Palme vd., 2017; Khanduri vd., 1998; Nagib ve Corke, 1984). Yapı büyüklüğünün artması rüzgarın engellenmesi anlamına gelmektedir (Khanduri vd., 1998). Ancak yapı cephe mesafelerinin geniş olması durumunda rüzgar geçişini arttırmak amacı ile yapılarda açıklıklar bırakılarak rüzgar geçişi sağlanabilmektedir.

Yapı formu da rüzgar akışını etkileyen bir diğer parametredir (Wang vd., 2021; Javanroodi vd., 2018; Huang vd., 2008). Keskin bina köşeleri rüzgar davranışlarını etkileyerek hava akışını kalitesizleştirmektedir (Gündoğdu vd., 2019). Çünkü genelde özellikle yapı bazında incelenen yapı boyutu ya da formu ve rüzgar ilişkisi, çevresel etkileşimler sonucu mikro ölçeğe hava akışını etkileyerek (girdap oluşumu, rüzgarın yön değiştirmesi, rüzgarı engelleme vb.) kentsel havalandırmaya da etki etmektedir.

3.2.8 Yapı Yönelimi

Yapı yönelimi birçok çalışmada (Palme vd., 2017; Asfour, 2010; Huang vd., 2008; Nagib ve Corke, 1984) ele alınan bir parametredir. Çünkü rüzgar davranışlarını ve özellikle rüzgar yönünü değiştirmede etkilidir. Yapının rüzgardan optimum fayda sağlaması için gerekli şartlar (iklimsel özelliklere göre yapının rüzgara karşı yönlendirilmesi vb.) farklılaşsa da kentsel havalandırmaya etki edilmesi açısından yapının cephe genişliklerine göre yönlendirilmesi rüzgar hareketlerini etkilemektedir.

Rüzgar hareketlerini engellemek için yapının geniş cephesinin yönelimi hakim rüzgar yönüne paralel olmalıdır. Bu yönelim hakim rüzgar yönünde dik ise rüzgara karşı bariyer etkisi yaratmaktadır. Asfour (2010) çalışmasında “Binaların, hakim rüzgara bakan, rüzgara karşı açık bir yüzü olacak şekilde merkezi bir boşluk etrafında

gruplandığı yapılaşmaların daha iyi havalandırma koşulları sağlayabileceği sonucuna” varmıştır (s. 2068). Yapı yöneliminde yapının bulunduğu parselin ölçüleri ve yapı adasının yönelimi etkilidir.

3.2.9 Yapı Adası Yönelimi

Yapı adası yönelimi yapıların ve sokakların belirlenmesinde ve yönlendirilmesinde etkilidir. Aynı zamanda rüzgarın geliş yönü ile uyumu açısından da ele alınması gereken bir unsurdur. Bu sebeplerle rüzgar ve morfoloji çalışmalarında (Ramponi vd., 2015) kullanılan bir parametredir. Bazı çalışmalarda yapı adası formu (Çetintahra, 2013) ve büyüklüğü (Çetintahra, 2013; Srfuengfung ve Peerapun, 2013) de ele alınmaktadır.

Rüzgar geçişine izin vermesi açısından yapı adası yöneliminin (yapı adasının geniş hattı) hakim rüzgar yönüne paralel olması gerekmektedir. Bu durum yapı adaları haricinde ortaya çıkan sokakların da hakim rüzgar yönüne paralel yerleştirilmesini ve rüzgar hareketlerinin yapılaşma alanlarının içine alınmasını sağlamaktadır.

3.2.10 Sokaklar

Sokakların yönü ve genişliği rüzgar davranışlarını ve hızını etkilemektedir (Çamaş ve Çetintahra, 2022; Yüksel, 2005). Bu sebeple sokak geometrisi kentsel havalandırma çalışmalarında (Gülten, 2019; Shishegar, 2013) önemli bir parametredir. Ayrıca sokak yönelimini üzerine odaklanan pek çok çalışma (Aktan, 2014; Shishegar, 2013, Golany, 1996) da bulunmaktadır.

Aktan (2014) çalışmasında sıcaklığı etkileyen en önemli faktörlerin sokak yönelimi ve rüzgar yönü olduğu sonucuna varmıştır. Ayrıca Gülten (2019) dar sokaklarda doğal havalandırmanın sağlanamadığını tespit etmiştir. Sokak genişliğinin artması ise, hava akışının artması (Shishegar, 2013) ve sıcaklığın azaltılmasında önemli bir etmendir (Kagiya ve Ashie, 2009). Tominaga (2012) hava akışına izin vermesi nedeniyle rüzgar yönüne dik caddelerde hava sıcaklıklarının düşük, rüzgar yönüne paralel caddelerde -

özellikle yüksek katlı yapıların yer aldığı uzun caddelerde (Hang, Li, Buccolieri vd., 2012)- yapıların rüzgar hareketlerini engellemesi nedeniyle hava akışının kesilmesi/azalması kaynaklı hava sıcaklıklarının yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ancak havalandırma avantajı açısından rüzgarın yapılaşma alanlarına erişimini sağlaması nedeniyle sokakların hakim rüzgar yönüne paralel konumlandırılması gerekmektedir (Dursun ve Yavaş, 2017).

Yukarıda literatürde incelenen kent morfolojisi parametrelerinin rüzgar davranışlarına etkileri yapılan çalışmalar örnek gösterilerek sunulmuştur. Bu parametrelerden yapı nizamı, yapılar arası mesafe, TAKS, KAKS, yapı yüksekliği, yapı, yapı adası ve sokak yönelimi parametreleri bu çalışmada dikkate alınmaktadır. Bunlara ek olarak yapılaşma düzeni ve arazi tipolojisi parametreleri de çalışmada incelenmektedir.

BÖLÜM 4

YÖNTEM

4.1 Çalışma Alanı

İzmir İli Karşıyaka İlçesi farklı morfolojik özelliklere sahip yoğun yerleşim alanlarını barındırdığından çalışma alanı olarak seçilmiştir. Ayrıca benzer pek çok çalışmada ele alınmayan arazi tipolojisi parametresinin rüzgar hareketlerine etkisi incelenmek istendiğinden Karşıyaka'nın düz ve eğimli arazide kentsel yerleşik alanlarının bulunması çalışma alanı olarak seçilmesinde etkili olmuştur. Şekil 4.1'de Karşıyaka'nın kentsel yerleşik alanları gösterilmektedir. İzmir Körfezi'nin kuzeyindeki yaklaşık 51 km²'lik bir alanda yer alan Karşıyaka İlçesi'nin doğusunda Bayraklı, kuzeydoğusunda Bornova, kuzeyinde Menemen ve batısında Çiğli ilçeleri yer almaktadır. Karşıyaka'nın rakımı 1 ila 700 metre arasında değişmektedir (T.C. Karşıyaka Belediyesi, 2021). İlçe, Yamanlar Dağı etekleri ile deniz arasında kalan bir kısımda yer almaktadır ve ilçe içerisinde 27 mahalle bulundurmaktadır.



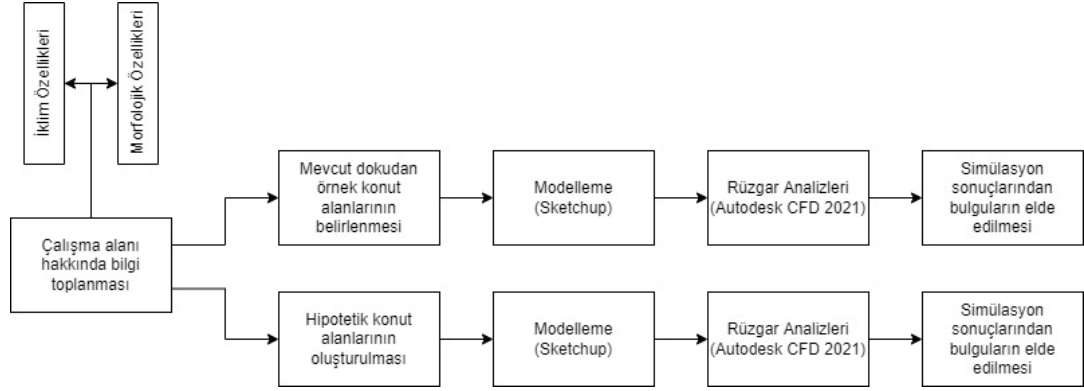
Şekil 4.1 Karşıyaka'nın kentsel yerleşik alanları (Görsel kaynak: Google Earth'ten yararlanılarak düzenlenmiştir)

Karşıyaka ilçesinin yer aldığı İzmir’de hava yazları sıcak ve kuru, kışları ılık ve yağışlıdır. Akdeniz iklim kuşağındaki İzmir’de dağlar denize dik olduğundan rüzgar iç kesimlere girebilmektedir (Green Re-vision: A Framework for Resilient Cities, 2022; İzmir Büyükşehir Belediyesi, 2021). Ancak yükseklik, bakı, kıyıdan uzaklık gibi İzmir ili içindeki coğrafi farklılıklar kent içinde yağış, sıcaklık ve güneşlenme açısından önemli iklimsel farklılıklar sunmaktadır. İzmir’de yağışların %50’den fazlası kışın, %40-45’i baharları, %2-4’ü yazın görülmektedir. Nem oranı yüksektir ve sıcaklığın arttığı yaz mevsiminde %49’a kadar ulaşabilmektedir. Yazları kararlılık gösteren rüzgar, kışları kararsız ve ılıktır (İzmir Büyükşehir Belediyesi, 2021). Hakim rüzgar yönü güney ve güneydoğu arasında olan İzmir’in ortalama rüzgar hızı 3 m/s’dir (MGM, 2022c).

Karşıyaka, çalışma amacı doğrultusundaki incelemelerin yapılması adına örnek alan olarak seçilmiştir. Bu alandaki konut yerleşimlerinin morfolojik özellikleri uydu haritaları (Google Earth, İzmir Kent Rehberi (2016), Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü Parsel Sorgulama Uygulaması ve Karşıyaka Belediyesi Kent Bilgi Sistemi) ve Street View kullanılarak incelenmiştir.

4.2 Yöntem

Tezde, gerçek ve hipotetik olmak üzere örnekler seçilerek oluşturulan modeller üzerinden simülasyonlar yapılmış; daha sonra gerçek ve hipotetik yapı grupları üzerinden elde edilen sonuçlar karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda ilk aşamada gerçek, ikinci aşamada hipotetik olmak üzere, yapı gruplarının modellendiği ve rüzgar simülasyonlarının yapıldığı iki ana aşamalı yöntem izlenmiştir. Rüzgar hareketlerinden optimum fayda sağlanması için kent morfolojisini incelemek amacı taşıyan bu çalışmada iki aşamalı kurgulanan yöntemin özeti Şekil 4.2’de gösterilmektedir.



Şekil 4.2 Çalışmanın yöntemi

Allegrini ve Carmeliet (2018) rüzgar akışı veya mikroiklim çalışmalarının literatürde (1) “genel bina yapılandırmaları ile yapılan çalışmalar” (s. 3) (Jung ve Yoon, 2021; Li, Yang vd., 2018; Allegrini vd., 2015a; Allegrini vd., 2015b; Ramponi vd., 2015) ve (2) “mevcut yoğunlukla karmaşık bina yapılandırmaları ile yapılan çalışmalar” (s. 3) (Gao vd., 2021; Shen ve Wang, 2020; Allegrini ve Carmeliet, 2018; Gros vd., 2016; Toparlar vd., 2015) şeklinde iki türde yapıldığını belirtmektedir. Morfolojik unsurlar ve rüzgar akışı ilişkisinde parametrelerin yalın etkilerine ait sonuçların toplanması için genel bina yapılandırması, “farklı fiziksel fenomenlerin ve parametrelerin karmaşık etkileşimlerini” (s. 3) anlamak için ise karmaşık bina yapılandırması kullanılmaktadır. Ayrıca karmaşık bina yapılandırmaları kullanılan çalışmalar, genel bina yapılandırmaları kullanılan çalışmalardan elde edilen sonuçların gerçek kentsel ortamlarda doğruluğunun incelenmesini sağlamaktadır (Allegrini ve Carmeliet, 2018). Örneğin; Allegrini ve Carmeliet (2018) karmaşık bina yapılandırmasını inceledikleri çalışmalarında (farklı yapı yükseklikleri), genel bina yapılandırması incelenmiş çalışmalarla (tek tip yapı yükseklikleri) (Allegrini vd., 2015a, Allegrini vd., 2015b) benzer sonuçlar elde ettiklerini belirtmektedirler. Genel ve karmaşık bina yapılandırmalarını birlikte ele alan çok az çalışma bulunmaktadır (Allegrini ve Carmeliet, 2018; Tominaga, 2012). Bu sebeple bu çalışma için genel ve karmaşık yapı gruplarını ele alan iki aşamalı bir yöntem tasarlanmıştır.

Öncelikle çalışma alanındaki farklı morfolojik özellikler taşıyan örnek yapı grupları seçilmiştir. Karmaşık bina yapılandırmasını yansıtan bu alanlar 4.2.1 *Mevcut dokudan örnek konut alanlarının belirlenmesi* başlığı altında detaylıca aktarılmıştır. Ardından

Çalışma alanında yoğun olarak gözlemlenen morfolojik parametreler ve bu parametrelerin seçilen alanlardaki değerleri üzerinden hipotetik yapı grupları oluşturulmuştur. Genel bina yapılandırmasına örnek teşkil eden bu alanlar 4.2.2 *Hipotetik konut alanlarının oluşturulması* başlığı altında detaylıca aktarılmıştır. Morfolojik zellikler ile havalandırma ilişkisinin araştırılabilmesi için iki farklı şekilde oluşturulmuş olan bu yapı grupları için aynı adımlar izlenmiştir. İlk olarak alanlar modellenmiş ardından rüzgar simülasyonları yapılmıştır.

Kent morfolojisinin yanı sıra hakim rüzgar yönü ve rüzgar hızı kentsel havalandırmayı etkileyen önemli etmenlerdir. Bu nedenle farklı rüzgar yönü kullanarak incelemeler yapan çalışmalar (amaş ve etintahra, 2022; Ramponi vd., 2015; Lin vd., 2014; Van Hooft ve Blocken, 2010) bulunmaktadır. Ancak bu çalışmanın odağında kent morfolojisinin rüzgar hareketini nasıl etkilediğine ve bu konu irdelenirken kent morfolojisinin farklı şekilde ele alındığı yöntemlerden elde edilen sonuçların kıyaslanmasına odaklanıldığından tek (hakim) rüzgar yönü üzerinden çalışma srdrlmştir.

Yapılar, yapı adaları, yapı grupları, mahalle ölçeğinde yapılar her zaman çevresinden etkileşimde bulunan alanlardır. Rüzgar hareketleri de bu çevreden etkilenerak ilgili alanda etkisini, davranışlarını göstermektedir. Bu sebeple incelenecek alanların bir bütün olarak değerlendirilmesi doğru sonuçların elde edilmesinde gerekli görülmektedir. Ancak simülasyon programlarının çalıştırılabilmesi ve morfolojik özelliklerin rüzgar etkisinin tespit edilebilmesi için her iki aşamada da alanlar sınırlandırılarak ele alınmıştır. Benzer çalışmalarda da (amaş ve etintahra, 2022; Hala ve Shkodrani, 2020; Johansson ve Yahia, 2020; şabanoğlu ve ağdaş, 2019; şabanoğlu, 2018; Yang vd., 2016; Allegrini vd., 2015a; Allegrini vd., 2015b; Toparlar vd., 2015; Shang, vd., 2013; Chung ve Choo, 2011) seçilen alanın “kentsel çevresi ile etkileşimi” (Gros vd., 2016, s.2) göz ardı edilmektedir. Bu durumun iki temel sebebi vardır: (1) incelenen alana ait özelliklerin etkilerini incelemek, (2) sınırlı işlem gücü nedeniyle simülasyon programlarının küçük alanlarda verimin daha yüksek olması (Allegrini vd., 2015a). Ayrıca daha önceden sözü geçen literatürde rüzgar ve kent morfolojisi çalışmalarının genelinde arazi

tipolojisi parametresi incelenmemiştir. Bu sebeple bu çalışmanın ilk aşamasında (mevcut doku) topografya göz ardı edilmiştir.

Rüzgar üzerine yapılan çalışmalarda ilk zamanlardan itibaren rüzgar tüneli deneyleri yapılmaktadır (Roy ve Pk, 2012; Li, Zhou, Shao ve Zhang, 2010; Lam vd., 2008; Zhang vd., 2005). Ancak günümüzde havacılık çalışmaları için geliştirilmiş Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD - Computational Fluid Dynamics [CFD]) kullanılmaktadır (Moonen vd., 2012). HAD, rüzgar tüneli yöntemine göre düşük maliyet ve hızlı sonuç özellikleri ile avantaj sağlamaktadır (Şabanoğlu ve Çağdaş, 2019; Li vd., 2010; Zhang vd., 2005). Özellikle mikroölçek/mikroiklim çalışmalarında kullanılan HAD farklı ölçeklerde kentsel alandaki rüzgar akışı çalışmalarında (Çamaş ve Çetintahra, 2022; Shen ve Wang, 2020; Gülten, 2019; Allegrini ve Carmeliet, 2018; Hsieh ve Huang, 2016; Yang vd., 2016; Tong vd., 2016; Allegrini vd., 2015b; Tominaga, 2012; Cheung ve Liu, 2011; Yang ve Li, 2011; Asfour, 2010; Li vd., 2010; Priyadarsini, Hien ve David, 2008; Tominaga vd., 2004) farklı konular üzerinde (rüzgar ve morfoloji ile rüzgar ve yaya konforu) kullanılan önemli bir araçtır (Hala ve Shkodrani, 2020; Blocken, 2015; Toparlar vd., 2015; Moonen vd., 2012; Roy ve Pk, 2012; Van Hooff ve Blocken, 2010).

HAD simülasyonlarından elde edilen sonuçlar ile kentsel alanda uygulanmış veya uygulanacak planlama kararları (yeşillendirme, morfolojik özellikler, yapı ölçeğinde pencere yerleşimi, iç ortam konforu vb.) ile rüzgar arasındaki ilişki gözlemlenebilir ve bu doğrultuda müdahaleler geliştirilebilmektedir (Toparlar vd., 2015; Li vd., 2010). Kentsel alandaki projelerin rüzgara/mikroiklime nasıl etki edeceği üzerine bazı parametrelerin değiştirilmesi ile kıyaslamalar sunan çalışmalar (Shen ve Wang, 2020; Allegrini ve Carmeliet, 2018) yapılmıştır.

