



ISSN:1306-3111

e-Journal of New World Sciences Academy
2012, Volume: 7, Number: 1, Article Number: 1A0281

S.Ümit Dikmen

Murat Aksel Sadık Yiğit

Murat Sönmez Bahar Şener

Istanbul Kultur University

u.dikmen@iku.edu.tr

s.yigit@iku.edu.tr

m.aksel@iku.edu.tr

murat.sonmez@hadeka.com.tr

senerbahar@hotmail.com

Istanbul-Turkey

NWSA-ENGINEERING SCIENCES

Received: 2010

Accepted: January 2012

Series : 1A

ISSN : 1308-7231

© 2010 www.newwsa.com

YÜKSEK YAPI ÇALIŞMALARINDA BİR VERİMLİLİK FAKTÖRÜ: RÜZGAR

ÖZET

Rüzgarın, insanların konforu yönünden dikkate alındığında, bilhassa yaya konforu açısından, ciddi etkileri olduğu bilinen bir gerçektir. Bu konuda uzun yıllara dayanan çok değerli araştırmalar gerçekleştirilmiş ve yayınlar yapılmıştır. Benzer bağlamda rüzgarın şantiye çalışmalarında da, hem vinç gibi ekipmanlar olsun, hem de işçilerin verimliliği üzerinde olumsuz etkileri vardır. Diğer yandan günümüzde bilhassa İstanbul'da arsa sıkıntısı gibi nedenlerle yüksek katlı bina inşaatları ivme kazanmıştır. Bu çalışmanın amacı yüksek katlı yapılarda ve İstanbul'un iklim şartlarında rüzgarın inşaat çalışmalarına olan etkilerinin analitik olarak incelenmesidir.

Anahtar Kelimeler: Rüzgar, Verimlilik, Kaba Yapı İşleri, Yüksek Katlı Yapılar, Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği

A PRODUCTIVITY FACTOR IN HIGH RISE CONSTRUCTION: WIND

ABSTRACT

When the human comfort is considered, especially the pedestrian comfort, it is a well-known fact that wind has serious effects. In the past, valuable research has been conducted and numerous publications have been made on the subject. In similar respect, wind has negative effects both on the operation of equipment like cranes and on the productivity of labor at construction sites. On the other hand, in Istanbul especially due to the shortage of available land the construction of high rise buildings have accelerated. The objective of this study is the analytical investigation of the effects of wind on the construction at high rise building sites and under the climatic conditions of Istanbul.

Keywords: Wind, Productivity, Structural Works, High Rise Buildings, Computational Fluid Dynamics

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

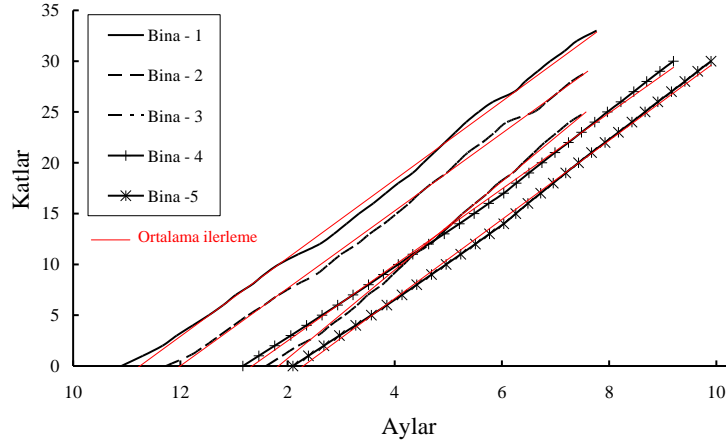
Artan nüfus ve kentleşme oranları şehirleri sürekli olarak büyümeye zorlamaktadır. Kentlerin büyümesi yatay boyutta olduğu gibi coğrafi kısıtlar, gayrimenkul piyasasının dinamikleri gibi çeşitli nedenlerle dikey boyutta da gerçekleşmektedir. Bu bağlamda gelişen teknolojiyle birlikte her geçen gün daha yüksek binaların inşa edildiği görülmektedir.

İstanbul bu duruma en güzel örneklerden birini teşkil etmektedir. Şehrin bir yanda sürekli göç alması nedeniyle büyüyen nüfusu, diğer yanda ise şehrin ormanlar ve denizler dolayısıyla var olan fiziki kısıtlar gayrimenkul fiyatlarının bilhassa da arsa fiyatlarının artmasına yol açmaktadır. Sonuç olarak; İstanbul'da şehrin çeşitli yerlerinde çok sayıda yüksek katlı yapı inşa edilmiş veya edilmektedir. Bu yapılar bazen Maslak, Ayazağa, 4. Levent, Esentepe gibi semtlerde olduğu gibi bir noktada çok sayıda kümelenmiş olabildiği gibi Avcılar, Beylikdüzü, Kartal, Acıbadem gibi semtlerde tekil olarak da bulunabilmektedir.

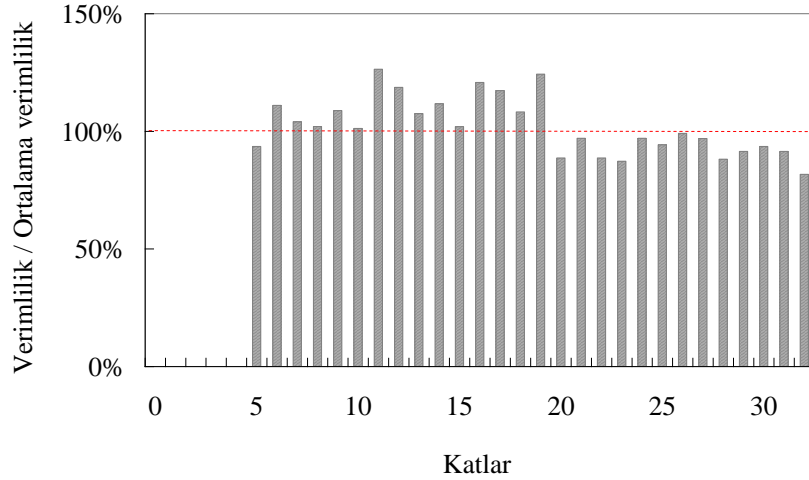
Diğer yandan, sektör gözetmeksizin bir projenin başarılı olması, projenin belirlenen kapsamda, hesaplanan bütçeyi aşmadan, planlanan zaman içerisinde ve istenen kalitede tamamlanmasına bağlıdır. Ancak, diğer birçok projeden farklı olarak inşaat sektöründe projelerin büyük çoğunluğu açık alanlarda yürütülmektedir. Şantiyeler farklı hava koşullarına açıktır ve de saha işleri bu koşullardan işin niteliğine bağlı olarak az veya çok etkilenebilmektedir. Bu bağlamda, inşaat projelerini etkileyen olumsuz hava koşulları; yoğun yağış, yoğun kar, aşırı sıcak/soğuk ve yüksek rüzgar hızları olarak sıralanabilir (Khan, 2005). İnşaat projeleri bilhassa beklenmedik veya hazırlık aşamalarında dikkate alınmamış olumsuz hava koşulları nedeniyle hem öngörülenden uzun sürebilmekte, hem de iş sağlığı ve güvenliği olumsuz yönde etkilenebilmektedir.

