İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ FAALİYETLERİNDE YAPAY ZEKÂ VE UZMAN SİSTEM UYGULAMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Bilal MURAT[1], Ali Riza MOTORCU[2], Yunus KAYIR[3]

[1]Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Çanakkale / Türkiye
[2] Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çanakkale / Türkiye
[3]Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Ankara / Türkiye

Öz: Çalışan sağlık ve güvenliğini tehdit eden risk etmenlerinin gelişen endüstri ile paralel olarak artması nedeniyle İSG (İş Sağlığı ve Güvenliği) daha karmaşık ve önemli olamaya başlamıştır. Böylelikle iş yerlerinde mevcut olan risklerin tanımlanarak değerlendirilmesi neticesinde kaza oluşumlarının ortadan kaldırılarak güvenli iş yerlerinin oluşturulması zorlaşmaktadır. Ayrıca artan risk çeşitliliği İSG'yi daha multidisipliner alan haline dönüştürmüştür. Bu nedenle iş yerlerinde güvenliğin sağlanabilmesi için proaktif yaklaşım sergilenmesi büyük bir önem kazanmaya başlamıştır. Bu bağlamda İSG alanında yetişmiş, eğitimli ve geniş bilgi yelpazesine sahip profesyonellere ihtiyaç artmıştır. İnsan uzman yetiştirmenin maliyetli ve zaman alan bir süreç olması, insan uzmana sürekli erişmenin mümkün olmaması ve insanın kişisel özelliklerinden kaynaklı hatalar nedeniyle endüstrinin ihtiyaç duyduğu profesyonel İSG uzmanı bulmakta zorlanılmaktadır. Bundan dolayı İSG uzmanın sayısının ve eğitim seviyesinin yetersiz kalması nedeniyle yapay zekâ (YZ) ve uzman sistemler (US) kullanılması önem kazanmaya başlanmıştır. Bu çalışma ile İSG alanında geliştirilen YZ ve US modelleri incelenerek yeni yapılacak çalışmalara katkı sağlaması maksadıyla literatürde yapılan çalışmalar değerlendirilmiştir. Yapılan inceleme ve değerlendirmeler neticesinde özellikle risk değerlendirmesi konusunda yapılan çalışmaların kazaların oluşmasını önlemede büyük oranda başarılı olduğu görülmüştür. Geliştirilen modeller ile insan uzmanları taklit ederek acemi bir kişinin bile rahatlıkla karar vermesine destek veren US ve YZ uygulamalarının yoğun olarak kullanıldığı ve geliştirilmeye devam edildiği görülmüştür. Sonuç olarak gelecekte kazaların analizinde ve risk değerlendirilmesi yapılmasında YZ ve US kullanımının artması beklenmektedir. Karar destek sistemleri ve analiz programları olarak geliştirilecek modellerin İSG profesyonellerinin kazaları doğru analiz etmesi ve risklerin doğru olarak değerlendirilmesini sağlayarak proaktif tutumla güvenli iş yerleri oluşturulması sağlanması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: İş Sağlığı, İş Güvenliği, Yapay Zekâ, Uzman Sistemler, Risk Değerlendirmesi

Giriş VE Kuramsal Çerçeve

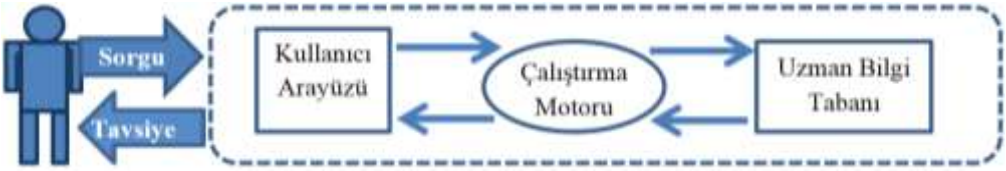
Endüstrinin ulaştığı seviye ve iş ile ilgili artan tehlike çeşitliliği nedeniyle çalışan sağlığı ve güvenliğini tehdit eden risklerin tespit edilmesi ve kontrol altına alınması giderek zorlaşmaya başlamıştır. Ortadan kaldırılamayan riskler iş kazalarının oluşmasına sebebiyet vererek çalışanların yaşamlarını yitirmesine neden olabilecek kazalara sebebiyet vermektedir. İş yerlerinde bulunan risklerin doğru tanımlanması ve değerlendirilmesi ile kazaların oluşması engellenerek çalışanlar ve işverenler için daha güvenli iş yerleri oluşturulabilmektedir. (Dabbagh ve Yousefi, 2019, s. 111)

Risklerin bertaraf edilmesi veya kabul edilebilir seviyelere indirilebilmesi "multidisipliner seviyede organizasyon içi ve dışından kaynaklı faktörler, sosyoekonomik statü, teknolojik gelişmeler, liderlik, güvenlik kültürü, Deming döngüsü, bilgi transferi, takım inovasyonu, iş yeri inovasyonu ve fiziksel çevre faktörleri gibi birçok etken ile entegre model" geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. (Jilcha ve Kitaw,

2016, s. 293) Geliştirilecek bu tarz bir model ile İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG)'nden sorumlu profesyoneller iş yerinin güvenli hale getirilmesi için gerekli önlem ve adımları alarak gerekli kayıt işlemlerini yapmak zorundadırlar (Alaeddinoğlu ve ark. 2016, s. 275). Ancak insan uzmanların kişisel özelliklerinden dolayı tehlikeleri algılama yeteneklerinde farklılıklar göstermesi (Fu ve ark., 2020, s. 50) risklerin doğru tespit edilemesinin önüne geçebilmektedir. Diğer bir taraftan insan uzmanların yetiştirilmesi uygulamaya dayalı bilgi birikimi, bu bilgi birikiminin gerektiği gibi uygulanması için kuralların ve yeteneklerin edinilmesini gerektirdiği Pavlovic-Veselinovic ve ark. tarafından ifade edilmiştir. İnsan uzman yetiştirme sürecinin uzun ve maliyetli olması ve mevcut insan uzman sayısının yetersiz kalması bilgisayar tabanlı US ve YZ uygulamalarına olan ihtiyacı doğurmuştur. (Pavlovic-Veselinovic ve ark. 2016, s. 130)

