



Toplu Konut Yerleşimlerdeki Açık Alanlarda Rüzgarın Kullanıcı Konforuna Etkisinin Analizi ve Değerlendirilmesi

Analysis and Evaluation of the Wind Effect on User Comfort in Mass Housing Open Areas

Özge ŞABANOĞLU, Gülten ÇAĞDAŞ

ÖZ

Günümüzde düzensiz yapılaşma, kamusal alanlardaki kullanıcı konforunu büyük oranda etkilemektedir. Bina yapım aşamasında bölgedeki iklimsel veriler dikkate alınmamaktadır. Belirli bölgelerde yoğunlaşan yüksek yapılar olumsuz rüzgâr hareketleri oluşturmakta, bu durum bina çevresinde bulunan kamusal alanlardaki kullanıcı konforunu etkilemektedir. Bu nedenle yüksek yapı tasarımlarında rüzgâr, kullanıcı konforu açısından en önemli etkenlerden biridir. Bilgisayar teknolojisinin gelişmesiyle, rüzgâr analizlerinin yapıldığı hesaplamalı akışkanlar dinamiği (Computational Fluid Dynamics - CFD) yöntemini kullanan simülasyon modelleri hızla gelişmiş, önceden yüksek maliyet gerektiren deney ortamlarında yapılan testler, bilgisayar ortamlarına aktarılmış ve deney süreci hız kazanmıştır. Bu simülasyon modelleri mimari tasarım sürecinde de sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır. Fakat bu analizlerin mühendisler tarafından projenin son aşamasında yapıyor olması, rüzgâr hareketlerinin oluşturduğu olumsuz alanların iyileştirilebilmesi için yapılacak müdahalelerin boyutunu kısıtlamaktadır. Müdahaleler, kütsel olarak projenin tamamlanmış olması nedeniyle; projeye ekme ve çıkarmalar yaparak gerçekleştirilmekte ve bu durum da açık alanlardaki rüzgâr hareketlerini kontrol edebilmek için yeterli olamamaktadır. Ayrıca uygulamada bu simülasyon modellerinin etkin olarak kullanılmadığı izlenmektedir. Bu makalenin amacı, mimari tasarım sürecinin ilk aşamasında kütle yerleşim alternatifleri oluşturulurken rüzgâr hareketlerinin etkisinin tespit edilerek, yerleşim planlarının bu veriler doğrultusunda geliştirilmesinin yöntemlerini ortaya koymaktır. Bilgisayarda simülasyon modeli ortamına tanımlanan toplu konut yerleşmeleri üzerinden rüzgâr hareketleri görsel olarak üretilebilmekte ve açık alanlardaki kullanıcı konforu konusunda görüş oluşturulabilmektedir. Bu tür modellerin kullanımından önce, mimari tasarımın ilk aşamasında yapılan rüzgâr analizlerinin zaman ve maliyet açısından uygun olmaması nedeniyle yaşanan sorunlar artık ortadan kalkmış olup mimari tasarımın ilk aşamasında bu programların kullanılmasıyla rüzgâr açısından konforlu alanlar yaratılabilecektir. Çalışmada İstanbul'da bulunan, farklı yerleşim planları ve özellikleri olan toplu konut projelerinin modelleri oluşturulmuş ve Autodesk CFD programı kullanılarak rüzgâr analizleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan analizler sonucunda yerleşimde bulunan havuz, sosyal tesis, yeşil alan vb. alanların çevresinde oluşan rüzgâr hareketleri kullanıcı konforu düşünülerek değerlendirilmiş, konforlu ve konforsuz alanlar tespit edilmiştir.

Anahtar sözcükler: Açık alanlarda kullanıcı konforu; hesaplamalı akışkanlar dinamiği; rüzgâr analizleri.

ABSTRACT

Today, irregular site planning affects the comfort of pedestrians in public areas. Climatic data in the area are not taken into account during the design process of the buildings. High-intensity buildings in certain regions create negative wind movements, which affect the comfort of users in public spaces around the building. With the development of computer technology, the simulation models using the computational fluid dynamics (CFD) method of the wind analyzes have been developed rapidly, the tests which were previously made with high cost experimental environments have been transferred to the computer environments and the experiment process has gained speed. These simulation models have also been used frequently in the architectural design process. But the fact that these analyzes are carried out by the engineers at the end of the project, limits the size of the interventions that can be done to improve the negative areas of wind movements. The interventions are carried out by adding some building elements to the project and/or subtracting some elements from the building since the project is completed in mass, and this is not enough to control the wind movements in open areas. The aim of this study is to determine the effect of wind movements on the mass settlement alternatives in the first phase of the architectural design process and to determine the methods of the development of settlement plans in line with these data. In this study, models of mass housing projects in Istanbul with different settlement plans and characteristics were modelled and wind analysis was performed using Autodesk CFD program. In the light of these analyzes, the wind movements around the pool, recreational facility and green areas in the settlements were evaluated by considering the user comfort, and comfortable and uncomfortable areas were determined.

Keywords: User comfort in open areas; computational fluid dynamics; wind analysis.

İstanbul Teknik Üniversitesi, Bilişim Anabilim Dalı, Mimari Tasarımda Bilişim Programı, İstanbul

Başvuru tarihi: 15 Temmuz 2018 - Kabul tarihi: 06 Aralık 2018

İletişim: Özge ŞABANOĞLU. e-posta: ozge_gamsiz@hotmail.com

© 2019 Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi - © 2019 Yıldız Technical University, Faculty of Architecture

Giriş

İnsan nüfusunun artması ve teknolojinin gelişmesiyle özellikle modern şehirlerde, yüksek yapı sınıfına giren binaların sayısı hızla artmaktadır. Bu binaların çevresinde rahatsız edici rüzgâr hareketleri oluşmakta ve bu durum kullanıcı konforuna zarar vermektedir. Bu nedenle yüksek yapı tasarımlarında göz önünde bulundurulması gereken en önemli etkenlerden biri rüzgârdır.

Rüzgâr etkeninin bina çevresinde oluşturduğu hareketleri tespit edebilmek için deneysel ortamlarda gerçekleştirilen rüzgâr tüneli testleri, deneysel ortamların maliyeti ve deney süresinin uzun olması açısından mimari tasarım sürecinde sürekli olarak kullanılamamaktadır.

Bilgisayar teknolojisinin gelişmesiyle, rüzgâr analizlerinin yapıldığı hesaplamalı akışkanlar dinamiği (Computational Fluid Dynamics - CFD) yöntemini kullanan simülasyon modelleri hızla gelişmiş, önceden yüksek maliyet gerektiren deney ortamlarında yapılan testler, bilgisayar ortamlarına aktarılmış ve deney süreci hız kazanmıştır. Bu simülasyon modelleri mimari tasarım sürecinde de sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır. Fakat bu analizlerin mühendisler tarafından projenin son aşamasında yapılıyor olması, rüzgâr hareketlerinin oluşturduğu olumsuz alanların iyileştirilebilmesi için yapılacak müdahalelerin boyutunu kısıtlamaktadır. Müdahaleler, kütleli olarak projenin tamamlanmış olması nedeniyle; projeye ekleme ve çıkarmalar yaparak gerçekleştirilmekte ve bu durum da açık alanlardaki rüzgâr hareketlerini kontrol edebilmek için yeterli olamamaktadır. Ayrıca uygulamada bu simülasyon modellerinin etkin olarak kullanılmadığı izlenmektedir.

İstanbul'da özellikle 2000'li yıllardan sonra inşaat faaliyetleri hız kazanmış, yüksek ve yoğun toplu konut projelerinin sayısında artış olmuştur. Farklı kütle formları ve yerleşim planları kullanılarak yapılan bu toplu konut projelerinde ortak açık alanlarda oluşan düzensiz rüzgâr hareketleri, kullanıcı konforunu olumsuz etkilemektedir. Bu alanda yurt dışında yapılan çok sayıda araştırma ve uygulamaya karşın, Türkiye'de bu konuyla ilgili belirli sayıda çalışma bulunmaktadır.

Bu makalenin amacı, mimari tasarım sürecinin ilk aşamasında kütle yerleşim alternatifleri oluşturulurken rüzgâr hareketlerinin etkisinin tespit edilerek, yerleşim planlarının bu veriler doğrultusunda geliştirilmesinin yöntemlerini ortaya koymaktır. Bilgisayarda simülasyon modeli ortamına tanımlanan toplu konut yerleşimleri üzerinden rüzgâr hareketleri görsel olarak üretilebilmekte ve açık alanlardaki kullanıcı konforu konusunda görüş oluşturulabilmektedir. Bu tür modellerin kullanımından önce, mimari tasarımın ilk aşamasında yapılan rüzgâr analizlerinin zaman ve maliyet açısından uygun olmaması nedeniyle yaşanan sorunlar artık ortadan kalkmış olup mimari tasarımın ilk aşamasında bu programların kullanılmasıyla rüzgâr açısından kon-

forlu alanlar yaratılabilecektir. Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (CFD) yöntemini kullanan simülasyon modelleriyle mimarlar, uzun zaman kaybetmeden tasarımın ilk aşamasında rüzgâr etkisini görsel olarak izleyerek yerleşme seçeneklerini değerlendirebilir ve sonuçlara göre tasarımlarını optimize edebilirler.

Çalışmada öncelikle, rüzgâr analizleri için kullanılan modeller araştırılmıştır. Rüzgâr analizleri için sıklıkla kullanılan bu modeller Simscales, OpenFOAM, ANSYS, Comsol ve Autodesk CFD vb. programlardır. Bu çalışmanın başlangıç aşamasında çeşitli programlar denenmiş, Autodesk CFD programıyla çalışılmaya karar verilmiştir. Bu programın seçilmesinin nedeni, günümüzdeki uygulamalarda Autodesk yazılımının yaygın olarak bürolarda kullanılması, programın kolay ulaşılabilir olması, diğer Autodesk yazılımlarıyla entegrasyonunun kolaylığı ve rahat anlaşılabilir olmasıdır.

Çalışmada İstanbul'da bulunan, farklı yerleşim planları ve özellikleri olan toplu konut projeleri belirlenmiştir. Bu toplu konut projelerinin yerleşim planları kütleli olarak 3Ds Max programında modellenmiştir. Analizlerin yapılması için gerekli olan bir diğer veri rüzgâr yönü ve rüzgâr hızıdır. Rüzgâr yönü için Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün sitesinden alınan bilgiler kabul edilmiştir.¹ Rüzgâr hızı ise Weatheronline sitesinde İstanbul için belirlenen ortalama rüzgâr hızı verisinden alınmıştır.² Bütün veriler CFD programına girildikten sonra dikeyde ve yatayda rüzgâr analizleri yapılmıştır. Bu analizler sonucunda yerleşimde bulunan havuz, sosyal tesis, yeşil alan vb. alanların çevresinde oluşan rüzgâr hareketleri kullanıcı konforu düşünülerek değerlendirilmiş, konforlu ve konforsuz alanlar tespit edilmiştir.

Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği

Hesaplamalı akışkanlar dinamiği (Computational Fluids Dynamics-CFD), akışkanlar mekaniği problemlerinin çözümlenmesinde kullanılan, sayısal yöntemlere dayanan akışkanlar mekaniğinin bir dalıdır. 1960'ların sonlarından bu yana akışkanlar mekaniği problemleri içeren tüm mühendislik alanlarında CFD'nin geliştirilmesi ve uygulanmasında önemli gelişmeler olmuştur.³ Günümüzde CFD özellikle akışkan hareketleriyle ilgili ürünlerin analizlerinin yapılmasında ve performanslarının ölçülmesinde sıklıkla kullanılmaktadır. Bunun yanında bina performansı ve çevresiyle de ilgili çalışmalar yapılmaktadır.

Herhangi bir akış alanının incelenebilmesi için akışa ait yönetici denklemler olarak bilinen kütle korunumu, momentumun korunumu ve enerjinin korunumu denklemlerinin çözülmesi gerekmektedir.⁴ CFD programları kullanılarak denklemler bilgisayar ortamında sayısal olarak çözümlenebilmektedir.

¹ <https://www.mgm.gov.tr/>

³ Moin, Kim, 1997, s. 62-68.

² <https://www.weatheronline.co.uk/Turkey/Istanbul.htm>

⁴

Kaplanıran, Ünal, 2009, s. 1-12.