Şekil 1'de İstanbul'da son birkaç yılda inşa edilmiş olan 5 adet yüksek katlı betonarme yapının zemin kotu üzerindeki kaba inşaat ilerlemeleri gösterilmiştir. Yapıların yükseklikleri 25 ila 33 kat arasında değişmektedir. Bu yapılardan 3'ü İstanbul'un batı yakasında 2'si ise doğu yakasındadır. Şekilden de görüleceği üzere inşaatlar yılın farklı aylarında başlamış ve bitirilmiştir. İncelenen bu inşaatlarda bina bazında ortalama ilerleme hızı 7.2 ila 8.1 gün/kat arasında değişkenlik göstermektedir. Şekil dikkatli incelendiğinde bu aylarda imalatın diğer aylara nazaran kısmen de olsa yavaş ilerlediği görülmektedir. Bu yavaşlık rüzgar etkisi ile olabileceği gibi soğuk ve rutubet gibi mevsimler şartları nedeniyle olabilmektedir.

İnşaatları kış aylarında başlamış ve de inşaatın ciddi bir kısmı kış şartlarının hakim olduğu aylara (Kasım - Nisan) rastlayan 1 ve 2 no'lu binalar en düşük ilerleme hızına sahip yapılardır. Şekil 2'de 1 No'lu yapının 5 ve üzeri katlarında kaba inşaat işçilik verimliliğinin ortalama kaba inşaat işçiliği verimliliğe oranları gösterilmiştir. Şekilden de görüleceği üzere İstanbul'da kış şartlarının yaşandığı Ocak - Nisan arasında denk gelen 5'inci kattan 20'inci kata kadar olan kaba inşaat imalatında işçilik verimliliği hava şartlarının daha iyi olduğu üst katlardaki verimliliğe nazaran daha düşüktür. Bu dönemde işçilik oranları %25'e varan oranlarda ortalamadan yüksek, diğer dönemlerde ise %12'ye varan oranlarda ortalamadan düşüktür.



Şekil 1. İstanbul'da inşa edilmiş 5 adet betonarme yapının kaba yapı inşaatı ilerlemeleri
(Figure 1. Progress of structural works of 5 buildings constructed in Istanbul)



Şekil 2. 1 no'lu binanın katlar bazında kaba inşaat verimliliği oranları
(Figure 2. Productivity rates in structural works of building no. 1)

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Yukarıda sunulan örneklerden de açıkça görüleceği gibi hava şartlarının kaba inşaat işçiliği verimliliği üzerinde önemli etkisi olabilmektedir. Bu çalışmanın amacı, İstanbul'un rüzgar şartlarında, yüksek katlı yapı inşaatlarında, rüzgarın inşaat çalışmalarına olan etkilerinin analitik olarak incelenmesidir. Bu çalışmada ilgi konuda devam etmekte olan geniş çaplı bir çalışmanın ön sonuçları sunulacaktır.

3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR (EARLIER STUDIES)

İnsan konforu; basit bir şekilde, insanların performansını etkileyen koşullar olarak tanımlanabilir. Dış mekanlarda insan konforu sıcaklık, nem, yağış, rüzgar ve gürültü seviyesi gibi koşullara bağlıdır. Tüm bu faktörler elbette açık havada çalışan kişilerin verimliliklerini etkilemektedir.

Aşırı sıcak hava ve soğuk hava çalışanları hem fiziksel, hem de psikolojik olarak etkilemektedir. Bu bağlamda çalışanlar, psikolojik

olarak, rahat olmayan çalışma ortamlarına maruz kalmak istemezler. Fizyolojik olarak ise, bilhassa aşırı soğuğa maruz kalan kişilerde çeşitli fiziki zedelenmelere veya rahatsızlıklara uğrama riski vardır (Koehn and Brown, 1985). A.B.D'deki işçi tazminatları verilerine göre soğuktan yaralanmaların %75'inin nedeni parmak, el, ayak parmağı, ayak, kulak ve burun gibi uzuvlarda donmadır (Koehn and Brown, 1985).

Olumsuz hava koşulları arasında olan yüksek hızlı rüzgarlar, bir yandan vinçlerin çalışmalarını engelleyebilmekte, diğer yandan ise açık alanlarda çalışan işçilerin hem verimlilikleri hem de güvenliklerini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Bu bağlamda bilhassa kaba yapı inşaatları özellikle de kalıp işleri bu durumdan olumsuz etkilenebilmektedir.