Uzman Sistemler ve Yapay Zekâ

"Makinelerin ve bilgisayarların insan gibi düşünme ve hareket etmesi" fikrinden hareketle geliştirilen yapay zekâ (YZ) uygulamalarının bir alt dalı olan uzman sistem (US) (Agarwal ve Goel, 2014); belirli bir konuda uzmanlaşmış ve tecrübe sahibi olmuş insan uzmanın muhakeme ve davranışını taklit ederek sorunları çözmeye odaklanan sistemler olarak tanımlanmaktadır (Gupta ve Nagpal, 2020, ss. 71–72). Yetişmiş uzmanın olmadığı durumlarda insan üretkenliğinin artırılması gibi katkılarından dolayı "akıllı danışmanlar" olarak da nitelendirilmektedirler (Adair ve Briggs, 1993). Yazılım dilleri kullanılarak geliştirilen US, "bilgi tabanı ve çıkarım katmanları" vasıtasıyla (Ünal, 2018, s. 382) esnek ve değişken bilgiyi kullanıcıya sunarlar (Adair ve Briggs, 1993). Sahada hastalara teşhis koymadan, finansal tahminler yapmak (Gupta ve Nagpal, 2020, ss. 71–72) ve İSG gibi çeşitli alanlarda kullanılmaktadırlar (Şekil 1).



Şekil 1. Uzman sistem yapısı (Bulut ve Başoğlu, 2017, s. 577)

Uzman Sistemlerin İSG'ye Katkısı

Tüm diğer sektörlerde olduğu gibi İSG alanında da YZ ve US uygulanması; İSG profesyonellerinin/uygulayıcılarının işlerini kolaylaştırmak, kişisel özellikten kaynaklı hataları azaltmak ve zaman tasarrufu açısından gereklilik haline gelmeye başlamıştır (Taçgın ve Sağır, 2020, s. 2). Böylelikle sistemli ve bilimsel çalışmalar ile güvenli işyerlerinin oluşturulmasında bilgi teknolojileri kullanılarak (Alaeddinoğlu ve ark. 2016, s. 290) proaktif yaklaşımlar sergilenip iş yerlerinde kazaların oluşması engellenmesi mümkün olabilecektir (Sattari ve ark. 2021, s. 7).

Fu ve ark. YZ uygulamalarını günlük hayatta sıklıkla gördüğümüz bu dönemde İSG alanında risklerin tespit edilmesi, önleyici tedbilerin alınması ve kazaların analizinde ve önlenmesinde artan bir oranda kullanılmasının beklendiğini belirtmişlerdir. YZ uygulamalarının İSG alanında kullanılması, risklerin önceden tahmin edilerek uygun önleyici tedbirlerin alınması ve kazaların doğru analizlerinin yapılaması, daha güvenli iş yerleri ve daha sağlıklı çalışanlar oluşmasına katkı sağlaması beklenmektedir (Fu ve ark. 2020, s. 78). Ayrıca iş gücü ve mali kaynakların kayıplarının büyük oranda önüne geçilerek ülkelerin

kalkınmasına ve gelişmesine katkısı olan İSG'nin etkinliği artırılabilecektir. (Jilcha ve Kitaw, 2016; s.285; Fu ve ark. 2020, s.78)

YZ tekniklerinin meydana getirdiği yüksek etkinliğe sahip araçlar ile insana bağımlılık, insan hatası, bilginin düzgün organize edilmesi ve sunulması, risklerin azaltılması sağlanabilmektedir. (Sattari ve ark. 2021, s. 7) Dolayısıyla "bilgi tabanlı bir karar destek mekanizması olan US, insan bir uzmanın problemler karşısındaki davranışını taklit ederek" sorunlara çözüm üretmesi yetisi (Başak ve ark. 2008, s.195) İSG alanında da kullanılmaktadır. Ayrıca sağladıkları kolaylıklar ile karar verme süreçlerinde önemli bir rol oynayan doğru ve etkili bilgiyi (Lilić ve ark. 2010, s. 456) kullanarak acemi bir kulanıcının dahi doğru karar vermesini sağlayabilmektedirler. (Pavlovic-Veselinovic ve ark. 2016, s. 131)

Gelecekte yoğun olarak kullanılacağı tahmin edilen YZ uygulamaları İSG araştırmacıları, uygulayıcıları, işverenler ve çalışanlar için önemli konuları gündeme getirmektedir. Ayrıca YZ uygulamalarının iş yaşantısı ve ortamında meydana getirecekleri değişiklikle iş ortamının ve işin değişmesine sebebiyet vererek yeniden tasarlanmasını sağlamıştır. (Howard, 2019, s. 918)

Amaç

Bu çalışma iş yerlerinde İSG sağlanması kapsamında; (1) geliştirilen YZ ve US uygulamalarının derlenerek alanda yapılacak çalışmalara katkı sağlamayı, (2) uygulayıcılara karmaşık ve zor görünen risk analiz yöntemleri ile kaza analizi yöntemlerinin geliştirilen uygulamalar vasıtasıyla yapılmış örnekleri aktarmayı amaçlamıştır.

Kapsam

Bu derleme çalışması literatürde özellikle son 15 yıl içerisinde yapılan YZ ve US kullanılarak İSG alanında gerçekleştirilen araştırmaları kapsamaktadır. Diğer alanlarda gerçekleştirilen YZ uygulamaları ile programlama teknikleri bu çalışmanın kapsamı dışındadır.

Yöntem

Bu çalışmada farklı veri tabanlarında "yapay zeka, uzman sistemler, İş güvenliği, risk analizi" anahtar kelimeleri kullanılarak literatür taranmış ve yapılan çalışmalar derlenmiştir. Sadece iş güvenliği alanına yönelik yapılan çalışmaları kapsayacak şekilde çalışma sınırlandırılmıştır. Yurtiçi ve yurtdışı İSG birimlerinin ve araştırmacıların geliştirdiği US ve YZ uygulamaları detaylıca incelenmiştir. Elde edilen bilgi ve bulgular sistematik bir şekilde analiz edilerek irdelenmiş ve değerlendirilmiştir.