CFD analizleri bina tasarım sürecinin farklı aşamalarında kullanılmaktadır. Bu aşamalar yerleşim planı oluşturma, doğal havalandırma çalışmaları, HVAC sistem tasarımları, kirlilik dağılım ve kontrolleri olarak dört gruba ayrılmıştır. İyi bir yerleşim planlaması bina gruplarının çevre kirliliğine etkisini büyük bir oranda azaltabilir. Bununla beraber iyi bir yerleşim planlaması yaya konfor düzeyini artırırken, doğal havalandırmayı destekleyip, bina enerji tüketimini azaltabilmektedir.⁵

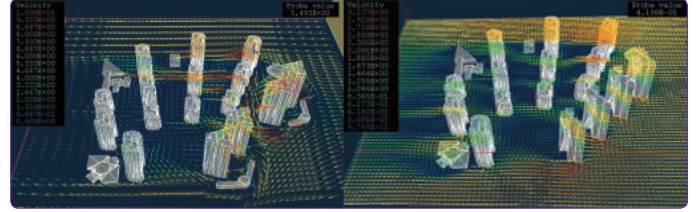
CFD analizleri yapı tasarımı sürecinde, doğal havalandırma çalışmalarında da sıklıkla kullanılmaktadır. Doğal havalandırma çalışmalarında bina çevresinde ve bina içerisinde oluşan hava hareketleri analiz edilerek optimum sonuca ulaşılır. İç mekan ve dış mekan arasında oluşan ölçek farkları nedeniyle, bu analizler yapılırken, aynı anda yapılması durumunda, çok sayıda grid sistemi oluşturulması gerekmektedir. Bu durum bilgisayarda yapılacak analizlerin süresini artırmaktadır. Bu nedenle ayırma yaklaşımı (decouple) kullanılarak iç mekan ve dış mekan analizleri ayrı yapılmaktadır.⁵ Yapılan çalışmalar yapı boşluklarının iç mekan analizlerini etkilemediğini kanıtlamıştır. Ayırma yaklaşımı; öncelik olarak bina kütleleri oluştuğunda yapının ayrıntıları tasarlanmadan, bina çevresinde oluşan rüzgâr hareketlerini analiz ederek optimize ettikten ve ikinci aşamada kütlelerin yerleşimleri doğal havalandırma için düzenlendikten sonra iç mekan analizlerinin yapılmasıyla devam etmektedir. Bu şekilde yapılan çalışmalar sonucunda binanın kullandığı enerji yüksek miktarda azaltılmaktadır.

HVAC sistem tasarımlarında da CFD analizleri sıklıkla kullanılmaktadır. Analizler yapılarak cihaz yerleşimleri, mekan içerisinde sıcaklık ve basınç dağılımları gibi veriler elde edilebilmektedir. Analitik olarak hesaplanması zor olan denklemler CFD analizleri aracılığıyla çözülebilmektedir.

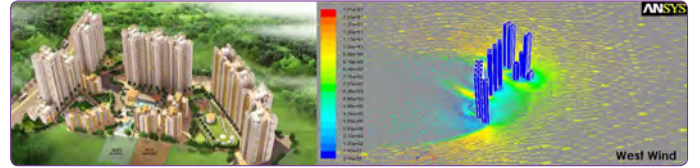
Analizlerin kullanıldığı diğer bir alan ise kirlilik dağılımı ve kontrolü alanıdır. Bina içerisinde oluşacak kirli havanın ne hızla dağıldığı ve izlediği yol, yapılan analizlerle tespit edilir. Analizler sonucunda tespit edilen verilere göre sensörlerin yerleri, yangın sırasında daha hızlı tepki verebilecek yerlere yerleştirilir. Günümüzde yangın sistemleri oluşturulurken CFD analizleri sıklıkla kullanılmaktadır.

Konu Alanında Yapılan Önceki Çalışmalar

Hesaplamalı akışkanlar dinamiği yaklaşımı, rüzgâr etkisinin analizi amacıyla farklı çalışmalarda kullanılmıştır. Bu bölümde bu konudaki bazı çalışmalar tanıtılacaktır. 2006 yılında Pekin’de yapılan bir çalışmada CFD analizleri bina tasarımının ilk aşamasında, yerleşim planının oluşturulması sürecinde kullanılmıştır. CFD analizlerinin yerleşme tasarımının ilk aşamasında kullanılmasıyla bina çevresinde oluşan düzensiz rüzgâr hareketlerini engelleyerek, gerek yaya



Şekil 1. Pekin’de yapılan ilk yerleşim planının analizleri (solda), optimize edilmiş projenin analizleri (sağda) (Zhai, 2006).



Şekil 2. Mumbai’de analizlerin yapıldığı toplu konut projesi (solda), ANSYS rüzgâr analizleri (sağda) (Varkute, Maurya 2013).

konforunu artırmak, gerekse havalandırma için kullanılan enerji miktarını azaltmak amaçlanmıştır. Çalışmanın ilk aşamasında yapılan yerleşim planı CFD simülasyon programına aktarılarak, rüzgâr analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu analizler sonucunda yerleşim planında bulunan dört adet yüksek katlı bloğun etrafında rüzgâr hareketlerinin düzensizleşerek girdap etkileri oluşturduğu tespit edilmiştir. Bu alanlarda oluşan düzensiz rüzgâr hareketlerinin kullanıcılar için konforsuz alanlar oluşturacağı ve havalandırma için harcanan enerji miktarını artıracacağı düşünülerek alternatif yerleşim planları hazırlanmıştır. Alternatif olarak hazırlanan yerleşim planları CFD programına aktarılmış ve rüzgâr analizleri gerçekleştirilmiştir. Analizler sonucunda rüzgâr hareketlerinin düzenli olduğu alternatif seçilerek tasarım sürecine bu yerleşim planı üzerinden devam edilmiştir (Şekil 1).⁶

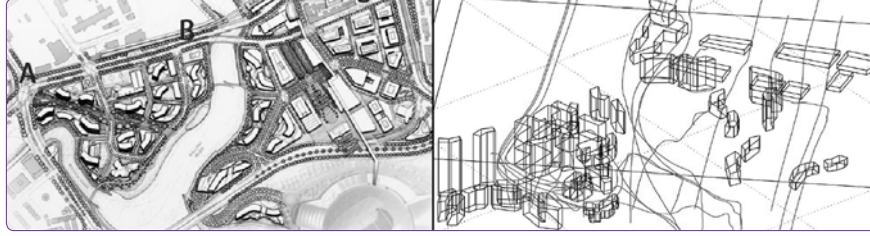
2013 yılında Hindistan’ın Mumbai şehrinde yapılan bir çalışmada ise mevcut bir konut bölgesindeki rüzgâr hareketleri analiz edilmiştir. Yapılan çalışmada ANSYS Fluent 12.0 programı kullanılmıştır. Mevcut toplu konut projesinde farklı yönelim ve yükseklikte on dört yapı bulunmaktadır. Çalışmanın ilk aşamasında binalar tekil olarak, ikinci aşamasında binalar çiftli olarak, son aşamasında da mevcut yerleşim planının rüzgâr analizi yapılmıştır (Şekil 2).⁷

2010 yılında Singapur’da yapılan bir çalışmada, Singapur Kallang Nehri’nin kenarında bulunan 64 hektarlık bir planlama bölgesi incelenmiştir. Singapur sıcak ve nemli tropikal iklime sahiptir. Bu nedenle açık alanların kullanımları, yazın sıcak ve nemli hava şartlarında mümkün olmamaktadır. Çalışmanın ilk aşamasında yerleşim planının kütle modeli oluşturulmuş ve CFD programına aktarılmıştır. Çalışmada COMSOL programı kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda bilgisayar ortamında gerçekleştirilen rüzgâr simülasyonla-

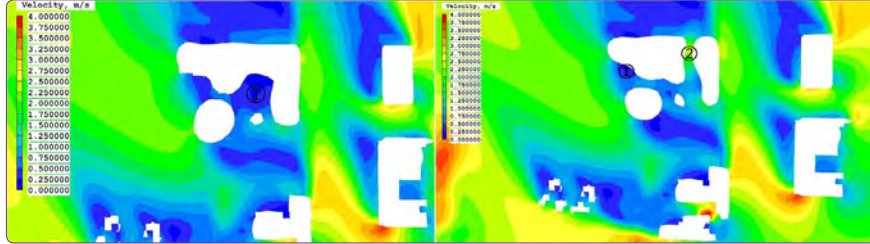
⁵ Zhai, 2006, s. 307.

⁶ Zhai, 2006, s. 307.

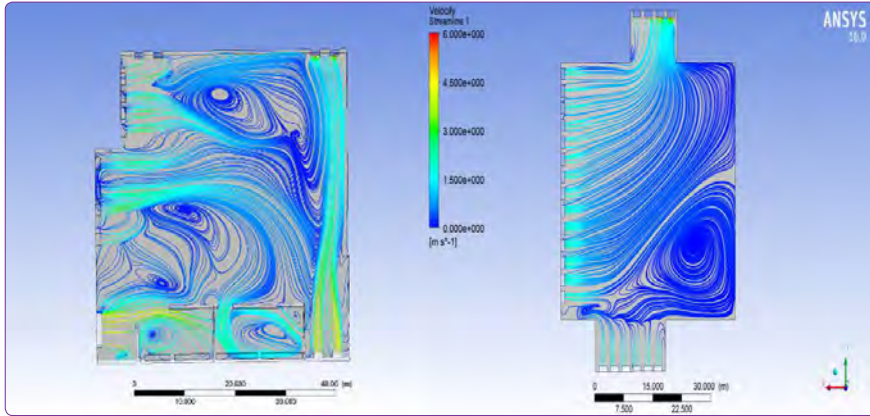
⁷ Varkute, 2013, s. 65-72.



Şekil 3. Singapur'da analizlerin yapıldığı planlama bölgesi ve COMSOL rüzgar analizleri (Chung, Malone-Lee 2010).



Şekil 4. Guangzhou kültür merkezi dış mekanların rüzgar analizleri (Guo, Liu, Yuan 2015a).



Şekil 5. Çin'de kantin binasında farklı katlar için yapılan iç mekan rüzgar analizi sonuçları (Zhao, Su, Chen, Chen 2016).

rının 30 dakika sürdüğü ve bu nedenle kentsel tasarım aşamalarına dahil edilebileceği belirtilmiştir (Şekil 3).⁸

2015 yılında Çin Guangzhou'da yeşil bina tasarımı başlığı altında bir vaka çalışması yapılmıştır. Guangzhou'nun yüksek sıcaklık ortalamasına sahip olması, bağıl nem oranının %77 civarında olması nedeniyle doğal havalandırmanın enerji tüketimi açısından büyük önem taşıdığı belirtilmiştir. İncelenen proje sergi, gösteri, eğitim alanları gibi kullanıcı sayısı fazla olan işlevler içermektedir. Projenin tasarım sürecinde farklı açık alan alternatifleri denenmiş ve 3 farklı alternatif oluşturulmuştur. Alternatifler modellendikten sonra, PHOENICS programına kütle modeli aktarılmıştır. Tüm alternatifler için rüzgar analizleri gerçekleştirilmiş ve değerlendirilmiştir (Şekil 4).⁹

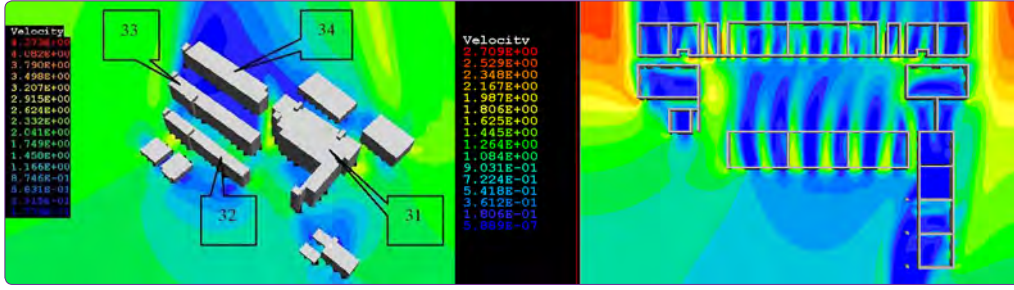
2016 yılında Çin'de yapılan bir çalışmada, mevcut bir kampüsün çevresinde oluşan rüzgar hareketleri ve kantinin

içinde bulunan yemek alanlarının rüzgar konforunu analiz etmek amacıyla CFD programı kullanılmıştır. Çalışmada kantin binasının iç mekan havalandırma simülasyonu yapılmıştır. Yemek faaliyetinin gerçekleştirildiği alandaki rüzgar hızı yemek yeme aktivitesi için uygun bulunmamıştır. Yapılan analizlerin sonucunda çatı penceresi eklemek ve havalandırma cihazları eklemek gibi öneriler getirilmiştir. Çalışmanın son aşamasında kampüste bulunan binaların çevresinde oluşan rüzgar hareketleri incelenmiştir. Bina çevresinde oluşan girdap akımlarını düzenli akımlara dönüştürebilmek için öneriler getirilmiştir. Öneriler sonucunda oluşan yeni yerleşim planının analizleri yapılarak rüzgar açısından uygunluğu kanıtlanmıştır (Şekil 5).¹⁰

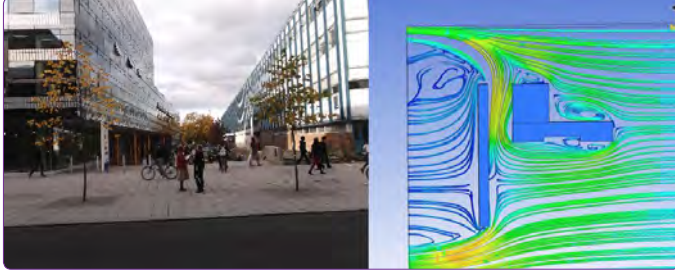
2015 yılında Çin'de yapılan bir araştırmada CFD kullanılarak üç adet vaka çalışması yapılmıştır. Araştırmanın amacı, CFD analizlerinin yeşil bina tasarım aşamasında ne amaç-

⁸ Chung, Malone-Lee, 2010, s. 357-366. ⁹ Guo, Xiao, 2015a, s. 225-231.