Tablo 1. Beaufort skalası
(Table 1. Beaufort scale)

Beaufort Şiddeti	Saatlik Ortalama Rüzgar Hızı (m/s)	Saatlik Ortalama Rüzgar Hızı (km/sa)	Rüzgarın Tanımı	Rüzgarın Etkisi
0	< 0.3	<1.0	Durgun	Duman dik olarak yükselir
1	0.3 - 1.5	1.1 - 5.5	Esinti	Dumanın sürüklenme yönü rüzgarın yönünü belirtir.
2	1.6 - 3.4	5.6 -11	Hafif Meltem	Yüz hisseder, yapraklar hışırdar, rüzgar gülü döner
3	3.4 - 5.6	12 - 19	Zayıf Meltem	Yaprak ve dallar sürekli hareket eder, bayraklar hafif hafif dalgalanır.
4	5.5 - 7.9	20 - 28	Orta Meltem	Tozlar ve kağıtlar havalanır, ince dallar sallanır.
5	8.0 - 10.7	29 - 38	Sert Meltem	Yapraklı küçük dallar sallanır, suda dalgalar oluşur.
6	10.8 - 13.8	39 - 49	Kuvvetli Rüzgar	Büyük dallar sallanır, telefon telleri ıslık sesi çıkarır
7	13.9 - 17.1	50 - 61	Mutedil Fırtına	Tüm ağaçlar sallanır, rüzgara karşı yürürken direnç hissedilir
8	17.2 - 20.7	62 - 72	Fırtına	Ağaçların ince dalları kırılır. Rüzgara karşı yürümek imkansızlaşır.
9	20.8 - 24.4	75 - 88	Kuvvetli Fırtına	Bazı binalarda hasarlar olur. Baca kapakları sökülür, kiremitler uçar.
10	24.5 - 28.4	89 - 102	Büyük Fırtına	Ağaçları köklerinden söker, binalarda büyük hasar oluşur.
11	28.5 - 32.6	103 - 107	Bora	Yaptığı hasar çok geniştir. Karada pek rastlanmaz
12	> 32.7	> 118	Kasırga	Büyük tahribat yapar. Daha çok ekvator bölgelerinde rastlanır.

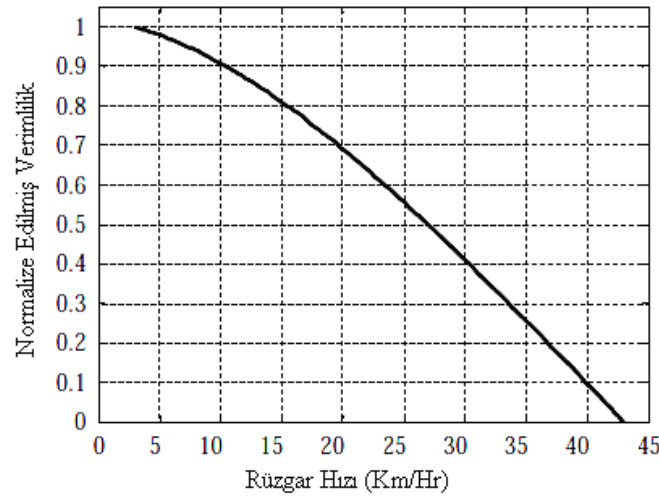
Bugünkü ileri teknoloji rüzgar ölçüm aletlerinin olmadığı 18. yüzyılın başlarında rüzgarın şiddetinin görsel gözlem yoluyla tespit edilebilmesi amacıyla Beaufort skalası sadeleştirilmiş bir yol gösterici skala olarak geliştirilmiştir. Skala esas itibariyle denizciler için geliştirilmiştir. Ancak rüzgarın karadaki insanlar üzerindeki etkilerine karar vermekte de kullanılabilir (NOAA, 2010).

Skala sakin hava koşullarından kasırgaya kadar 12 seviyeden oluşmaktadır (Tablo 1). Tablodan da görüleceği gibi, 7 ve üzerindeki Beaufort şiddeti seviyelerdeki rüzgar hızları dış mekanlardaki insanlar için çok tehlikeli olarak nitelendirilmektedir.

Diğer yandan, muhtelif araştırmacılar tarafından rüzgarlı hava şartlarında insan konforuna ilişkin çeşitli çalışmalar yürütülmüş ve yayınlanmıştır. Arazi ölçümleri ve/veya rüzgar tüneline yapılan deneyler ile yayaların rüzgara bağlı olan konfor kriterleri oluşturulmuştur (ASCE, 2003; NOAA, 2010).

Hava koşullarının inşaat işçilerinin performansı ve verimliliği üzerindeki etkileri ile ilgili de çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Jensen tarafından yapılan bir çalışmada verimliliğe yaptığı negatif etkilere ek olarak, rüzgar hızının aynı zamanda çalışanların sağlığına ve güvenliğine de etki ettiği ortaya konmuştur (Jensen, 1983). Aynı çalışmaya göre, düşük hava sıcaklığı ve yüksek hızlı rüzgarın kombinasyonu işçilerin yaralanmasına sebep olabilmektedir.

Moselhi ve Kahn 2000'li yılların başında Kanada'nın Montreal şehrindeki 2 büyük şantiyeden elde edilen verilere kullanarak hava şartlarının işçilik verimliliği üzerindeki etkisini incelemişlerdir (Moselhi ve Kahn, 2010). Bu çalışmanın sonuçlarından biri olan rüzgar hızı ve verimlilik arasındaki ilişkiyi gösteren grafik Şekil 3'te sunulmuştur. Bu sonuçlara göre 15.00 km/sa (4.20 m/s) üzerindeki rüzgar hızlarının verimliliği %20'nin üzerinde bir oranda düşürdüğü görülmektedir. Diğer bir tanımla bu rüzgar Beaufort skalasına göre 3 şiddetinde bir rüzgardır.



Şekil 3. Verimliliklik - Rüzgar hızı ilişkisi (Moselhi ve Kahn, 2010)
(Figure 3. Productivity - Wind velocity relationship
(Moselhi & Kahn 2010))

4. YÖNTEM (METHOD)

Rüzgar 3 boyutta ve zamana bağlı değişkenlik gösteren bir hava olayıdır. Bu bağlamda verilen bir noktada rüzgar hızları yakın çevrede olan yapılar nedeniyle de değişkenlik gösterebilmektedir (Dikmen vd., 2010). Bu değişkenlik çevredeki büyük yapıların etkisiyle olabileceği gibi aynı zamanda katlardaki kolon ve perde duvar yerleşimlerinden de etkilenebilmektedir. Bilhassa perde duvarlar rüzgarın yönüne bağlı olarak bir yandan perdeleyici bir etki gösterirken diğer yandan uç noktalarda rüzgarın hızlanmasına da yol açabilmektedir (Dikmen vd., 2011).