HAD ile çalışan programlar yardımı ile rüzgar akışı üzerine yapılmış daha önce bahsi geçen çalışmalarda kullanılan pek çok program mevcuttur. Bunlardan bazıları; Autodesk CFD (Çamaş ve Çetintahra, 2022; Gao vd., 2021; Johansson ve Yahia, 2020; Şabanoğlu ve Çağdaş, 2019; Javanroodi vd., 2018; Şabanoğlu, 2018), ArchiDynamics (Koyuncu, 2019), Comsol (Chung ve Choo, 2011; Chung ve Choo, 2010), Envi-met

(Yavaş ve Yılmaz, 2019; Mutlu vd., 2018), Fluent (Brozovsky, Radivojevic ve Simonsen, 2022; Karadağ ve Serteser, 2019; Li vd., 2010; Reiter, 2010; Blocken vd., 2007), UrbaWind (Kiraz, 2015)'dir. Bu programlar hakim rüzgar yönü ve rüzgar hızı verileri kullanılarak çalıştırılmaktadırlar. Bu sebeple ilgili iklim verilerinin (hakim rüzgar yönü ve rüzgar hızı) elde edilmesi gerekmiştir. Bu doğrultuda İzmir için resmi hakim rüzgar yönü (güneydoğu) ve ortalama rüzgar hızı (3m/s) verileri kullanılmıştır.

4.2.1 Mevcut dokudan örnek konut alanlarının belirlenmesi

Kentlerin doğal havalandırmasını morfolojik parametreleri nasıl etkilediğini bulmak amacı ile öncelikle Karşıyaka İlçesi'nde farklı morfolojik özellikler sergileyen on iki yerleşim alanı seçilmiştir. Yerleşim alanlarının seçiminde, yapı nizamı, yapı yükseklikleri, KAKS, TAKS parametreleri açısından bu alanların birbirlerinden farklı nitelik taşımasına; öte yandan seçilen örnek yerleşim alanlarının kendi içlerinde bu parametreler açısından homojen bir mekansal yapılaşma özelliği göstermesine dikkat edilmiştir. Bu alanlar Şekil 4.3'te ve alanların Karşıyaka'daki konumları Şekil 4.4'te gösterilmektedir. Seçilen on iki yerleşim alanının 5'i toplu konut düzeninde (yüksek katlı, villa tipi ve karma) (Şekil 4.3 no: 1, 2, 3, 4 ve 5), 6'sı apartman tipi (Şekil 4.3 no: 6, 7, 8, 9, 10 ve 11) ve 1'i gecekondü tipi (Şekil 4.3 no:12) yapılaşma modeline örnek teşkil etmektedir. Benzer morfolojik yapıya sahip örnek sayıları, yapı grubunun taşıdığı özelliklerin alandaki yaygınlığına göre belirlenmiştir. Bu alanların sahip olduğu morfolojik özelliklerin değerleri Tablo 4.1'de gösterilmektedir. Bu tablodaki yapı nizamı ve kat sayısı bilgileri Google Earth Street View özelliği ile yapılan incelemeler, TAKS ve KAKS değerleri ise Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü Parsel Sorgulama Uygulamasından alınan veriler (parsellerin m²'si, yapı tabanları ölçüleri) üzerinden gerekli hesaplamalar doğrultusunda elde edilmiştir.



Şekil 4.3 Seçilen on iki yerleşim alanı (Görsel kaynak: Google Earth'ten yararlanılarak düzenlenmiştir)



Şekil 4.4 Karşıyaka'nın kentsel yerleşik alanları içinden seçilmiş örnek konut alanları (Görsel kaynak: Google Earth'ten yararlanılarak düzenlenmiştir)

Tablo 4.1 Seçilen yerleşim alanlarının morfolojik özellikleri

Alan No	Yapı Nizamı	Kat Sayısı	Yapı Yoğunluğu (KAKS)	Taban Alanı Kat Sayısı (TAKS)
1	Ayrık	21, 22	1,90	0,09
2	Bitişik, Blok	2, 18, 19	2,85	0,18
3	Bitişik, Blok	2, 3	1,02	0,37
4	Bitişik	2	0,66	0,31 – 0,35
5	Bitişik	5, 9	1,47	0,21 – 0,27
6	Ayrık	5	2,62	0,32 – 0,62
7	Ayrık	2, 5, 6, 7	2,51	0,25 – 0,56
8	Bitişik	5, 6	4,84	0,71 – 1,20
9	Bitişik	3, 4, 5, 6	4,32	0,62 – 1,20
10	Bitişik	2, 4, 5, 6, 7	4,49	0,68 – 1,50
11	Bitişik	5, 6, 7, 8, 9	5,00	0,58 – 1,25
12	Bitişik, Ayrık	1, 2, 3, 4	1,32	0,18 – 1,23

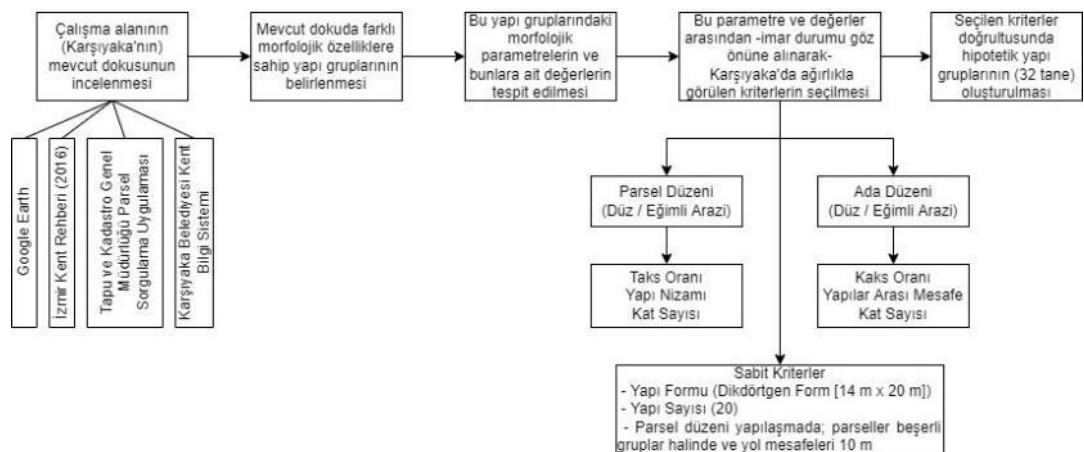
**Bu tablo Google Earth ve Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü Parsel Sorgulama Uygulamasından alınan veriler ve bu veriler üzerinden hesaplamalar yapılarak oluşturulmuştur.*

4.2.2 Hipotetik konut alanlarının oluşturulması

Gerçek bir alan veya proje üzerinden parametrelerin verileri değiştirilerek oluşturulan alanlar üzerinden yapılan çalışmalar (Shen ve Wang, 2020: kat yüksekliği, yönelim ve yapılar arası mesafe; Gülten, 2019: yapı yükseklikleri, yapı yerleşimleri ve sokak genişlikleri; Gros vd., 2016: KAKS değeri; Allegrini vd., 2015a: yapı formları; Allegrini vd., 2015b: yapı formları; Ramponi vd., 2015: yapı yükseklikleri, yapılar arası mesafe, sokak genişlikleri ve yapı adası yönelimleri; Shang, Lin ve Hou, 2013: yapı formları, yapı yükseklikleri, yapı yönelimleri ve yapı yerleşimleri) veya morfolojik parametrelerin etkisinin net anlaşılması için parametre ve parametre değerlerinin kurgulanması ile çeşitlendirilerek oluşturulan çalışmalar (Jung ve Yoon, 2021; Li, Yang vd., 2018; Hang, Li, Sandberg vd., 2012; Tominaga, 2012; Cheung ve

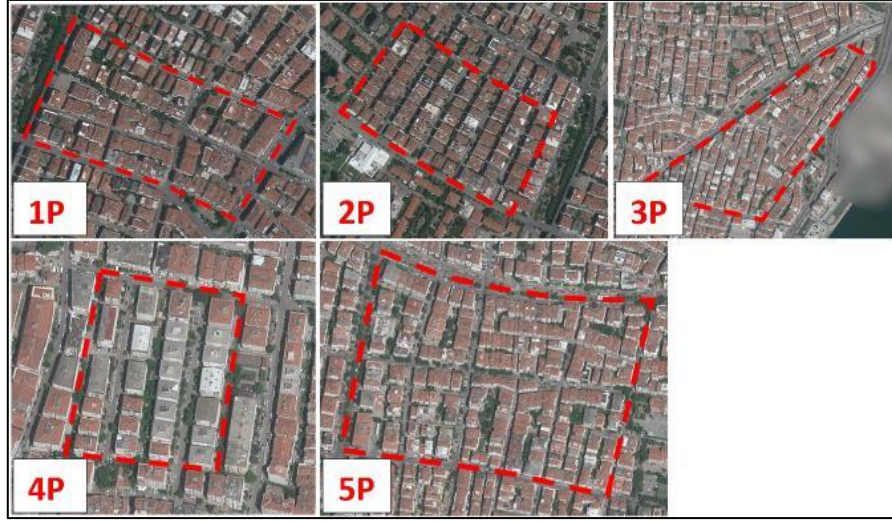
Liu, 2011) literatürde yer almaktadırlar. Bu çalışmanın sonucunda hangi morfolojik parametrelerin rüzgar hareketini nasıl etkilediği konusunda daha net bir şekilde kıyaslama ve yorumların yapılarak doğru sonuçlara ulaşabilmek için çalışma alanında yaygın görülen morfolojik özellikleri ve göstergeleri taşıyan seçilmiş gerçek alanlardan alınan referanslar ile oluşturulmuş tek parametrenin farklılaştığı hipotetik alanlar oluşturulmasına karar verilmiştir.

Bu çalışmada hipotetik konut alanlarının oluşturulması için öncelikle çalışma alanı olan Karşıyaka'nın Google Earth, İzmir Kent Rehberi (2016), Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü Parsel Sorgulama Uygulaması ve Karşıyaka Belediyesi Kent Bilgi Sistemi üzerinden mevcut dokusu incelenmiştir. Ardından kent morfolojisi ve rüzgar hareketleri ilişkisini içeren literatürde yer alan parametreler göz önünde bulundurularak Karşıyaka'ya ait ağırlıklı olarak görülen farklı kent morfolojisi özelliklerini tanımlayan yapılaşma kriterleri tespit edilmiştir. Bu kriterleri taşıyan yapı toplulukları örnek alanlar olarak belirlenmişlerdir ve bu alanlar üzerinden parametrelerin taşıdığı değerler tespit edilerek alanda ağırlıklı kullanılan değerler elde edilmişlerdir. Örnek alanlardan edinilen referans veriler doğrultusunda morfolojik parametrelere ait yaygın olarak kullanıldığı gözlemlenen değerler üzerinden hipotetik yapı grupları oluşturulmuşlardır. Hipotetik konut alanlarının oluşturulma süreci Şekil 4.5'te şematik olarak gösterilmektedir.

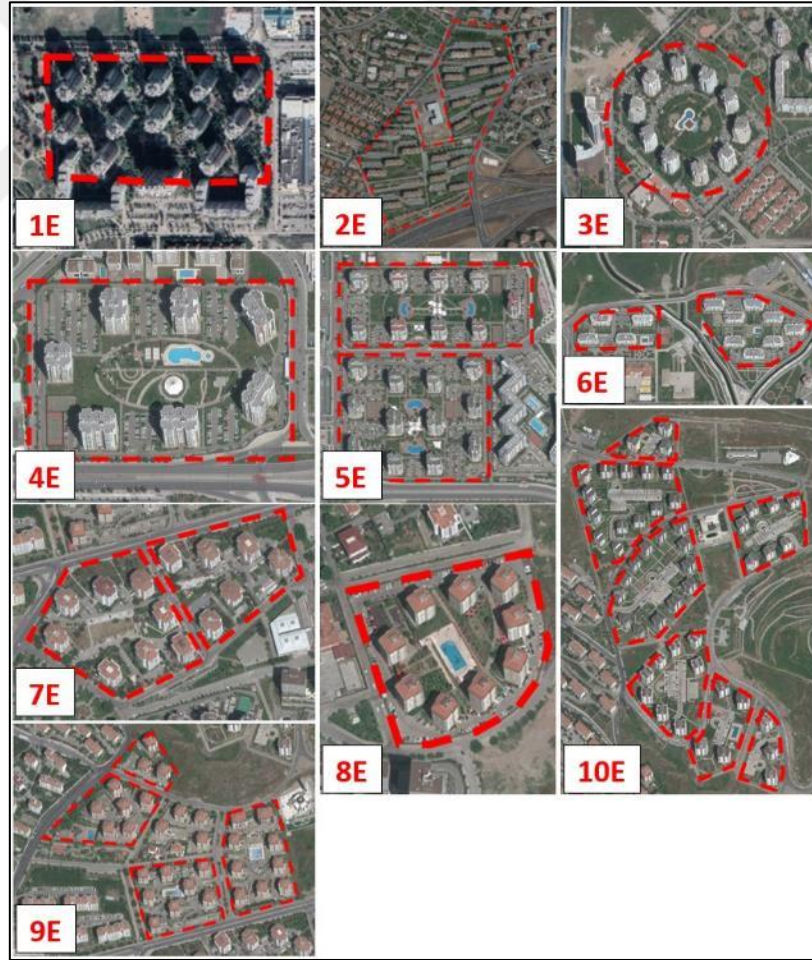


Şekil 4.5 Hipotetik konut alanlarının oluşturulma süreci

Çalışma alanında öncelikle örnek alanda parsel ve ada düzeni olarak iki farklı yapılaşma düzeninin olduğu tespit edilmiş ve modellemeler için kriterler bu iki ana parametre üzerinden oluşturulmuştur. Bu ayrım doğrultusunda parsel düzeninde seçilen örnek alanlar Şekil 4.6'da ve ada düzeninde seçilen örnek alanlar Şekil 4.7'de yer almaktadır. Arazinin düz ya da eğimli olması durumu, iklimsel veriler açısından önemli bir fiziksel belirleyici olduğundan ancak literatürde tipoloji farklılıkları çoğunlukla göz ardı edilmesine karşın arazi tipolojisi başlıca kriter olarak ele alınmıştır. Ayrıca iki yapılaşma düzeni (parsel düzeni ve ada düzeni) içinde kat sayısı parametresine dikkat edilmiştir ve bu parametreye ait göstergeler her düzen için örnek alanlarda incelenen yapı topluluklarından çıkarımda bulunarak karşılaştırılmıştır. İki yapılaşma düzeninde birbirinden farklı olarak parsel düzenindeki yapılaşmalarda TAKS değerinin-bahçe mesafelerinin ve yapı nizamının, ada düzenindeki yapılaşmada KAKS değerinin ve yapılar arası mesafelerin önemli parametreler olduğu ve bu parametrelere ait göstergeler tespit edilmiştir. Tespit edilen bu göstergelerin bir araya geldiği bazı durumlarda parametreler birbirini karşılamamıştır. Bu sebeple toplanan veriler eşliğinde modellemeye uygun ölçüleri ele almak durumunda kalınmıştır. Hipotetik alanlara ait morfolojik parametreler ve değerleri Tablo 4.2 ve 4.3'te gösterilmektedir. Tüm bunlar doğrultusunda 32 hipotetik alan oluşturulmuştur. Her alan için dikdörtgen formda (14 m x 20 m) 20 adet yapının yatayda ve dikeyde düzenli yapılaşma düzeninde olmasına karar verilmiştir. Örnek alanlarda çoğunlukla gözlemlenen yapı taban ölçüleri ile belirlenen parametre değerleri ile oluşturulabilen yapı taban ölçüleri belirlenmiş ve tüm hipotetik konut alanlarında sabit tutulmuştur. Parsel düzeni yapılaşmalarda parseller beşerli gruplar olarak ayrılarak ikişerli sıralar oluşturmuşlardır ve yol mesafeleri 10 m olarak ayarlanmıştır.



Şekil 4.6 Parsel düzeni yapılaşma modelinde seçilen örnek alanlar (Görsel kaynak: Yandex Harita'dan yararlanılarak düzenlenmiştir)



Şekil 4.7 Ada düzeni yapılaşma modelinde seçilen örnek alanlar (Görsel kaynak: Yandex Harita'dan yararlanılarak düzenlenmiştir)

Tablo 4.2 Hipotetik alanların oluşturulması için çalışma alanında parsel düzeninde yaygın olarak gözlemlenen morfolojik özellikleri içeren örnek alanlardan elde edilen parametre ve değerleri

Yatayda ve Dikeyde Düzenli Yapılaşma – Dikdörtgen Yapı Formu – Güneye Paralel Yapı Yönelimi	Parsel Düzeni Yapılaşmada Modelleme Kriterleri	Arazi Tipolojisi	TAKS Değerleri	Yapı Nizamı	Kat Sayısı
		Düz Arazi	0,50	Ayrık Nizam	5 katlı
					9 katlı
				Bitişik Nizam	5 katlı
					9 katlı
			0,40	Ayrık Nizam	5 katlı
					9 katlı
				Bitişik Nizam	5 katlı
					9 katlı
		Eğimli Arazi	0,50	Ayrık Nizam	5 katlı
					9 katlı
				Bitişik Nizam	5 katlı
					9 katlı
			0,40	Ayrık Nizam	5 katlı
					9 katlı
				Bitişik Nizam	5 katlı
					9 katlı

Tablo 4.3 Hipotetik alanların oluşturulması için çalışma alanında ada düzeninde yaygın olarak gözlemlenen morfolojik özellikleri içeren örnek alanlardan elde edilen parametre ve değerleri

Yatayda ve Dikeyde Düzenli Yapılaşma – Dikdörtgen Yapı Formu – Güneye Paralel Yapı Yönelimi	Ada Düzeni Yapılaşmada Modelleme Kriterleri	Arazi Tipolojisi	KAKS (Emsal) Değerleri	Yapılar Arası Mesafe	Kat Sayısı
		Düz Arazi	1,10	h kadar	10 katlı
					20 katlı
			h/2 kadar		10 katlı
					20 katlı
		Eğimli Arazi	1,30	h kadar	10 katlı
					20 katlı
			h/2 kadar		10 katlı
					20 katlı
		Eğimli Arazi	1,10	h kadar	10 katlı
					20 katlı
			h/2 kadar		10 katlı
					20 katlı
		Eğimli Arazi	1,30	h kadar	10 katlı
					20 katlı
			h/2 kadar		10 katlı
					20 katlı

4.2.2.1 Parsel Düzeni Göstergeleri

Hipotetik alanların oluşturulması için seçilen örnek alanlarda yapılan incelemelerde yapı yoğunluklarında ciddi farklılıkların olduğu görülmüştür. TAKS değerlerinin artması, yatayda yapı yoğunluğunun artması anlamına gelmektedir ki artan yoğunluğa paralel konutların doğal iklimlendirme koşulları zarar görmektedir. Bu nedenle TAKS değerleri incelenen parametrelerden biri olmuştur. Bunun için Karşıyaka Belediyesi Kent Bilgi Sistemi'nden İmar Durumu bilgilerine ulaşılmıştır. Ancak Karşıyaka'da incelenen alanlarda olduğu gibi Karşıyaka genelinde de imar durumu verilerinde

TAKS değerleri belirtilmemiştir. Bu sebeple TAKS değerlerini incelemek için yerleşime ait bilgilerin tespit edilmesi gerekmektedir. Benzer morfolojik özellikler taşıması sebebi ile seçilmiş yapı toplulukları üzerinden TAKS aralıkları tespit edilmiştir. Bu tespitin yapılabilmesi için Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü Parsel Sorgulama Uygulaması'ndan parsel m² bilgisi ve İzmir Kent Rehberi'nden yapı tabanı m² bilgisi elde edilerek parsel düzeni örnek alanlardaki yapılara ait yaklaşık TAKS değerleri hesaplanmıştır. Ardından yoğun olarak görülen TAKS değerleri arasından imar durumunda belirtilen bahçe mesafesi (n bahçe 5 m, yan bahçe 3 m) şartını sağlayabilen değerler kıyaslama yapmak üzere belirlenmiştir. Yerleşimde ağırlıklı olarak görülen göstergeler olduğu için yapı nizamı göstergeleri ayrıık ve bitişik nizam, kat sayısı göstergeleri 5 kat ve 9 kat olarak belirlenmiştir.