¹⁰ Zhao, Su, Chen, Chen, 2016, s. 103-112.



Şekil 6. Çin'de kampüs çevresinde yapılan rüzgâr analizleri (Guo, Liu, Yuan 2015b).



Şekil 7. Covertly Üniversitesi kampüsünde yapılan rüzgâr analizleri (Fadl, Karadelis, 2013).

larla ve nasıl kullanılabileceğini açıklamaktır. İlk olarak, CFD analizlerinin yerleşim planlarını oluşturma aşamasında nasıl kullanılacağına dair Shenzhen Arşiv Merkezi binası çevresinde bir çalışma yapılmıştır. Binanın tasarlanacağı alan ilk olarak mevcut haliyle ikinci olarak da yapılandırılmış haliyle analiz edilmiş ve analiz sonuçları karşılaştırılmıştır. Çalışmanın ikinci aşamasında, kampüste bulunan binaların rüzgâr analizleri yapılarak bina formunun rüzgâr hareketlerine etkisi incelenmiştir. Binanın zemin katlarında bulunan boşluklar değiştirilerek analizler yapılmış ve en uygun alternatif tespit edilmiştir. Çalışmanın son aşamasında, bir sergi merkezinin iç mekan rüzgâr analizleri yapılmıştır. Bu analizler sonucunda iç mekanda rüzgâr hızının 1 m/s'nin altına düştüğü alanlar tespit edilmiş ve analiz sonuçlarına göre pencereler eklenmiştir (Şekil 6).¹¹

İngiltere'de Covertly Üniversitesi ile Mısır'da Mansoura Üniversitesi'nin 2013 yılında yapmış olduğu bir çalışmada FLUENT 2007 programı kullanılarak yaya konforu üzerine rüzgâr analizleri yapılmıştır. Analizler, Covertly Üniversitesi'ne eklenecek olan The Hub isimli birkaç yeni bina çevresinde yapılmıştır. Çalışmanın amacı, yeni yapılacak binaların çevresinde oluşan rüzgâr hareketlerini tespit etmek ve üniversite idaresine sunmaktır. Yapılan bu çalışmadan sonra, Üniversite idaresi, inşaat tamamlandığı için kütleli bir değişikliğe gidememiş ve rüzgârın etkisini kırmak adına iki bina arasında bitkilendirme çalışmalarına başlamıştır (Şekil 7).¹²

2015 yılında Kanada'da yapılan bir çalışmada bina köşe formları belirli geometrik parametrelere bağlanmıştır.

Oluşturulan bu parametrelerin optimizasyonu için genetik algoritmalarından yararlanılmıştır. Oluşturulan geometrik modellerin tümü analiz edilmiş ve analizler sonucunda, köşe etkisi yönünden en uygun olan alternatif seçilmiştir.¹³

2017 yılında Yıldız Teknik Üniversitesinde yapılan bir çalışmada rüzgâr ve gürültü etkenleri, Urbawind ve Soundplan programları aracılığıyla yapılan analizler sonucunda simüle edilmiştir. Analiz bölgesi olarak farklı iklimsel özelliklere sahip Diyarbakır ve İstanbul illeri seçilmiş ve bu bölgelerde analizler gerçekleştirilerek kullanıcı konforu koşulları değerlendirilmiştir. Çalışmada bir konut bloğu 10x40x3 boyutlarında kabul edilmiş ve varsayılan 25 farklı yerleşim planı üzerinden analizler iki boyutlu düzlemde gerçekleştirilmiştir (Şekil 8).¹⁴

Bu makale kapsamında incelenen çalışmalarda, hesaplamalı akışkanlar dinamiği simülasyonları iç mekan ve dış mekânlarda gerçekleştirilen rüzgâr analizleri için kullanılmıştır. İç mekânlarda rüzgâr hızlarının bina havalandırılması ve kullanıcı konforu açısından uygunluğu incelenmiştir. Dış mekânlarda ise rüzgâr hareketlerinin düzenli olup olmadığı belirlenmiş ve bazı çalışmalarda analiz sonuçlarına göre kütle yerleşimleri düzenlenmiştir. Rüzgâr analizleri gerçekleştirilirken kullanılan analiz programları farklılık göstermektedir.

Farklı Toplu Konut Yerleşimleri için Rüzgâr Analizi Simülasyonları

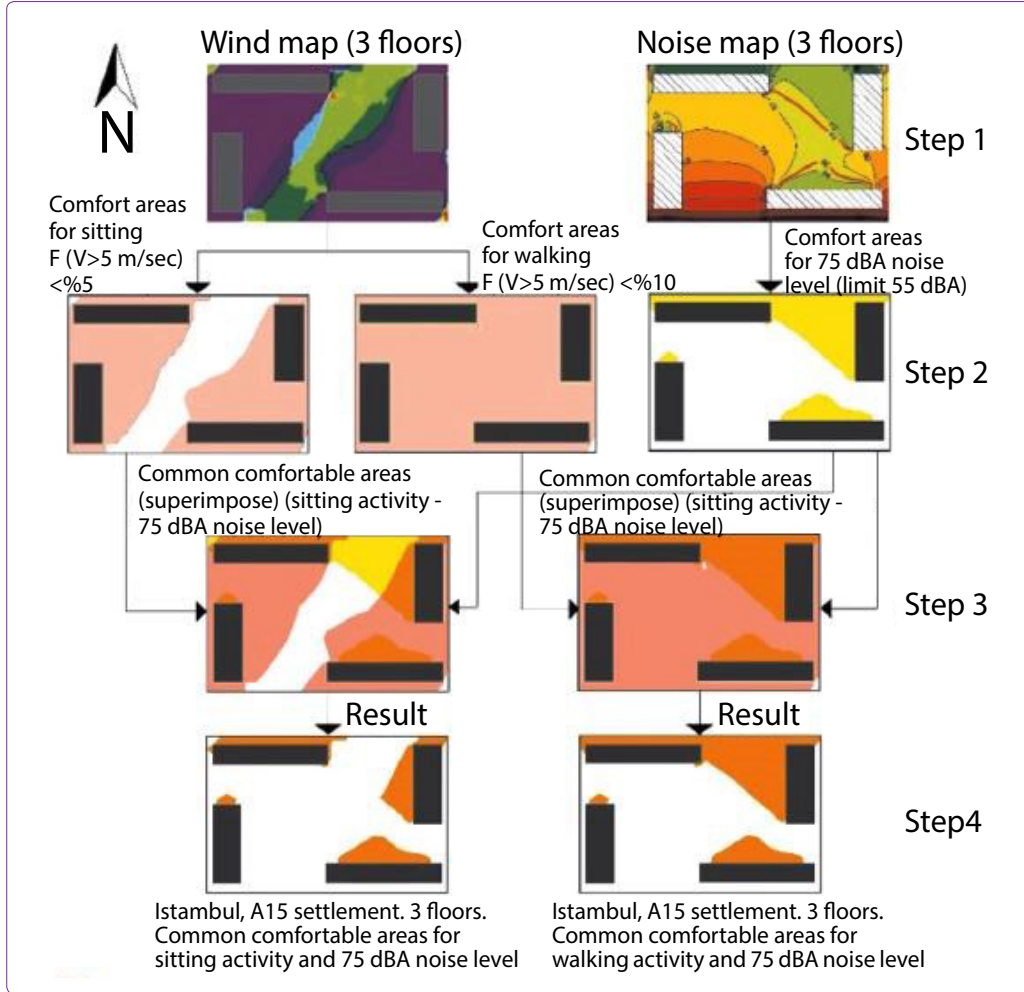
Kabuller, Veriler

Makale kapsamında İstanbul'da bulunan beş adet toplu konut projesi incelenmiştir. Bu toplu konut projelerinin modelleri hazırlanırken topoğrafya dikkate alınmamıştır. Tez kapsamında gerçekleştirilen literatür araştırmalarında da topoğrafyanın dikkate alınmadığı tespit edilmiştir. Kütleler modellenirken, pencere ve kapı boşlukları, 3 metreden az olan kütle hareketleri modele eklenmemiş; yalın bir kütle modeli oluşturulmuştur. Bunun nedeni CFD tabanlı analiz programlarının yüksek bilgisayar kapasitesi gerektirmesidir. İncelenen benzer çalışmalarda da pencere kapı boşlukları modele eklenmeden masif modeller üzerinden analizlerin

¹¹ Guo, Xiao, Yuan, 2015b, s. 573-580.

¹² Fadl, Karadelis, 2013.

¹³ Elshaer, Bitsuamlak, Damatty, ¹⁴ Zorer Gedik, Yüğrük Akdağ, Kiraz, Şener, Çaçan 2017.



Şekil 8. Yıldız Teknik Üniversitesi'nde yapılan çalışmanın rüzgar analizi sonuçları (Gedik, Akdağ, Çağan, 2017).

yapıldığı görülmüştür. Kütleler oluşturulurken kat yüksekliği 3.5 metre kabul edilmiştir. Kütle oluşturulduktan sonra model Autodesk CFD programına aktarılmıştır.

Analizlerin yapılması için gerekli olan bir diğer veri rüzgâr yönü ve rüzgâr hızıdır. Rüzgâr yönü Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün sitesinden alınan bilgilerle İstanbul'un hâkim rüzgâr yönü olan Kuzeydoğu olarak kabul edilmiştir.¹⁵ Rüzgâr hızı ise Weatheronline sitesinde İstanbul için belirlenen ortalama rüzgâr hızı verisinden alınarak 16.7 km/h (4.64 m/s) olarak programa aktarılmıştır.¹⁶

Analizlerde rüzgar hareketlerinin inceleneceği yükseklik 1,5 m olarak belirlenmiştir. Bunun nedeni, yerden yaklaşık 1,5 m yüksekliğinde oluşan fiziksel çevre koşullarının, insan konforunu yüksek miktarda etkilemesidir. Analiz sonuçları Tablo 1'de belirtilen rüzgar hızı aralıklarına göre değerlendirilmiştir. Genel olarak 1 m/s- 5 m/s aralığının insan vücudu için en rahat ortamı oluşturduğuna inanılmaktadır.¹⁷

Tablo 1. Rüzgar hızı ve insan konforu düzeyi

Rüzgar Hızı	İnsan Vücudu Hissi
<1.0m/s	Esintisiz
1.0~5.0m/s	Rahat
5.0~10.0m/s	Hareketlerin rahatsızlaşması
10.0~15.0m/s	Hareketlerin çok rahatsızlaşması
15.0~20.0m/s	Katlanılamaz
>20.0m/s	Tehlikeli

Çalışma alanı olarak seçilen yerleşim yeri çevresindeki diğer yapılaşmaların rüzgar hareketine etkisi çalışmanın kapsamı dışında bırakılmıştır.