Çalışmada, yüksek binaların inşasında çalışma ortamını etkileyebilecek rüzgar hızlarının belirlenmesi hesaplamalı akışkanlar

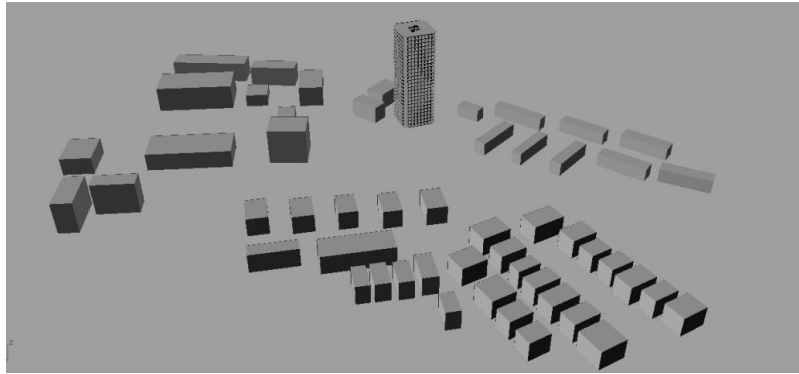
dinamiği (HAD) yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Hesaplamalar, ticari bir yazılım olan ANSYS'in 3 boyutlu hesaplamalı akışkanlar dinamiği analizleri yapabilen FLUENT yazılımı ile gerçekleştirilmiştir (ANSYS, 2006). Elde edilen değerler ayrıca İstanbul'da inşaatı tamamlanmış 5 adet yüksek bina şantiyesinden elde edilen veriler ışığında da değerlendirilecektir.

4.1. Analiz Modeli (Analysis Model)

Analizin her aşamasında gerekli 3 boyutlu modelin oluşturulmasında ve türbülans modelinin seçiminde bu tür çalışmalarda genel kabul gören "Best Practice Guideline for the CFD Simulation of Flows in the Urban Environment developed in the COST" başlıklı kitapçıkta önerilen kural ve yöntemler kullanılmıştır (Franke et al. 2007).

Analizler için 100.0 m yüksekliğinde ve planda 35.0*35.0 m ölçülerinde İstanbul'da mevcut olan bir bina ve çevresi seçilmiştir. Yapı betonarme taşıyıcı sistemine sahip olup, merkezinde asansör ve merdiven shaftlarının oluşturduğu bir çekirdek bulunmaktadır. Kolonlar yapının dış kenarlarına 4.00 m aralıklarla sıralanmıştır. Yapının ön kısmında takriben 25.00 m genişliğinde bir cadde bulunmaktadır. Analizi yapılan binanın çevresinde 12.00 - 30.00 m yüksekliğinde çeşitli yapılar mevcuttur. Mevcut olan bu şehir ortamının modellenmesi amacıyla 600*350*400 m boyutlarında bahsi geçen çevredeki tüm yapıları içeren bir model hacmi oluşturulmuştur (Şekil 4).

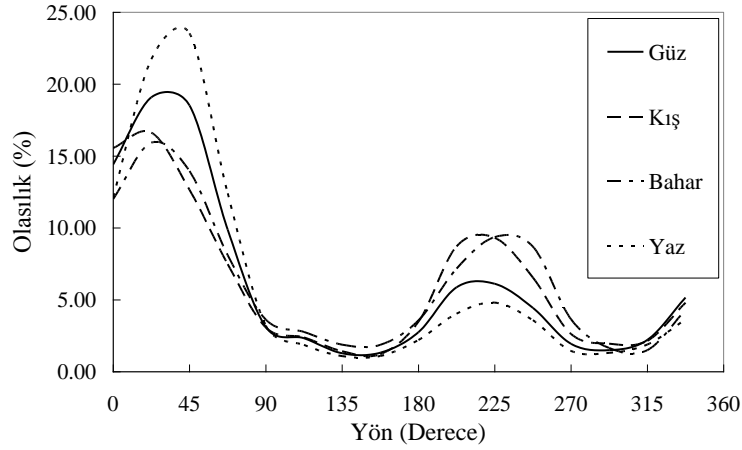
Rüzgarın etkileri bilhassa kaba inşaat döneminde etkin olabilmektedir. Bu nedenle bu çalışmada HAD analizleri yalnızca kaba inşaat aşaması için gerçekleştirilmiştir. Rüzgarın farklı yüksekliklerdeki etkisinin irdelenmesi amacıyla incelenen yapı 4 farklı yükseklik için ayrı ayrı modellenmiştir. Bu kat yükseklikleri sırasıyla 18.00; 36.00; 54.00 ve 72.00 m olarak seçilmiştir. Bu yükseklikler yapının 5, 10, 15 ve 20. katlarına karşı gelmektedir.



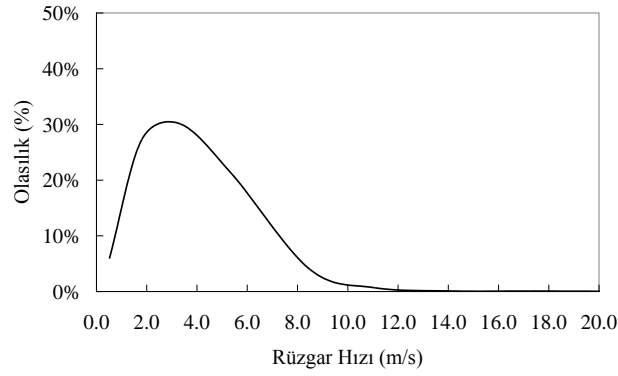
Şekil 4. Analiz modeli
(Figure 4. Analysis model)