Bulgular

Pavlovic-Veselinovic ve arkadaşlarının aktardığı 1990-1992 yılları arasında ergonomik risk etmenleri temelinde geliştirilen çalışmalar (Pavlovic-Veselinovic ve ark. 2016, s. 132) ve Hirunagi ve ark. tarafından 1995 yılında tarımda iş kazalarının önlemek için yaptıkları çalışma (Hirunagi, T ve ark. 1995, s. 85) ile yakın geçmişte yoğun olarak kullanılan US artan bir oranda kullanılmaya devam etmektedir. Yapılan çalışmalar Tablo 1'de derlenmiştir. Literatürde son 15 yılda İSG alanında US ve YZ uygulamaları ile ilgili araştırmalar incelendiğinde yapılan çalışmaların;

1. Uzman Sistemler,

2. Yapay Sinir Ağları,

3. Bayes Ağları ve

4. Yapay Zeka uygulamaları

başlıkları altında toplandığı görülmektedir. Araştırmacılar Kappa-PC, Sysklass gibi programlar kullanmakla birlikte kendileri de yazılımlar geliştirmişlerdir.

Yapılan derleme neticesinde (Tablo 1) geliştirilen modeller ile; (1) risk değerlendirme sürecinin kısaldığı ve insan hatalarından etkilenme ihtimalinin ortadan kalktığı (Başak ve ark., 2008, s.198), (2) yapılan durum çalışmalarında başarılı sonuçlar elde edildiği (Lilić ve ark., 2010, ss. 460–461) (Azadeh ve ark., 2014, s. 27) (Ayanoğlu ve Kurt, 2019, s. 86) (Ayhan ve Tokdemir, 2019, s. 274-285) (Taçgın ve Sağır, 2020, s. 2) (Amiri ve ark., 2017, p. 26), (3) sonuçları doğrulukla tahmin etmelerinin yanı sıra görünmeyen risk etmenlerinin de tespit edildiği (Pavlovic-Veselinovic ve ark., 2016, ss. 130-138), (4) ayrıca göz ardı edilen risk etmenlernin de yüksek risk içerdikleri (Ayanoğlu ve Kurt, 2019, s. 86), (5) sonuçların gerçeğe yakın yüksek tahmin kabiliyetli, istikrarlı ve hızlı yakınsama sağladığı (Xie ve ark., 2019, ss. 169-183), (6) kazaların kaynaklarına odaklanılarak toplam kazaların yarısının azaltılabileceği (Sattari ve ark., 2021, s. 1), ve (7) risklere sebebiyet veren etmenlerin belirlenebildiği sonuçları elde edilmiştir (Hadjimichael, 2009, ss. 6512–6513).

Literatürde yapılan çalışmaların yanı sıra ülkeler tarafından da sahada uygulamalara destek olmak maksadıyla çalışmalar yapılmıştır. Bu kapsamda ABD İş Güvenliği ve Sağlık birimi (OSHA) tarafından geliştirilen ve açık kaynak erişim 11 adet US[16] bulunmaktadır. Geliştirilen bu sistemlerden biri olan küçük ve orta seviyeli işletmeler için acil durum tahliye planı, konunun uzmanı olmayan kişilerce oluşturulması zaman alırken geliştirilen UZ ile planlar 10 dakika içerisinde hazırlanabilmektedir. Ayrıca başka bir UZ vasıtasıyla bir işletmenin acil durum eylem planı geliştirilmesine ihtiyaç olup olmadığı tespit edilerek uzman olmayan kullanıcıların doğru karar vermelerine katkı sağlamaktadır. (OSHA's Expert Systems, 2021)

Tablo 1. Geliştirilen YZ ve US uygulamaları

Kapsamı	Yazar	Yöntemi	İçeriği
İHA Risk Yönetimi	Başak ve ark., (2008, s.198)	US	Yüksek maliyetli İnsansız Hava Araçları (İHA) sistemlerinin karıştıkları kazaları engellemek için risk yönetim modeli geliştirilmiştir.
Kesme Sıvısı Risk Değerlendirmesi	Meciarova, (2011, s. 461)	US	Çalışanların doğrudan maruziyeti neticesinde solunum yolu hastalıkları, deri rahatsızlıkları ve kanser gibi rahatsızlıklara sebebiyet veren kesme sıvılarının oluşturduğu risklerin değerlendirilerek ortadan kaldırılması için US geliştirilmiştir.

[16] https://www.osha.gov/etools

Maden Güvenliği	Lilić ve ark., (2010, ss. 460–461)	US ve Sinir Ağları	Maden sektöründe iş güvenliği sorununa çözüm bulunması hedeflenmiş ve geliştirilen program vasıtasıyla yapılan durum çalışmasında başarılı sonuçlar elde edilmiştir.
Petro Kimya endüstrisinde İSG	Azadeh ve ark., (2014, s. 27)	Akıllı Algoritmalar	Petrokimya endüstrisinde sağlık, güvenlik, çevre ve ergonomi çerçevesinde iş güvenliğini ölçen, değerlendiren ve araştıran uyumlaştırılmış akıllı algoritmalar geliştirilmiştir.
Risk Analizi	Alaeddinoğlu ve ark.(2016, s. 275)	Yapay Sinir Ağları	İSG profesyonelleri tarafından İSG'ye yönelik alınacak tedbirler ile kazaların önüne geçilebilmesi için karar destek sistemi geliştirilmiştir.
Ergonomik Risk Analizi	Pavlovic-Veselinovic ve ark., (2016, s. 138)	US	Geniş iş grubunda iş ile ilgili kas ve iskelet sistemi rahatsızlıklarının (KİSR) tespiti ve bu risklerin meydana getireceği olumsuz durumların önlenmesi için uzman tavsiyeleri sağlayan US geliştirilmiştir.
Metal Sektörü Kaza Analizi	Koçar ve Dizdar, (2018, s.74)	Yapay Sinir Ağları	Maruz kalınan iş kazaları incelenerek yapay sinir ağları vasıtasıyla kazalar neticesinde oluşacak iş gücü kaybı tahmin edilmeye çalışılmıştır.
Metal Sektörü Kaza Tahmini	Ayanoğlu ve Kurt, (2019, s. 86)	Yapay Sinir Ağları	Metal sektöründe kazaların tahmin edilebilmesi için "Kaza Tahmin Modeli Yapay Sinir Ağı" geliştirmişlerdir.
İnşaat Güvenliği	Ayhan ve Tokdemir, (2019, ss. 274-285)	Büyük Veri Analizi	Mega projelerde iş güvenliğinin sağlanabilmesi için önemli raporlamadan kaynaklı oluşan veri yığınları ve onların heterojen yapıları gereği ortaya çıkan sorunları analiz etmek için YZ uygulaması geliştirilmiştir.
Madencilikte Risk Tahmini ve Risk analizi	Xie ve ark., (2019, ss. 169-183)	Meyve sineği optimizasyon algortiması (IFOA) ve Genelleştirilmiş regresyon sinir ağları (GRNN)	Felakete sebep olabilecek iş kazalarını önceden tahmin etmek ve önleyici tedbir almaya yönelik YZ ile risk tahmini ve risk analizi yöntemi geliştirilmiştir.