Analiz aşamasında belirlenmesi gereken bir diğer veri ise türbülans modelidir. Türbülans modellerinde kabul görmüş genel bir türbülans modeli yoktur. CFD programlarının kullanıcıya kullanım imkanı sağladığı türbülans modelleri genel olarak, k-ε modelleri, k-ω modelleri, Reynolds gerilme modeli (RSM), Large Eddy simulasyon (LES) modeli,

¹⁵ <https://www.mgm.gov.tr/>

¹⁷ Guo, Xiao, Yuan, 2015a, s. 573-580.

¹⁶ <https://www.weatheronline.co.uk/>

Spalart-Allmaras modelleridir. Bu modeller arasında standart türbülans modelleri uygulamadaki çoğu mühendislik problemlerinde makul çözümler vermektedir.¹⁸ Bu çalışmada Autodesk CFD programında bulunan dokuz adet türbülans modeli içerisinde standart türbülans modellerinden olan ve benzer çalışmaların çoğunda kullanılan k-ε türbülans modeli kullanılmıştır.

Yöntem

Çalışmada ilk olarak, literatürde yapılan rüzgar analiz çalışmaları ve bu çalışmalarda kullanılan yöntem ve programlar incelenmiştir.

Çalışmanın ikinci aşamasında rüzgar analizleri için kullanılacak olan program belirlenmiştir. Rüzgar analizleri için sıklıkla kullanılan programlar Simscale, OpenFOAM, ANSYS, Comsol ve Autodesk CFD programlarıdır. Bu çalışmada bu programlar denenmiş, Autodesk CFD programıyla çalışılmaya karar verilmiştir. Bunun nedeni programın ulaşılabilir olması, diğer Autodesk yazılımlarıyla entegrasyonunun kolaylığı ve rahat anlaşılabilir olmasıdır.

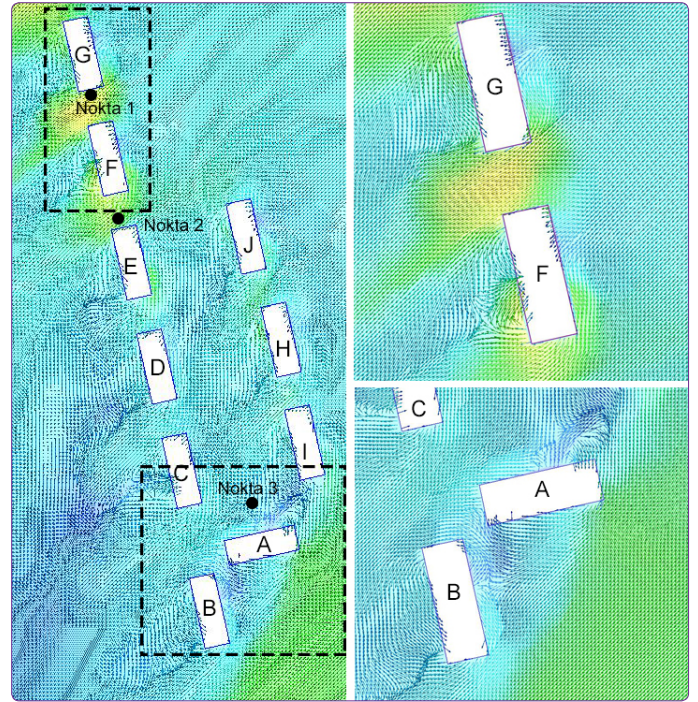
Çalışmada kullanılacak olan programa karar verildikten sonra, İstanbul'da bulunan çeşitli toplu konut projeleri incelenmiş ve bunların içerisinde farklı yerleşim planları ve farklı özellikleri olan 5 adet toplu konut projesi seçilmiştir. Bu toplu konut projelerinin yerleşim planları haritalar yardımıyla oluşturulmuş ve kütsel olarak 3ds Max programında modellenmiştir. Kütleler modellenirken daha önce açıklanan kabuller yapılmış ve yalın bir kütle modeli oluşturulmuştur. Analiz yapılırken yalın kütleler oluşturulmasının nedeni, CFD tabanlı analiz programlarına aktarılacak modelin karmaşıklığının programın analiz süresini uzatması veya programın analizi gerçekleştirememesi durumlarının ortaya çıkmasıdır. Model programa aktarıldıktan sonra; rüzgar hızı, rüzgar yönü ve türbülans modeli bilgileri de programa aktarılmıştır. Bütün veriler programa girildikten sonra dikeyde ve yatayda rüzgar hareketi analizleri yapılmıştır. Bu analizler sonucunda parsel içerisinde bulunan havuz, sosyal tesis, yeşil alan vb. alanların çevresinde oluşan rüzgar hareketleri kullanıcı konforu düşünülerek değerlendirilmiş, konforlu ve konforsuz alanlar tespit edilmiştir.

Uygulanan Simülasyon Modelleri ve Bulgular

Çalışmada İstanbul'da bulunan beş adet toplu konut projesi üzerinden rüzgar analizleri yapılmıştır.¹⁹ İlk olarak yaklaşık 125x450 m boyutlarında ince uzun bir parselde konumlandırılmış, 10 adet 27 katlı bloktan oluşan bir toplu konut projesi incelenmiştir. Yerleşim planında kütleler yaklaşık 27 m aralıklarla parsel sınırlarına yerleştirilmiş, havuz ve sosyal tesis gibi ortak alanlar ise parselin orta kısmında konumlandırılmıştır (Şekil 9).



Şekil 9. Çalışma alanı-1, yerleşim planı.

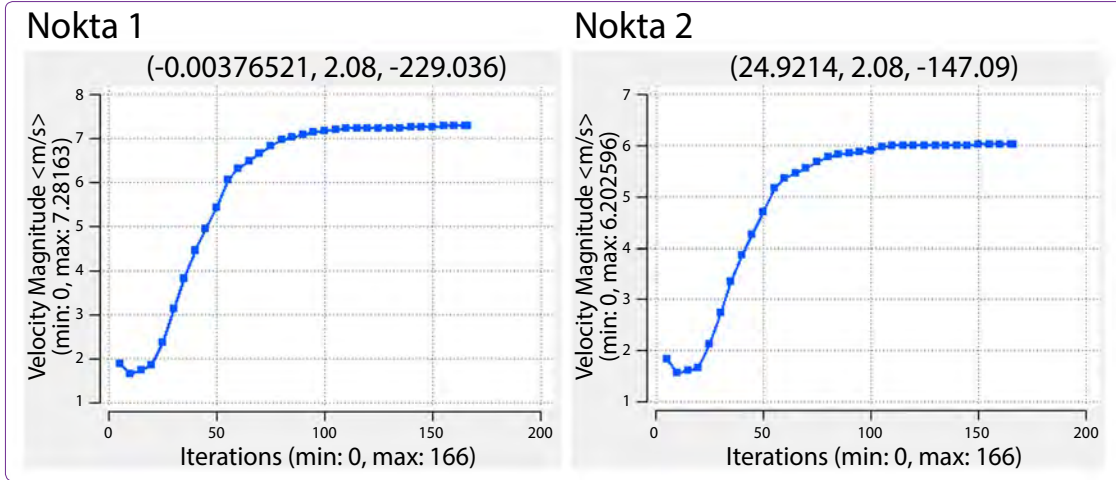


Şekil 10. Çalışma alanı-1, rüzgar analizleri.

Yerleşim planında, yüksek katlı blokların birbirine yakın olarak konumlandırılması, ve ortak alanların yüksek blokların arasında çözümlenmiş olması prensip olarak İstanbul'da incelenen diğer toplu konut projeleriyle benzerlik göstermektedir. Tasarım aşamasında alınan bu tip kararların, rüzgar ortamını nasıl etkilediğini analiz edebilmek için bu toplu konut projesi çalışma kapsamına dahil edilmiştir.

Kütleler sayısal ortamda oluşturulduktan sonra, model Autodesk CFD programına aktarılmış ve rüzgar hızı, rüzgar yönü, türbülans modeli ve analiz yüksekliği gibi önceden belirtilmiş olan kararlar doğrultusunda analizler tamamlanmıştır (Şekil 10).

¹⁸ Kaplankıran, Ünal, 2009, s. 1-12. ¹⁹ Şabanoğlu, 2018.



Şekil 11. Çalışma alanı-1, rüzgar hızı grafikleri.

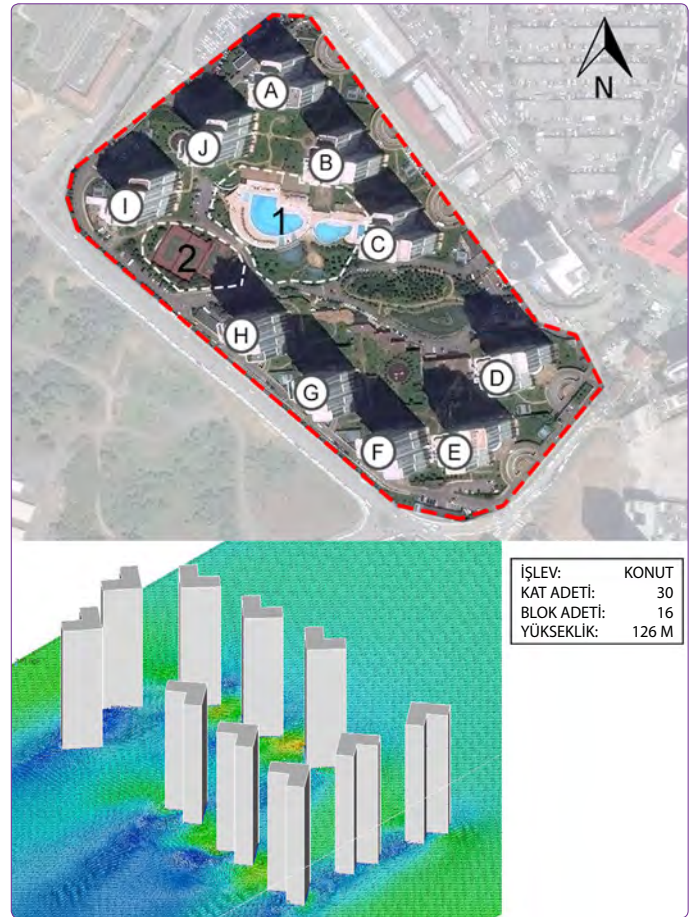
Yapılan analizler sonucunda parselde genel olarak rüzgar hareketlerinin düzenli olduğu gözlemlenmiştir. Sadece A blok kuzeyinde kalan alanda bina yüzeyine gelen hava akımlarının bina yüzeyine çarparak türbülans akımlarına dönüştüğü tespit edilmiştir. Parselde ortalama rüzgar hızı yaklaşık 3 m/s dir.

Yerleşim planında rüzgar hızının yükseldiği G-F blokları arası (Nokta 1), F-E blokları arası (Nokta 2) ve A blok kuzeyinde bulunan ortak alan (Nokta 3) kritik noktalar olarak belirlenmiş ve bu noktalardaki rüzgar hızı grafikleri program aracılığıyla oluşturulmuştur (Şekil 11).

Oluşan grafiklerde G-F blokları arasında rüzgar hızının 7.3 m/s lere ulaştığı görülmüştür. Yaya konforu açısından değerlendirildiğinde, tespit edilen hız insan bedenini rahatsız eden hız aralığında bulunmaktadır. F-E blokları arasında bulunan alanda da rüzgar hızı 6 m/s lere ulaşmaktadır. İki noktada yayalar tarafından aktif olarak kullanılmadığı için bu durumun ortak alanlarda bulunan kullanıcı konforunu etkilemeyeceği söylenebilir. A blok kuzeyinde bulunan ortak alanda ise rüzgar hızı maksimum 2.2 m/s lere ulaşmaktadır. Belirlenen bu hız kullanıcı konforu açısından uygundur.

Çalışmada ikinci olarak parsel boyutları 235x385 olan 30 katlı 10 bloktan oluşan bir toplu konut projesi incelenmiştir. Projede bloklar L formunda tasarlanmıştır. Bloklar arasında yaklaşık 30 m bulunmaktadır. Yerleşim planında ortak alanlar parselin kuzey batısında konumlandırılmıştır (Şekil 12).

