



Cam Elyaf Takviyeli Beton Üretim Sektöründe Risk Faktörlerinin Belirlenmesi ve Tahmini

Sadık Alper YILDIZEL^{1*}, Yusuf ARSLAN²

¹Karamanoğlu MehmetBey Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Karaman

²Düzce Üniversitesi Meslek Yüksek Okulu, Düzce

Öz

Cam elyaf takviyeli betonun inşaat endüstrisinde kullanımı estetik ve mekanik özelliklerine, hızlı ve güvenli üretimine bağlı olarak son on yılda popüler hale gelmektedir. Ancak diğer beton türleri ile karşılaştırıldığında daha karmaşık üretim süreçlerine sahiptir. Bundan dolayı detaylı üretimi için yüksek yatırımlar gerektirmektedir. Bu yüksek yatırımlar ise beraberinde çok çeşitli ve fazla risk faktörlerini getirmekte ve bunların yönetimi önemli hale gelmektedir. Bu çalışma, cam elyaf takviyeli beton sektöründe risk faktörlerinin güncel tanımlarını tanımlamaktadır. Öngörülemez maliyet artışlarının ve bu tür beton üretimindeki gecikmelerin azaltılması hedeflenmektedir ve sektördeki işverenler, müteahhitler ve çevreler için değer katması düşünülmektedir.

Makale Bilgisi

Başvuru: 23/10/2017

Düzeltilme: 20/12/2017

Kabul: 21/12/2017

Anahtar Kelimeler

Risk tanımlaması

Cam elyaf

Elyaf takviyeli beton

Risk faktörleri

Risk Factors Identification and Estimation for Glass Fiber Reinforced Concrete Production Sector

Abstract

Glass fiber reinforced concrete (GRC) usage in construction industry has been becoming very popular due to its aesthetic, mechanical properties, fast and reliable production in the last decade. However, it has more complex manufacturing processes compared with the other types of concrete pouring systems. Hence, it needs to make higher investments for its more detailed production line. Higher investments carry along more and several types of risk factors, and it becomes necessary to manage them. This paper describes the actual identification of possible risk factors in glass fiber reinforced concrete production sector. And it aims to decrease the unforeseen increase in cost and delays in this branch of concrete production and it is considered to affiliate value for owners, contractors, and the environments in the sector.

Keywords

Risk identification

Glass fiber

Fiber reinforced concrete

Risk factors

1. GİRİŞ

Proje riski, bütün proje hedefleri üzerinde olumlu veya olumsuz etkisi olan olayların gerçekleşme olasılığı olarak tanımlanmaktadır. Risk içeriğinde olayın olması ve olma olasılığını bir bütün olarak proje hedefleri üzerine etkisi bir bütün olarak değerlendirilmektedir [1].

Başarılı bir risk yönetiminin başlıca hedefleri, olumlu olayların gerçekleşme olasılığını arttırmak ve olumsuz aktivitelerin gerçekleşmesinden kaçınılmaktır [2]. Risk yönetimi günümüzde birçok mühendislik alanında, belirli bir işgücü ve kaynak ile bir araştırmanın ya da mühendislik malzemesinin geliştirilmesinin öngörülme tehditlerinden korunarak gerçekleştirilebilmesi yönünde tercih edilmektedir [3]. Bilinen ilk risk tanımlama metodları M.Ö. 384 yılında antik Yunan medeniyetleri tarafından kullanılmıştır [4]. Bu kadar eskiye dayanan geçmişi olsa da modern teknikler yaklaşık 40 yıldır etkili şekilde kullanılmaktadır [5]. Günümüz itibarıyla modern ve sürekli güncellenen teknikler birçok olanda ve disiplinde tercih edilmektedir. Proje risk yönetimi, tehdit tanımlanması, risk değerlendirilmesi ve kontrol aşamalarını içermektedir. Bu işlemler genellikle çeşitli tekniklerle gerçekleştirilirken, başlıcaları nitel ve kantitatif yöntemlerdir.

*corresponding author, e-mail: sayildizel@kmu.edu.tr

Nitel risk analizi, usulüne uygun aktiviteler için tanımlanan riskleri düzenleme operasyonlarını içerir. Tanımlanan riskler gerçekleşme ihtimallerine göre değerlendirilmektedir. Kantatif risk analizi, nitel risk analizinin aksine, bir ürünün ya da araştırmanın olasılığına ve olasılığın ilişkin belirli sayısal değerleri içermektedir [2].