4.2. Rüzgar Verileri (Wind Data)

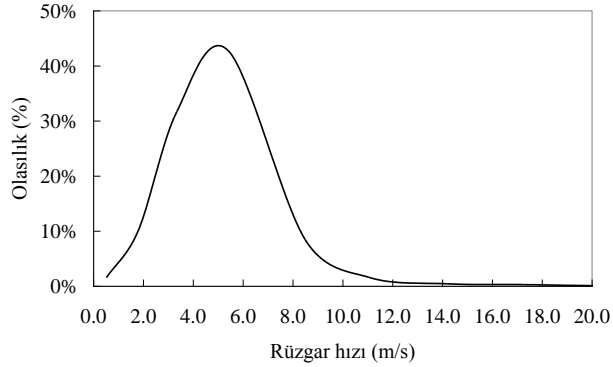
Çalışma için ihtiyaç duyulan 1974 - 2010 arasındaki İstanbul bölgesi rüzgar verileri Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir (DMİ, 2011). Bu verilerin analizi sonucu elde edilen mevsimler itibarıyla İstanbul'da rüzgarın yön olasılıkları Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. İstanbul'daki rüzgarın olasılıkları
(Figure 5. Wind probabilities in Istanbul)



a. Tüm yönler
(a. All directions)



b. KKD yönü
(b. NNE Direction)

Şekil 6. İstanbul için rüzgar hızı olasılıkları
(Figure 6. Wind velocity probabilities in Istanbul)

Şekilden de görüleceği üzere İstanbul'da hakim rüzgar yönleri tüm mevsimler için K, KD ve KKD yönleridir. Rüzgar ağırlıklı olarak %60 - %65 oranında bu yönlerden, kalan zamanlarda ise G, GB ve GGB yönlerinden esmektedir. Rüzgar hızı olasılıkları ise tüm yönler ve KKD yönü için ayrı olarak Şekil 6'da gösterilmiştir. Bu olasılık grafiklerine göre İstanbul'da tüm yönler için medyan rüzgar hızı 3.50 m/s, KKD yönü için ise 5.50 m/s'dir. Bu veriler Moselhi'nin çalışması

dikkate alındığında kalıp işçiliği verimliliğinin ortalama olarak %20 veya daha yüksek oranda düşük olacağına işaret etmektedir. Bu çalışmada KKD yönünden gelen rüzgarların etkileri sunulacaktır.

4.3. Rüzgar Profilinin Hesabı (Calculation of Wind Profile)

Yükseklik arttıkça rüzgar hızları eksponansiyel olarak artış gösterir. Bu nedenle yukarıda bahsi geçen 10.00 m yükseklikte elde edilmiş olan hızlardan yüksekliğe bağlı rüzgar hızı profilinin oluşturulması gerekir. Bu çalışma için gereken rüzgar profilinin hesabı için kuvvet yasası denklemi kullanılmıştır. Kuvvet kanunu denklemi dikey rüzgar profilinin tahmininde kullanılan basit bir yöntemdir. Bu yöntem 1916'da Hellman tarafından önerilmiştir (Spera ve Richards, 1979). Denklemin genel formu aşağıdaki gibidir;

$$V_2 = V_1 \left(\frac{z_2}{z_1} \right)^\alpha \quad (1)$$

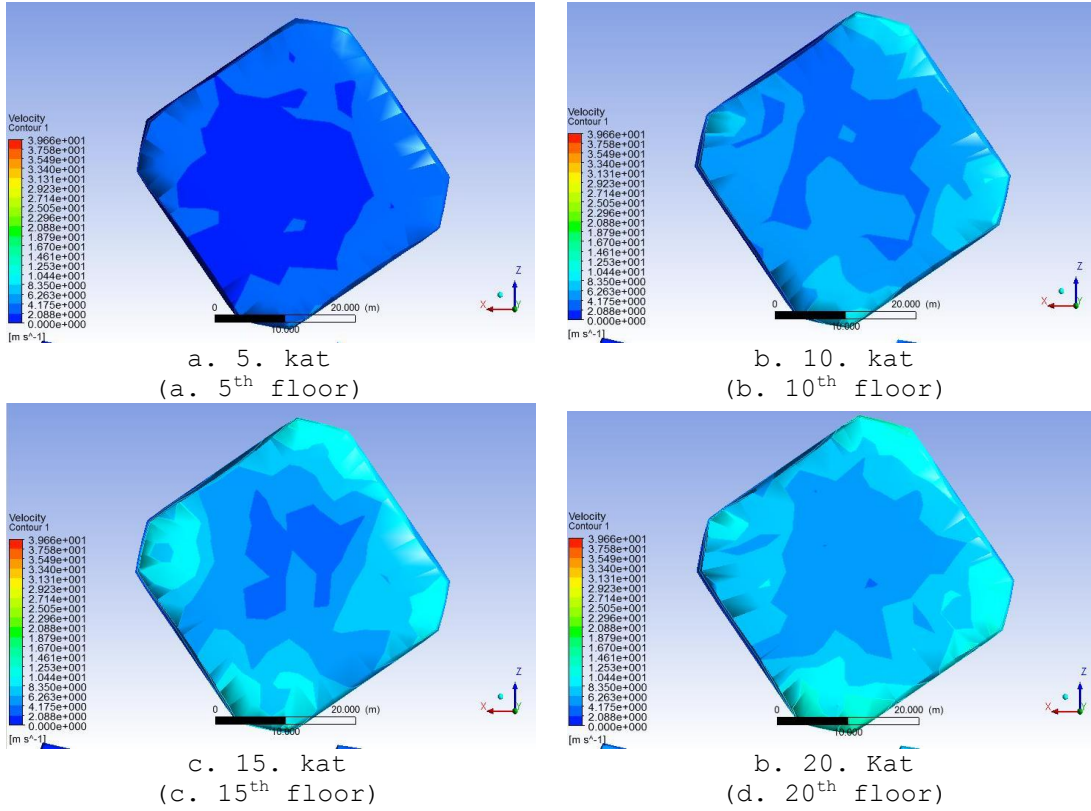
Denklemden, V_1 ve V_2 sırasıyla z_1 ve z_2 yüksekliklerinde olan rüzgar hızlarıdır. Rüzgar ölçüm istasyonları genellikle verilerin çevre şartlarından en az etkilenmesi amacıyla yapılaşmanın az olduğu düz arazilerde kurulmaktadır. Bu nedenle denklem 1'deki α katsayısı çevre topoğrafyasına bağlı bir katsayıdır. Değerinin ise deneyler sonucu bulunması önerilmektedir. Ancak, elde deney sonuçlarının olmaması durumunda Tablo 2'de verilen değerlerin kullanılması genel olarak kabul gören bir uygulamadır.