Küteller sayısal ortamda oluşturulduktan sonra, model Autodesk CFD programına aktarılmış ve önceden belirtilmiş olan kararlar doğrultusunda analizler tamamlanmıştır. Yapılan analizler sonucunda parselde rüzgar hızının ortalama 3 m/s olduğu tespit edilmiştir. Ortak alanların bulunduğu bloklar arasında kalan bölgelerde rüzgar hareketlerinin düzenli olduğu ve bu alanlarda rüzgar ortamının kullanıcı konforuna uygun olduğu gözlemlenmiştir. Fakat



Şekil 12. Çalışma alanı-2, yerleşim planı.

blokların çevresinde, binaya çarpan rüzgar akımları türbülans akımlarına dönüşerek konforsuz alanlar oluşturmaktadır. Parselin kuzeydoğusunda bulunan A-B ve C bloklarında binanın iç bükey tarafına çarpan rüzgar akımları yavaşlayarak binanın çevresinde ilerlemekte ve düzenli olarak bina çevresini terketmektedirler. Rüzgarı dış bükey tarafından alan H ve G bloklarda blokların ana girişlerinin bulundu-

ğu iç bükey taraflarında rüzgar akımları düzensizleşerek türbülans alanları oluşturmaktadır. Bu durum bu blokların girişlerinde insan ölçeğinde konforsuz alanlar yaratacaktır (Şekil 13).

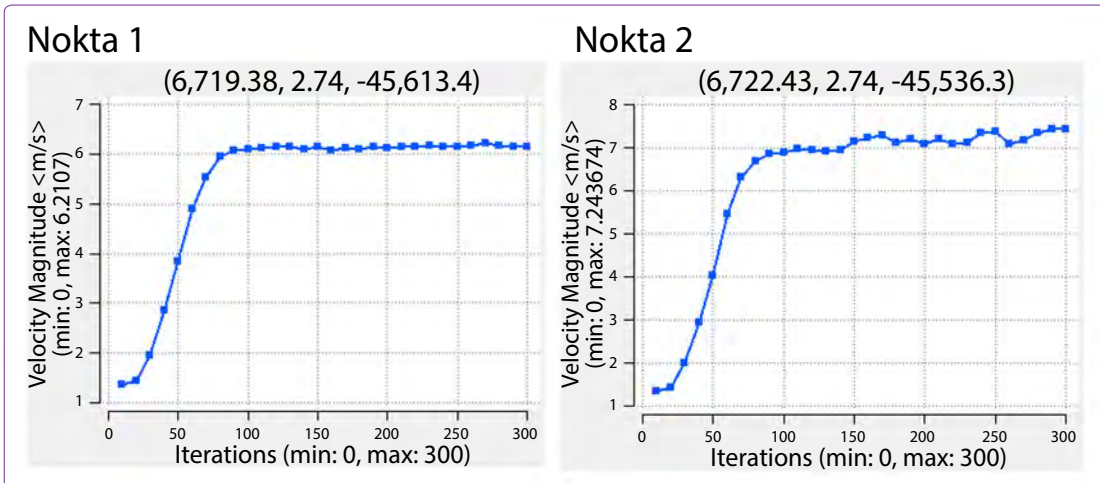
Yerleşim planında rüzgarın hızını arttırdığı A-B blokları arası (Nokta 1), B-C blokları arası (Nokta 2), havuzun bulunduğu alan (Nokta 3) ve basketbol sahalarının bulunduğu alanlar (Nokta 4) kritik noktalar olarak belirlenmiştir. A-B blokları arasında rüzgar hızı 6.2 m/s, B-C blokları arasında ise 7.4 m/s lere yükselmektedir. Kullanıcı konforu açısından

değerlendirildiğinde, tespit edilen hızlar insan bedenini rahatsız eden hız aralığında bulunmaktadır. İki nokta da yaya tarafından aktif olarak kullanılmadığı için bu durumun ortak alanlarda bulunan kullanıcı konforunu etkilemeyeceği söylenebilir. Havuzun bulunduğu alanda ise rüzgar hızı 3 m/s lere, basketbol sahalarının bulunduğu alanda ise 4 m/s lere ulaşmaktadır. Tespit edilen bu hız kullanıcı konforu açısından uygundur (Şekil 14).

Yerleşim planında genel olarak kullanıcı konforunu etkileyen rüzgar ortamı oluşmamaktadır, fakat H ve G blokla-



Şekil 13. Çalışma alanı-2, rüzgar analizleri.



Şekil 14. Çalışma alanı-2, rüzgar hızı grafikleri.

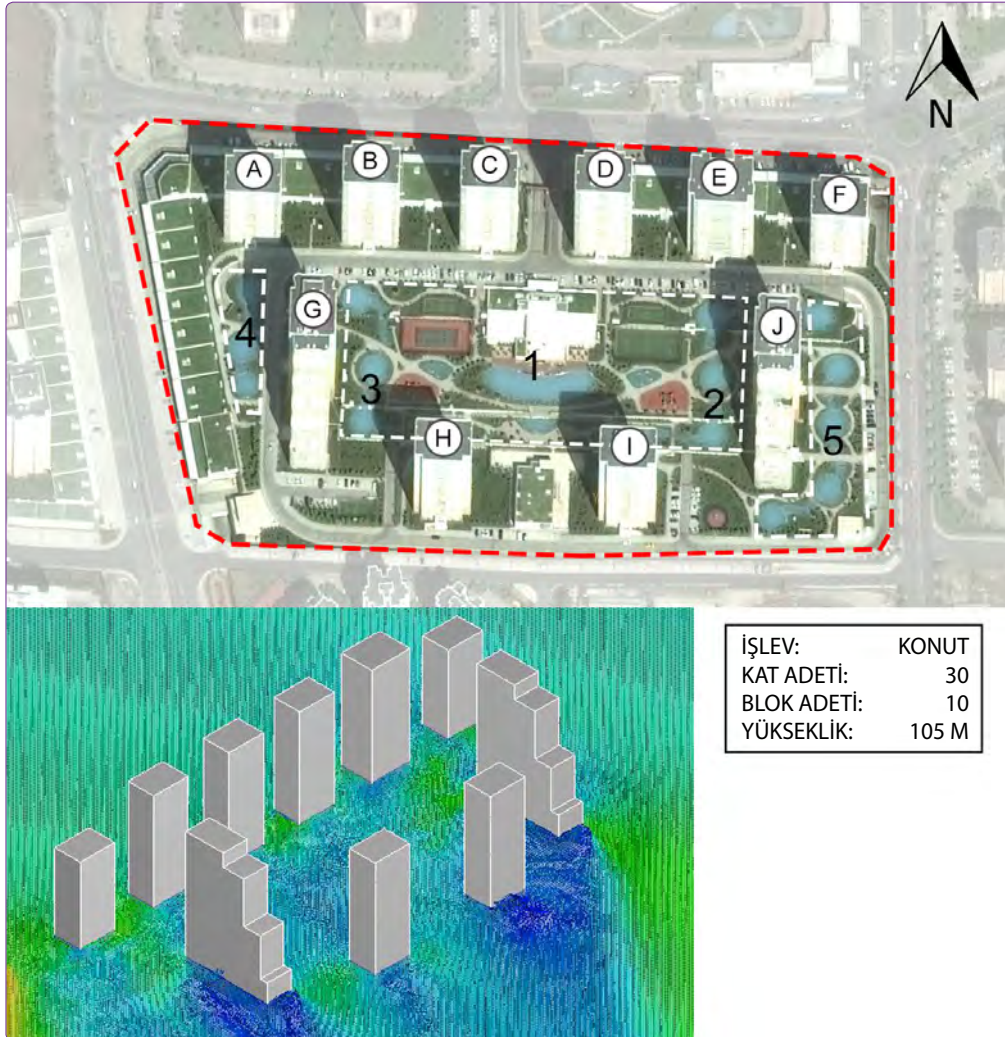
rının girişinde oluşan türbülans akımları kullanıcı konforunu etkilemektedir. Yüksek katlı toplu konut tasarımlarında yerleşim planı kadar bina formu da rüzgar ortamı açısından önem taşımaktadır. Çalışma alanı 2 için seçilen yerleşim planında bina formlarının L biçiminde tasarlanmasının rüzgar hareketlerine etkisi yapılan analizler aracılığıyla gösterilmiştir.

Çalışmada üçüncü olarak parsel boyutları 220x420 olan 22, 27 ve 30 katlı bloklardan oluşan bir toplu konut projesi incelenmiştir. Projede bloklar arasında yaklaşık 35m bulunmaktadır. Yerleşim planında ortak alanlar parselin orta kısmında konumlandırılmıştır (Şekil 15).

Kütleler sayısal ortamda oluşturulduktan sonra, model Autodesk CFD programına aktarılmış ve önceden belirtilmiş olan kararlar doğrultusunda analizler tamamlanmıştır. Yapılan analizler sonucunda parselde rüzgar hızının ortalama 2 m/s olduğu tespit edilmiştir. 1, 3 ve 5 numaralı ortak alanlarda rüzgar hareketlerinin düzenli olduğu gözlemlenmiştir. 2 ve 4 numaralı ortak alanlarda ise 30 katlı blokların

rüzgar yönünün tersinde kalan kısımlarında, blok önlerine çarpan rüzgar akımlarının, blokların arkasında girdap ve türbülans hareketleri oluşturduğu ve bu alanlarda yaya konforunun olumsuz olarak etkilendiği tespit edilmiştir. Yaklaşık 68x30 m boyutlarında olan ince uzun formlu bu blokların arkasında oluşan düzensiz rüzgar akımlarının nedeni, blokların formları ve bu formların uzun kısımlarının rüzgar yönüne dik yerleştirilmesidir. Parselde H blok arkasında oluşan türbülans akımlarının sebebi de J ve G blokların formlarının ince uzun olmasıdır (Şekil 16).

Yerleşim planında rüzgar hızının arttığı B-C blokları arası (Nokta 1), 1 numaralı havuzların bulunduğu alanlar (Nokta 2), J blok arkasında havuzların bulunduğu alanlar (Nokta 3), J blok üzerinde rüzgar akımlarının hızlarını arttırdığı alanlar (Nokta 4), G blok arkasında havuzların bulunduğu alanlar (Nokta 5) kritik noktalar olarak belirlenmiştir. Parsel genelinde rüzgar hızının artış gösterdiği B-C blokları arasında rüzgar hızı 6.01 m/s lere, J blok arkasında ise 7.5 m/s lere yükselmektedir. Bu durum özellikle J blok arkasın-

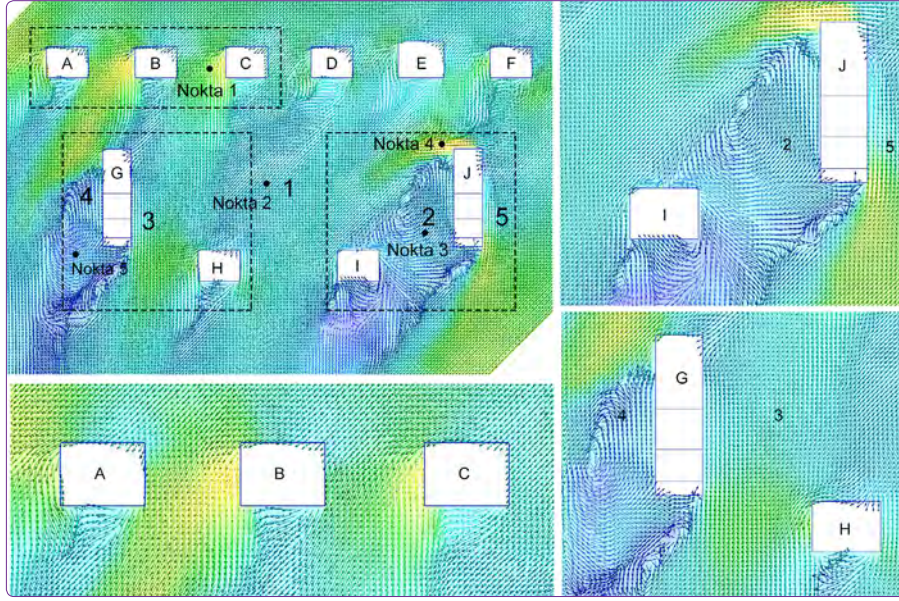


Şekil 15. Çalışma alanı-3, yerleşim planı.