4.2.2.2 Ada Düzeni Göstergeleri

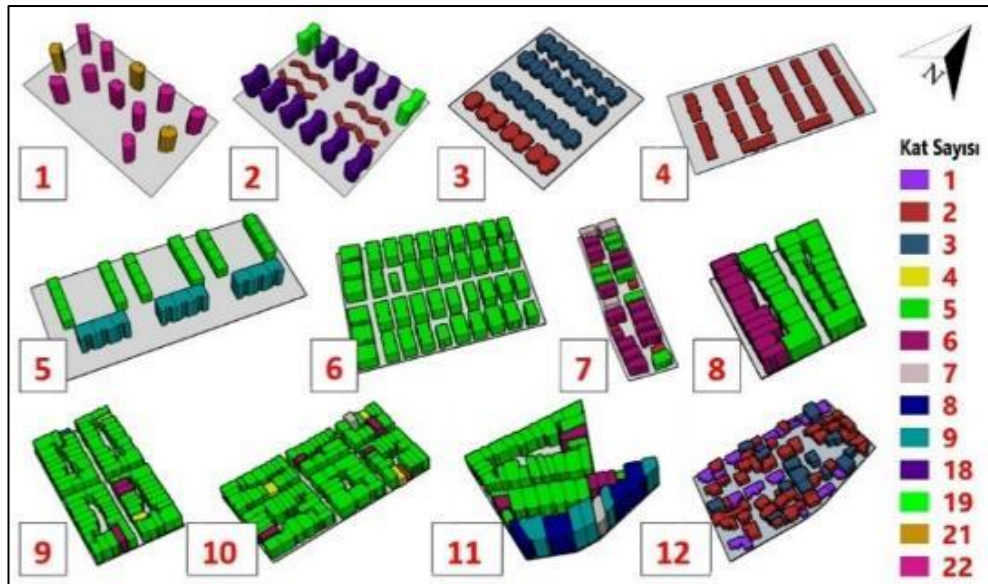
Ada düzeni yapılaşmada TAKS yerine emsal değeri kullanılmaktadır. Bu sebeple örnek alanlarda çalışmada kullanılacak KAKS değerlerini belirlemek için yerleşime ait oranlar tespit edilmiştir. Bunun için Karşıyaka Belediyesi Kent Bilgi Sistemi'nden İmar Durumu bilgilerine ulaşılmıştır. Ancak TAKS değerlerinde olduğu gibi KAKS verilerine de ulaşılamamıştır. Bu sebeple benzer morfolojik özellikler taşıması sebebi ile seçilmiş yapı toplulukları üzerinden KAKS değerlerinin aralıkları tespit edilmiştir. Bu tespitin yapılabilmesi için öncelikle ada üzerindeki toplam inşaat alanı İzmir Kent Rehberi üzerinden elde edilen her yapı için yapı tabanı m²'si ve o yapının kat yüksekliği çarpılarak hesaplanmıştır. Bu hesaplamalarda alanı temsil eden ve diğer parametreler ve göstergeleri ile uyum sağlayabilecek olan değerler seçilmiştir.

Yapılar arası mesafelerin durumu serinletici rüzgarların konut alanının içine alınması ve böylelikle ısı adası etkisinin hafifletilmesi açısından önem taşımaktadır. Yapılar arası mesafe azaldıkça, gökyüzü görüşü yitirilmektedir. Ülkemizdeki imar mevzuatına göre her iki yapı arasında $(h_1+h_2)/2$ oranında mesafe bırakılması gerekmektedir. Bu asgari bir standarttır. Bu yüzden h (yapı yüksekliği) kadar mesafe (yönetmelikten genel veri) gösterge değeri olarak seçilmiştir. Yapılar arası mesafenin artması, rüzgardan yararlanabilmek ve böylelikle özellikle İzmir gibi sıcak ve nemli

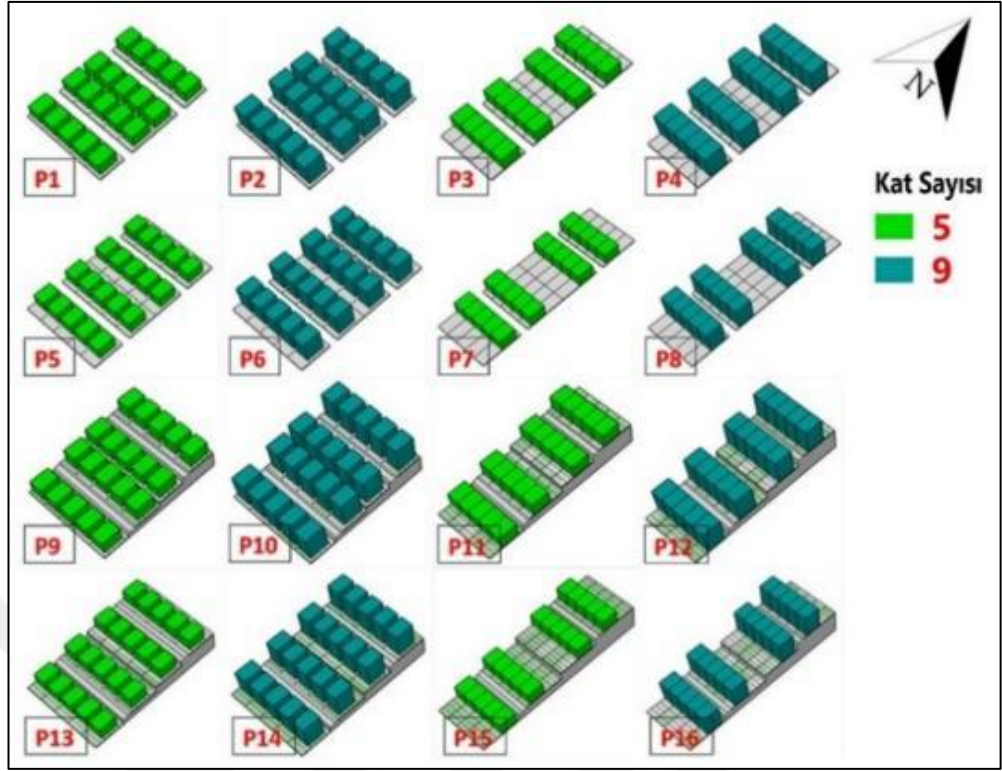
iklim bölgelerinde soğutma amaçlı evsel enerji kullanım miktarlarını azaltabilmek açısından oldukça önemlidir. Ancak alanda tespit edilen KAKS değerleri vb. diğer kriterlerle modellerin oluşturulması için h'dan daha büyük mesafeler mümkün olmadığından alan incelemesinde ada tipi yapılaşmada çoğunlukla tespit edilen h/2 oranı bir diğer gösterge olarak ele alınmıştır. Ada düzeni yapılaşmanın bir diğer parametresi olan kat sayısı için örnek alanlarda 10 katlı ve 20 katlı yapıların bulunduğu tespit edilmiştir.

4.2.3 Modelleme

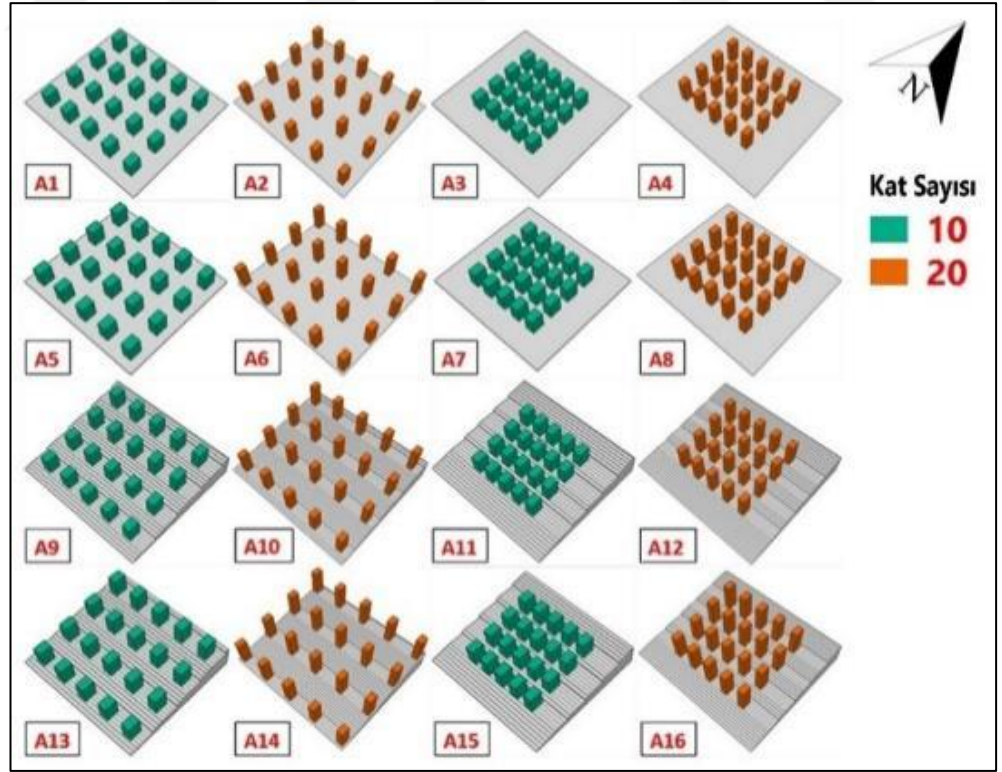
Modellemede her yapının kendi özelliklerini (pencereler, balkonlar vs.) kentsel alan ve çevresini ele almak imkansızdır (Martilli ve Santiago, 2007). Bu sebeple hem örnek hem de hipotetik konut alanlarının modelleri yapılırken seçilen alanların çevreleri ve yapıların cephe özellikleri (pencere, kapı, çatı vb.) göz ardı edilmiş, sadece yapıların formları kullanılmıştır. Yapı yüksekliklerini belirlemek için kat yüksekliği 3 m kabul edilmiştir. Tüm modellemeler Sketchup programında yapılmıştır. Şekil 4.8'de örnek konut alanlarının, Şekil 4.9 ve 4.10'da hipotetik konut alanlarının modellenmiş halleri kat sayılarına göre boyanarak gösterilmektedir.



Şekil 4.8 Seçilen örnek konut alanlarının üç boyutlu modelleri



Şekil 4.9 Parsel düzeni hipotetik konut alanlarının üç boyutlu modelleri



Şekil 4.10 Ada düzeni hipotetik konut alanlarının üç boyutlu modelleri

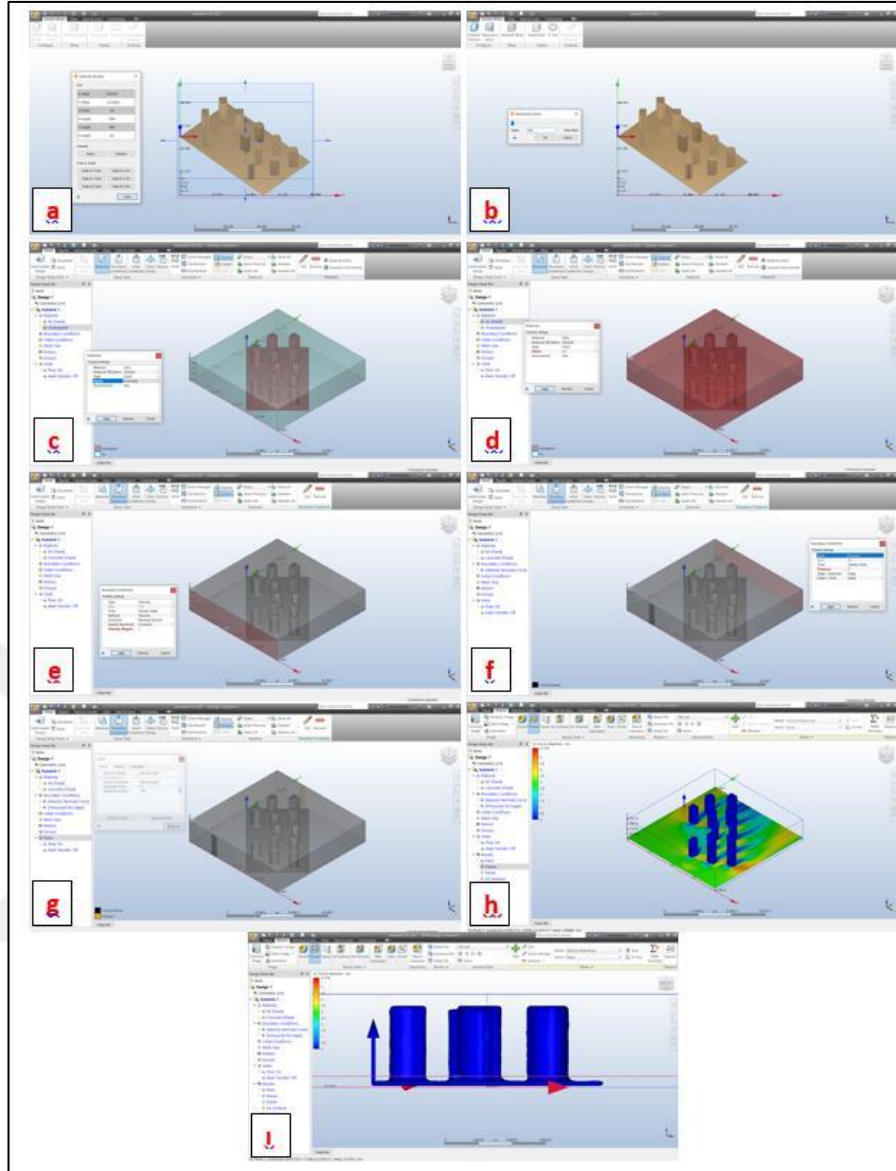
ayarlanamamaktadır. Bu nedenle üç boyutlu modeller Sketchup programında -45 derece döndürülmüş ve daha sonra simülasyon programında güney yönünde rüzgar yönü ayarlanarak güneydoğu hakim rüzgar yönü elde edilmiştir.

Rüzgar simülasyonu süreci Autodesk CFD programı üzerinden Şekil 4.12’de detaylıca gösterilmektedir. Rüzgar simülasyonlarının gerçekleştirilmesi 5 adımdan oluşmaktadır: (1) Model çevresinde hava hacmi/hesaplamalı sınır etki alanı boyutlarının (computational boundary domain sizes) belirlenmesi (Şekil 4.12-a), (2) Çözünürlük faktörü (resolution factor) değerinin belirlenmesi (Şekil 4.12-b), (3) Malzeme ataması (Şekil 4.12-c, d), (4) Rüzgar verilerinin ayarlanması (rüzgar giriş ve çıkışı, rüzgar hızı) (Şekil 4.12-e, f), (5) Simülasyonun tekrar etme sayısının (iterations to run data) belirlenmesi ve rüzgar simülasyonunun başlatılması (Şekil 4.12-g). Simülasyon programında rüzgar simülasyonlarının hızlı ve en az hata ile gerçekleşmesi için simülasyon adımlarına ait değerler değiştirilerek denemeler yapılmıştır ve bu denemelerden çıkarımlarda bulunarak tüm modellerde aynı şekilde uygulanmak üzere her adım için kullanılacak değerler belirlenmiştir. Her model için aynı değerler ve veriler kullanılmıştır. Simülasyonda kullanılan veriler Tablo 4.4’te sunulmaktadır. Her adımda seçilen değerleri sebepleri ile açıklamak gerekir ise;

- (1) Tüm modelleri kapsayan sabit bir hava hacmi oluşturulduğunda bazı modellerde simülasyonun çalışmaması veya hata vermesi nedeniyle her modelin yarattığı hacim boyutları genişletilerek hava hacimleri oluşturulmuştur.
- (2) Daha hızlı sonuç alabilmek ve simülasyonda oluşabilecek hataları önlemek amacı ile çözünürlük faktörü mevcut doku ve hipotetik doku analizleri için farklı girilmiştir. Mevcut doku alanlarının büyük olmasından ve karmaşıklığından dolayı programda sorun yaşanmaması adına çözünürlük faktörü için en düşük değer olan 500 değeri seçilmiştir. Hipotetik konut modellerinin belirli sayıda yapı bulundurmasından dolayı yapılan denemeler sonucunda 4000 değeri uygun bulunmuştur.

- (3) Kentsel alanlar ağırlıklı olarak beton malzemelerin kullanıldığı alanlar olması sebebi ile modeller için beton malzeme seçimi yapılmıştır. Oluşturulan hava hacmi için program içinde oluşturulmuş olan hava seçeneği işaretlenmiştir.
- (4) Çalışma alanı için elde edilen rüzgar yönü verisinin uygulanabilmesi için modelleme programında döndürülerek simülasyon programına atılan modeller için rüzgar girişi güney, çıkışı kuzey olarak ayarlanmıştır. Rüzgarın alana giriş hızı 3 m/s ve alandan çıkarken ki basınç sıfır Pascal (Pa) olarak girilmiştir.
- (5) Hızlı ve güvenilir simülasyon sonuçları için simülasyonun tekrar etme sayısı 100 kez olarak ayarlanmış ve simülasyonlar gerçekleştirilmiştir. Rüzgar simülasyonlarının çalışma süresi her model için farklıdır. Örnek konut alanları için simülasyonlar 40 ile 170 dakika ve hipotetik konut alanları için simülasyonlar 20 ile 110 dakika aralığında gerçekleştirilmiştir.

Simülasyon sonuçları (Şekil 4.12-h, ı) benzer çalışmalarda (Şabanoğlu ve Çağdaş, 2019; Allegrini vd., 2015) yerden 1-2 m yükseklikten alınmaktadır. Bu sebeple bu çalışmada da simülasyonların sonuçları yaklaşık 1 m yükseklikten plan düzleminde alınmıştır. Ancak dikkat edilmesi gereken bir husus olarak programa bu yükseklik verisi atanamamaktadır ve bu sebeple her sonuç için yükseklik ayarlamaları gözle ve kıyaslanarak ayarlanmıştır. Ayrıca eğimli arazi parametresine sahip modellere ait simülasyon sonuçlarının alınmasında plan düzlemi eğimli arazinin oluşturduğu açıya göre döndürülerek araziye 1 m yükseklikten hizalama yapılmıştır.