Risk yönetiminin ilk adımı, risk faktörlerinin risk tanımlaması sürecidir. Birçok çalışmada, bir projedeki risk faktörleri, bakış açısına bağlı olarak çeşitli kategorilerde sınıflandırılır: işveren kaynaklı faktörler (geç hakediş ödenmesi, proje kapsamının değişmesi, vb.), yüklenici riskleri (teknik yetersizlik, yönetim zaafları, vb.) and malzeme üreticisi riskleri (düşük malzeme kalitesi, malzemelerin geç gönderilmesi, vb.) [6-8]. Diğer projelerde olduğu Cam elyaf takviyeli beton üretim projelerinde, beklenilmeyen maliyet artışları ve iş programındaki gecikmeler işveren ve yüklenici kaynaklıdır. Özellikle maliyet değişimleri, işveren ve yüklenici arasındaki anlaşmazlıklardan birisidir.

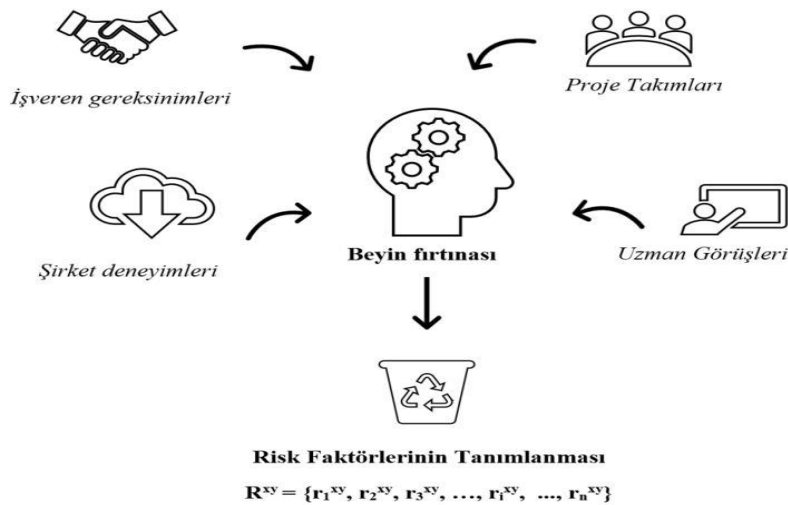
Literatürdeki risk tanımlama aşamaları genellikle tekrarlayan ve örgütsüz koşullar altında olarak değerlendirilmiştir. Risk tanımlama işlemleri çok fazla zaman harcanması gereken işleri içerirken, risk tabanlı proje kusurlarına nihai bir çözümü garanti etmemektedir [9,10].

Risk tanımlama ve yönetimi metodları olarak akademisyenler tarafından beyin fırtınası metodu, durum çözümlemesi ve ağaç hata analizi gibi birçok yöntem tercih edilmektedir [11,12]. Ancak bunlar ve benzeri yöntemlerin başarısı genellikle ilgili projedeki mühendislik deneyimlerine bağlıdır. Çeşitli risk değerlendirme çalışmasında ise “ $R = P * C$ ” denklemi yaygın şekilde tercih edilmektedir [13]. Yapılan çalışmada bu formülden yararlanılacaktır.

Cam elyaf takviyeli beton maliyetleri, diğer prefabrik beton üretim maliyetlerine göre pahalı içeriği nedeniyle çok yüksektir. Bu sebeple olumsuz riskler dikkatlice analiz edilmeli ve toplam üretim maliyetlerini ve proje süresini olumlu şekilde etkilemesi için mümkünse engellenmeli ya da etkilerini azaltıcı önlemler alınmalıdır. Bu yazının amacı cam elyaf takviyeli beton projelerinin maliyetini ve süresini etkileyen risk faktörlerinin etkisini tanımlamak, incelemek ve değerlendirmektir.

2. MATERYEL VE METOD

Bu bölümde, risk tanımlama için kullanılan yöntem özetlenmiştir. Araştırma, Türkiye’de bir GRC üretim fabrikasında yürütülmüştür. Cam elyaf takviyeli bütünleşik beton projeleri model olarak seçilmiştir. İlk olarak işverenlerin proje gereksinimleri dikkatlice ve eksiksiz olarak değerlendirilmiştir. Projelerin müdürleri, üretim müdürü ve Araştırma ve geliştirme (Ar-Ge) yöneticisinin de katılımıyla yapılan toplantılarda proje riskleri ve sınıfları belirlenmiştir. Beyin fırtınası metodu, şirketin önceki projelerdeki deneyimlerine yönelik yazılı kayıtların olmaması nedeniyle tercih edilmiştir. Tanımlama safhalarının ideografik gösterimi Şekil-1’de sunulmuştur.