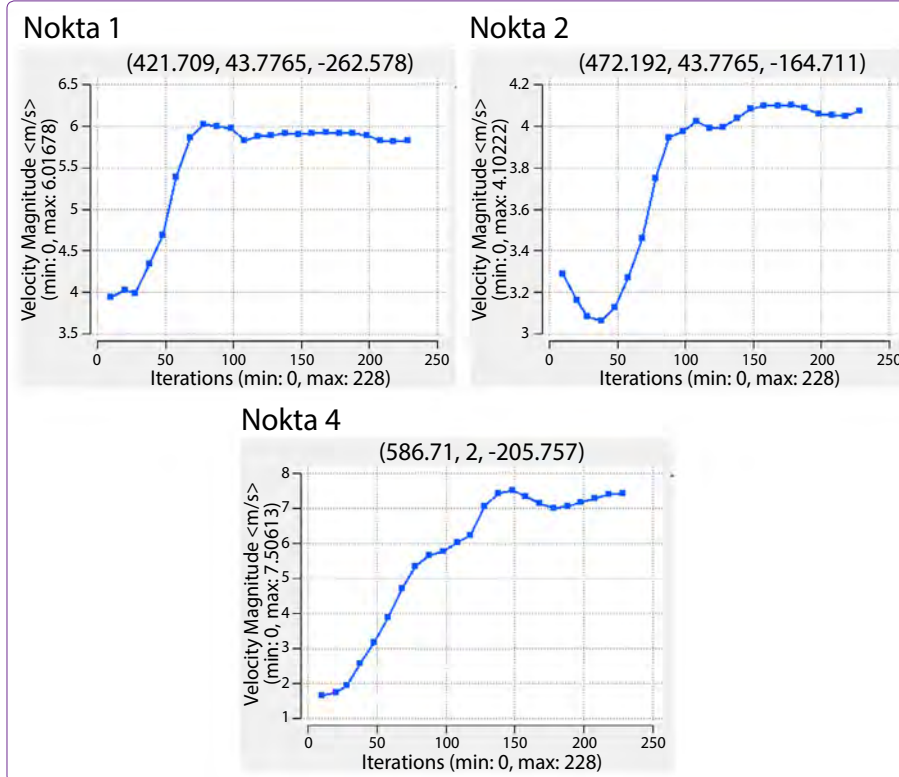
da bulunan ortak alanlarda kullanıcı konforu açısından uygunsuz bölgeler oluşturmaktadır. 2 numaralı ortak alanda oluşan girdap ve türbülans akımlarıyla beraber rüzgar hızının artması, ortak alanlarda kullanım açısından konforsuz alanlar oluşturmaktadır. 1 numaralı ortak alanda rüzgar hızı 4.1 m/s olarak belirlenmiştir. Tespit edilen bu hız kullanıcı konforu açısından uygundur. Parselde rüzgar hareketlerinin düzensizleştiği J ve G blokların arkasında ise rüzgar

hızı 1.79 m/s (Nokta 3) ve 1.67 m/s lere (Nokta 5) kadar düşmektedir. Bu hız insan konforu açısından uygunsuz aralıkta olmamasına rağmen, binaların havalandırılması için gerekli enerjiyi arttırmaktadır (Şekil 17).

Yapılan analizler sonucunda, yerleşim planında 2 ve 4 numaralı ortak alanlarda, kullanıcı konforu için uygunsuz rüzgar ortamlarının oluştuğu tespit edilmiştir. Rüzgar hareketlerinin hızını arttırarak düzensizleşmesinin nedeni



Şekil 16. Çalışma alanı-3, rüzgar analizleri.



Şekil 17. Çalışma alanı-3, rüzgar hızı grafikleri.

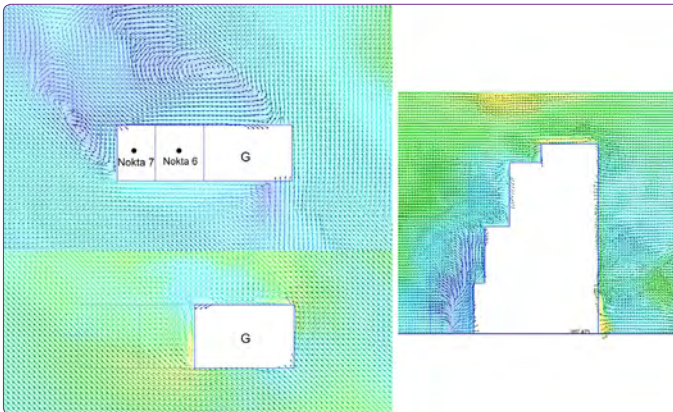
olarak J ve G blokların ince uzun formları ve hakim rüzgar yönüne dik yerleştirilmeleri gösterilebilir. Bununla beraber bu bloklarda, tasarımda belirli katlarda geri çekilmeler yapılarak kullanılabilir teraslar oluşturulmuştur. Bu teraslarda yapılan analizler sonucunda 17 kat yüksekliğinde bulunan ilk terasta (Nokta 7) rüzgar hızının 2.71 m/s olduğu, 27 kat yüksekliğinde bulunan terasta ise (Nokta 6) rüzgar hızının 6 m/s lere yükseldiği tespit edilmiştir. Grafiklerin sonucunda 27 kat yüksekliğinde bulunan terasın kullanımında insan konforunu rahatsız eden bir rüzgar ortamı oluşacağı söylenebilir (Şekil 18).

Çalışmada dördüncü olarak 18 katlı 26 bloktan oluşan bir toplu konut projesi incelenmiştir. Projede konutlar kare formda tasarlanmış ve yerleşim planında eğrisel olarak yerleştirilmiştir. Parsel büyüklüğü ile karşılaştırıldığında yoğun bir yerleşim planı söz konusudur (Şekil 19).

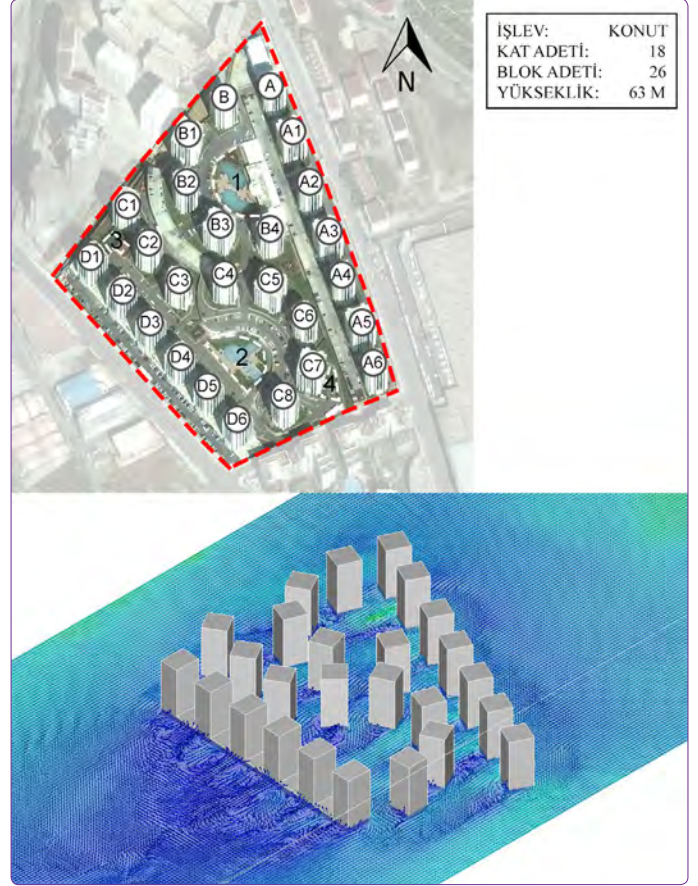
Kütleler sayısal ortamda oluşturulduktan sonra, model Autodesk CFD programına aktarılmış ve önceden belirtilmiş olan kararlar doğrultusunda analizler tamamlanmıştır. Yapılan analizler sonucunda parselde rüzgar hızının ortalama 1.7 m/s olduğu tespit edilmiştir.

Blokların arkasında kalan bölgelerde türbülans ve girdap akımları oluşmaktadır. Özellikle D blokların altında bulunan 3 katlı ince uzun formdaki bazanın arkasında girdap ve türbülans akımları yoğunlaşmakta ve bu alanda bulunan ticari birimlerin önlerinde gerçekleştirilecek olan kamusal aktivitelerde kullanıcı konforunu olumsuz olarak etkilemektedir. Havuzların bulunduğu 1 ve 2 numaralı ortak alanlarda da rüzgar hareketleri düzensizleşmektedir. Basketbol sahalarının bulunduğu 3 ve 4 numaralı ortak alanlarda ise 3 numaralı alanda rüzgar hareketlerinin düzenli olduğu gözlemlenirken, 4 numaralı ortak alanlarda rüzgar hareketleri düzensizleşmektedir (Şekil 20).

Parsel içerisinde rüzgar hızı 3 m/s in üzerine çıkmamaktadır. Parselin kuzeyinde havuzların bulunduğu 1 numaralı ortak alan (Nokta 1), basketbol sahasının bulunduğu 2 numaralı ortak alan (Nokta 2), parselin güneyinde havuzların



Şekil 18. Çalışma alanı-3, G blok terasında gerçekleştirilen rüzgar analizleri.



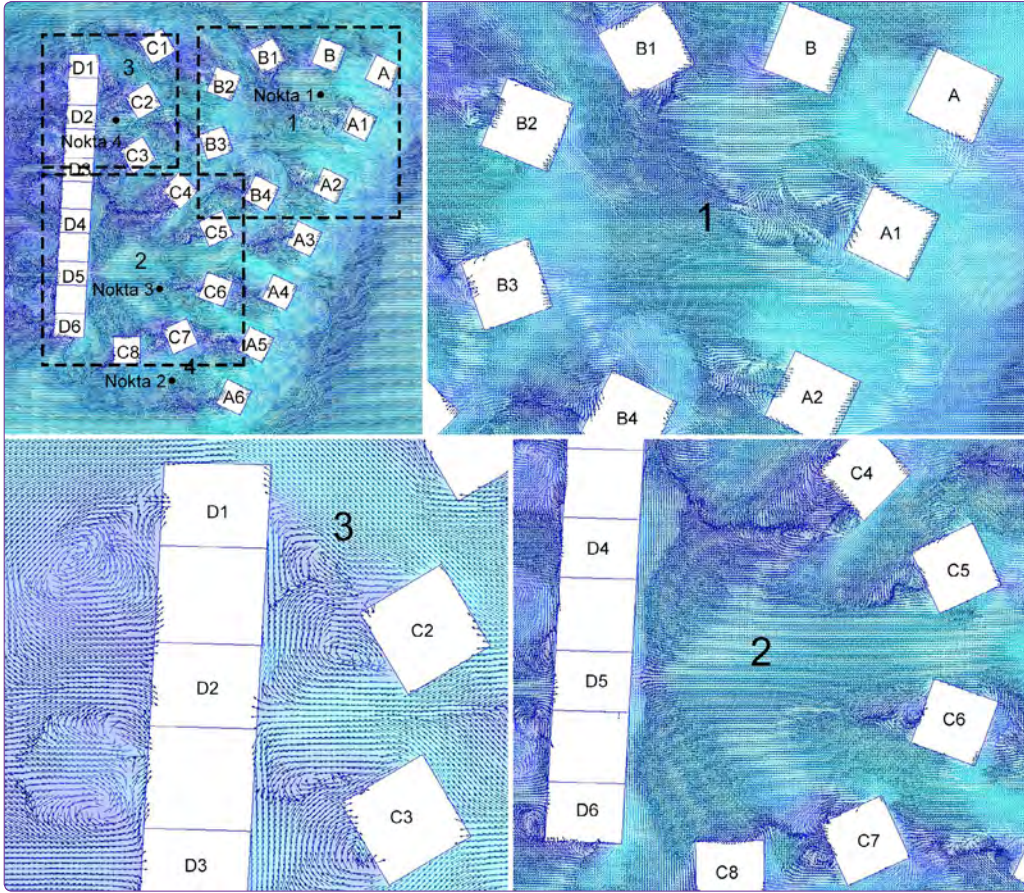
Şekil 19. Çalışma alanı-4, yerleşim planı.

bulunduğu 3 numaralı ortak alan (Nokta 3) ve basketbol sahasının bulunduğu 4 numaralı ortak alanda (Nokta 4) rüzgar hızı analizleri yapılmıştır ve grafiklerden rüzgar hızının kullanıcı konforu açısından uygun olan aralıklarda olduğu gözlemlenmiştir.