Şekil 4.12 Rüzgar simülasyonu süreci

Tablo 4.4 Rüzgar simülasyonunda kullanılan veriler

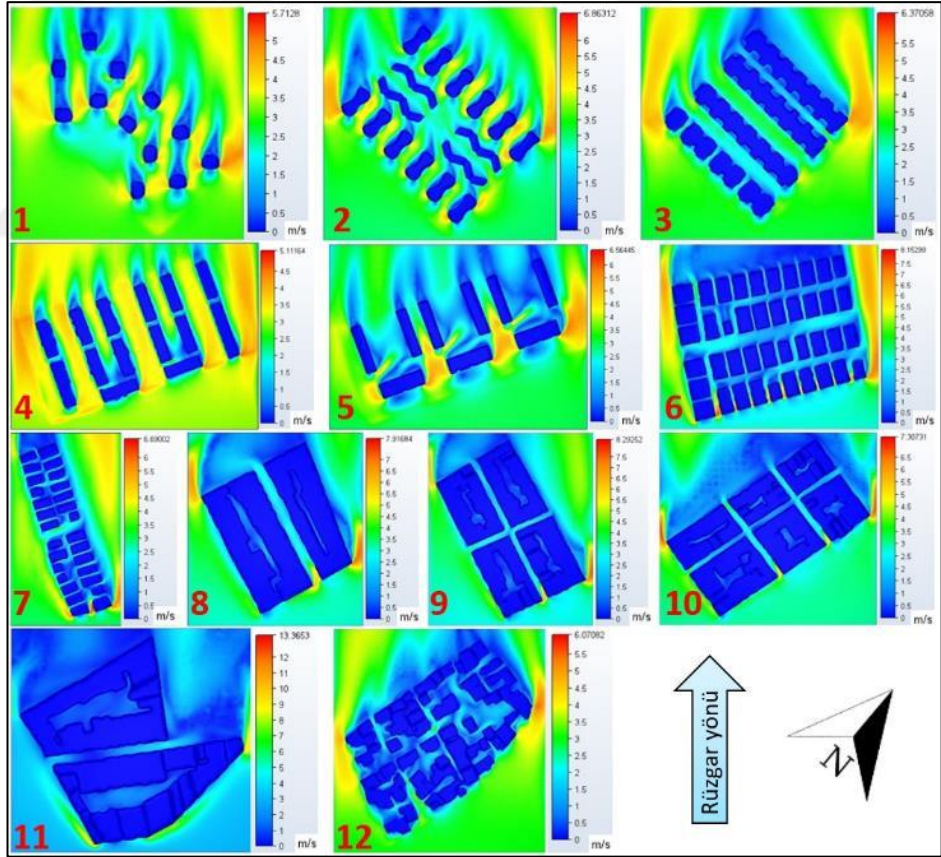
Adımlar	Değerler
Çözünürlük faktörü	500 / 4000
Model malzemesi	Beton (Concrete)
Hesaplamalı sınır etki alanı malzemesi	Hava (Air)
Rüzgar yönü	Güneyden kuzeye
Rüzgar hızı	3 m/s
Simülasyon tekrar sayısı	100

BÖLÜM 5

BULGULAR

5.1 Mevcut Dokudan Elde Edilen Bulgular

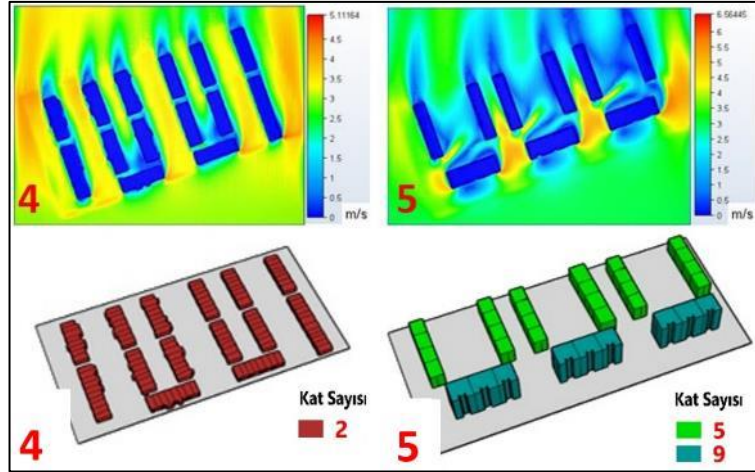
Mevcut doku kullanılarak yapılan rüzgar simülasyonu sonuçları Şekil 5.1’de yer almaktadır. Bu simülasyon sonuçlarında rüzgar hızı büyüklüklerinin her model için ayrı aralıklarda olduğu görülmektedir. Tüm modeller göz önüne alındığında rüzgar hızı aralığı 0-13,34 m/s’dir. Rüzgar hızı değişiminin anlaşılması için simülasyon programında maviden kırmızıya (düşük hızdan yüksek hıza) bir renk skalası kullanılmaktadır.



Şekil 5.1 Mevcut dokudan elde edilen rüzgar simülasyonu sonuçları

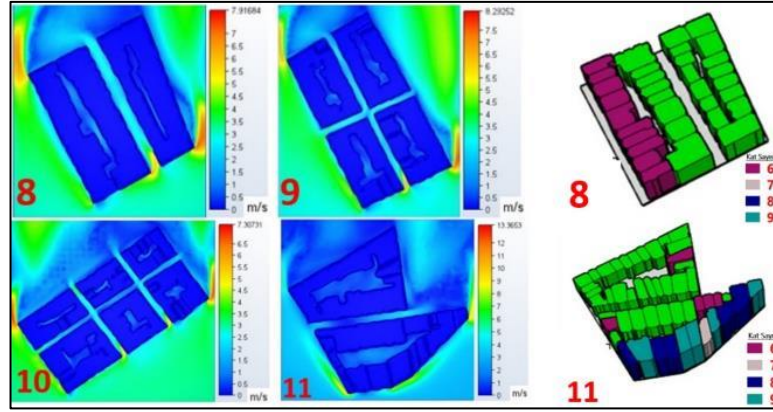
Simülasyondan elde edilen sonuçlar doğrultusunda morfolojik özelliklerin rüzgar hareketlerine etkisi tespit edilmiştir. Ayrık nizam yapılaşma (Şekil 5.1 no:1, 6 ve 7), bitişik nizam yapılaşmaya (Şekil 5.1 no:8, 9, 10 ve 11) göre rüzgar geçişine izin vermesi nedeniyle doğal havalandırma açısından daha avantajlıdır. Bu aynı zamanda yapılar arası mesafenin rüzgar davranışında önemli bir parametre olduğunu göstermektedir. Çünkü yapılar arası mesafenin fazla olduğu alanda (Şekil 5.1 no:1) diğer ayrık nizam alanlara (Şekil 5.1 no: 6 ve 7) göre rüzgar akışının arttığı görülmektedir.

Yapı nizamı ve yapılar arası mesafe, TAKS parametresi ile ters orantılı ilişkiye sahip parametrelerdir. Başka bir deyişle ayrık nizam yapılaşma modelinin uygulanması ve/veya yapılar arası mesafenin artması ile TAKS azalmaktadır. Bu düşük TAKS kentsel havalandırma açısından avantaj sağladığı anlamına gelmektedir. Simülasyon sonuçlarında görüldüğü gibi TAKS değeri düşük (0,09-0,35) konut alanlarında (Şekil 5.1 no:1, 2, 3, 4 ve 5) rüzgar hızı ve akışı fazladır. TAKS değerinin yaklaşık iki kat (0,25-0,62) (Şekil 5.1 no:6 ve 7) veya daha fazla (0,58-1,20) (Şekil 5.1 no:8, 9, 10 ve 11) arttığı konut alanlarında ise rüzgar akışı azalmaktadır. Bunların aksine Şekil 5.1'deki 4 ve 5 numaralı sonuçlar Şekil 5.2'deki gibi kıyaslandığında 4 numaralı alanın TAKS değeri (0,31-0,35) 5 numaralı alana (0,21-0,27) göre fazla olmasına rağmen 4 numaralı alanda daha iyi havalandırma sunulduğu görülmektedir. Bunun nedeni 4 numaralı alanın bina yerleşim düzenidir. Yapılar hakim rüzgar yönüne paralel olarak yerleştirildiğinde rüzgar akışı içeri alınmaktadır. Ancak Şekil 5.2'de görüldüğü gibi 5 numaralı alandaki bitişik nizam ve çok katlı yapıların bazıları hakim rüzgar yönüne dik yerleştirilerek rüzgârı engellemiş ve düşük TAKS avantaj sağlamamıştır. Bu durum parametrelerin tek başına yarattığı etkinin incelenmesinin rüzgar hareketlerinin morfoloji ile ilişkisinin anlaşılmasındaki yetersizliği de gözler önüne sermektedir.



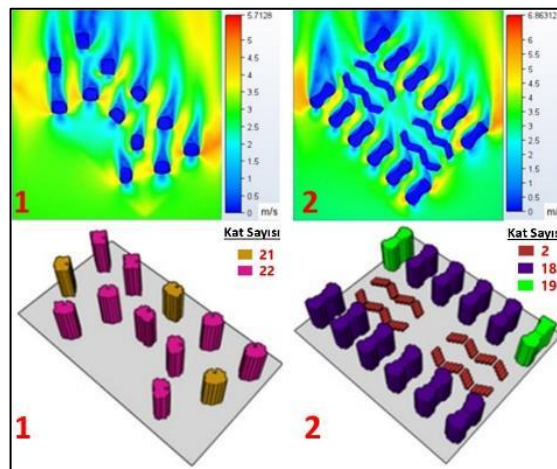
Şekil 5.2 4 (solda) ve 5 (sağda) numaralı örnek alanların rüzgar simülasyonu sonuçları

Şekil 5.3'te görüldüğü gibi bitişik nizam yapılaşma (Şekil 5.1 no:8, 9, 10 ve 11) rüzgara karşı bariyer etkisi yaratarak rüzgar akışını engellemekte ve yapı gruplarının doğal havalandırmasına negatif etki etmektedir. Bitişik nizam yapılaşmada bina düzenleri de önem taşımaktadır. Şekil 5.1'de 3, 5, 8, 9, 10 ve 11 numaralı alanlarının hepsi bitişik nizam yapılaşma örnekleri olsa da avlu tipi ada düzenine sahip olan 8, 9, 10 ve 11 numaralı alanların (Şekil 5.3) yapı grubu içine rüzgarı geçişini daha çok engellediği görülmektedir. Bu avlu tipi ada düzeni örneklerini kıyasladığımızda ise avlu boyutlarının hava akımının avlu içine erişimini etkilediği fark edilmektedir. Çok ciddi bir etki olmasa da avlu alanının büyük olması rüzgarın erişimini arttırmaktadır. Bunun yanı sıra avlulara ve yapı grubuna rüzgar erişiminde daha önemli bir belirleyici, avlu çevresindeki özellikle hakim rüzgar yönündeki yapı yükseklikleridir (Şekil 5.3) ve bu yapı yükseklikleri arttıkça avluya ve yapı grubuna rüzgar erişimi azalmaktadır. Ayrıca bu tip yapılaşma düzenlerinde ada yönelimi de doğal havalandırmayı etkilemektedir. Bu durum Şekil 5.1 ve Şekil 5.3'te 8 ve 11 numaralı alanlar kıyaslandığında rahatlıkla anlaşılmaktadır. İki alanında yapı yükseklikleri aynı iken ada yönelimleri farklılık göstermektedir. 8 numaralı modelde sokak aksları hakim rüzgar yönüne ve ada yönelimlerine paralel olduğundan 11 numaralı alana göre hava akışı alan içerisinde daha iyi sağlanmaktadır. Bu yapı yüksekliği parametresinin rüzgar hareketini etkileyen, binaların yerleşim düzeni ve yönelimi ile ilişkili bir morfolojik parametre olduğunu göstermektedir.



Şekil 5.3 8 (sol üstte), 9 (orta üstte), 10 (sol altta) ve 11 (orta altta) numaralı örnek alanların rüzgar simülasyonu sonuçları ile 8 (sağ üstte) ve 11 (sağ altta) numaralı alanların kat yüksekliklerini gösteren modelleri

Çalışmada Şekil 5.4'te yüksek katlı (18-22) yapıların bulunduğu alanların simülasyon sonuçları (Şekil 5.1 no:1 ve 2) ve yapıların kat sayılarının gösterildiği modelleri incelendiğinde bu alanların doğal havalandırma performansı yüksek alanlar olduğu tespit edilmiştir. Diğer alanlarla kıyaslandığında bu alanların ayrık nizam yapılaşma özelliği taşıması ve yapılar arası mesafenin fazla olması havalandırma kalitesini yükselten parametrelerdir. Bunun yanı sıra bu iki alan birbiri ile kıyaslanır ise Tablo 5.1'de görüldüğü gibi 1 numaralı alan yapılar arası mesafenin daha fazla olması, TAKS ve bina yoğunluğunun (KAKS değeri) daha düşük olması nedenleriyle 2 numaralı alana göre rüzgar akışına daha çok izin vermektedir.

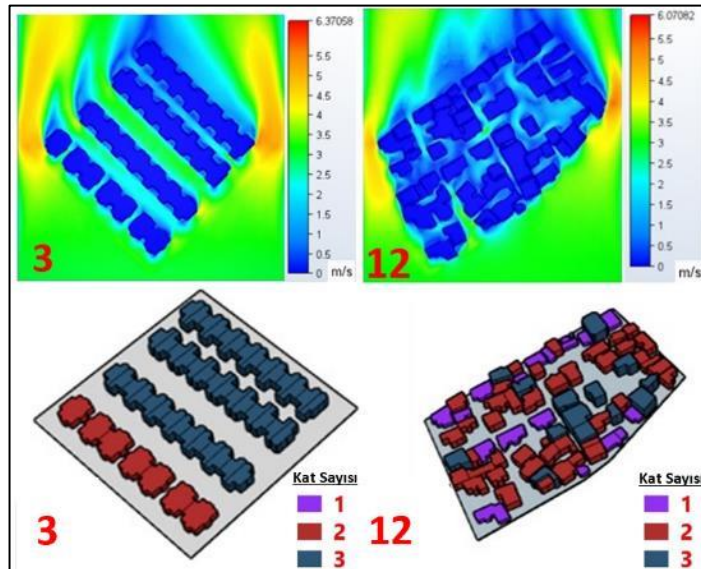


Şekil 5.4 1 (solda) ve 2 (sağda) numaralı örnek alanların rüzgar simülasyonu sonuçları ve kat yüksekliklerini gösteren modelleri

Tablo 5.1 1 ve 2 numaralı örnek alanların TAKS ve KAKS değerleri

Mevcut Alan No	TAKS Değeri	KAKS Değeri
1	0,09	0,18
2	1,90	2,85

Az katlı (villa tipi, 1-3 katlı) yapıların bulunduğu alanların simülasyon sonuçları (Şekil 5.1 no:3 ve 12) kıyaslandığında 3 numaralı modelin 12 numaralı modele göre çok daha iyi doğal havalandırma sağlamaktadır. Şekil 5.5'te bu alanların simülasyon sonuçlarının yanı sıra yapı yüksekliklerinin anlaşılmasını sağlayan modellemeleri sunulmaktadır. Villa tipi yapılaşma örneğinden 3 numaralı alan bitişik nizam yapılaşma görülse de sokaklar hakim rüzgar yönüne paralel konumlandırıldığından alanda rüzgar erişimi sağlanabilmektedir. Gecekondu tipi yerleşim alanında (Şekil 5.1 ve Şekil 5.5 no:12) düzensiz yerleştirilmiş yapılar arasındaki açıklıklar sayesinde belirli bir noktaya kadar rüzgar erişimi gerçekleşebilmekte ancak bitişik nizam yapılar ile karşılaşan rüzgar kesintiye uğramaktadır. Bu nedenle gecekondu tipi yerleşim alanları havalandırma sorunu yaşamaktadırlar. Bu iki örnek, planlı yapılaşmanın önemini ortaya çıkarmaktadır.



Şekil 5.5 3 (solda) ve 12 (sağda) numaralı örnek alanların rüzgar simülasyonu sonuçları ve kat yüksekliklerini gösteren modellemeleri

Bina yoğunluğu parametresi üzerinden yapılan değerlendirmede düşük bina yoğunluğunun doğal havalandırmaya avantaj sağladığı tespit edilmiştir. Çünkü incelenen konut alanları arasında doğal havalandırmanın en iyi şekilde sağlandığını gösteren sonuç (Şekil 5.1 no:4) KAKS değerlerinin en düşük (0,66) olduğu yapı grubudur. Doğal havalandırmanın yetersiz bulunduğu sonuçlar (Şekil 5.1 no:8, 9, 10 ve 11) ise KAKS değerlerinin en yüksek (4,32-5,00) olduğu yapı gruplarıdır.

Mevcut dokudan alınan örnek yapı gruplarında yapılaşma düzeni, ada düzeni (Şekil 5.1 no:1, 2, 3, 4 ve 5) ve parsel düzeni (Şekil 5.1 no:6, 7, 8, 9, 10, 11 ve 12) olarak farklılaşmaktadır. Doğal havalandırma bağlamında bakıldığında ada düzenine sahip yapı grupları, parsel düzenindeki yapı gruplarına göre avantajlıdır (Şekil 5.1). Ada düzenindeki yapı grupları, parsel düzenindeki yapı grupları ile kıyaslandığında yapılar arası mesafeler daha geniş, TAKS ve KAKS değerleri daha düşüktür (Tablo 4.1). Başka bir deyişle ada düzeni yapılaşma doğal havalandırmaya avantaj sağlayan parametre kriterlerine sahiptir.