Tablo 2. α Katsayısı değerleri
(Table 2. Values of coefficient α)

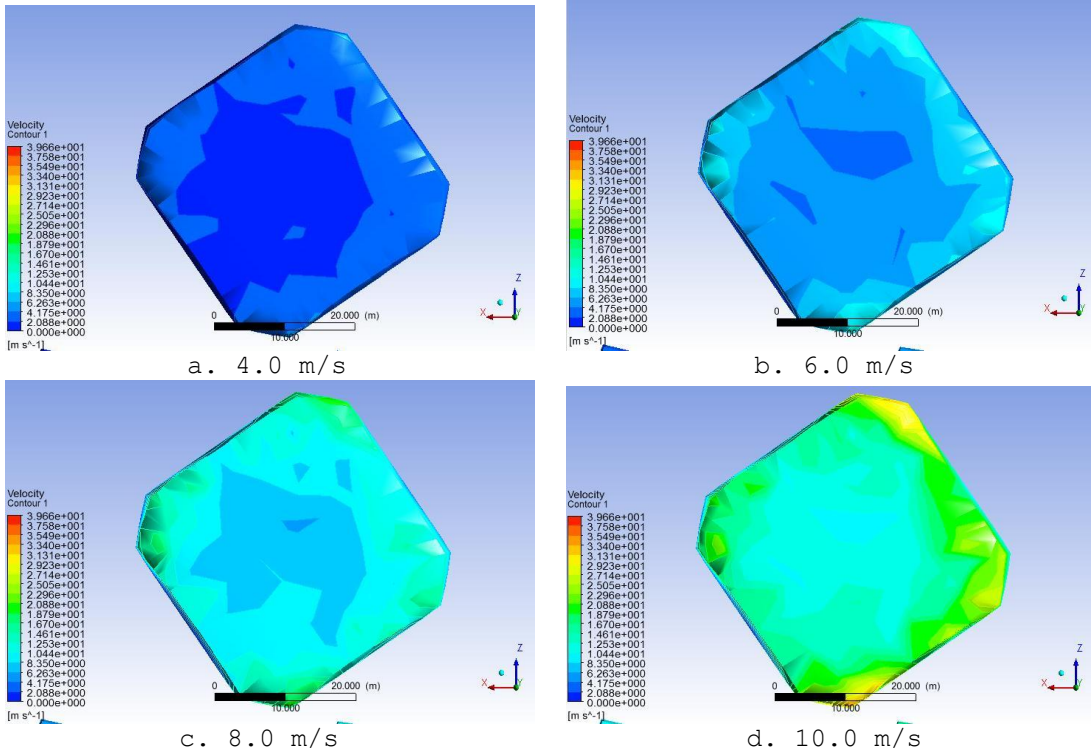
Arazi	A
Deniz, çamur tabakası, karla kaplı düz araziler vb.	0.10 - 0.13
Kırsal bölgeler, ekili tarlalar, çitler ve birkaç ağaç vb.	0.14 - 0.20
Yoğun ağaçlık arazi, konut alanı, banliyö	0.20 - 0.25
Şehir	0.25 - 0.30
Büyük şehir merkezi	0.30 - 0.50

4.4. HAD Analizi Sonuçları (CFD Analysis Results)

Yukarıda sunulduğu üzere 4 farklı bina yüksekliği (5, 10, 15, 20 katlı) için hazırlanan modellere üzerinde KKD yönünden 10.00 m yükseklikte 4.00; 6.00; 8.00 ve 10.00 m/s hızla esen rüzgar profilleri etkilmiştir. Yapılan analizlerde öncelikle bir üst katın kolon ve perdelerinin henüz olmadığı durum incelenmiştir. Yapılan HAD analizlerinin sonuçları, 4.00 m/s rüzgar hızı için Şekil 6'da farklı yükseklikler için sunulmuştur.



Şekil 6. 4.00 m/s Rüzgarda farklı yüksekliklerde oluşan rüzgar hızları
(Figure 6. Local wind velocities at different levels for 4.0 m/s wind)