Şekil 1. Risk tanımlama metodu şeması

3. RİSKLERİN TANIMLANMASI

Risk tanımlama süreçleri projenin erken planlamasına çalışmalarıyla paralel olarak tamamlanmalıdır. Erken planlama çalışmaları da dikkate alınarak ve detaylı çalışmaların sonucunda, cam elyaf takviyeli beton projeleri için risk dökümü tablosu, literatürdeki benzer çalışmalar ve proje ekibinin deneyimlerine bağlı olarak oluşturulmuştur (Tablo 1). Bu tablo içeriğinde risk türleri, sorumlu proje mensubu ve risk ciddiyetlerine yönelik bilgileri de içermektedir.

Tablo 1. Cam elyafli beton projelerini etkileyen risk faktörleri

Risk faktörü	Alt kriter	Sorumlu proje mensubu	Risk olasılığı	Programa Etkisi
İşverenin tasarım değişikliği talebi	Dış kaynaklı	Proje müdürü	Çok Düşük	Yüksek
Hammadde temin problemi	Organizasyonel	Proje müdürü ve Lojistik müdürü	Orta	Çok Yüksek
Beton performans problemi	Teknik	Proje müdürü ve Ar-Ge müdürü	Orta	Orta
Üretim sahası sıcaklık problemi	Teknik	Proje müdürü	Çok Düşük	Yüksek
Hatalı maliyet hesaplamaları	Yönetimsel	Proje müdürü	Orta	Yüksek
İşverenin geç avans ödemesi	Yönetimsel	Proje müdürü	Çok Yüksek	Orta
İletişim problemleri	Yönetimsel	Proje müdürü ve Üretim müdürü	Yüksek	Düşük
Anahtar personel kaybı	Organizasyonel	Proje müdürü	Orta	Orta
Kalite problemleri	Teknik	Kalite müdürü	Orta	Yüksek
Çevresel etkiler	Dış kaynaklı	Proje müdürü ve Ar-Ge müdürü	Çok Düşük	Düşük
İşverenin geç kararları	Dış kaynaklı	Proje müdürü	Düşük	Orta
Enflasyon	Dış kaynaklı	Proje müdürü	Düşük	Çok Yüksek
Düşük beton kür sıcaklığı	Teknik	Proje müdürü ve Ar-Ge müdürü	Düşük	Orta
Deflasyon	Dış kaynaklı	Proje müdürü	Düşük	Çok Yüksek
Geliştirme işlerinin erken tamamlanması	Yönetimsel	Proje müdürü ve Ar-Ge müdürü	Orta	Orta
İşverenin erken hakediş ödemesi yapması	Dış kaynaklı	Proje müdürü	Çok Düşük	Orta
Yeni döküm tekniklerinin kullanılması	Teknik	Proje müdürü	Orta	Orta

Tablo 1 risk faktörlerinin detaylarını ve alt kriterleri göstermektedir. Alt kriterler; dış kaynaklı, yönetimsel, organizasyonel ve teknik olarak 4 grupta sınıflandırılmıştır. Risk olasılıkları ise Çok düşükten Çok Yüksek'e olmak üzere 5 farklı dereceye bölünmüştür. Ve beyin fırtınası metodu sonuçlarına göre risk faktörlerine olasılık derecelendirilmesi de yapılmıştır. Belirlenen faktörlerin cam elyaf takviyeli beton üretiminde doğru bütçeye ve proje takvimine etkisi büyük olacaktır. Risk faktörlerinin programa etkileri ayrıca Tablo 1'e eklenmiştir. Risk faktörü hesaplamaları sırasında literatürde bulunan inşaat mühendisliği uygulamalarındaki risk faktör hesaplamaları da dikkate alınmıştır [14-17].

Olasılık ve etki matrisleri Tablo 2 ve Tablo 3'den de görüleceği üzerine hazırlanmıştır. Bu tablolar yardımıyla risk olasılıkları ve etkileri sayısal değerlere dönüştürülmüştür.