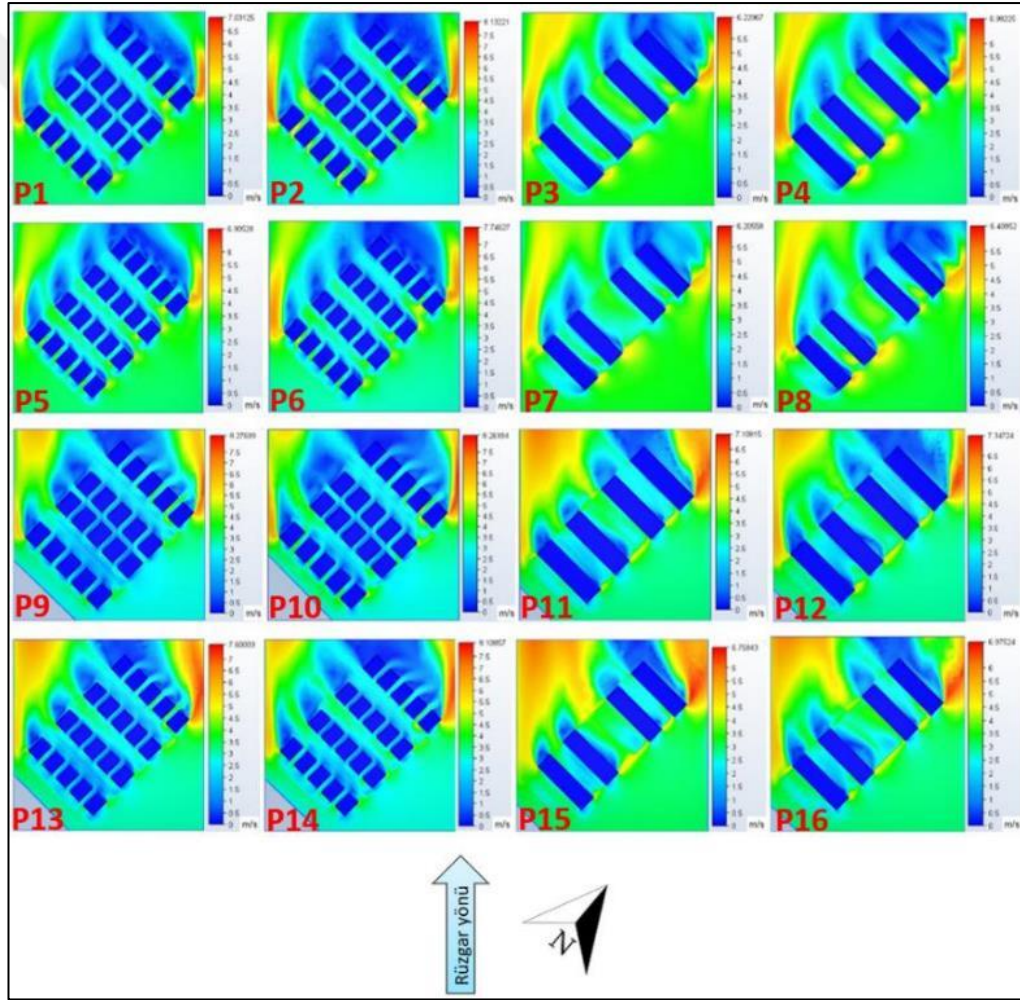
Sokak düzeni, bina yerleşimini belirlemesinin yanı sıra hava akımının hareket edebileceği alanlar oluşturduğundan rüzgar hareketlerini etkileyen bir parametredir. Sokaklar hakim rüzgar yönüne paralel olacak şekilde yerleştirildiğinde ve/veya sokak genişlikleri arttırıldığında kentsel havalandırma imkanı artmaktadır.

Morfolojik özellikler ile hakim rüzgar yönü arasındaki ilişki doğal havalandırma için önemlidir. Çünkü simülasyon sonuçları üzerinden yapılan inceleme ve değerlendirmelerden hakim rüzgar yönüne dik yerleştirilen yapıların ve/veya yapı bloklarının rüzgar geçişini engellediği anlaşılmaktadır (bkz. Şekil 5.1 no:11).

Tüm bu değerlendirmeler yapı grubu içerisindeki morfolojik parametrelerin rüzgar hareketini ve hızını etkilediğinin kanıtıdır. Buna ek olarak bu çalışma morfolojik parametrelerin birbirleriyle kurduğu ilişkinin doğal havalandırmayı ciddi derece etkilediğini ispatlamaktadır. Ayrıca bu parametrelerin farklı göstergelerdeki farklı kombinasyonları sonucu yapıların/yapı gruplarının rüzgara karşı etkisi farklılaşabilmektedir.

5.2 Hipotetik Dokudan Elde Edilen Bulgular

Örnek alanlar irdelenerek kurgulanan hipotetik dokularda yapılan rüzgar simülasyonu sonuçları Şekil 5.6 ve 5.8’de yer almaktadır. Şekil 5.6’da parsel düzenindeki hipotetik alanların sonuçları ve Şekil 5.8’de ada düzenindeki hipotetik alanların sonuçları yer almaktadır. Bu simülasyon sonuçlarında da rüzgar hızı büyüklükleri her model için ayrı aralıklardadır. Tüm modeller göz önüne alındığında rüzgar hızı aralığı 0-8,27 m/s’dir. Rüzgar hızı değişiminin anlaşılması için simülasyon programında maviden kırmızıya (düşükten yükseğe) bir renk skalası kullanılmaktadır.



Şekil 5.6 Parsel düzenindeki hipotetik dokudan elde edilen rüzgar simülasyonu sonuçları

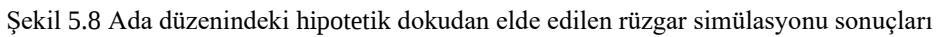
Parsel düzeni hipotetik yapılaşma modellerinden elde edilen sonuçlar üzerinden parametre bazında kıyaslamalar yapılmıştır. Bu kıyaslamalar doğrultusunda aşağıdaki bulgular elde edilmiştir.

Yapı yüksekliği parametresi üzerinden modeller ikiye ayrılmıştır (-5 katlı ve 9 katlı sırasıyla- Şekil 5.6 no:P1 ve P2, P3 ve P4, P5 ve P6, P7 ve P8, P9 ve P10, P11 ve P12, P13 ve P14, P15 ve P16) yapıların yüksekliği arttıkça yapılara çarpan rüzgarların hızlarında ve etki alanlarında artışlar görülmüştür. Ayrıca yüksek katlı yapıların ardına rüzgar geçişinin azalması daha geniş alanlara yayılmıştır. Bunun sonucunda az katlı yapılaşmanın rüzgar geçişi/havalandırma açısından daha pozitif etki sağladığı kanısına varılmıştır.

Yapı nizamı parametresi göz önünde bulundurularak modeller (-ayrık nizam ve bitişik nizam sırasıyla- Şekil 5.6 no:P1 ve P3, P2 ve P4, P5 ve P7, P6 ve P8, P9 ve P11, P10 ve P12, P13 ve P15, P14 ve P16) kıyaslanmıştır. Ayrık nizam yapıların her cepheden rüzgar ile teması geçebildiği ancak bitişik nizamda iki cepheden çok iyi havalandırma sağlanırken çoğu yapıda diğer iki cephenin sağır kaldığı anlaşılmaktadır. Bu durum ayrık nizam yapılaşmanın her cepheden rüzgar ile temasının havalandırma açısından pozitif etki yarattığını düşündürmektedir. Ancak bitişik nizamda rüzgar ile etkileşim sınırlı olsa da hipotetik modellerde bitişik nizam sebebi ile yapıların oluşturduğu bloklara rağmen bloklar arasında rüzgar akışı ayrık nizama göre daha çoktur. Bunun sebebi TAKS değerlerinin sağlanması için ayrık ve bitişik nizama göre parsel boyutları farklılık gösterdiğinden bitişik nizamda yan bahçelerin ortadan kaldırılarak arka bahçe mesafelerinin artırılmasıdır. Bu sayede yapı blokları arasında artan mesafe hakim rüzgar yönüne dik rüzgar akışına izin vermiştir. Bu durum parametrelerin birbirine etkisini gözler önüne sermektedir.

Sonuçlar TAKS üzerinden incelendiğinde TAKS azaldığında (0,50'den [Şekil 5.6 no:P1, P2, P3, P4, P9, P10, P11 ve P12] 0,40'a [Şekil 5.6 no:P5, P6, P7, P8, P13, P14, P15 ve P16]) yapıların rüzgar geçişine daha çok izin verdiği ve doğal havalandırmanın daha kaliteli sağlandığı tespit edilmiştir. Literatürde üzerinden fazla durulmayan düz ve eğimli arazi üzerinden kıyaslamalar yapıldığında düz arazide (Şekil 5.6 no:P1, P2,

Şekil 5.7 P1 ve P2'nin rüzgar simülasyonu sonuçları

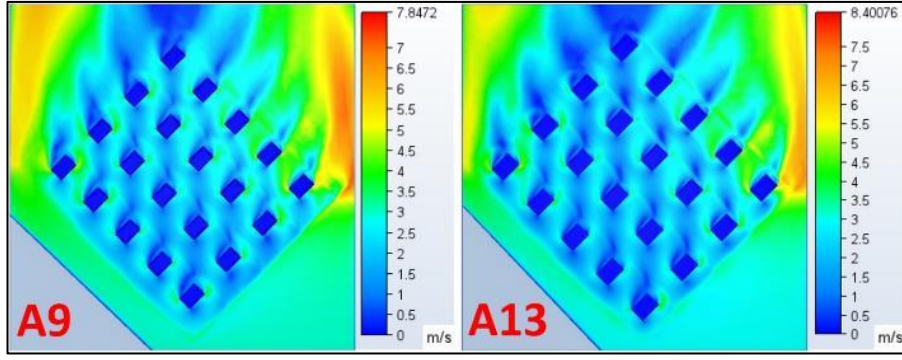


Ada düzeni hipotetik yapılaşma modellerinden elde edilen sonuçlar üzerinden parametre bazında kıyaslamalar yapılmıştır. Bu kıyaslamalar doğrultusunda aşağıdaki bulgular elde edilmiştir.

Yapı yüksekliği parametresi için sonuçlar ikişerli olarak kıyaslandığında 10 katlı yapılaşmada (Şekil 5.8 no:A1, A3, A5, A7, A9, A11, A13 ve A15) 20 katlı yapılaşmaya (Şekil 5.8 no:A2, A4, A6, A8, A10, A12, A14 ve A16) göre rüzgarın yapı topluluğu içine erişimi daha azdır. Bunun nedeni hipotetik modeller geliştirilirken yönetmelik ışığında yapı yüksekliği ve yapılar arası mesafe parametrelerinin birbirine entegre edilmesidir. Bu entegrasyon nedeniyle 20 katlı yapıların yer aldığı modellerde hava akışına izin veren geniş koridorlar gözlemlenmektedir. Bu sebeple bu koşullar altında 20 katlı yapılaşmanın havalanma için daha pozitif etkisi olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bu yapı yüksekliği kaynaklı tespit edilen pozitif etki düz arazili modellerin (Şekil 5.8’de A1-A8) sonuçlarında görülürken eğimli arazilerde (Şekil 5.8’de A9-A16) çoğunlukla görülmemektedir.

Yapılar arası mesafeler üzerinden kıyaslamalar yapıldığında h mesafeye sahip modellerin (Şekil 5.8 no:A1, A2, A5, A6, A9, A10, A13 ve A14) sonuçları diğer parametre göstergelerinin aynı olduğu $h/2$ mesafeye sahip modellerin (Şekil 5.8 no:A3, A4, A7, A8, A11, A12, A15 ve A16) sonuçları ile kıyaslandığında h mesafenin rüzgar geçişine daha çok izin vermesi ile havalandırmayı daha iyi sağladığı görülmektedir. Bu sayede yapılar arası mesafe arttıkça havalandırma kalitesinin arttığı kanıtlanmıştır.

Sadece KAKS değerlerinin değiştiği modellerin sonuçlarına bakıldığında benzer sonuçların ortaya çıktığı görülmektedir. Bu duruma KAKS değerlerinin birbirine yakın değerlerde olması ve/veya diğer parametre ve göstergeler neden olmuş olabilir ancak Şekil 5.9’daki gibi A9 ve A13 havalandırma durumları açısından kıyaslandığında ufak farklılıkların olduğu ve düşük KAKS’a (1.10) sahip A9’un daha büyük KAKS’a (1.30) sahip A13’e göre daha iyi havalandırma sağladığını göstermektedir. Bu durum mevcut doku çalışmasında düşük KAKS’ın havalandırma açısından avantaj sağladığı tespitini doğrular niteliktedir.



Şekil 5.9 A9 ve A13'ün rüzgar simülasyonu sonuçları

Arazi tipolojisi üzerinden yapılan incelemelerde parsel düzeninde gözlemlendiği gibi ada düzeni yapılaşmada da eğimli arazinin doğal havalandırmanın sağlanmasında negatif etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Şekil 5.8'deki A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7 ve A8 sırasıyla A9, A10, A11, A12, A13, A14, A15 ve A16 ile kıyaslandığında bu durum net olarak görülebilmektedir.

Tüm bunlar ışığında parsel ve ada düzeni yapılaşmanın kentsel havalandırmaya etkisi incelendiğinde ada düzeni yapılaşmada doğal havalandırmanın çok daha rahat bir şekilde sağlandığı görülmektedir. Bu durumun en büyük etkeni ada düzeni yapılaşmada yapılar arası mesafelerin fazla olmasıdır ve sonuçlardan görüldüğü gibi yapılar arası mesafenin fazla olduğu hipotetik modeller (Şekil 5.8 no:A1, A2, A5, A6, A9, A10, A13 ve A14) parsel düzenine göre daha avantajlıdır. Ada düzeninde yapılar arası mesafenin $h/2$ olduğu hipotetik modeller (Şekil 5.8 no:A3, A4, A7, A8, A11, A12, A15 ve A16) yapı grubu içine rüzgar erişimi açısından parsel düzeni ayrık nizam yapılaşma örneğini sunan modellerle (Şekil 5.6 no: P1, P2, P5, P6, P9, P10, P13 ve P14) benzer durumda iken belirlenen TAKS değeri ile ortaya çıkan parsel boyutları nedeniyle oluşan yapılar arası mesafe bitişik nizam modellere (Şekil 5.6 no:P3, P4, P7, P8, P11, P12, P15 ve P16) avantaj sağladığından bu hipotetik yapı gruplarından daha dezavantajlı durumdadır.

BÖLÜM 6

SONUÇLAR

6.1 Mevcut ve Hipotetik Dokunun Morfolojik Parametreler ve Doğal Havalandırma Bağlamında Karşılaştırılması

Doğal havalandırmayı sağlamak ve/veya arttırmak için yapılaşma kriterleri belirlenirken morfolojik parametrelerin bir arada değerlendirilmesi gerekliliği unutulmamalıdır. Bu çalışmada morfolojik parametrelerin farklı değerlerde bulunmasının sonuçları değiştirdiği bulgular sonucunda tespit edilmiştir ve Şekil 5.2’de yer alan kıyaslama bu duruma bir örnektir. Tablo 6.1’de mevcut dokudan elde edilmiş olan bulgular üzerinden morfolojik parametreler bazında genelde doğal havalandırmaya daha çok fayda sağlayan parametre özellikleri kıyaslanmıştır. Aynı şekilde Tablo 6.2’de hipotetik dokudan elde edilmiş genel kıyaslamalar yer almaktadır. Bu tablolardaki sonuçların mevcut doku ve hipotetik doku üzerinden karşılaştırılması Tablo 6.3’te gösterilmektedir.

Tablo 6.1 Mevcut doku analizlerinden elde edilen parametreler bazında genel kıyaslamalar

Morfolojik Parametre	Parametre Özellikleri	
	Olumlu Etki	Olumsuz Etki
Yapı nizamı	Ayrık nizam	Bitişik Nizam
Yapılar arası mesafe	Yapılar arası mesafenin fazla olması	Yapılar arası mesafenin az olması
TAKS/yapılaşma oranı	Düşük TAKS/yapılaşma oranı	Yüksek TAKS/yapılaşma oranı
Yapı yerleşimi	Hakim rüzgar yönüne paralel	Hakim rüzgar yönüne dik
Yapı adası	Sıralı/raslantısal ada düzeni*	Avlulu ada düzeni
Yapı adası avlulu ise avlu boyutu	Avlu büyük	Avlu küçük
Yapı yüksekliği	Alçak katlı	Yüksek katlı
Yapı adası yönelimi	Hakim rüzgar yönüne paralel	Hakim rüzgar yönüne dik
Yapılaşma düzeni	Ada düzeni	Parsel düzeni
Yapılaşma tipi	Planlı yapılaşma	Plansız yapılaşma-Gecekondulaşma
KAKS/yapı yoğunluğu	Düşük KAKS/yapı yoğunluğu	Yüksek KAKS/yapı yoğunluğu
Sokak yerleşimi	Hakim rüzgar yönüne paralel	Hakim rüzgar yönüne dik
Sokak genişliği	Geniş	Dar

*Yapıların ada içerisinde avlu oluşturmada yan yana (sıralı) veya kaydırmalı/şaşırtmalı (raslantısal) olarak yerleştirildiği düzen.

Tablo 6.2 Hipotetik doku analizlerinden elde edilen parametreler bazında genel kıyaslamalar

Morfolojik Parametre		Parametre Özellikleri	
		Olumlu Etki	Olumsuz Etki
Parsel Düzeni	Yapı nizamı	Geniş mesafeli bitişik nizam	Dar mesafeli ayrık Nizam
	Yapılar arası mesafe	Yapılar arası mesafenin fazla olması	Yapılar arası mesafenin az olması
	TAKS	Düşük TAKS	Yüksek TAKS
	Yapı yüksekliği	Alçak katlı	Yüksek katlı
	Arazi tipolojisi	Düz arazi	Eğimli arazi
Ada Düzeni	Yapılar arası mesafe	Yapılar arası mesafenin fazla olması	Yapılar arası mesafenin az olması
	Yapı yüksekliği	Geniş mesafeli yüksek katlı	Dar mesafeli alçak katlı
	KAKS	Düşük KAKS	Yüksek KAKS
	Arazi tipolojisi	Düz arazi	Eğimli arazi
	Yapılaşma düzeni	Ada düzeni	Parsel düzeni

Tablo 6.3 Mevcut ve hipotetik dokunun parametre ve kriterler bazında karşılaştırılması

Parametreler		Mevcut Doku		Hipotetik Doku	
		İnceleme Durumu	Etki	İnceleme Durumu	Etki
Yapı Nizamı	Ayrık nizam	+	Pozitif	+	Negatif
	Bitişik nizam		Negatif		Pozitif
Yapılar Arası Mesafe	Geniş mesafe	+	Pozitif	+	Pozitif
	Dar mesafe		Negatif		Negatif
TAKS	Düşük TAKS	+	Pozitif	+	Pozitif
	Yüksek TAKS		Negatif		Negatif
KAKS	Düşük KAKS	+	Pozitif	+	Pozitif
	Yüksek KAKS		Negatif		Negatif
Yapı Yüksekliği	Alçak katlı	+	Pozitif	+	Poz./Neg.
	Yüksek katlı		Negatif		Neg./Poz.
Yapılaşma Düzeni	Ada düzeni	+	Pozitif	+	Pozitif
	Parsel düzeni		Negatif		Negatif
Yapı ve Yapı Adası Yerleşimi	Hakim rüzgar yönüne paralel	+	Pozitif	-	
	Hakim rüzgar yönüne dik		Negatif		
Sokak Yerleşimi	Hakim rüzgar yönüne paralel	+	Pozitif	-	
	Hakim rüzgar yönüne dik		Negatif		
Sokak Genişliği	Geniş	+	Pozitif	-	
	Dar		Negatif		
Arazi Tipolojisi	Düz arazi	-		+	Pozitif
	Eğimli arazi				Negatif

*Bu tabloda irdelenmeyen parametre değerlerine yönelik değerlendirmeler boş bırakılmıştır.

**Yapı yüksekliği parametresi hipotetik doku incelemelerinde parsel ve ada düzeninde farklı etkilere neden olmuştur. Bu nedenle tabloda ilk olarak parsel düzeninde, ardından ada düzeninde tespit edilen etkiler yazılmıştır.