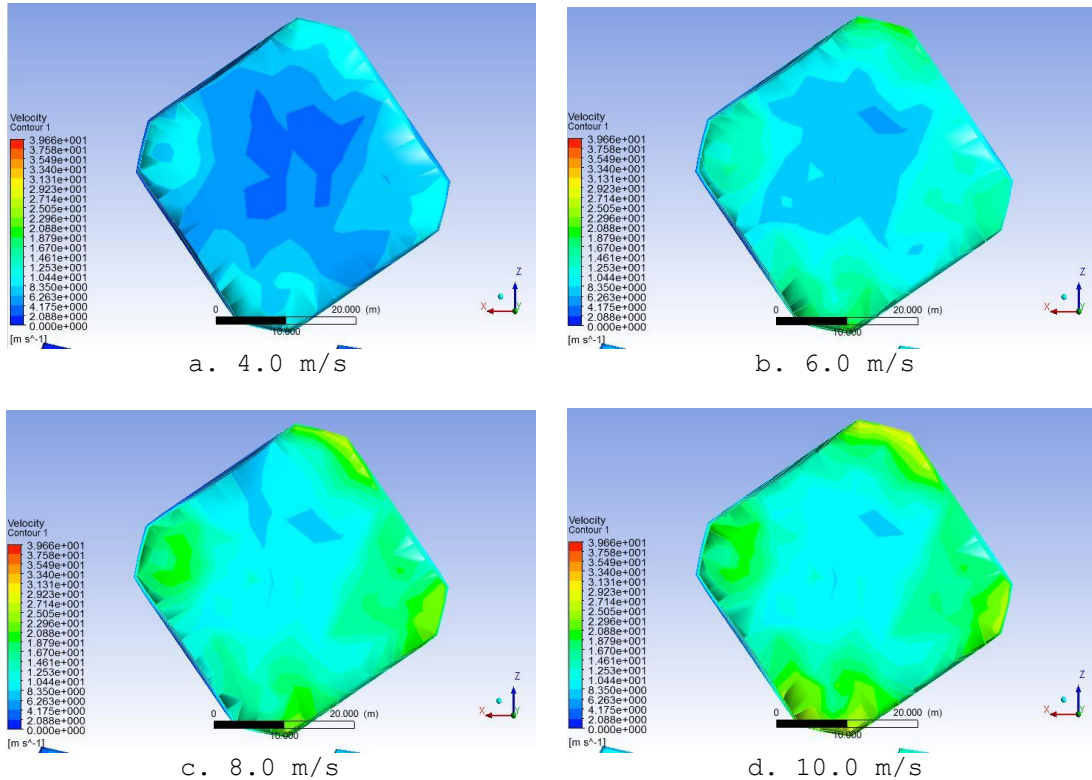


Şekil 7. Farklı rüzgar hızlarında 5. kattaki noktasal rüzgar hızları
(Figure 7. Local wind velocities at 5th floor for different wind velocities)

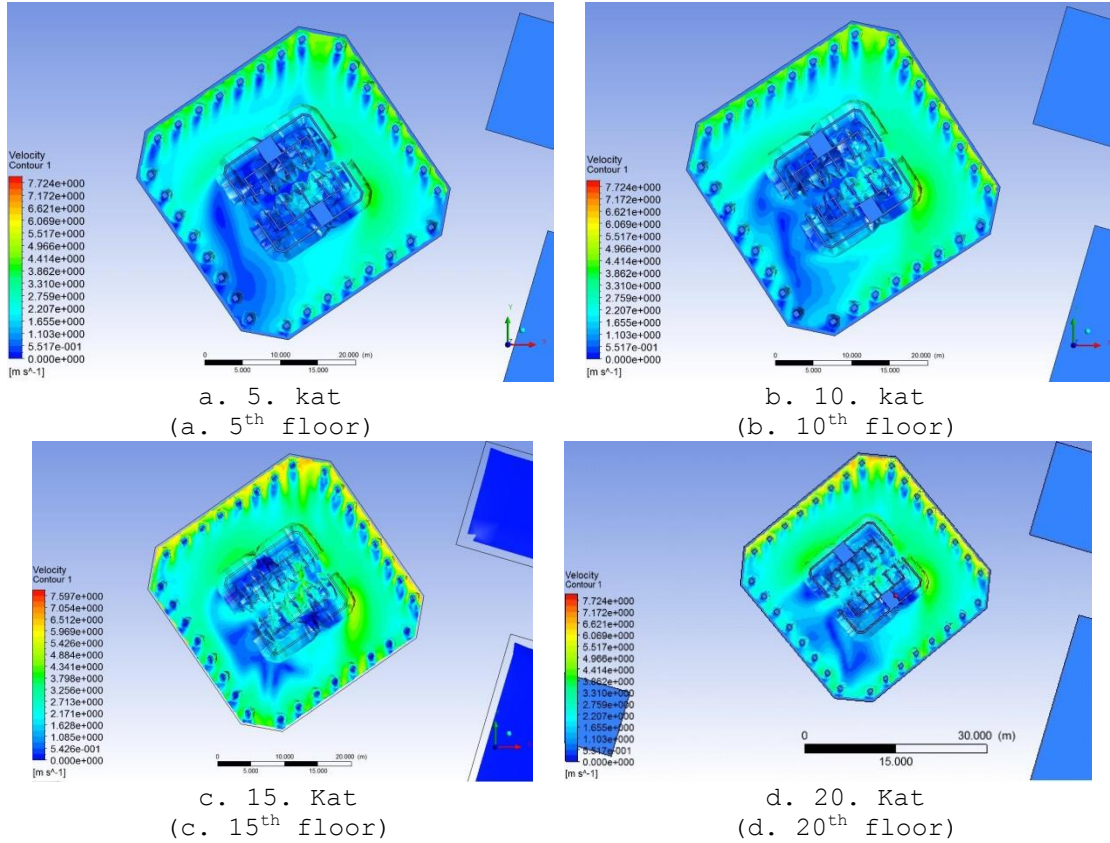
Şekil 7 ve 8'de 5. ve 20. kat seviyelerinde farklı rüzgar hızları sonucunda oluşan lokal rüzgar hızları gösterilmiştir. Şekillerde gösterilen rüzgar hızları döşeme kotunun 1.50 m üzerindedir. Bu yükseklik çalışanların takriben göğüs hizasına denk gelen bir yüksekliktir.

Şekil 7'den de görüldüğü üzere, yapılan analizlerin sonucunda 5 kat yükseklikte 4.00 m/s rüzgar hızında 0 - 5.00 m/s; 6.00 m/s'de 3.00 - 12.00 m/s; 8.00 m/s'de 6.00 - 20.00 m/s ve 10.00 m/s'de 12.00 - 30.00 m/s noktasal rüzgar hızları hesaplanmıştır. Yani bu denli düşük rüzgar hızında dahi noktasal tehlikeli alanlar oluşabilmektedir. 5 katlı yapının yüksekliği çevre binaların yüksekliklerine yakın olması sebebiyle hızlar 10, 15 ve 20 katlı bina analizlerine oranla daha düşüktür.

Yine şekillerden de görüleceği üzere döşemenin dış kenarlarına isabet eden yerlerde rüzgar hızlarında artış oluşmaktadır. Betonarme yapıların hemen hepsinde dış kenarda bir sıra kolon olması olağandır. Bu bağlamda oluşan rüzgar hızındaki bu artışın döşeme kenarındaki kalıp işlerini etkileyeceği açıktır. Bu nedenle 4.00 m/s rüzgar hızında yapılan analizler bir kezde tüm perde ve kolonların olduğu durum için tekrarlanmıştır. Sonuçları Şekil 9'da özetlenen bu analizlerden de görüleceği üzere kolonlar nedeniyle dış noktalarda rüzgar hızları artmış içi kısımlarda ise perde duvarların perdelemesi neticesinde rüzgar tarafında olmayan noktalarda düşmüştür. Yine şekilden görüleceği üzere bina üzerindeki çalışma ortamında rüzgar hızları 0.50 m/s - 6.00 m/s arasındadır. Rüzgarın çekirdeki tarafından önlendiği bölgelerde rüzgar hızları 0.50 m/s hıza kadar düşmekte kenarlarda ise noktasal olarak 6.00 m/s'ye kadar ulaşmaktadır.