Kaza Sebep Tespiti	Taçgın ve Sağır, (2020, s. 2)	Akıllı Bilgi Tabanı	Kaza sebeplerini 2-4 kaza analiz teorisi çerçevesinde tespit edecek akıllı bilgi tabanı geliştirilmiştir.
Risk Analizi	Sattari ve ark., (2021, s. 1)	Bayes Ağları	Firmaların iş yerinde meydana gelen olayları kullandıkları raporlama sistemi vasıtasıyla tuttukları verileri makine öğrenme ile kaza ve olayları azaltmak için Bayes ağları kullanılmıştır.
Risk Değerlendirmesi	Okudan ve ark., (2021, s. 2)	Web Tabanlı YZ	YZ kullanarak web tabanlı CBRisk adlı model ile risk yönetimi süreçlerinde risk ile ilintili bilgilerin yakalanması, depolanması, kurtarılması ve yayılması sağlanmıştır.
Risk Analizi	Baron ve ark., (2012, s.80)	US	Sysklass programı kullanılarak geliştirilen program ile risk analizi ve risklerin tanımlanması için katalag sayfa yöntemi, FMEA ve HAZOP teknikleri kullanarak US geliştirilmiştir.
Petrol Sektörü	Azadeh ve ark., (2008, s. 27)	US	Bir petrol rafinerisindeki iş sağlığı ve güvenliği, çevre ve ergonominin değerlendirilmesi, izlenmesi, kontrolü ve geliştirilmesi için US geliştirilmiştir.
İnşaat Sektörü Risk Analizi	Amiri ve ark., (2017, ss. 17-26)	Bulanık Mantık US	İnşaat sektöründeki iş güvenliği risklerini analiz etmek ve değerlendirmek amacıyla US geliştirmişlerdir.
Kaza Tahmini	Beriha ve ark., (2012, ss. 3311–3314)	Bulanık Mantık US	Hindistan'da çelik, inşaat ve refrakter sektöründe kazaların tahmin edilebilmesi için bulanık US geliştirilmiştir.
Risk Değerlendirmesi	Hadjimichael, (2009, ss. 6512–6513)	Bulanık US	Havaclık sektöründe risk değerlendirilmesi yapılarak proaktif yaklaşım sergilenebilmesi için bulanık US geliştirilmiştir.

Sonuç

İş Sağlığı ve Güvenliği faaliyetlerinde yapay zekâ ve uzman sistem uygulamalarının değerlendirilmesi için yapılan bu derleme çalışması neticesinde varılan sonuçlar şunlardır:

- Oldukça geniş alt dalları olan yapay zekanın halihazırda ve gelecekte iş kazaları ve meslek hastalıklarının tespit edilmesi ve tanımlanmasında yaygın olarak kullanıldığı/kullanılacağı ve bilimsel araştırmalara konu olacağı görülmüştür.

- Geliştirilecek modeller ile risk değerlendirilmelerin daha kısa zamanda ve daha doğru olacak şekilde uzman olmayanlar tarafından dahi yapılabileceği tespit edilmiştir.

- Uzman sistem ve yapay zekâ uygulamaları ile kaza nedenlerinin daha iyi analiz edilerek kaza kök nedenlerinin doğru olarak tespit edilebileceği tespit edilmiştir.

- İSG profesyonellerinin/uygulayıcılarının işlerinin kolaylaştırılarak, kişisel özellikten kaynaklı hataların azaltılacağı ve zaman tasarrufunun sağlanabileceği anlaşılmıştır.

- Güvenli iş yerlerinin oluşturularak iş gücü, zaman ve mali kayıpların önlenebileceği sonucuna ulaşılmıştır.

KAYNAÇA

Adair, C., Briggs, S. A., (1993). The concept and application of expert systems in the field of microbiological safety. *Journal of Industrial Microbiology*, 12, 263-267.

Agarwal, M., Goel, S., (2014). Expert system and it's requirement engineering process. IEEE International Conference on Recent Advances and Innovations in Engineering (ICRAIE-2014), May 09-11, 2014, Jaipur, India.

Alaeddinoğlu, M. F., Sincar, S., Naralan, A., (2016). İş Sağlığı ve Güvenliğinde Risk Analizi ve Değerlendirmesi İçin Geliştirilmiş Bir Karar Destek Sistemi (Yapay Sinir Ağı)-Atatürk Üniversitesi Örneği. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, *30*(2), 275–292.

Amiri, M., Ardeshir, A., Fazel Zarandi, M. H., (2017). Fuzzy probabilistic expert system for occupational hazard assessment in construction. *Safety Science*, 93, 16–28.

Ayanoğlu, C.C., Kurt, M. (2019). Metal Sektöründe Veri Madenciliği Yöntemleri İle Bir İş Kazası Tahmin Modeli Önerisi. *Ergonomi*, 2(2), 78–87.

Ayhan, B. U., Tokdemir, O. B., (2019). Safety assessment in megaprojects using artificial intelligence. *Safety Science*, 118, 273–287.

Azadeh, A., Fam, I. M., Khoshnoud, M., Nikafrouz, M., (2008). Design and implementation of a fuzzy expert system for performance assessment of an integrated health, safety, environment (HSE) and ergonomics system: The case of a gas refinery. *Information Sciences*, 178(22), 4280–4300

Azadeh, A., Rouzbahman, M., Saberi, M., Valianpour, F., (2014). An adaptive algorithm for assessment of operators with job security and HSEE indicators. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, *31*, 26–40.