Sonuçlar parametre bazında değerlendirildiğinde ayırık nizam yapılaşma, yapılar arası mesafenin fazla olması, düşük TAKS, düşük KAKS, ada düzeni yapılaşma doğal havalandırma imkanını arttıran özelliklerdir. Hakim rüzgar yönüne paralel yapı yerleşimi, yapı adası yönelimi ve sokak aksları ve geniş sokaklar ile tüm bu faktörleri göz önüne alan planlı yapılaşma kentsel havalandırmanın sağlanmasında olumlu etkiye sahiptir. Çünkü mevcut dokuda yapılan analizlerde fark edildiği gibi her şartta yapıların, yapı adalarının ve sokakların yerleşimi doğal havalandırmayı etkilemektedir. Arazi tipolojisi parametresi değerlendirildiğinde ise eğimli araziye göre düz arazinin rüzgar geçişine daha çok izin verdiği görülmektedir. Avlu tipi ada düzeni doğal havalandırma açısından dezavantaj sağlamaktadır. Avlulu ada düzeni bulunan yapı adalarına bakıldığında yapı adasındaki avlu büyüklüğünün artması yapı adası içindeki havalandırmayı arttırmaktadır.

Yapı yüksekliği parametresi rüzgar hareketini etkilemektedir. Ancak yapı grubuna ait diğer parametrelere (öncelikle yapılar arası mesafe, bina yerleşimi ve oryantasyonuna, ardından TAKS, bina yoğunluğu ve hakim rüzgar yönüne bağlı olarak yapıların konumuna) göre rüzgar davranışına etkisi farklılaşmaktadır. Yapılar arası mesafe parametresi için ise tersi bir durum söz konusudur. Yapılar arası mesafe arttıkça yapı grubundaki diğer parametreler doğal havalandırma için negatif özellikler taşısa da havalandırma imkanı artmaktadır.

Mevcut doku ve hipotetik dokular kıyaslandığında bazı parametreler (yapı nizamı ve yapı yüksekliği) için farklı sonuçlar elde edildiği görülmektedir. Yapı nizamı parametresinde mevcut dokuda ayırık nizamın, hipotetik dokuda bitişik nizamın doğal havalandırmaya pozitif etki ettiği görülmüştür. Bu farklılık hipotetik doku alanlarındaki yapılar arası mesafeden kaynaklanmaktadır. Hipotetik dokuda bitişik nizam yapılaşma alanları ile ayırık nizam yapılaşma alanlarındaki TAKS değerlerini eşit tutmak için yapı boyutları ve parsel m^2 'leri sabit tutulmuştur. Bu sebeple bitişik nizam alanlar oluşturulurken ayırık nizam alanlara göre parsel derinliğinin artırılması gerekmiş ve yapılar arası mesafe artmıştır. Bu durum rüzgar geçişine izin vermiş ve doğal havalandırmaya avantaj sağlamıştır. Benzer bir durum yapı yüksekliği parametresi içinde geçerlidir.

Mevcut doku ve hipotetik doku parsel düzeni yapılaşma alanlarında alçak katlı yapılaşmanın doğal havalandırmaya pozitif etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Ancak hipotetik dokuda ada düzeni yapılaşma alanlarında yüksek katlı yapılaşma daha iyi havalandırma sunmaktadır. Bu farklılık yapılar arası mesafe parametresi ile ilişkilidir. Çünkü ada düzeni yapılaşmalarda yapılar arası mesafe parametresi yönetmelikte ilişkilendirildiği gibi h (yapı yüksekliği) ile bağdaştırıldığından yapı yüksekliği arttığında yapılar arası mesafe genişlemekte ve rüzgar geçişinin artmasını sağlamaktadır. Tüm bunlar değerlendirilirken hipotetik doku alanlarının düşük yoğunlukta yapılaşmaya/KAKS'a sahip olduğu göz önüne alınmalıdır.

Tüm bunlarla birlikte bu çalışmadan çıkarılabilecek en önemli sonuçlardan birisi yapılar arası mesafe parametresinin doğal havalandırmayı etkileyen baskın bir parametre olduğudur. Bir diğer önemli sonuçta morfolojik parametreler yalın olarak incelendiğinde rüzgar hareketleri üzerinde etkilere sahip olsa da gerçek alanlarda birçok parametre ve bu parametrelere ait göstergeler farklılık teşkil ettiğinden parametrelerin farklı göstergelerle bir araya geldiğinde yalın etkilerinden farklı etkilere yol açabildiğidir. Bu sebeple kent planları ve mimari projeler yapılırken havalandırmanın sağlanması için simülasyon programları ile çalışılmalı ve bu programlar üzerinden farklı ölçeklerde simülasyonlar yapılarak bu yapılaşma faaliyetlerinin kentsel havalandırmayı negatif etkilemeyeceğinden emin olunmalıdır. Ayrıca bu adımların zorunluluk teşkil etmesi sağlanmalıdır.

6.2 Yapılaşma İçin Optimal Rüzgar Hareketine İzin Veren Parametre Temelli Kriterler

Mikroiklim ve kent morfolojisi arasındaki ilişki üzerine elde edilen sonuçlar genelleştirilemez (Fouad, 2007). Çünkü her kent/kentsel alan çeşitlilik sunmakta (Fouad, 2007) ve her kentin coğrafi özellikleri, konumlandırılması, morfolojik yapısı ve iklim özellikleri farklılık göstermektedir. Golany (1996) “Evrensel bir kentsel tasarım çözümü yoktur ve her vaka ayrı ayrı incelenmelidir” demiş (s. 456) ve iklimin tasarımda göz önüne alınması gerektiğine vurgu yapmıştır. “Yerleşim alanlarının planlanması ve inşasında, iyi bir rüzgar ortamı, yalnızca yerleşim alanlarının dış

mekan konforunu ve sakinlerin yaşam kalitesini iyileştirmekle kalmaz, aynı zamanda binaların doğal havalandırmasını iyileştirir, enerji tüketimini azaltır ve kentsel ısı adası etkisini iyileştirir” (Gao vd., 2021, s. 781). Bu sebeple kent planlama sürecinde morfolojik parametre ve değerlerinin farklı kombinasyonlarla denenerek yerleşimde doğal havalandırmayı teşvik eden kombinasyonlar uygulanmalıdır.

Kentsel havalandırma için rüzgardan optimum fayda sağlamak gereklidir. Çalışmada doğal havalandırma için pozitif etki sunan parametre kriterleri bir üst başlıkta belirtilmektedir. Bununla beraber diğer parametre kriterleri de pozitif etki sunabilmektedir. Bunun için morfolojik parametrelerin belirli kriterler eşliğinde bir araya gelmesi gerekmektedir. Bu kriterler şu şekildedir;

Hakim rüzgar yönüne dik yapılaşma (yapılar/yapı adaları) ve/veya hakim rüzgar yönüne dik sokak aksları tercih edilirse; yapılar ayrık nizam olarak yerleştirilmeli ve yapılar arası mesafe geniş (en az h kadar) tutulmalıdır. Sokaklar geniş olmalı ve hakim rüzgara paralel yerleştirilmelidir. Hakim rüzgar yönündeki yapılar alçak katlı, TAKS ve KAKS düşük olmalıdır.

Bitişik nizam yapılaşma tercih edilirse, yapı, yapı adaları ve sokaklar hakim rüzgar yönüne paralel yerleştirilmelidir. Bitişik nizam yapı bloklarının genişlikleri uzun olmamalıdır, belirli aralıklarla bloklar arasında alan içine hava akımının erişiminin sağlanması için mesafe bırakılmalıdır. Sokaklar ve yapılar arası mesafeler geniş, TAKS ve KAKS düşük tutulmalıdır. Avlulu yapı adaları tercih edilmemelidir. Ancak yapı adalarının ortasında avlu yerleştirilecekse avlu alanı büyük olmalı, yapı adasında hakim rüzgar yönünde açıklık bırakılmalı veya bu yöndeki yapılar alçak katlı olmalıdır.

Ayrık nizam yapılaşma tercih edilirse; yapı çevresindeki bahçe -özellikle yan-mesafeleri geniş, TAKS ve KAKS düşük, hakim rüzgar yönündeki yapılar alçak katlı olmalıdır.

Yapılar arası mesafenin dar olması tercih edilirse; yapılar alçak katlı olmalı ve ayrıık nizam yerleştirilmelidir. TAKS ve KAKS değerleri minimumda tutulmalıdır. Hakim rüzgar yönüne sokaklar, yapı ve yapı adaları paralel konumlandırılmalıdır.

Yüksek TAKS değeri uygulanır ise; sokaklar geniş olmalı ve hakim rüzgara paralel yerleştirilmelidir. Yapılar mümkünse ayrıık nizam olarak yerleştirilmelidir. Yapılar alçak katlı ve KAKS değeri düşük olmalıdır.

Yüksek KAKS değeri uygulanır ise; sokaklar geniş olmalı ve hakim rüzgara paralel yerleştirilmelidir. Yapılar mümkünse ayrıık nizam olarak yerleştirilmelidir. Yapılar alçak katlı olmalıdır.

Yüksek katlı yapılaşma tercih edilirse; yapılar arası mesafe en az h kadar olmalıdır. Yapılar ayrıık nizam ve ada düzeninde yerleştirilmelidir. Sokaklar geniş olmalı ve sokaklar, yapı ve yapı adaları hakim rüzgara paralel yerleştirilmelidir. TAKS ve KAKS değerleri düşük tutulmalıdır.

Alçak katlı yapılaşma tercih edilirse; yapılar ayrıık nizam ve mesafeli yerleştirilmelidir. Sokaklar geniş olmalı ve sokaklar, yapı ve yapı adaları hakim rüzgara paralel yerleştirilmelidir. TAKS ve KAKS değerleri düşük tutulmalıdır.

Parsel düzeni yapılaşma tercih edilir ise; TAKS ve KAKS değerleri düşük tutulmalıdır. Yapılar arası mesafe ve sokaklar geniş olmalıdır. Hakim rüzgar yönüne yapı, yapı grupları ve sokaklar paralel yerleştirilmelidir. Alçak katlı yapılara yer verilmelidir. Ayrıık nizam yapılaşma tercih edilirse bahçe mesafeleri geniş tutulmalı, bitişik nizam yapılaşma tercih edilirse bitişik nizam yapı bloklarının genişlikleri uzun olmamalıdır, belirli aralıklarla bloklar arasında alan içine hava akımının erişiminin sağlanması için mesafe bırakılmalıdır.

Ada düzeni yapılaşma tercih edilirse; hakim rüzgar yönüne yapı, yapı grupları ve sokaklar paralel yerleştirilmelidir. TAKS ve KAKS değerleri düşük tutulmalıdır. Yapılar arası mesafe ve sokaklar geniş olmalıdır.

Hipotetik doku üzerinden incelenen eğimli ve düz arazi kriterleri arasında ciddi bir fark görülemediğinden bu konu ile ilgili açıklama sunulamamaktadır. Bu durum arazi tipolojisi parametresinin benzer çalışmalarda kullanılmama durumunu destekler niteliktedir. Ancak bu duruma başta simülasyon programının hassasiyeti, çalışmada ele alınan morfolojik parametre ve parametre değerleri ve/veya eğim yönü ve rüzgar yönü ilişkisinin tek tip ele alınmasının sebep olması mümkündür. Bu sebeple gelecek çalışmalarda arazi tipolojisi parametresi ile ilgili sonuçlar elde edebilmek için bahsedilen noktalara dikkat edilerek çalışmaların kurgulanması önerilmektedir.

Tüm bu kurallarda geçerli olan yapılar arası mesafelerin genişliği, her koşulda sabit ölçülerle değil, yapıların yüksekliği ile orantılanarak kentsel tasarım rehberlerinde ve/veya yönetmeliklerde belirtilmelidir. Aksi takdirde hava akımının engellenmesi kaçınılmazdır. Yapı yüksekliği ve yapılar arası mesafe parametrelerine ait orantının bu çalışma üzerinden belirlenmesi doğru değildir. Aynı durum TAKS, KAKS ve yapı yüksekliği, sokak genişliği parametrelerine ait doğal havalandırmaya uygun değerlerin tespiti içinde geçerlidir. Bu sebeple gelecek çalışmalarda yapılar arası mesafesi parametresinin yanı sıra TAKS, KAKS ve yapı yüksekliği parametrelerine ait değerler üzerinden net sonuçlar elde edilebilecek çalışmaların yapılması önerilmektedir.

Günümüzde artan kentsel ısı adası etkisi kentsel alanlarda doğal havalandırmanın sağlanarak bu etkinin azaltılması için rüzgar hareketlerini gözetten planlamaların yapılması gerekliliğini zorunlu kılmaktadır. Bu sebeple kentsel ısı adası etkisinin azaltılması için bu çalışmada elde edilen rüzgar hareketlerinden kentsel havalandırma için optimum fayda sağlayacak şartlar kentsel tasarım rehberlerinde ve/veya kentsel planlamada yapılaşma kriterleri belirlenirken morfolojiyi biçimlendiren imar kararları alınırken dikkate alınmalıdır. Bu şartlar özet olarak ayrık nizamın, yapılar arası mesafenin fazla olmasının, düşük TAKS'ın ve düşük KAKS'ın ve yapı, yapı adası ve sokak yönelimlerinin hakim rüzgar yönüne paralel olmasının havalandırma verimliliğini arttıran özellikler olduğudur.

Kentsel ısı adası etkisinin azaltılması ve oluşumunun engellenmesi için planlama ile uygulama süreçlerinde de adımlar atılmalıdır. Bu adımların atılmasında en önemli

yardımcı kentsel tasarım rehberleri olacaktır. Kentsel tasarım rehberleri geliştirilirken doğal fenomenlerden optimum yarar sağlanması konusuna da odaklanılmalıdır. Bu doğrultuda bu çalışmanın sunduğu şartlar dikkate alınmalı ve alanının diğer özellikleri üzerinden kısıtlar belirlenmelidir. Yeni yapılaşma alanlarında ve/veya kentsel dönüşüm projelerinde çalışmada belirtilen kentsel havalandırmayı arttıran morfolojik parametre ve değerlerinin etkisi göz önüne alınarak planlamalar ve tasarımlar yapılmalı, yapılaşma projelerine izin verilmeden önce en az mikro ölçekte (çevre etkileşimini gözlemlemek için) projelere rüzgar simülasyonu uygulanmalıdır. Bu simülasyon sonuçları yetkililer tarafından incelenerek kentsel alandaki rüzgar davranışları ve doğal havalandırmaya etkisi rapor edilerek, havalandırmaya negatif etkisi olmayan projelere onay verilmelidir. Bu adımlar atıldığından kentsel ısı adası etkisini azalacak ve ilerleyen dönemlerde kentsel ısı adası oluşumunun engelleyen, sağlıklı ve konforlu kentler oluşacaktır.

KAYNAKLAR

- Abbassi, Y., Ahmedikia, H. ve Baniasadi, E. (2022). Impact of wind speed on urban heat and pollution islands. *Urban Climate*, 44, [101200].
<https://doi.org/10.1016/j.uclim.2022.101200>
- Adelia, A. S., Yuan, C., Liu, L. ve Shan, R. Q. (2019). Effects of urban morphology on anthropogenic heat dispersion in tropical high-density residential areas. *Energy and Buildings*, 186, 368–383. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.01.026>
- Adolphe, L. (2001). Modelling the link between built environment and urban climate: Towards simplified indicators of the city environment. *Building Simulation*, 7, 679–684.
http://www.ibpsa.org/proceedings/bs2001/bs01_0679_684.pdf
- Aida, M. (1982). Urban albedo as a function of the urban structure - A model experiment. *Boundary-Layer Meteorology*, 23(4), 405–413.
Doi:10.1007/bf00116269
- Akbari, H. (2005). Potentials of urban heat island mitigation. *International Conference “Passive and Low Energy Cooling for the Built Environment, Mayıs 2005 içinde* (11–22).
- Akbari, H., Davis, S., Dorsano, S., Huang, J. ve Winett, S. (1992). Cooling our communities: A guidebook on tree planting and light colored surfacing. H. Akbari, S. Davis, S. Dorsano, J. Huang ve S. Winett (Ed.), *Cooling our communities: A guidebook on tree planting and light colored surfacing içinde* (xii–xxvii). US Environmental Protection Agency, Office of Policy Analysis, Climate Change Division.
- Akbari, H., Davis, S., Huang, J., Liu, P. ve Taha, H. (1992). The urban heat island: Causes and impacts. H. Akbari, S. Davis, S. Dorsano, J. Huang ve S. Winett (Ed.), *Cooling our communities: A guidebook on tree planting and light colored*

surfacing içinde (5–26). US Environmental Protection Agency, Office of Policy Analysis, Climate Change Division.

Akbari, H., Levinson, R., Miller, W. ve Berdahl, P. (2005). *Cool colored roofs to save energy and improve air quality*. Lawrence Berkeley National Laboratory. <https://escholarship.org/uc/item/20j676c9>

Akkol, M. L. (2019). Kentleşme ve çevre sorunları. 3. *Uluslararası Akdeniz Sempozyumu*, 31 Ekim – 2 Kasım 2019 içinde (63–82).

Aktan, E. Ö. A. (2014). Wind ventilation in the built environment. *Energy Production and Management in the 21st Century*, 190, 749–761. Doi: 10.2495/EQ140702

Allard, F. ve Ghiaus, C. (2006). *Natural ventilation in "Building ventilation: The state of the art"*. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/281880673_Natural_ventilation_in_Building_Ventilation_the_state_of_the_art

Allegrini, J. ve Carmeliet, J. (2018). Simulations of local heat islands in Zürich with coupled CFD and building energy models. *Urban Climate*, 24, 340–359. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2017.02.003>

Allegrini, J., Dorer, V. ve Carmeliet, J. (2015a). Influence of morphologies on the microclimate in urban neighbourhoods. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 144, 108–117. <https://doi.org/10.1016/j.jweia.2015.03.024>

Allegrini, J., Dorer, V. ve Carmeliet, J. (2015b). Coupled CFD, radiation and building energy model for studying heat fluxes in an urban environment with generic building configurations. *Sustainable Cities and Society*, 19, 385–394. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2015.07.009>

- Arnfield, A. J. (2003). Two decades of urban climate research: A review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island. *International Journal of Climatology*, 23(1), 1–26. Doi:10.1002/joc.859
- Asfour, O. S. (2010). Prediction of wind environment in different grouping patterns of housing blocks. *Energy and Buildings*, 42(11), 2061–2069. Doi:10.1016/j.enbuild.2010.06.015
- Aydın, M. B. S. (2021). Doğa-kent ilişkisi ve ekolojik denge temelli planlama anlayışı üzerine. *Yeniden Akdeniz*, 2021(2), 3-9.
- Baines, W. D. (1963). Effect of velocity distribution on wind loads and flow patterns on buildings. *Proceedings of Conference "Wind effects on buildings and structures" National Physical Laboratory*, 26-28 Haziran 1963 içinde (197–223).
- Bilir, M. B., (2019). *Modernizmin revizyonu bağlamında geleneğin ihyası* [Yüksek Lisans Tezi]. Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi.
- Bitan, A. (1992). The high climatic quality city of the future. *Atmospheric Environment. Part B. Urban Atmosphere*, 26(3), 313–329. Doi:10.1016/0957-1272(92)90007-f
- Blocken, B. (2015). Computational fluid dynamics for urban physics: Importance, scales, possibilities, limitations and ten tips and tricks towards accurate and reliable simulations. *Building and Environment*, 91, 219–245. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.02.015>
- Blocken, B., Carmeliet, J. ve Stathopoulos, T. (2007). CFD evaluation of wind speed conditions in passages between parallel buildings—effect of wall-function roughness modifications for the atmospheric boundary layer flow. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 95(9-11), 941–962. <https://doi.org/10.1016/j.jweia.2007.01.013>

Blondeau, P., Sperandio, M. ve Allard, F. (2002). Multicriteria analysis of ventilation in summer period. *Building and Environment*, 37(2), 165–176.