Tablo 3 görüldüğü gibi yüksek risk değerine sahip faktörler ($12 < rixy < 25$) kırmızı ile işaretlenmiştir. Sarı ren orta dereceli riskler, yeşil renk ise düşük dereceli riskler için değerlendirilmiştir. Matrislerdeki renk

seçimi şirketin geçmiş deneyimleri ve uzman görüşlerine bağlı olarak değiştirilebilmektedir. Matris tablolarının hesaplanması sırasında artı ve eksi getirili tüm faktörler dikkate alınmıştır.

Tablo 2. Risk olasılık and programa etkisi ölçü tablosu

Risk olasılığı / programa etkisi	Ölçü
Çok Yüksek	5
Yüksek	4
Orta	3
Düşük	2
Çok Düşük	1

Tablo 3. Risk olasılıkları and programa etkileri

Olasılık	Etki						
			Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
			1	2	3	4	5
Çok Yüksek	5	5	10	15	20	25	
Yüksek	4	4	8	12	16	20	
Orta	3	3	6	9	12	15	
Düşük	2	2	4	6	8	10	
Çok Düşük	1	1	2	3	4	5	

Toplam risk faktörü değerlendirme tablosu Tablo 4'deki gibidir. İşverenin geç avans ödemesi, Hatalı maliyet hesaplamaları ve hammadde temin problemi faktörleri yapılan uygulama sonucuna göre kırmızı bölgeye düştüğü gözlemlenmiştir. Bu bölümde bulunan risk faktörlerinden kaçınılması maliyetteki artışlar ve proje takviminde gerçekleştirilecek ötelemelerin önüne geçilmelidir. Bunun yanında, proje gidişatını olumlu etkileyecek "İşverenin erken hakediş ödemesi yapması" gibi faktörlerin gerçekleşme olasılıklarını artırıcı eylemlere gidilmesi projenin istenilen hedeflerle tamamlanabilmesi için çok önemlidir. Bunu sağlamak için en önemli aktivite proje beton elemanlarının öngörülenden erken üretilmesi sayılabilmektedir. Üretim hızlandırma için harcanan kaynaklar ve işgücü bu hesaplamalarda göz ardı edilmemelidir.

Tablo 4. Toplam risk derecelendirilmesi tablosu

Gerçekleşme olasılıkları	Çok Yüksek			İşverenin geç avans ödemesi		
	Yüksek	İletişim problemleri				
	Orta			Beton performans problemi, Anahtar personel kaybı, Geliştirme işlerinin erken tamamlanması, Yeni döküm tekniklerinin kullanılması	Hatalı maliyet hesaplamaları, Kalite problemleri	Hammadde temin problemi
	Düşük			İşverenin geç kararları, Düşük beton kür sıcaklığı		Enflasyon, Deflasyon
	Çok Düşük		Çevresel etkiler	İşverenin erken hakediş ödemesi yapması	İşverenin tasarım değişikliği talebi, Üretim sahası sıcaklık problemi	
		Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
Maliyet Etkileri						

4. MALİYET TAHMİNLERİ

Projelerin risk tahminleri, cam elyaf takviyeli betonların iş takvimi ile sıkı bir biçimde bağlıdır. Bu bölümde kırmızı bölgeye düşen bütün risk faktörleri detaylı bir şekilde analiz edilmiş ve haftalık, aylık ve 3 aylık dönemlerde maliyet artışları hesaplanmıştır. Tahmini gerçekleştirilen değerler, her bir firmanın finansal durumu ve gücüne göre değişebilmektedir. Maliyet tahmin yapısı benzer literatür çalışmaları [18] da göz önünde bulundurularak aşağıdaki gibi düzenlenmiştir:

$$A = (B, C) \quad 1$$

$B = (X, Y, Z)$ – işin gerçekleşmesinde karşılıklı bağımlılıkları ve izin verilen sıraları tanımlamaktadır ve tek bir başlangıç ve son düğümü bulunan döngüsel bir unigrafik içermektedir.

$X = \{x_1, \dots, x_i, \dots, x_k, \dots, x_m\}$ - her iş için başlangıç ve bitiş olaylarını temsil eden graik düğümlerini tanımlamaktadır, $y_j \in Y$

$Y = \{y_1, \dots, y_j, \dots, y_l, \dots, y_n\}$ –ilk $x_i \in X$ ve son $x_k \in X$ düğümleri tarafından sınırlandırılan ve ok grafiklerle sunulan bağımsız işleri tanımlamaktadır.