Baron, P., Brázda, P., Dobránsky, J., Kočiško, M., (2012). Expert system approach to safety management. *WIT Transactions on Information and Communication Technologies*, 44, 77-88.

Beriha, G. S., Patnaik, B., Mahapatra, S. S., Padhee, S., (2012). Assessment of safety performance in Indian industries using fuzzy approach. *Expert Systems with Applications*, 39(3), 3311–3323.

Bulut, M., Başoğlu, B., (2017). Kısa Dönem Elektrik Talep Tahminleri İçin Yapay Sinir Ağları ve Uzman Sistemler Tabanlı Hibrid Tahmin Sistemi Geliştirilmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, *32*(2), 575-583.

Başak, H., Şahin İsmail, Gülen, M., (2008). İnsansız Hava Aracı Kazalarının Önlenmesi İçin Uzman Sisteme Dayalı Risk Yönetimi Modeli. *Teknoloji, 11*(3), 187–200.

Dabbagh, R., Yousefi, S., (2019). A hybrid decision-making approach based on FCM and MOORA for occupational health and safety risk analysis. *Journal of Safety Research, 71*, 111–123.

Fu, G., Xie, X., Jia, Q., Li, Z., Chen, S., Ge, Y., (2020). The development history of accident causation models in the past 100 years: 24Model, a more modern accident causation model. *Process Safety and Environmental Protection, 134*, 47–82.

Gupta, I., Nagpal, G., (2020). *Artificial Intelligence and Expert Systems*. Mercury Learning and Information, Stylus Publishing, LLC.

Hadjimichael, M., (2009). A fuzzy expert system for aviation risk assessment. Expert Systems with Applications, 36(3), 6512–6519.

Hirunagi, T., Kitani,O., Okamoto, T., Torii, T., (1995). Study on an Expert System for Preven ting Accident in Farm Work. *Journal of The Japanese Society of Agricultural Machinery*, *57*(2), 85–92.

Howard, J., (2019). Artificial intelligence: Implications for the future of work. *American Journal of Industrial Medicine*, *62*(11), 917–926.

Jilcha, K., Kitaw, D., (2016). A Literature Rewiev on Global Occupational Safety And Health Practice And Accidents Severity. *International Journal for Quality Research*, 10(2), 279–310.

Koçar, O., Dizdar, E. N., (2018). İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönetim Sistemlerinde Risklerin Yapay Sinir Ağlarıyla Değerlendirilmesi. Academic Platform Journal of Engineering and Science, 6 (3), 73-83.

Lilić, N., Obradović, I., Cvjetić, A., (2010). An intelligent hybrid system for surface coal mine safety analysis. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, *23*(4), 453–462.

Meciarova, J., (2011). Expert System for Assessing Health Hazards of Metalworking Fluids. In Annals of DAAAM for 2011 & Proceedings of the 22nd International DAAAM Symposium (Vol. 22), 0461-0462.

Okudan, O., Budayan, C., Dikmen, I., (2021). A knowledge-based risk management tool for construction projects using case-based reasoning. Expert Systems with Applications, 173, 114776, 1-18.

Pavlovic-Veselinovic, S., Hedge, A., Veselinovic, M., (2016). An ergonomic expert system for risk assessment of work-related musculo-skeletal disorders. *International Journal of Industrial Ergonomics, 53*, 130–139.

Sattari, F., Macciotta, R., Kurian, D., Lefsrud, L., (2021). Application of Bayesian network and artificial intelligence to reduce accident/incident rates in oil ve gas companies. *Safety Science*, *133*, 104981, 1-11.

Taçgın, E., Sağır, Z., (2020). Development of an intelligent knowledge base for identification of accident causes based on Fu et al.'s model. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 1–18.

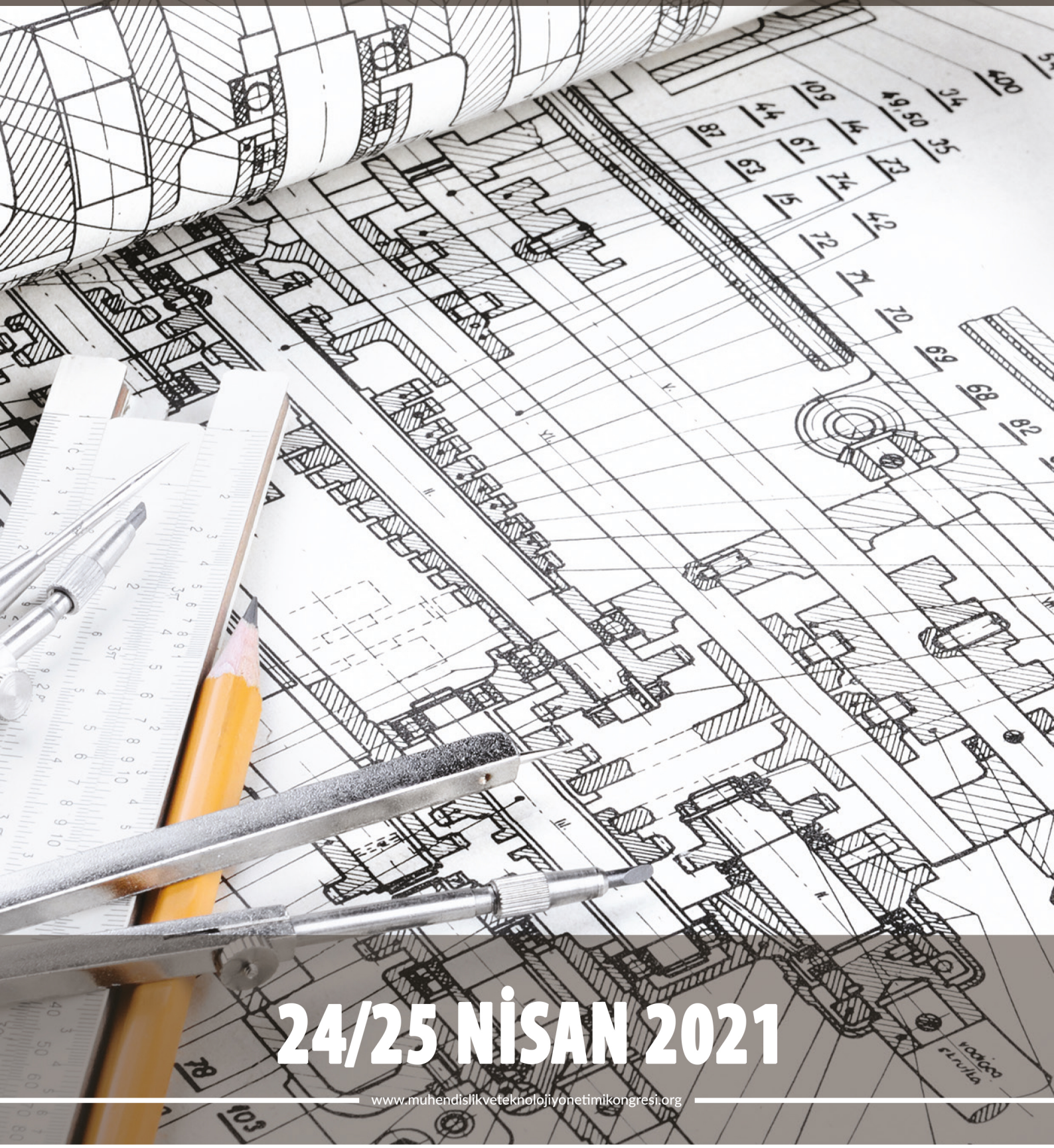
Ünal, A. N., (2018). Bilgi Yönetim Sistemleri ve Siber Güvenlik. *International Journal of Social Inquiry*, *11*(2), 375–394.