Doi:10.1016/s0360-1323(01)00017-8

Bozonnet, E. (2005). *Impact des microclimats urbains sur la demande énergétique des bâtiments - Cas de la rue canyon* [Doktora Tezi]. Université de la Rochelle.

Bör, E. (1994). *Nemin sayısal ölçümü* [Doktora Tezi]. Yıldız Teknik Üniversitesi.

Brozovsky, J., Radivojevic J. ve Simonsen, A. (2022). Assessing the impact of urban microclimate on building energy demand by coupling CFD and building performance simulation. *Journal of Building Engineering*, 55, [104681].

<https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2022.104681>

Canan, F. (2017). Kent geometrisine bağlı olarak kentsel ısı adası etkisinin belirlenmesi: Konya örneği. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 32(3), 69–80. Doi:10.21605/cukurovaummfd.357202

Ceritli, İ. (1995). Şehirleşmeye bağlı çevre sorunlarını oluşturan temel kaynaklar. *Ekoloji Çevre Dergisi*, 17, 15–21. <http://www.ismailceritli.com/wp-content/uploads/2015/05/sehirlesme.pdf>

Chandler, T. J. (1960). Wind as a factor of urban temperatures—A survey in north-east London. *Weather*, 15(6), 204–213. Doi:10.1002/j.1477-8696.1960.tb00659.x

Chen, G., Rong, L. ve Zhang, G. (2021). Impacts of urban geometry on outdoor ventilation within idealized building arrays under unsteady diurnal cycles in summer. *Building and Environment*, 206, 1–17.

<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108344>

Cheung, J. O. P. ve Liu, C. H. (2011). CFD simulations of natural ventilation behaviour in high-rise buildings in regular and staggered arrangements at various

spacings. *Energy and Buildings*, 43(5), 1149–1158.

Doi:10.1016/j.enbuild.2010.11.024

Chung, D. H. J. ve Choo, M. L. L. (2010). Computational fluid dynamics for urban design. B. Dave, A. I. Li, N. Gu, H. J. Park (Ed.), *New Frontiers: Proceedings of the 15th International Conference on Computer-Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA)*, 7-10 Nisan 2010 içinde (357–366). The Chinese University of Hong Kong.

Chung, D. H. J. ve Choo, M. L. L. (2011). Computational Fluid Dynamics for Urban Design: The Prospects for Greater Integration. *International Journal of Architectural Computing*, 9(1), 33–53. Doi:10.1260/1478-0771.9.1.33

Çamaş, N. Ç. ve Çetintahra, G. E. (2022). Kentsel mekan düzenlerinin pasif havalandırma ve güneşlenme kriterleri üzerinden sorgulanması. *Eksen Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 3(2), 38–57. Doi: 10.58317/eksen.1104955

Çetintahra, G. E. (2013). Yapı adası tasarımının yaşam kalitesine etkileri: İzmir Güzelyalı mahallesinde bir araştırma. E. Böke (Ed.), 25. *Uluslararası Yapı ve Yaşam Fuar ve Kongresi*, 28-30 Mart 2013 içinde (53-62). TMMOB Mimarlar Odası Bursa Şubesi.

Dursun, D. ve Yavaş, M. (2017). Soğuk iklimde duyarlı kentsel tasarım yaklaşımları. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(2), 269-278.

Eliasson, I. (1996). Urban nocturnal temperatures, street geometry and land use. *Atmospheric Environment*, 30(3), 379–392. Doi:10.1016/1352-2310(95)00033-x

Eliasson, I. (2000). The use of climate knowledge in the urban planning, landscape and urban planning. *Landscape and Urban Planning*, 48, 31-44.

[https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(00\)00034-7](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(00)00034-7)

Fouad, A. O. (2007). *Morphologie urbaine et confort thermique dans les espaces publics : étude comparative entre trois tissus urbains de la ville de Québec* [Yüksek Lisans Tezi]. Université Laval.

Games, R. (27 Mayıs 2021). *Urban Climates* [Yazı ve Görsel]. Cool Geography.
https://www.coolgeography.co.uk/advanced/Urban_Climates.php

Gao, M., Zhang, L., Ni, P., Zhang, Y. ve Wang, W. (2021). Research on the influence of building layout forms on wind environment in Urumqi city based on CFD simulation. *2021 4th International Symposium on Traffic Transportation and Civil Architecture (ISTTCA)*, 12-14 Kasım 2021 içinde (776–782). Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).

Gerçek, D. ve Bayraktar, T. N. (2014). Kentsel ısı adası etkisinin uzaktan algılama ile tespiti ve değerlendirilmesi: İzmit kenti örneği. *V. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu (UZAL-CBS 2014)*, 14-17 Ekim 2014 içinde. Yıldız Teknik Üniversitesi.

Geros, V., Santamouris, M., Karatasou, S. Tsangrassoulis, A. ve Papanikolaou, N. (2005). On the cooling potential of night ventilation techniques in the urban environment. *Energy and Buildings*, 37(3), 243–257.
Doi:10.1016/j.enbuild.2004.06.024

Geros, V., Santamouris, M., Tsangrassoulis, A. ve Guarracino, G. (1999). Experimental evaluation of night ventilation phenomena. *Energy and Buildings*, 29(2), 141–154. doi:10.1016/s0378-7788(98)00056-5

Ghiaus, C., Allard, F., Santamouris, M. Georgakis, C. ve Nicol, F. (2006). Urban environment influence on natural ventilation potential. *Building and Environment*, 41(4), 395–406. doi:10.1016/j.buildenv.2005.02.003

- Giguere, M. (2009). *Urban heat island mitigation strategies*. Institut national de santé publique du Québec.
https://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/1513_UrbanHeatIslandMitigationStrategies.pdf
- Golany, G. S. (1996). Urban design morphology and thermal performance. *Atmospheric Environment*, 30(3), 455–465. Doi:10.1016/1352-2310(95)00266-9
- Gomez, F., Gaja, E. ve Reig, A. (1998). Vegetation and climatic changes in a city. *Ecological Engineering*, 10(4), 355–360. Doi:10.1016/s0925-8574(98)00002-0
- G ksu,  . (1995). G ne  enerjili kentler. *Mimarlık Dergisi*, 266(6), 48–50.
- Green Re-vision: A Framework for Resilient Cities. (24 A ustos 2022). *Local information*. <https://direnclikent2019.izmir.bel.tr/en/LocalInformation/26/20>
- Gros, A., Bozonnet, E., Inard, C. ve Musy, M. (2016). Simulation tools to assess microclimate and building energy – A case study on the design of a new district. *Energy and Buildings*, 114, 112–122. Doi:10.1016/j.enbuild.2015.06.032
- Gülten, A. (2019). Natural ventilation performance of residential urban areas at pedestrian level: Comparison of old and new settlements. *International Journal of Innovative Engineering Applications*, 3(2), 61–66.
- G ndo du, M., Kuru, A.,  zk k, M. K., Yeler, G. ve Er an,  . (2019). Yapılı  evre özellikleri ve konut-konut  evresi kullanıcı memnuniyeti etkile imi: K klareli merkez  rne i. *Megaron*, 14(4), 579–597. Doi: 10.14744/MEGARON.2019.57070
- Hala, E. ve Shkodrani, N. (2020). Design for wind comfort. The CFD assessment over a future outdoor public space. *Academic Platform Journal of Natural Hazards and Disaster Management*, 1(1), 13–24.

- Hang, J., Li, Y., Buccolieri, R., Sandberg, M. ve Sabatino, S. D. (2012). On the contribution of mean flow and turbulence to city breathability: The case of long streets with tall buildings. *Science of The Total Environment*, 416(1), 362–373. Doi:10.1016/j.scitotenv.2011.12.016
- Hang, J., Li, Y., Sandberg, M., Buccolieri, R. ve Sabatino, S. D. (2012). The influence of building height variability on pollutant dispersion and pedestrian ventilation in idealized high-rise urban areas. *Building and Environment*, 56, 346–360. Doi:10.1016/j.buildenv.2012.03.023
- Hass, L. A., Ellis, K. N., Mason, L. R., Hathaway, J. M. ve Howe, D. A. (2016). Heat and humidity in the city: Neighborhood heat index variability in a mid-sized city in the Southeastern United States. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13(1), 117. Doi: 10.3390/ijerph13010117
- Hassid, S., Santamouris, M., Papanikolaou, N., Linardi, A., Klitsikas, N., Georgakis, C. ve Assimakopoulos, D., N. (2000). The effect of the Athens heat island on air conditioning load. *Energy and Buildings*, 32(2), 131–141. Doi:10.1016/s0378-7788(99)00045-6
- He, B. J. (2018). Potentials of meteorological characteristics and synoptic conditions to mitigate urban heat island effects. *Urban Climate*, 24, 26–33. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2018.01.004>
- He, B. J., Ding, L. ve Prasad, D. (2020). Urban ventilation and its potential for local warming mitigation: A field experiment in an open low-rise gridiron precinct. *Sustainable Cities and Society*, 55, 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102028>
- He, J. F. Liu, J. Y., Zhuang, D. F., Zhang, W. ve Liu, M. L. (2007). Assessing the effect of land use/land cover change on the change of urban heat island intensity.

Theoretical and Applied Climatology, 90, 217–226. Doi:10.1007/s00704-006-0273-1

Heaviside, C., Macintyre, H. ve Vardoulakis, S. (2017). The urban heat island: Implications for health in a changing environment. *Current Environmental Health Reports*, 4, 296–305. Doi: 10.1007/s40572-017-0150-3.

Hirano, Y. ve Fujita, T. (2012). Evaluation of the impact of the urban heat island on residential and commercial energy consumption in Tokyo. *Energy*, 37(1), 371–383. Doi:10.1016/j.energy.2011.11.018

Hsieh, C. M. ve Huang, H. C. (2016). Mitigating urban heat islands: A method to identify potential wind corridor for cooling and ventilation. *Computers, Environment and Urban Systems*, 57, 130–143. Doi:10.1016/j.compenvurbsys.2016.02.005

Hu, K., Cheng, S. ve Qian, Y. (2018). CFD Simulation Analysis of Building Density on Residential Wind Environment. *Journal of Engineering Science and Technology Review*, 11(1), 35–43. Doi:10.25103/jestr.111.05

Huang, Y., Musy, M., Hegron, G. ve Chen, H. (2008). 663: Towards urban design guidelines from urban morphology description and climate adaptability. P. Kenny, V. Brophy, J. O. Lewis (Ed.), *PLEA 2008 – 25th Conference on Passive and Low Energy Architecture*, 22-24 Ekim 2008 içinde. Passive and Low Energy Architecture (PLEA).

Hulley, M. E. (2012). The urban heat island effect: Causes and potential solutions. *Metropolitan Sustainability*, 79–98. <https://doi.org/10.1533/9780857096463.1.79>

Hunter, L. J., Watson, I. D. ve Johnson, G. T. (1990-91). Modelling air flow regimes in urban canyons. *Energy and Buildings*, 15(3-4), 315–234. [https://doi.org/10.1016/0378-7788\(90\)90004-3](https://doi.org/10.1016/0378-7788(90)90004-3)

İnce, H. ve Erdem, N. (2020). Bir imar adasındaki binaların oluşturduğu gölgelerin konum bakımından incelenmesi: Trakya Bölgesi örneği. *Geomatik*, 5(1), 58–71. <https://doi.org/10.29128/geomatik.569278>

İstanbul Hava Kalitesi İzleme Merkezi. (15 Haziran 2021). *Hava Kirliliği*. <https://havakalitesi.ibb.gov.tr/Icerik/bilgi>

İzmir Büyükşehir Belediyesi. (26 Mayıs 2021.). *İzmir'in coğrafyası*. <https://www.izmir.bel.tr/tr/IzmirinCografyasi/220/255>

Javanroodi, K., Mahdavejad, M. ve Nik, V. M. (2018). Impacts of urban morphology on reducing cooling load and increasing ventilation potential in hot-arid climate. *Applied Energy*, 231, 714–746. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.09.116>

Jin, H., Liu, Z., Jin, Y., Kang, J. ve Liu, J. (2017). The effects of residential area building layout on outdoor wind environment at the pedestrian level in severe cold regions of China. *Sustainability*, 9(12), 1–18. <https://doi.org/10.3390/su9122310>

Johansson, E. ve Yahia, M. W. (2020). Wind comfort and solar access in a coastal development in Malmö, Sweden. *Urban Climate*, 33, [100645]. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2020.100645>

Jr, B. S., Vargo, J., Liu, P., Hu, Y. ve Russell, A. (2013). Climate change adaptation through urban heat management in Atlanta, Georgia. *Environmental Science & Technology*, 47(14), 7780–7786. <https://doi.org/10.1021/es304352e>

Jung, S. ve Yoon, S. (2021). Urban street canyons on microclimate and particulate matter. *Energie*, 14(3), 714. <https://doi.org/10.3390/en14030714>

Kagiya, K. ve Ashie, Y. (2009). *National research project on kaze-no-michi for city planning: Creation of ventilation paths of cool sea breeze in Tokyo.*

<https://heatiland.lbl.gov/sites/default/files/cuhi/docs/230940-kagiya-doc.pdf>

Kaplan, H. (2005) Yeni bir kentsel tasarım paradigması olarak ekolojik kentsel tasarım: Açıklanması, temel ilkelerinin belirlenmesi ve insanmerkezliliğin yorumu. T. Çalgüner (Ed.), *Şehircilik Çalışmaları, Nisan 2005 içinde* (147–168). Nobel Akademik Yayıncılık.

Karadağ, İ. ve Serteser, N. (2019). Rüzgar-yapı etkileşiminin ön tasarım aşamasında tahminine yönelik bir algoritma. *Megaron*, 14(2), 205–212. Doi: 10.14744/MEGARON.2018.37167

Keleş, R. (1980). *Kentbilim terimleri sözlüğü*. Türk Dil Kurumları Yayınları.

Keleş, R. (1993). *Kentleşme politikası* (2. Baskı). İmge Kitabevi.

Khanduri, A. C., Stathopoulos, T. ve Bedard, C. (1998). Wind-induced interference effects on buildings — a review of the state-of-the-art. *Engineering Structures*, 20(7), 617–630. Doi:10.1016/s0141-0296(97)00066-7

Kim, S. E. ve Brown, R. D. (2021). Urban heat island (UHI) intensity and magnitude estimations: A systematic literature review. *Science of the Total Environment*, 779, 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146389>

Kim, Y. H. ve Baik, J. J. (2005). Spatial and temporal structure of the urban heat island in Seoul. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 44(5), 591–605. <https://doi.org/10.1175/JAM2226.1>

Kiraz, F. (2015). *Toplu konutlarda rüzgâr ve gürültü açısından konforlu açık alan tasarımına yönelik bir yaklaşım* [Doktora Tezi]. Yıldız Teknik Üniversitesi.

- Kolokotroni, M., Davies, M., Croxford, B., Bhuiyan, S. ve Mavrogianni, A. (2010). A validated methodology for the prediction of heating and cooling energy demand for buildings within the Urban Heat Island: Case-study of London. *Solar Energy*, 84(12), 2246–2255. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2010.08.002>
- Koppe, C., Kovats, S., Jendritzky, G. ve Menne, B. (2004). *Heat-waves: Risks and responses* (No. EUR/03/5036810). World Health Organization. Regional Office for Europe.
- Koyuncu, G. N. (2019). *Yüksek katlı yapı tasarımında rüzgâr faktörünün yaya konforuna etkisi* [Yüksek Lisans Tezi]. Yıldız Teknik Üniversitesi.
- Ku, C. A. ve Tsai, H. K. (2020). Evaluating the influence of urban morphology on urban wind environment based on computational fluid dynamics simulation. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(6), 399. <https://doi.org/10.3390/ijgi9060399>
- Kubat, A. S. ve Topçu, M. (2009). Antakya ve Konya tarihi kent dokularının morfolojik açıdan karşılaştırılması. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 6(2), 334–347.
- Kubilay, A., Derome, D., ve Carmeliet, J. (2017). Coupling of physical phenomena in urban microclimate: A model integrating air flow, wind-driven rain, radiation and transport in building materials. *Urban Climate*, 24, 398–418. Doi:10.1016/j.uclim.2017.04.012
- Kubota, T., Miura, M., Tominaga, Y. ve Mochida, A. (2008). Wind tunnel tests on the relationship between building density and pedestrian-level wind velocity: Development of guidelines for realizing acceptable wind environment in residential neighborhoods. *Building and Environment*, 43(10), 1699–1708. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2007.10.015>

- Kuttler, W. (2008). The urban climate – basic and applied aspects. *Urban Ecology*, 233–248. https://doi.org/10.1007/978-0-387-73412-5_13
- Kuttler, W., Barlag, A. B. ve Robmann, F. (1996). Study of the thermal structure of a town in a narrow valley. *Atmospheric Environment*, 30(3), 365–378.
Doi:10.1016/1352-2310(94)00271-1
- Lam, K. M., Leung, M. Y. H. ve Zhao, J. G. (2008). Interference effects on wind loading of a row of closely spaced tall buildings. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 96(5), 562–583. Doi:10.1016/j.jweia.2008.01.010
- Lee, D. O. (1984). Urban climates. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*, 8(1), 1–31. Doi:10.1177/030913338400800101
- Li, H., Meier, F., Lee, X., Chakraborty, T., Liu, J., Schaap, M. ve Sodoudi, S. (2018). Interaction between urban heat island and urban pollution island during summer in Berlin. *Science of The Total Environment*, 636, 818–828.
Doi:10.1016/j.scitotenv.2018.04.254
- Li, L., Yang, X. ve Qian, Y. (2018). CFD simulation analysis of the influence of floor area ratio on the wind environment in residential districts. *Journal of Engineering Science and Technology Review*, 11(5), 185–192.
Doi:10.25103/jestr.115.24
- Li, X., Zhou, J., Shao, J. ve Zhang, Q. (2010). CFD-Based simulation analysis of indoor and outdoor ventilation environment. *2010 International Conference on Computational Intelligence and Software Engineering*, 10-12 Aralık 2010 içinde (1–3). IEEE. Doi:10.1109/cise.2010.5677146
- Lin, M., Hang, J., Li, Y., Luo, Z. ve Sandberg, M. (2014). Quantitative ventilation assessments of idealized urban canopy layers with various urban layouts and the

same building packing density. *Building and Environment*, 79, 152–167.
Doi:10.1016/j.buildenv.2014.05.008

Livada, I., Santamouris, M., Niachou, K., Papanikolaou, N. ve Mihalakakou, G.
(2002). Determination of places in the great Athens area where the heat island
effect is observed. *Theoretical and Applied Climatology*, 71, 219–230.
Doi:10.1007/s007040200006