$Z \subset X \times Y \times X$, $(x_i, y_j, x_k) \in Z$ – $y_j \in Y$, $x_i \in X$ ve $x_k \in X$ düğümleri arasındaki ilişkiyi tanımlar.

$C: Y \rightarrow R^+$ - Y de tanımlanan ve A grafiğinde gösterilen kesin C_j ya da öngörülen $E[C_j]$ değerleri ve C_j değişkenlerini ve işlerin büyüklüğünü betimlemektedir, $y_j \in Y$.

Proje gereksinimleri teknoloji modeli E yardımıyla tanımlanmıştır:

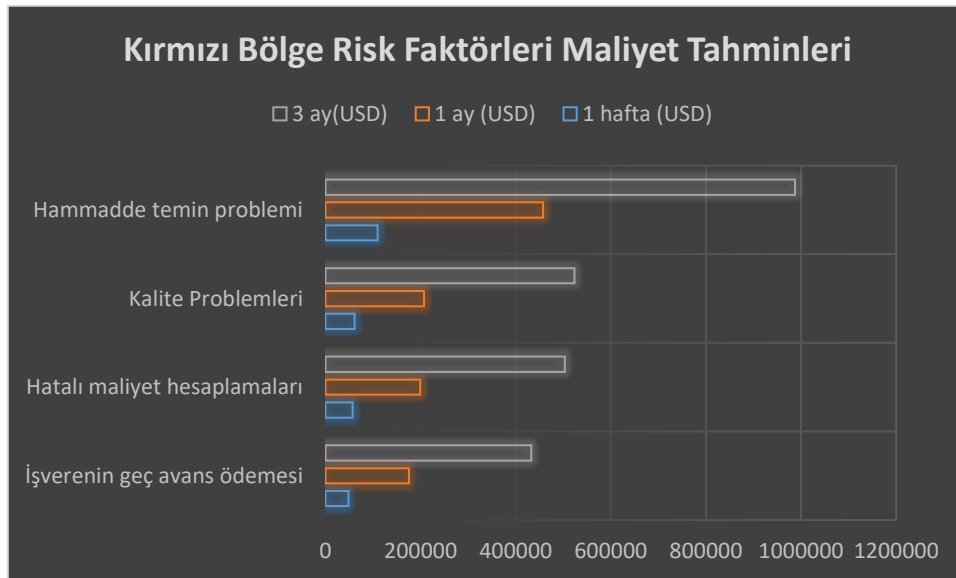
$$E = \{(F, G, T), A\} \quad 2$$

$F = \{F_1, F_2, \dots, F_r, \dots, F_A\}$ – $y_j \in Y_r$ işleri için rasyonel veya optimal takım grubu F_r .

$T: (F \times Y) \rightarrow R^+$ – fonksiyonu, F_r takım grubu üzerinden öngörülen $T_{j,r}$, rastgele değişkenlerinin $[T_{j,r}]$ değerlerini ve işlerin ($y_j \in Y_r \subset Y$) beklenen sürelerini tanımlamaktadır.

$G: (F \times Y) \rightarrow R^+$ – fonksiyonu F_r takım grubu üzerinden öngörülen $G_{j,r}$, rastgele değişkenlerinin $E[G_{j,r}]$ değerlerini ve işlerin ($y_j \in Y_r \subset Y$) öngörülen maliyetlerini tanımlamaktadır.

Maliyet tahminleri A ve E modelleri üzerinden ve excel yardımıyla gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2. Kırmızı bölgedeki risk faktörlerinin maliyet tahminleri

Kırmızı bölgedeki risk faktörlerinin maliyet tahminleri Şekil 2’de sunulmuştur. Hammadde temin problemi yüksek etkisi nedeniyle birinci sırayı almıştır. Bu ilk risk faktörü, kalite problemleri ve hatalı maliyet hesaplamaları tarafından takip edilmektedir.

5. SONUÇLAR

Bu çalışma, maliyetleri düşürmek ve gecikmeleri engellemek amacıyla cam elyaf takviyeli beton üretimindeki risk tanımlamalarına örnek teşkil etmektedir. Genel kabul edildiği gibi, risk tanımlamaları ve bunların maliyet etkisi sınıflandırılmaları gerçekçi bir bütçeye ve iş takvimine ulaşmak için en önemli faktörler olarak değerlendirilmektedir.