Xie, X., Fu, G., Xue, Y., Zhao, Z., Chen, P., Lu, B., Jiang, S., (2019). Risk prediction and factors risk analysis based on IFOA-GRNN and apriority algorithms: Application of artificial intelligence in accident prevention. Process Safety and Environmental Protection, 122, 169–184.

İNTERNET KAYNAKLARI

OSHA's Expert Systems. https://www.osha.gov/SLTC/etools/evacuation/experts.html (Erişim Tarihi: 22 Mart 2021).

5.ULUSLARARARASI MÜHENDİSLİK VE TEKNOLOJİ YÖNETİMİ KONGRESİ



24/25 NİSAN 2021

www.muhendislikveteknolojiyonetimikongresi.org

5.ULUSLARARASI MÜHENDİSLİK VE TEKNOLOJİ YÖNETİMİ KONGRESİ
KONGRE BAŞKANI
PROF. DR. Yusuf ŞAHİN

KONGRE DÜZENLEME KURULU BAŞKANI
DR. ÖĞR. ÜYESİ Senai YALÇINKAYA

Güven Plus Grup A.Ş. Yayınları: 8/2021
NİSAN-2021

Yayıncı Sertifika No: 36934
E-ISBN: 978-625-7367-09-7
Güven Plus Grup A.Ş. Yayınları

Bu kitabının/derginin/kongre kitabının her türlü yayın hakkı GÜVEN PLUS GRUP DANIŞMANLIK A.Ş. YAYINLARI'na aittir. Yayınevinin yazılı izni olmadan, kitabın/derginin tümünün veya bir kısmının elektronik , mekanik ya da fotokopi yoluyla basımı, yayını, çoğaltımı ve dağıtımı yapılamaz. ***Kitapta yer alan her bölüm/makale sorumluluğu, görseller, grafikler, direkt alıntılar ve etik/kurum iznine yönelik sorumluluk ilgili yazarlara aittir. Oluşabilecek Herhangi Hukuki bir olumsuzlukta Yayınevi başta olmak üzere kitabın hazırlanmasına destek sağlayan kurumlar, kitabın düzenlenmesi ve tasarımından sorumlular kurum(lar) ve kitap/dergi editörler/hakemler hiçbir konuda "maddi ve manevi" bir yükümlülük ve hukuki sorumluluğu kabul etmez, hukuki yükümlülük altına alınamaz. Her türlü hukuki yükümlülük ve sorumluluk "maddi ve manevi" yönden ilgili bölüm yazar(lar)ına aittir. Bu yöndeki haklarımızı maddi ve manevi yönden GÜVEN GRUP DANIŞMANLIK "YAYINCILIK"A.Ş. olarak saklı tutarız. Herhangi bir hukuki sorunda/durumda İSTANBUL mahkemeleri yetkilidir.*** Güven Plus Grup Danışmanlık bünyesinde hazırlanan ve yayınlan bu eser ISO: 10002:2014-14001:2004-9001:2008-18001:2007 belgelerine sahiptir. Bu eser TPE "Türk Patent Enstitüsü" tarafından "Güven Plus Grup A.Ş.2016/73232" ve "2015/03940" nolu tescil numarası ile markalı bir eserdir. Bu bilimsel/akademik kitap/dergi ulusal ve uluslararası nitelikte olup, akademik teşvik kriterlerini karşılamaktadır. Çok bölümlü /yazarlı olan bu kitap/dergi E-ISBN'li olup Kültür Bakanlığı Milli Kütüphaneler tarafından ve 18 Farklı Dünya Ülkesiyle Anlaşmalı olan Milli Kütüphanenin E Erişim sistemi tarafından da taranmaktadır. Bu kitap/dergi maddi bir değer ile alınıp satılamaz. Kitap/dergi bölüm/makale yazarlarından, destekleyenlerden, kitap /dergiye emeği geçenlerden Güven Plus Grup A.Ş. Yayıncılık herhangi bir maddi bir gelir elde etmemiş ve talepte bulunmamıştır. Kitap/Dergide yer alan bölüm/makalelerden alıntı yapmak ve ilgili bölüm/makaleye atıf yapılmak koşulu ile kaynak gösterilmek üzere bilimsel ya da ilgili araştırmacılar tarafından kullanılabilir.