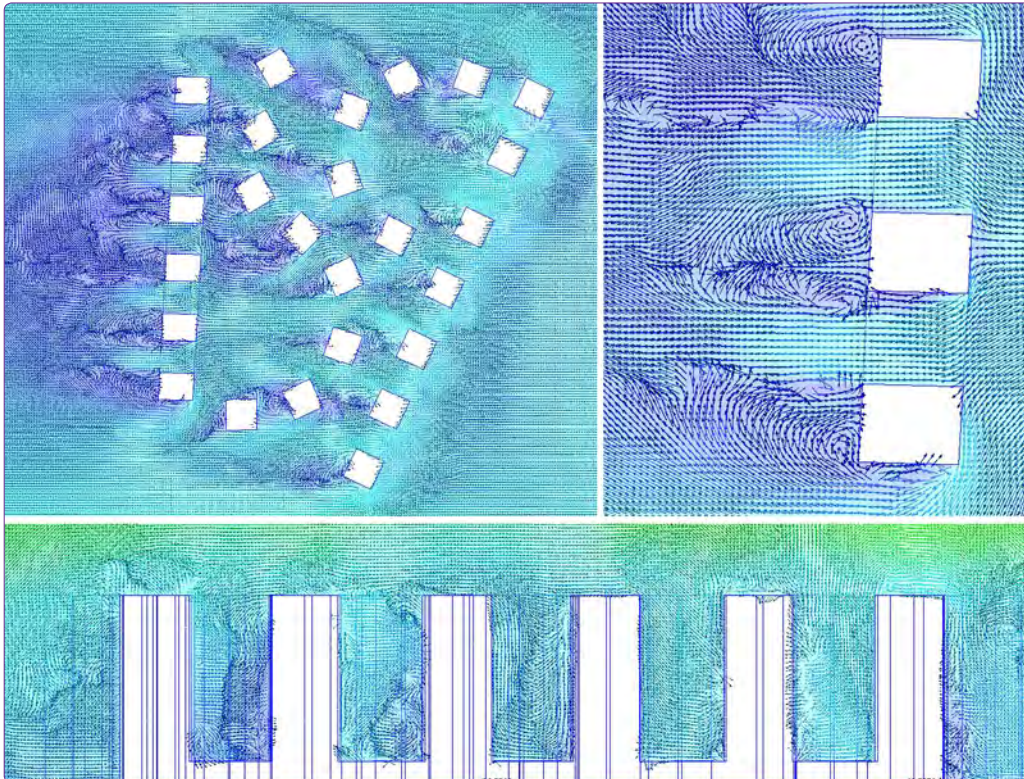
Yapılan rüzgar analizlerinden sonra, eğrisel yerleşim planı tasarımı sonucunda rüzgar akımlarının düzensizleşerek parselin büyük bir kısmında girdap ve türbülans akımlarını oluşturduğu gözlemlenmiştir. D blok baza katlarının üzerinde bulunan teraslarda ise rüzgar hareketlerinin bina arkalarında düzensizleştiği fakat hızlarının teras alanlarında kullanıcı konforu açısından uygun aralıklarda olduğu tespit edilmiştir (Şekil 21).

Çalışmada son olarak baza üzerinde tasarlanmış farklı kat adetlerine sahip 27 bloktan oluşan bir toplu konut projesi incelenmiştir. Projede bloklar yüksek katlı tasarlanmış ve birbirine yaklaşık 20 m aralıklarla yerleştirilmiştir. Yerleşim planında ortak alanlar blok aralarına, 2 ve 3 numaralı alanlara, 1 ve 4 numaralı alanlara yerleştirilmiştir (Şekil 22).

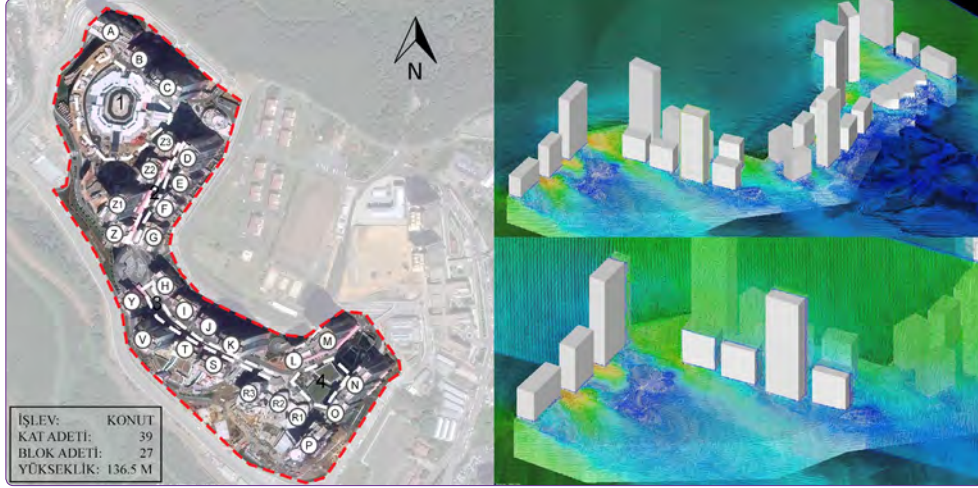
Kütle oluşturulduktan sonra, model Autodesk CFD programına aktarılmış ve analizler tamamlanmıştır. Analizler sonrasında parsel genelinde rüzgar hızının ortalama 5 m/s lere olduğu tespit edilmiştir. Bu hız bina aralarında 9 m/s lere kadar yükselmektedir. Sosyal tesislerin yoğun olarak



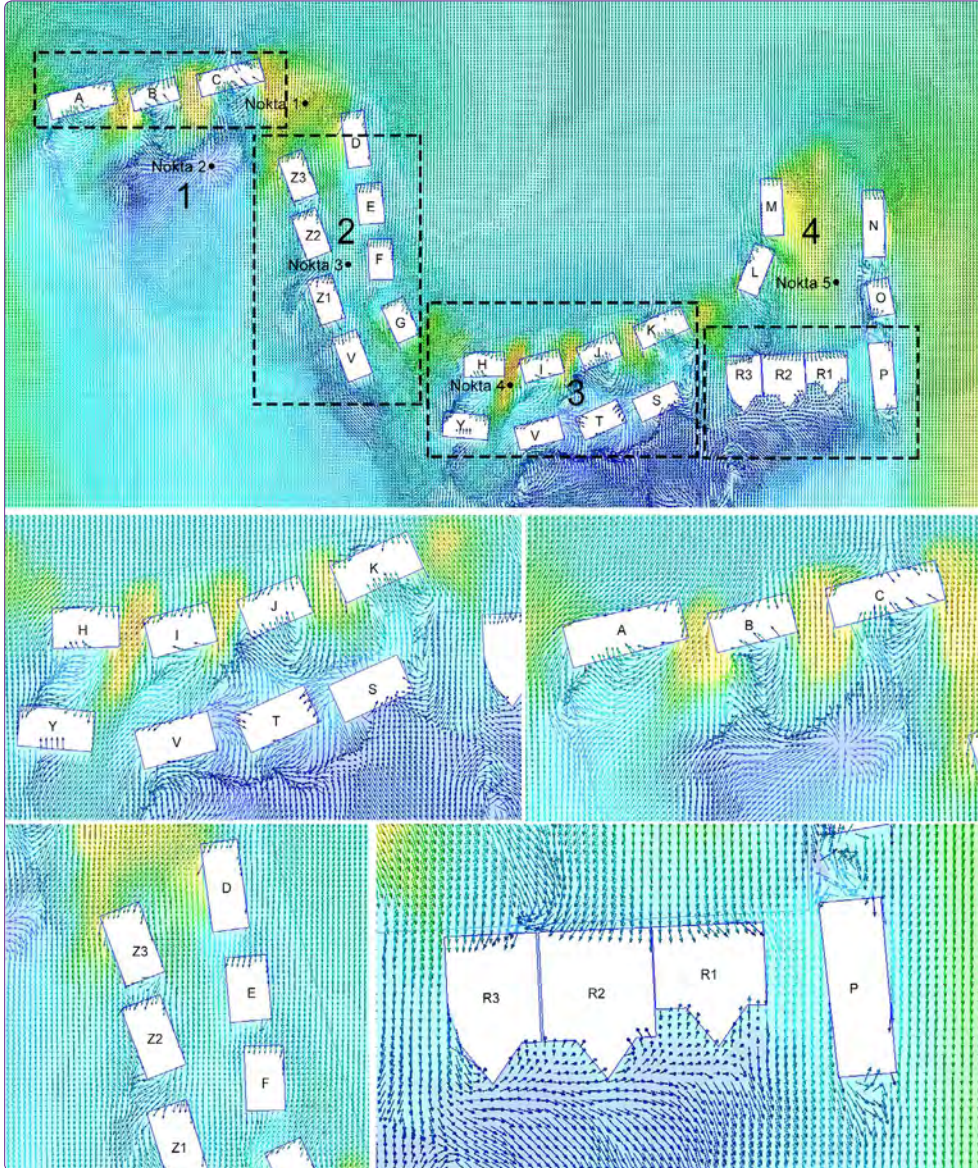
Şekil 20. Çalışma alanı-4, rüzgar analizleri.



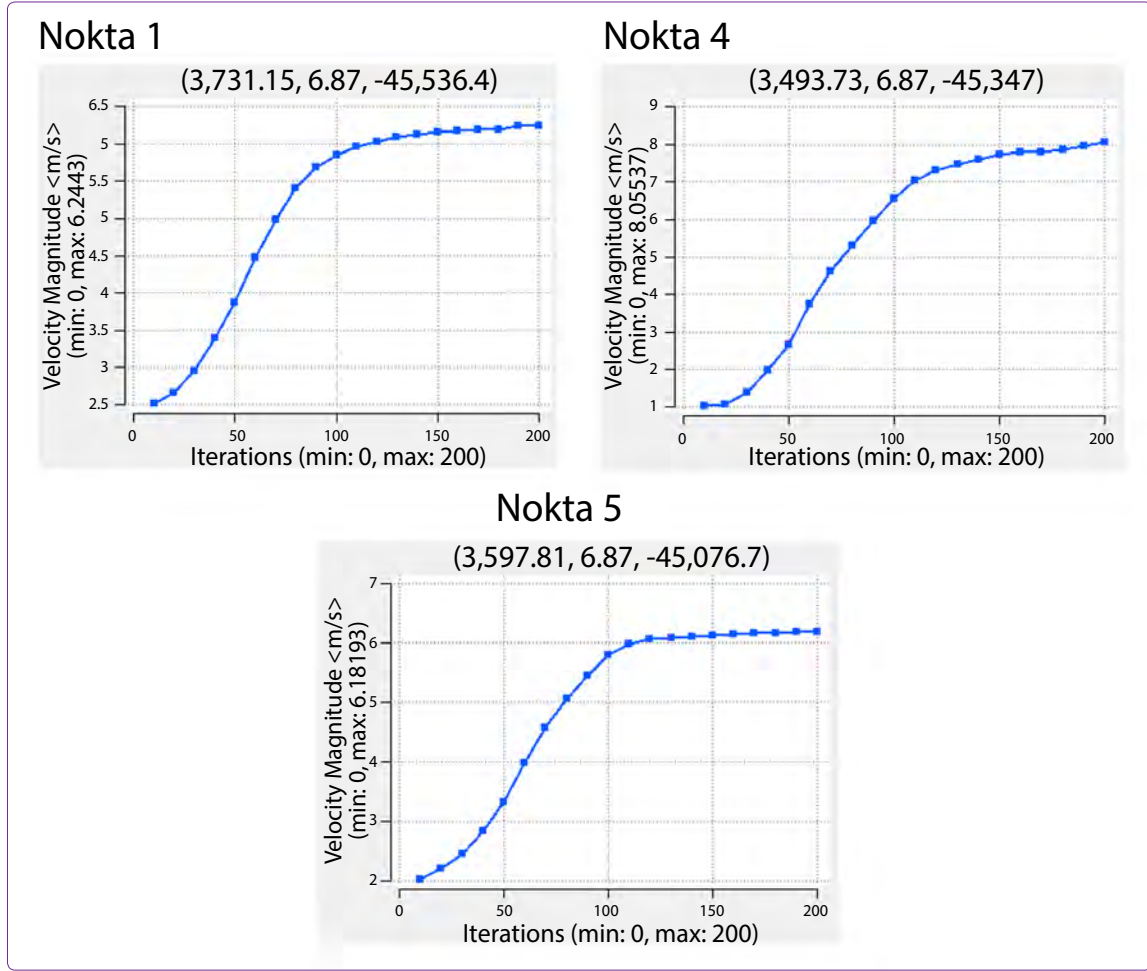
Şekil 21. Çalışma alanı-4, teras üzerindeki rüzgar hızı grafikleri.