Şekil 8. Farklı rüzgar hızlarında 20. kattaki noktasal rüzgar hızları (Figure 8. Local wind velocities at 20th floor for different wind velocities)



Şekil 9. Kolon/perdeli durumda farklı yüksekliklerdeki rüzgar hızları
(Figure 9. Wind velocities at different levels for case with columns/walls)

10 katlı yapı analizinde ise rüzgar hızları ise 5 katlı bina analizi sonuçlarına benzer olarak 0.05 m/s ile 6.00 m/s arasında değişiklik göstermektedir. Şekil 9c'de görüldüğü gibi 15 katlı yapının analizinde ise rüzgar hızlarının kolonların rüzgar cephesinde 7.00 m/s'ye kadar ulaştığı görülmektedir. Son olarak 20 katlı binanın analiz sonuçları rüzgar hızlarının 1.00 m/s ile 7.50 m/s arasında olduğu hesaplanmıştır. Yüksek hızlar yine kolonların rüzgar cephesinde oluşmaktadır. Tüm analizlerde en düşük rüzgar hızlarının çekirdek perdelerinin arkasında kalan bölgelerde, maksimum rüzgar hızlarının ise kenarlarda gerçekleştiği görülmüştür.

Bu sonuç aynı zamanda, hem verimliliğin artırılması hem de çok daha önemli bir konu olan güvenli çalışmanın sağlanması açısından güncel iş programlamasının rüzgar yönü ve hızına bakılarak yapılması gereğine işaret etmektedir.

5. SONUÇ (CONCLUSION)

Bu çalışmada sayısal olarak rüzgarın yüksek betonarme yapıların kaba inşaat safhasındaki olası etkileri sayısal olarak incelenmiştir. Yapılan çalışma, günlük iş programlamalarında rüzgar yönü ve şiddetinin dikkate alınması gereğini göstermektedir. Bunun şantiyelerde hem verimlilik hem de iş güvenliği olarak pozitif etkileri olacaktır. Diğer yandan, İstanbul'daki rüzgarların medyan hızlarının tüm yönler için 3.50 m/s, KKD yönü için ise 5.50 m/s olması ve de bu hızların kat yüksekliği ve çevre faktörleri nedeniyle artabilmesinden dolayı, kalıp işçiliği verimliliğinin Moselhi'nin önerdiği verimlilik eğrisine göre 0.0 kotunda ve 0.0 rüzgar hızında çalışmaya nazaran çalışmaların %50'sinden fazla bir zamanda %20'nin

üzerinde düşük verimli olacağına işaret etmektedir. Çalışmanın ilerleyen safhalarında bu değerler daha detaylı bir şekilde formülize edilecektir.

NOT (NOTICE)

Bu makale, 25-26-27 Kasım 2011 tarihleri arasında TMMOB Bursa İMO Şubesi tarafından düzenlenen "6.İnşaat Yönetimi Kongresi"nde sözlü bildiri olarak sunulan, Kongre Oturum Başkanları ve Bilim Kurulu tarafından "Başarılı" bulunan ve hakemlik sürecinden geçirilen çalışmanın yeniden yapılandırılmış versiyonudur.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. ANSYS, (2006). FLUENT ver. 6.3 User's Guide, ANSYS Inc., Canonsburg, PA, ABD
2. ASCE, American Society of Civil Engineers, (2003). Outdoor Human Comfort and Its Assessment. Dış mekanlarda insan konforuna aerodinamiğin etkileri ASCE özel komisyonu raporu.
3. Dikmen, S.U., Aksel, M., and Yigit, S., (2010). A Study of the Effects of Tall Buildings on the Pedestrian Wind Comfort in Istanbul. CENG'10: 6th International Symposium on Civil and Environmental Engineering bildiriler kitabı, Kasım 2010, Lefke, Kıbrıs
4. Dikmen, S.U., Yigit, S., and Aksel, M., (2011). Effects of Wind in the Construction Activities at Highrise Buildings. CITC VI, 6th International Conference on Construction in the 21st Century "Construction Challenges in the New Decade". Temmuz 5-7, Kuala Lumpur, Malezya
5. DMİ, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, (2011). Ankara, Türkiye. Web adresi: <http://www.dmi.gov.tr/en-US/about.aspx>
6. Franke, J., Hellsten, A., Schlünzen, H., and Carrissimo, B., (2007). COST, Best Practice Guideline for the CFD Simulation of Flows in the Urban Environment. Mayıs 2007
7. Hellman, G., (1916). Über die Bewegung der Luft in den Untersten Schichten der Atmosphäre. Meteorol. Z., 34, 273.
8. Jensen Roger, C., (1983). Workers Compensation Claims Relating to Heat and Cold Exposure. Professional Safety, Eylül.
9. Khan, Z.U., (2005). Modeling and parameter ranking of construction labour productivity. Yüksek lisans tezi, Yapı, İnşaat ve Çevre Mühendisliği Bölümü, Concordia Üniversitesi, Montreal.
10. Koehn, E. and Brown, G., (1985). Climatic Effects on Construction. ASCE Journal of Construction Engineering and Management, Vol. I, No. 2, Haziran, 1985.
11. Moselhi, O. and Kahn, Z., (2010). Analysis of labour productivity of formwork operations in building construction. Construction Innovation Vol. 10 No. 3, pp. 286-303.
12. NOAA, National Oceanic and Atmospheric Administration, USA, (2010). Web adresi: www.spc.noaa.gov/faq/tornado/beaufort.html
13. Spera, D.A. and Richards, T.R., (1979). Modified Power Law Equations for Vertical Wind Profiles, NASA Lewis Research Center Cleveland, Ohio, US.