Metin ve Dil Editörü
Doç. Dr. Gökşen ARAS
Dr. Öğr. Üye. Senai YALÇINKAYA
Dr. Öğr. Üye. Zeynep YAMAN

Kapak Tasarımı
Prof. Dr. Pelin AVŞAR KARABAŞ

Sayfa Düzeni
Burhan Maden

Baskı-Cilt
GÜVEN PLUS GRUP DANIŞMANLIK A.Ş. YAYINLARI®
Kayaşehir Mah. Başakşehir Emlak Konutları, Evliya Çelebi Cad. 1/A D Blok K4 D29 Başakşehir İstanbul Tel: +902128014061-62 Fax:+902128014063 Mobile:+9053331447861

KİTAP/DERGİ/KONGRE İMTİYAZ SAHİBİ
GÜVEN PLUS GRUP DANIŞMANLIK A.Ş. YAYINLARI®
Kayaşehir Mah. Başakşehir Emlak Konutları, Evliya Çelebi Cad. 1/A D Blok K4 D29 Başakşehir İstanbul Tel: +902128014061-62-63 - +905331447861 info@guvenplus.com.tr, www.guvenplus.com.tr

5.ULUSLARARARASI MÜHENDİSLİK VE TEKNOLOJİ YÖNETİMİ KONGRESİ

İÇİNDEKİLER

EFFECT OF DIFFERENT DRYING METHODS ON DRYING KINETICS, BIOACTIVE PROPERTIES AND COLOR QUALITY OF ROSEHIP 145

Berna GOZTEPE, Selma KAYACAN, Fatih BOZKURT, Merve TOMAS, Osman SAGDIC, Salih KARASU 145

ENERJİ ETKİN YAPI TASARIMI BAĞLAMINDA PASİF EVLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ AMERİKA- NEW YORK BÖLGESİ ÖRNEĞİ 152

Selin KIR, Semiha KARTAL 152

STUDY ON THE PERFORMANCE OF LOADED CONCRETE-FILLED STEEL TUBES (CFST) ON ABAQUS 162

Asaad HELWANI, Mehmet TOLGA GÖĞÜŞ 162

A STUDY ON CANCER GENOME ANALYSIS USING 2D-CNN MODEL 170

Suat TORAMAN, Bihter DAŞ 170

AN EVALUATION AND RECENT DEVELOPMENTS IN TIME OF FLIGHT DIFFRACTION TEST (TOFD) AS A PROMISING NON-DESTRUCTIVE TEST (NDT) METHOD 179

ZAFER ÖZDEMİR 179

MACBETH ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMİYLE ÇEVİK TEDARİK ZİNCİRLERİNİN PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ 186

Semih ÇİMENYAYLA, Celal ÖZKALE 186

PRİZMATİK BASINÇLI KAP TASARIMI 195

Koray TORUN, Yaşar YENİSOY 195

SMART MATERIALS AND USAGES IN INDUSTRY 203

Mehmet MUSLU, Hasan SERDAR 203

TEK ÇIKIŞLI FLYBACK DÖNÜŞTÜRÜCÜ TASARIMI 212

Mücahit ÖZEN, Uğur ARİFOĞLU 212

CFRP/Ti6Al4V YIĞININ FARKLI GEOMETRİLİ TAKIMLARLA DELİNMESİNDE MİNİMUM DELAMİNASYON OLUŞUMU İÇİN PROSES PARAMETRELERİNİN ÇOK AMAÇLI OPTİMİZASYONU 219

Ali Riza MOTORCU, Ergün EKİCİ 219

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ FAALİYETLERİNDE YAPAY ZEKÂ VE UZMAN SİSTEM UYGULAMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ 240

Bilal MURAT, Ali Riza MOTORCU, Yunus KAYIR 240

AYNI TEHLİKE VE RİSKLER İÇİN FARKLI RİSK DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI: OTOMOTİV BAKIM ONARIM SERVİSİ İÇİN ÖRNEK BİR ÇALIŞMA 249

Özer KAÇAR, Ali Riza MOTORCU 249

NONCONFORMING MATERIAL FLOW ANALYSIS VIA VALUE STREAM MAPPING: A CASE STUDY IN AUTOMOTIVE INDUSTRY 260

Nilay GİRAY BİROL, Latif SALUM 260

13:50	ALPER BAYGUT, MURAT MERMER, OSMAN NAZIM MALGİR	DENEYSEL ÇALIŞMA TABANLI MALZEME HAMMADDE DATASI OLUŞTURULMASI
14:00	ALPER BAYGUT, MURAT MERMER, OSMAN NAZIM MALGİR	ISIL İŞLEM ÖZELLİKLERİNİN HESAPLAMALI MALZEME MÜHENDİSLİĞİ ESASINDA İNCELENMESİ
14:10	ANIL TUNÇ, MEHMET AKİF KOÇ	TREN-KÖPRÜ ETKİLEŞİMİNDEN KAYNAKLANAN TİTREŞİMLERİN ESNEK KÖPRÜ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ
14:20	AYBEK AHMETOĞLU, RECEP DÖNMEZ, OKTAY ÇELENK	CNC KONTROLLÜ TAM OTOMATİK AYIKLAMA VE İSTİFLEME SİSTEMİ
14:30	BEYZANUR BEYDOĞAN, SEMA ERDEMOĞLU, AYŞEGÜL DİRİER	TEKSTİL ÜRÜNLERİNDE UV KORUYUCU OLARAK TABAKALI ÇİFT HİDROKSİTLERİN KULLANIMLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ
14:40	BİLAL MURAT, ALİ RİZA MOTORCU, YUNUS KAYIR	İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ FAALİYETLERİNDE YAPAY ZEKÂ VE UZMAN SİSTEM UYGULAMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ
14:50	BURAK ÇEPER, BÜŞRA BULUT, ŞEYMA DUMAN, KÜBRA AKBEN	EFFECTS OF SM DOPING ON THE SYNTHESIS AND ANTIBACTERIAL PROPERTIES OF BCP BIOCERAMICS
15:00	BURAK SAMET ELMAS, NEJAT YILDIRIM SARI, TANER YILMAZ	ÜÇ BOYUTLU (3D) YAZICILARDA POLİLAKTIK ASİT (PLA) FİLAMENT KULLANILARAK FARKLI YÖNLERDE ÜRETİLEN NUMUNELERİN ÇEKME DENEYLERİ
15:10	BURAK ÖZDEMİR, ERKAN BAHÇE	EKLEMELİ İMALAT YÖNTEMİ İLE ÜRETİLMİŞ PARÇALARIN GEOMETRİK HATALARININ GÖRÜNTÜ İŞLEME METODU İLE TESPİTİ
15:20	BURAK ÖZDEMİR, ERKAN BAHÇE	KOMPOZİT MALZEMELERİN DELİNMESİNDE OLUŞAN TAKIM SEHİMİNİN GÖRÜNTÜ İŞLEME YÖNTEMİ İLE TESPİTİ
15:30	BURCU ERTUĞ	ANTİPSİKOTİK ETKİLİ RİSPERİDON VE PALİPERİDON PALMİTAT NANO-FORMÜLASYONLARININ İNCELENMESİ: SENTEZ YÖNTEMLERİ
15:40	CANSU ERTUĞ, ESRA BOSTANCIOĞLU	YAPILARDA KULLANIM SÜRECİ DEĞİŞİKLİKLERİ VE DEPREM DAYANIMINA ETKİLERİ
15:50	DERYA AKSU DEMİREZEN, YALÇIN ŞEVKİ YILDIZ	KEÇİBOYNUZU BITKISINDEN SENTEZLENEN DEMIR OKSIT NANOPARTIKÜLLERININ DAR BOYUT DAĞILIMINDA OLMASI İÇIN REAKSIYON PARAMETRELERININ OPTIMIZASYONU
16:00	DİLARA ÖZŞENOL, SEYİT ÇERİBAŞI	YÜKSEK YAPILARIN TASARIMINDA KOMPOZİT ELEMANLARIN KULLANIMININ SAĞLADIĞI EKONOMİK AVANTAJLAR