Şekil 22. Çalışma alanı-5, yerleşim planı.



Şekil 23. Çalışma alanı-5, rüzgar analizleri.



Şekil 24. Çalışma alanı-5, rüzgar hızı grafikleri.

konumlandırıldığı 1 numaralı ortak alanda rüzgar hareketleri düzensizleşerek akımlar birbiriyle çarpışmakta ve yön değiştirerek girdap noktası oluşturmaktadır. Bu durum kullanıcı konforunu ciddi olarak etkileyecektir. 2 numaralı ortak alanda rüzgar hareketlerinin düzenli olduğu gözlemlenmiştir. 3 numaralı ortak alanda ise rüzgar akımları düzensizleşerek girdap ve türbülans akımları oluşturmaktadır. 4 numaralı ortak alanda ise rüzgar akımları düzenli olmasına rağmen rüzgar hızı bu noktada artmaktadır (Şekil 23).

Yerleşim planında neredeyse tüm bloklar arasında rüzgar hızı artmaktadır. Bu nedenle kritik nokta olarak sadece H-I blokları arası (Nokta 4) belirlenmiştir. Bununla birlikte rüzgar hızının arttığı C-D blokları arasında (Nokta 1), 1 numaralı ortak alanda (Nokta 2), 2 numaralı ortak alanda (Nokta 3) ve 4 numaralı ortak alanlarda rüzgar hızı grafikleri oluşturulmuştur. Yapılan analizler sonucunda C-D blokları arasında rüzgar hızının 6.2 m/s lere ulaştığı gözlemlenmiştir. H-I blokları arasında ise rüzgar hızı 8.0 m/s lere, 4 numaralı ortak alanlarda ise 6 m/s lere ulaşmaktadır. Kullanıcı konforu açısından değerlendirildiğinde, üç alanda da belirlenen bu rüzgar hızları insan bedenini rahatsız eden

hız aralığında bulunmaktadır. Ortak alanların yoğun olarak konumlandırıldığı 1 numaralı ortak alanda (Nokta 2) rüzgar hızı 1.6 m/s lere olmasına rağmen bu alanda oluşan girdap noktası nedeniyle rüzgar ortamının kullanıcı açısından uygunsuz olduğu gözlemlenmektedir. Blokların arasında bulunan iki numaralı ortak alanda ise rüzgar hızı 3.9 m/s lere yükselmektedir. Bu alanda rüzgar akımları da düzenli olduğu için kullanıcı konforu açısından uygun olduğu söylenebilir (Şekil 24).

Projede yapılan analizler sonucunda, yerleşim planında hemen hemen tüm ortak alanlarda rüzgar hızı ve rüzgar hareketi açısından problemler alanlar olduğu ve bu alanların kullanıcı konforu açısından uygun olmadığı gözlemlenmiştir. Blokların birbirlerine yakın konumlandırılmaları ve yüksek katlı tasarımları projede oluşan rüzgar ortamını olumsuz etkilemiş ve yaya kullanımına uygun olmayan konforsuz alanların oluşmasına sebep olmuştur.

Sonuçlar

Günümüzde İstanbul'da gün geçtikçe yapılan toplu konut projelerinin sayısı artmakta ve kullanıcılar ortak alan kullanımı, güvenlik vb. nedenlerle toplu konut projeleri-

ni tercih etmektedir. Fakat toplu konutlarda ortak alanlar düzensiz rüzgar hareketleri ve hızları nedeniyle konforlu olarak kullanılamamaktadır. Bu nedenle tasarımın ilk aşamasında yerleşim planı oluşturulurken, ortak alanlar belirlenirken ve kütle formlarına karar verilirken rüzgar analizlerinin yapılmış olması birçok açıdan tasarıma ve çevre koşullarına fayda sağlayacaktır.

Çalışmada rüzgar analizlerinin tasarımın son aşamasında yapılmasının sonucunda ortaya çıkan problemleri önlemek adına bir öneri getirilmiş ve tasarımın ilk aşamasında bu analizlerden nasıl yararlanılabileceği incelenen toplu konut projeleri üzerinden gösterilmeye çalışılmıştır. Çalışma sürecinde rüzgar akımlarının genel hareketleri açıklanmış ve yapılacak rüzgar analizleri için gerekli olan verilerin nasıl elde edildiği ve bulguların nasıl yorumlanarak kullanılabileceği açıklanmıştır. Tasarım sürecinde kullanılacak bu yaklaşımla, mimarların rüzgar analizlerini yapabileceği ve yerleşim planı alternatiflerini değerlendirerek kararlarını objektif olarak alabilecekleri düşünülmektedir.

Analizler İstanbul'da yapım aşaması tamamlanmış veya yapım aşaması devam eden toplu konut projeleri üzerinden gerçekleştirilmiştir. Yapılan analizlerde kullanıcı konforu açısından, rüzgar hızları ve rüzgar hareketleri tespit edilerek yorumlanmıştır. Her bir toplu konut projesi için analizler yaklaşık 30 dakika sürmektedir. Yapılan bu analizler sonucunda, yüksek katlı ve yoğun yerleşime sahip projelerde ortak alanlarda rüzgar akımlarının düzensizleştiği ve rüzgar hızlarının yüksek miktarda arttığı gözlemlenmiştir. Oluşan rüzgar ortamına müdahale etmek yapım aşaması tamamlandığı için mümkün olmamaktadır. Fakat çalışmada gerçekleştirilen yöntemin projenin tasarım aşamasında gerçekleştirilmiş olduğu varsayıldığında, mimar oluşan rüzgar ortamlarını önceden gözlemleyebilecek ve sonuçlar doğrultusunda tasarımını şekillendirebilecektir.

Rüzgar analizlerinin yapılabilmesi için kütle genel kararları ve yerleşim planı yeterli olmaktadır. Bu nedenle projede bulunan kapı pencere boşlukları, 1 m den az olan bina çıkmaları vb. projenin ilerleyen aşamalarında alınacak tasarım kararları, rüzgar hareketlerini etkilemediğinden analizlerin tasarımın kütle ve yerleşim planı aşamasında olduğu zaman yapılması ile proje detaylandırıldıktan sonra yapılması arasında farklılık yoktur. Analizlerin tasarımın ilk aşamasında yapılması, tasarıma yapılacak müdahalelerin kısıtlamalar olmadan yapılmasını sağlayacak ve tasarımcı yerleşim planını ve kütle formlarını rüzgar ortamını da göze alarak yeniden değerlendirebilecektir. Bu durumda analizlerin tasarımın son aşamasında yapıldığı zaman, projenin ilerlemiş olması nedeniyle ekleme çıkarmalar yapılarak rüzgar ortamının iyileştirilmeye çalışması ve bunun da yeterli olmaması durumu ortadan kalkacaktır. Bunun yanında analizlerin mimarlar tarafından yapılabilir olması, tasarım tamamlandıktan sonra mühendislerin devreye

girmesi ve analizleri yorumlaması sürecinde ortaya çıkan süre kaybını azaltacak, ve tasarımcı uzun zaman kaybetmeden tasarımın ilk aşamasında rüzgar etkisini görsel olarak izleyerek yerleşme seçeneklerini değerlendirebilecek ve sonuçlara göre tasarımlarını optimize edebilecektir. Bunun sonucunda yapılan yoğun ve yüksek katlı projelerde tasarım konsepti olarak ön plana çıkan ortak alan kullanımları, kullanıcı konforu açısından uygun hale gelecek ve rüzgarın etkisi iyileştirilecektir.

Yapılan analizler kullanıcı konforunu yükseltmenin yanında, bina çevresinde oluşan düzensiz rüzgar hareketlerini azaltacak ve bina havalandırması için kullanılan mekanik ekipman sayısını minimum seviyeye indirecek, dolayısıyla enerji tüketimini de azaltacaktır. Teknolojinin gelişmesiyle rüzgar analizi simülasyon programlarının anlaşılabilirliği, diğer yazılımlarla entegrasyonunun kolaylaşması ve analiz sürelerinin azalması tasarım sürecine rüzgar analizlerinin yapılması aşamasının da eklenmesini mümkün kılmaktadır. Çalışma kapsamında, hesaplamalı akışkanlar dinamiği yönteminin rüzgar analizlerini gerçekleştirmek için kullanılmasına rağmen, hesaplamalı akışkanlar dinamiği programları; hava ve su kirliliği kontrollerinde, binalarda yangın simülasyonlarında, bina enerji tüketimi hesaplarında vb. alanlarda da rahatlıkla kullanılabilir. Bu çalışmanın, bundan sonra yapılacak olan toplu konut projelerine örnek oluşturması ve rüzgar analizlerinin tasarım sürecine dahil edilerek mimarlar tarafından da aktif olarak kullanılmasının sağlanması hedeflenmiştir.

Kaynaklar

- Chung, D.H.J., Malone-Lee, L.C. (2010) "Computational Fluid Dynamics for Urban Design", 15th International Conference on Computer-Aided Architectural Design, s. 357-366.
- Fadl, M., Karadelis, J. (2013) CFD Simulation for Wind Comfort and Safety in Urban Area: A Case Study of Coventry University Central Campus, Coventry, UK, Mansoura, Egypt.
- Elshaer, A., Bitsuamlak, G., Damatty, A.E. (2015). Aerodynamic shape optimization for corners of tall buildings using CFD, 14th International Conference on Wind Engineering (ICWE).
- Guo, W., Xiao, L., Yuan, X. (2015a) "A Case Study on Optimization of Building Design Based on CFD Simulation Technology of Wind Environment", 9th International Symposium on Heating, Ventilation and Air Conditioning (ISHVAC) and the 3rd International Conference on Building Energy and Environment (COBEE), s.225-231, Guangzhou, China.
- Guo, W., Xiao, L., Yuan, X. (2015b) "Study on Natural Ventilation Design Optimization Based on CFD Simulation for Green Buildings", 9th International Symposium on Heating, Ventilation and Air Conditioning (ISHVAC) and the 3rd International Conference on Building Energy and Environment (COBEE), s.573-580, Guangzhou, China.
- Kaplanlıran, Ö., Ünal, F. (2009) "Mini İnsansız Hava Aracı Etrafındaki Akışın Sayısal Olarak İncelenmesi", Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi, Cilt 3, Sayı 4, s. 1-12.
- Moin, P., Kim, J. (1997) "Tackling Turbulence with Supercomputers", Scientific American, s. 62-68.

- Şabanoğlu, Ö., (2018) “ Toplu Konut Yerleşimlerindeki Açık Alanlarda Rüzgarın Kullanıcı Konforuna Etkisinin Analizi ve Değerlendirilmesi”, Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Varkute, N.S., Maurya, R.S. (2013) “CFD Simulation in Township Planning – A Case Study”, International Journal Of Computational Engineering Research, 3(3), s. 65-72.
- Zhai, Z. (2006) “Application of Computational Fluid Dynamics in Building Design: Aspects and Trends”, Indoor Built Environment, 15 (4), s. 307.
- Zhao, S., Su, X.S., Chen, C.,Chen, L. (2016) “An Application Study on the Simulative Optimization of the Ventilation of the Existing Buildings Based on CFD”, Revista de la Facultad de

- Ingeniería U.C.V., s. 103-112, Changchun, China.
- Zorer Gedik, G., Yüğrük Akdağ, N., Kiraz, F., Şener, B., Çağan, R., (2017) “ Evaluation of Mass Housing Settlements in Terms of Wind and Noise Control: İstanbul and Diyarbakır as a Case”, Journal of Environmental Engineering and Landscape Management, Volume 25, s. 389-401, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

İnternet Kaynakları

- <https://www.mgm.gov.tr/> [Erişim tarihi 12 Şubat 2018].
- <https://www.weatheronline.co.uk/Turkey/Istanbul.htm> [Erişim tarihi 30 Mart 2018].