Marshall, S. ve Çalışkan, O. (2011). A joint framework for urban morphology and
design. *Built Environment*, 37(4), 409–426. Doi:10.2148/benv.37.4.409

Martilli, A. ve Santiago, J. L. (2007). CFD simulation of airflow over a regular array
of cubes. Part II: analysis of spatial average properties. *Boundary-Layer
Meteorology*, 122(3), 635–654. Doi:10.1007/s10546-006-9124-y

MGM. (16 Ağustos 2022a). *İklim*. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği
Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü.
<https://www.mgm.gov.tr/iklim/iklim.aspx?key=B>

MGM. (16 Ağustos 2022b). *Meteoroloji sözlüğü*. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim
Değişikliği Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü.
<https://mgm.gov.tr/genel/meteorolojisozlugu.aspx>

MGM. (24 Ağustos 2022c). *İzmir ilinin iklim durumu*. T.C. Orman ve Su İşleri
Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Meteoroloji 2. Bölge Müdürlüğü.
https://izmir.mgm.gov.tr/files/iklim/izmir_iklim.pdf

MGM. (27 Mayıs 2021). *Dünya meteoroloji örgütü (WMO): 2020'nin en sıcak üç
yıldan biri olması bekleniyor*. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Meteoroloji Genel
Müdürlüğü.
<https://www.mgm.gov.tr/FILES/Haberler/2020/02.12.2020WMO2020EnSicak3Yil.pdf>

- Mihalakakou, G., Santamouris, M., Papanikolaou, N., Cartalis, C. ve Tsangrassoulis, A. (2004). Simulation of the Urban Heat Island Phenomenon in Mediterranean Climates. *Pure and applied geophysics*, 161(2), 429–451. Doi:10.1007/s00024-003-2447-4
- Mirzaei, P. A. ve Haghighat, F. (2010). Approaches to study urban heat island – abilities and limitations. *Building and Environment*, 45(10), 2192–2201. Doi:10.1016/j.buildenv.2010.04.001
- Mittal, H., Sharma, A. ve Gairola, A. (2018). A review on the study of urban wind at the pedestrian level around buildings. *Journal of Building Engineering*, 18, 154–163. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2018.03.006>
- Montavez, J. P., Rodriguez, A. ve Jimenez, J. I. (2000). A study of the Urban Heat Island of Granada. *International Journal of Climatology*, 20(8), 899–911. Doi:10.1002/1097-0088(20000630)20:8<899::aid-joc433>3.0.co;2-i
- Moonen, P., Defraeye, T., Dorer, V., Blocken, B. ve Carmeliet, J. (2012). Urban Physics: Effect of the micro-climate on comfort, health and energy demand. *Frontiers of Architectural Research*, 1(3), 197-228. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2012.05.002>
- Morris, C. J. G. ve Simmonds, I. (2000). Associations between varying magnitudes of the urban heat island and the synoptic climatology in Melbourne, Australia. *International Journal of Climatology*, 20(15), 1931–1954. Doi:10.1002/1097-0088(200012)20:15<1931::aid-joc578>3.0.co;2-d
- Mou, B., He, B. J., Zhao, D. X. ve Chau, K. W. (2017). Numerical simulation of the effects of building dimensional variation on wind pressure distribution. *Engineering Applications of Computational Fluid Mechanics*, 11(1), 293–309. <https://doi.org/10.1080/19942060.2017.1281845>

- Moudon, A. V. (1997). Urban morphology as an emerging interdisciplinary field. *Urban Morphology*, 1(1), 3–10. Doi:10.51347/jum.v1i1.3860
- Mutlu, B. E., Yılmaz, S., Yılmaz, H. ve Mutlu, E. (2018). Kentlerdeki yapı tiplerinin mikro iklime etkisi: Erzurum kenti örneği. *Uluslararası Mimarlık ve Tasarım Kongresi, Ekim 2018 içinde* (133-141).
- Nagib, H. M. ve Corke T. C. (1984). Wind microclimate around buildings: Characteristics and control. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 16(1), 1–15. Doi:10.1016/0167-6105(84)90046-1
- Nathanson, J. A. (27 Mayıs 2021). *Air pollution*. Britannica. <https://www.britannica.com/science/air-pollution>
- National Geographic. (27 Mayıs 2021). *Urban Threats*. <https://www.nationalgeographic.com/environment/article/urban-threats>
- Ok, V., Özsoy, A., Atlı V., Altaş, N. E., Özgünler, M., Serteser, N., İlday, Ö., Acar, H. ve Elbay, K. (1997). *Yerleşme dokusu dizayn değişkenlerinin açık mekanlardaki rüzgar hızına ve akım tipine etkilerinin incelenmesi* (İNTAG-214). Tübitak. <https://search.trdizin.gov.tr/yayin/detay/600776/>
- Oke, T. R. (1979). *Review of urban climatology 1973-1975*. World Meteorological Organization. https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=880
- Oke, T. R. (1982). The energetic basis of the urban heat island. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 108(455), 1–24. Doi:10.1002/qj.49710845502
- Oke, T. R., Johnson, G. T., Steyn, D. G. ve Watson, I. D. (1991). Simulation of surface urban heat islands under ‘ideal’ conditions at night part 2: Diagnosis of

causation. *Boundary-Layer Meteorology*, 56, 339–358.
<https://link.springer.com/article/10.1007/BF00119211>

Palme, M., Carrasco, C., Galvez, M. A. ve Inostroza, L. (2017). Natural ventilation: A mitigation strategy to reduce overheating in buildings under urban heat island effect in South American cities. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 245(7). IOP Publishing. Doi:10.1088/1757-899X/245/7/072046

Papadakis, G., Tsimis, P. ve Kyritsis, S. (2001). An experimental investigation of the effect of shading with plants for solar control of buildings. *Energy and Buildings*, 33(8), 831–836. Doi:10.1016/s0378-7788(01)00066-4

Park, H. S. (1967). Features of the heat island in seoul and its surrounding cities. *Atmospheric Environment*, 20(10), 1859–1866. Doi:10.1016/0004-6981(86)90326-4

Priyadarsini, R., Hien, W. N. ve David, C. K. W. (2008). Microclimatic modeling of the urban thermal environment of Singapore to mitigate urban heat island. *Solar Energy*, 82(8), 727–745. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2008.02.008>

Rajagopalan, P., Lim, K. C. ve Jamei, E. (2014). Urban heat island and wind flow characteristics of a tropical city. *Solar Energy*, 107, 159–170.
Doi:10.1016/j.solener.2014.05.042

Ramponi, R., Blocken, B., de Coo, L. B. ve Janssen, W. D. (2015). CFD simulation of outdoor ventilation of generic urban configurations with different urban densities and equal and unequal street widths. *Building and Environment*, 92, 159–170. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.04.018>

Reiter, S. (2010). Assessing wind comfort in urban planning. *Environment and Planning B : Planning and Design*, 37(5), 857–873.
<https://doi.org/10.1068/b35154>

- Rizwan, A. M., Dennis, L. Y. C. ve Liu, C. (2008). A review on the generation, determination and mitigation of Urban Heat Island. *Journal of Environmental Sciences*, 20(1), 120–128. [https://doi.org/10.1016/S1001-0742\(08\)60019-4](https://doi.org/10.1016/S1001-0742(08)60019-4)
- Roy, A. K. ve Pk, B. (2012). CFD Modelling of wind flow around buildings for wind energy conversion. *National Conference on Emerging trends of energy conservation in buildings (EECB-2012)*, 1-3 Kasım 2012 içinde (370–379). CSIR-CBRI.
- Sailor, D. J., Kalkstein, L. S. ve Wong, E. (21 Mayıs 2002). *The potential of urban heat island mitigation to alleviate heat-related mortality: Methodological overview and preliminary modeling results for Philadelphia* [Konferans sunumu]. Fourth Symposium on the Urban Environment içinde. American Meteorological Society, Norfolk, VA, Amerika Birleşik Devletleri.
<https://ams.confex.com/ams/AFMAPUE/webprogram/4URBAN.html>
- Sakamoto, H. ve Haniu, H. (1988). Aerodynamic forces acting on two square prisms placed vertically in a turbulent boundary layer. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 31(1), 41–66. Doi:10.1016/0167-6105(88)90187-0
- Santamouris, M., Adnot, J., Alvarez, S., Klitsikas, N., Orphelin, M., Lopes, C. ve Sanchez, F. (2004). Cooling the cities. *Journal of Solar Energy Engineering*, 128(2), 261. Doi:10.1115/1.2190160
- Santamouris, M., Papanikolaou, N., Livada, I., Koronakis, I., Georgakis, C., Argiriou, A. ve Assimakopoulos, D. N. (2001). On the impact of urban climate on the energy consumption of buildings. *Solar Energy*, 70(3), 201–216.
Doi:10.1016/S0038-092X(00)00095-5
- Santamouris, M., Synnefa, A. ve Karlessi, T. (2011). Using advanced cool materials in the urban built environment to mitigate heat islands and improve thermal

- comfort conditions. *Solar Energy*, 85(12), 3085–3102.
Doi:10.1016/j.solener.2010.12.023
- Santamouris, M. (2007). Heat island research in Europe: The state of the art. *Advances in Building Energy Research*, 1(1), 123–150.
Doi:10.1080/17512549.2007.9687272
- Sarma, A. A. L. N. (2005). Scales of Climate. J. E. Oliver (Ed.), *Encyclopedia of World Climatology, Encyclopedia of Earth Sciences Series* içinde (637–639). Springer. https://doi.org/10.1007/1-4020-3266-8_177
- Shang, C., Lin, K. Y. ve Hou, G. (2013). Simulating the impact of urban morphology on energy demand - A case study of Yuehai, China. *The Impact of Urban Morphology on Energy Demand, 49th ISOCARP Congress* içinde (1–12). ISOCARP.
- Sharag-Eldin, A. M. K. (1998). *Predicting natural ventilation in residential buildings in the context of urban environments* [Doktora Tezi]. University of California.
- Shen, P. ve Wang, Z. (2020). How neighborhood form influences building energy use in winter design condition: Case study of Chicago using CFD coupled simulation. *Journal of Cleaner Production*, 261.
Doi:10.1016/j.jclepro.2020.121094
- Shishegar, N. (2013). Street design and urban microclimate: analyzing the effects of street geometry and orientation on airflow and solar access in urban canyons. *Journal of Clean Energy Technologies*, 1(1), 52–56.
Doi:10.7763/JOCET.2013.V1.13
- Shooshtarian, S. ve Rajagopalan, P. (2019). Perception of wind in open spaces. *Climate*, 7(9), 106. <https://doi.org/10.3390/cli7090106>

Srifuengfung, S. ve Peerapun, W. (2013). Investigation of the ventilation rate around different urban morphological property types: High rise -vs- low rise in Bangkok's high density areas. *ABAC Journal*, 33(3), 65–81.

Streutker, D. R. (2003). *A study of the urban heat island of Houston-Texas* [Doktora Tezi]. Rice University.

Sür, A. (1980). Lokalklima ve mikroklima. *Coğrafya Araştırmaları Dergisi (DTCF)*, 9, 17–22. http://tucaum.ankara.edu.tr/wp-content/uploads/sites/280/2015/08/cadcae9_3.pdf

Şabanoğlu, Ö. ve Çağdaş, G. (2019). Toplu konut yerleşimlerindeki açık alanlarda rüzgarın kullanıcı konforuna etkisinin analizi ve değerlendirilmesi. *Megaron*, 14(1), 53–69. Doi: 10.5505/MEGARON.2018.91668

Şabanoğlu, Ö. (2018). *Toplu konut yerleşimlerindeki açık alanlarda rüzgârın kullanıcı konforuna etkisinin analizi ve değerlendirilmesi* [Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi.

T.C. Karşıyaka Belediyesi. (18 Haziran 2021). *Karşıyaka Bilgileri*. <https://www.karsiyaka.bel.tr/karsiyaka-bilgileri>

Taha, H. (1997). Urban climates and heat islands: Albedo, evapotranspiration, and anthropogenic heat. *Energy and Buildings*, 25(2), 99–103. Doi:10.1016/s0378-7788(96)00999-1

Taha, H. (2004). Heat islands and energy. *Encyclopedia of Energy*, 133–143. Doi:10.1016/B0-12-176480-X/00394-6

Taha, H. (2008). Urban surface modification as a potential ozone air-quality improvement strategy in California: A mesoscale modelling study. *Boundary-Layer Meteorology*, 127, 219–239. Doi:10.1007/s10546-007-9259-5

- Taniike, Y. (1992). Interference mechanism for enhanced wind forces on neighboring tall buildings. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 42(1-3), 1073–1083. Doi:10.1016/0167-6105(92)90114-p
- Tekeli, İ. (2001). *Modernite aşılırken kent planlaması* (1. Baskı). İmge Kitabevi.
- Tominaga, Y. (2012). Visualization of city breathability based on CFD technique: Case study for urban blocks in Niigata City. *Journal of Visualization*, 15(3), 269–276. Doi:10.1007/s12650-012-0128-z
- Tominaga, Y., Mochida, A., Shirasawa, T., Yoshie, R., Kataoka, H., Harimoto, K. ve Nozu, T. (2004). Cross comparisons of CFD results of wind environment at pedestrian level around a high-rise building and within a building complex. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 3(1), 63–70. <https://doi.org/10.3130/jaabe.3.63>
- Tong, Z. Chen, Y. ve Malkawi, A. (2016). Defining the influence region in neighborhood-scale CFD simulations for natural ventilation design. *Applied Energy*, 182, 625–633. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.08.098>
- Topal, A.K. (2004). Kavramsal Olarak Kent Nedir ve Türkiye'de Kent Neresidir?. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 6(1), 276–294.
- Toparlar, Y., Blocken, B., Vos, P., Van Heijst, G. J. F., Janssen, W. D., Van Hooff, T., Montazeri ve H. ve Timmermans, H. J. P. (2015). CFD simulation and validation of urban microclimate: A case study for Bergpolder Zuid, Rotterdam. *Building and Environment*, 83, 79–90. Doi:10.1016/j.buildenv.2014.08.004
- Tutak, D. (2006). *Ofset baskılı lamine dış ambalajlarda bağıl ve mutlak nemin dayanıma etkisinin irdelenmesi* [Yüksek Lisans Tezi]. Marmara Üniversitesi.

- United Nations. (31 Mayıs 2021). *World urbanization prospects 2018*. United Nations Department of Economic and Social Affairs Population Dynamics. <https://population.un.org/wup/>
- United States Environmental Protection Agency (EPA). (29 Mayıs 2021). *Air topics* [Yazı ve Görsel]. <https://www.epa.gov/environmental-topics/air-topics>
- Wang, B., Geoffroy, S. ve Bonhomme, M. (2021). Urban form study for wind potential development. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 0(0), 1–16. Doi:10.1177/2399808321994449
- Whitehand, J. W. R. (2007). Conzenian Urban Morphology and Urban Landscapes. *Proceedings of the 6th International Space Syntax Symposium, 2007* içinde (ii01-ii09). Technical University Faculty of Architecture.
- Wong, M. S., Nichol, J. E., To, P. H. ve Wang, J. (2010). A simple method for designation of urban ventilation corridors and its application to urban heat island analysis. *Building and Environment*, 45(8), 1880–1889. Doi:10.1016/j.buildenv.2010.02.019
- Wong, N. H. ve Yu, C. (2005). Study of green areas and urban heat island in a tropical city. *Habitat International*, 29(3), 547–558. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2004.04.008>
- WRI Türkiye Sürdürülebilir Şehirler. (31 Ekim 2020). "*Kentlerin iklimi, iklimin kentleri*" webinarı [Video]. Youtube. https://www.youtube.com/watch?v=GfVOHvulcDs&ab_channel=WRIT%C3%BCrkiyeS%C3%BCrd%C3%BCr%C3%BClebilir%C5%9Eehirler
- Van Hooff, T. ve Blocken, B. (2010). On the effect of wind direction and urban surroundings on natural ventilation of a large semi-enclosed stadium. *Computers & Fluids*, 39(7), 1146–1155. Doi:10.1016/j.compfluid.2010.02.004

- Van Moeseke, G., Gratia, E., Reiter, S. ve Herde, A. D. (2005). Wind pressure distribution influence on natural ventilation for different incidences and environment densities. *Energy and Buildings*, 37(8), 878–889.
Doi:10.1016/j.enbuild.2004.11.009
- Visagavel, K. ve Srinivasan, P. S. S. (2009). Analysis of single side ventilated and cross ventilated rooms by varying the width of the window opening using CFD. *Solar Energy*, 83(1), 2–5. Doi:10.1016/j.solener.2008.06.004
- Voogt, J. A. ve Oke, T. R. (2003). Thermal remote sensing of urban climates. *Remote Sensing of Environment*, 86(3), 370–384. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(03\)00079-8](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(03)00079-8)
- Yahyagil, M. Y. (2011). Kentlerin Kültürün Gelişmesindeki Etkileri. *Istanbul Journal of Sociological Studies*, 0(25), 105–120.
- Yalçın, G., Demircan, M., Ulupınar, Y. ve Bulut, E. (2005). *Klimatoloji – I.* DMİ Yayınları.
- Yamashita, S. (1996). Detailed structure of heat island phenomena from moving observations from electric tram-cars in Metropolitan Tokyo. *Atmospheric Environment*, 30(3), 429–435. Doi:10.1016/1352-2310(95)00010-0
- Yang, L. ve Li, Y. (2011). Thermal conditions and ventilation in an ideal city model of Hong Kong. *Energy and Buildings*, 43(5), 1139–1148.
<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2010.06.005>
- Yang, L., Qian, F., Song, D. X. ve Zheng, K. J. (2016). Research on urban heat-island effect. *Procedia Engineering*, 169, 11–18.
<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.10.002>

- Yavaş, M. ve Yılmaz, S. (2019). Soğuk iklim bölgesinde kentsel mikro iklimin değerlendirilmesi: Erzurum kentsel dönüşüm alanı örneği. *Artium*, 7(2), 103–114.
- Yücel, M. ve Babuş, D. (2005). Doğa korumanın tarihçesi ve Türkiye’deki gelişmeler. *DOA (Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü) Dergisi*, 35(11), 151–175.
- Yüksel, Ü. D. (2005). *Ankara kentinde kentsel ısı adası etkisinin yaz aylarında uzaktan algılama ve meteorolojik gözlemlere dayalı olarak saptanması ve değerlendirilmesi üzerinden bir araştırma* [Doktora Tezi]. Ankara Üniversitesi.
- Yüksel, Ü. D. ve Yılmaz, O. (2008). Ankara kentinde kentsel ısı adası etkisinin yaz aylarında uzaktan algılama ve meteorolojik gözlemlere dayalı olarak saptanması ve değerlendirilmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23(4), 937–952.
- Zhang, A. ve Gu, M. (2008). Wind tunnel tests and numerical simulations of wind pressures on buildings in staggered arrangement. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 96(10-11), 2067–2079.
Doi:10.1016/j.jweia.2008.02.013
- Zhang, A., Gao, C. ve Zhang, L. (2005). Numerical simulation of the wind field around different building arrangements. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 93(12), 891–904. Doi:10.1016/j.jweia.2005.09.00