Bu çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar ışığında gerçekçi bir bütçeye ve parasal hedeflere ulaşılması etkili ve verimli bir şekilde yönetilen risk karşı eylemleri ile mümkündür. Eğer riskten kaçınılma mümkün değilse, özellikle Tablo 4’de bulunan ve kırmızı bölgeye düşen riskler için tahmini maliyetler ikinci bir şirkete ya da sigorta şirketine aktarılmaya çalışılmalıdır. Buna karşılık yeşil ve sarı bölgelerde bulunan risklerin gerçekleşmesine karşı her türlü önlem alınmalıdır. Ek olarak işverenin erken ödemesi gibi programa pozitif etkisi olacak risklerin gerçekleşmesi için de gayret sarf edilmelidir.

Önerilen risk tanımlama modelinde işlemlerin başarısı, planlama ve maliyet hesaplamalarında kullanılacak olan bilgilerin doğruluğuna bağlıdır. Bu sebeple, doğru ve düzenli iş sürelerinin ve maliyet tahminlerinin gerçekleştirilmesi, yüksek toleranslı risk tanımı işlemlerinin en önemli safhası olarak kabul görmektedir.

TEŞEKKÜR

-

REFERANSLAR

- [1] M. S. B. A. A. El-Karim, O. A. M. E. N., A. M. Abdel-Alim. Identification and assessment of risk factors affecting construction projects, HBRC Journal, Housing and Building National Research Center, 2015, Article in Press.
- [2] ANSI/PMI 99-001-2004: A Guide to the Project Management Body of Knowledge, Third Edition.
- [3] Cooper, D. F. (2005). Project risk management guidelines: Managing risk in large projects and complex procurements. John Wiley & Sons, Inc.
- [4] Bernstein, P. L., & Bernstein, P. L. (1996). Against the gods: The remarkable story of risk (pp. 1269-1275). New York: Wiley.
- [5] Aven, T. (2016). Risk assessment and risk management: Review of recent advances on their foundation. European Journal of Operational Research, 253(1), 1-13.
- [6] Tian Y., (2008) Compiling principle and method of railway and highway engineering budget, Beijing: China railway press.
- [7] Jin D., (2004) The study of the system theory and integration of life-cycle engineering project risk management, Tianjin: Tianjin University.
- [8] Wang L., Li Y., Wang E. Research on Risk Management of Railway Engineering Construction. Systems Engineering Procedia 1 (2011) 174–180.
- [9] Ding, L. Y., Yu, H. L., Li, H., Zhou, C., Wu, X. G., & Yu, M. H. (2012). Safety risk identification system for metro construction on the basis of construction drawings. Automation in construction, 27, 120-137.

- [10] Zhixing Cai, Guangyou Xu, *Artificial Intelligence: Principles and Applications*, third edition Tsinghua University Press, Beijing, 2003.
- [11] M. Molag, I.J.M. Trijssenaar-Buhre, *Risk Assessment Guidelines for Tunnels, Safe & Reliable Tunnels*, Lausanne, 2006.
- [12] Chinese Civil Engineering Society, *Guideline of Risk Management for Construction of Subway and Underground Works*, China Architecture & Building Press, Beijing, 2007.
- [13] M. Holický, L. Šajtar, Probabilistic risk assessment and optimization of road tunnels, in: C. Guedes Soares, E. Zio (Eds.), *Safety and Reliability for Managing Risk*, Taylor and Francis Group, London, 2006, pp. 297–304.
- [14] AACE, AACE international's risk management dictionary, *Cost Eng.* 42 (4) (2000) 28–31.
- [15] K. Iyer, K. Jha, Critical factors affecting schedule performance: evidence from Indian construction projects, *J. Constr. Eng. Manage.* 132 (8) (2006) 871–881.
- [16] N. Boskers, S. AbouRizk, Modeling scheduling uncertainty in capital construction projects, *Proc. Winter Simulat. Conf.* (2005) 1500–1507.
- [17] G. Barraza, Probabilistic estimation and allocation of project time contingency, *J. Constr. Eng. Manage.* 137 (4) (2011) 259–265.
- [18] Kasprowicz, T. (2017). Quantitative Assessment of Construction Risk. *Archives of Civil Engineering*, 63(2), 55-66