KOMİTE VE KURULLAR

KONGRE BAŞKANI

Prof. Dr. Yusuf ŞAHİN - Nişantaşı Üniversitesi - Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi - Türkiye

DÜZENLEME KURULU BAŞKANI

Dr. Öğr. Üye. Senai YALÇINKAYA - Marmara Üniversitesi - Teknoloji Fakültesi - Türkiye

DÜZENLEME KURULU

Prof. Dr. Adnan DİKİCİOĞLU - İstanbul Teknik Universitesi - Türkiye
Prof. Dr. Aleksandar GEORGIEV- Technical University of Sofia - Bulgaristan
Prof. Dr. De Baets Patrick - Ghent University - Belçika
Prof. Dr. Ellen ARDURA - University Of Michigan – A.B.D
Prof. Dr. Hülya KALAYCIOĞLU - Karadeniz Teknik Üniversitesi - Türkiye
Prof. Dr. Mihaela BUCIUMEANU - University Dunarea de Jos of Galati - Romanya
Prof. Dr. Minghuang WANG - Institute of Nuclear Energy safety Technology - Çin
Prof. Dr. Pete WALKER - University Of Bath - İngiltere
Prof. Dr. Sevil YÜCEL - Yıldız Teknik Üniversitesi - Türkiye
Prof. Dr. Tariq Jamal SOLAIJA - Institute of Atomic Energy - Pakistan
Prof. Dr. Yoshihiko Takano - National Institute for Materials Science - Japonya
Prof. Dr. Yurii CHUMAKOV - Institute of Applied Physics of Moldovian Academy -Moldovya
Doç. Dr. Ayhan ONAT - Marmara Üniversitesi - Türkiye
Doç. Dr. Hüseyn MİRZAYEV - Bakü Mühendislik Üniversitesi - Azerbaycan
Doç. Dr. Magdalena ROSU - Politehnica University of Bucharest - Romanya
Doç. Dr. Sidik PERMANA - Institute Teknologi Bandung - Endonezya
Doç. Dr. Tory FAIR - Brandeis University – A.B.D.

BİLİMSEL SEKRETERYA

Doç. Dr. Gökşen ARAS - Atılım University - Türkiye
Öğr. Gör. Dr. Emin ÖZDEMİR - İstanbul Universitesi - Türkiye
Öğr. Gör. Gazi Başar KOCABAŞ - İstanbul Aydın Üniversitesi - Türkiye
Öğr. Gör. Georgiana CHIŞIU - Politehnica University of Bucharest - Romanya
Arş. Gör. Dr. Ebuzer AYGÜL - Hakkari Üniversitesi - Türkiye
Arş. Gör. Vedat YEĞİN - Marmara Üniversitesi - Türkiye
Dr. Samir KHATIR - Ghent University - Belçika
Acar Can KOCABIÇAK - REPKON - Türkiye

BİLİM KURULU

BİLİM KURULU

Prof. Dr. Emilio MINGUEZ - Universidad Politécnica de Madrid (UPM) - İspanya
Prof. Dr. Masjuki Bin Haji HASSAN - Kulliyyah of Engineering International Islamic University - Malezya
Prof. Dr. Abdel Salam H. MAKHLOUF - Engineering, Metallurgy, Coatings & Corrosion Consultancy (EMC3) - A.B.D.
Prof. Dr. Abdul QADİR - Sukkur IBA University - Pakistan
Prof. Dr. Abdulkadir GÜLLÜ - Gazi Üniversitesi - Türkiye
Prof. Dr. Ackerman MARK S. - University of Michigan - A.B.D.
Prof. Dr. Adnan DİKİCİOĞLU - İstanbul Teknik Üniversitesi - Türkiye
Prof. Dr. Aleksandar GEORGIEV - Technical University of Sofia - Bulgaristan
Prof. Dr. Alev AKDOĞAN KAYMAZ - İstanbul Üniversitesi - Türkiye
Prof. Dr. Ali Rıza MOTORCU - Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi - Türkiye
Prof. Dr. Alokesh PRAMANIK - Curtin University - Avustralya
Prof. Dr. Arvind ATREYA - University of Michigan - A.B.D.
Prof. Dr. Ayfer VEZİROĞLU - IAHE - A.B.D.
Prof. Dr. Ayhan AYTAÇ - Trakya Üniversitesi - Türkiye
Prof. Dr. Aysel KANTÜRK FİGEN - Yıldız Teknik Üniversitesi - Türkiye
Prof. Dr. B. KARTHIKEYAN - Annamalai University - Hindistan
Prof. Dr. Barkat Ali BHAYO - IBA University - Pakistan
Prof. Dr. Bülent CENGİZ - Bartın Üniversitesi - Türkiye
Prof. Dr. Bülent SALDERAY - Ankara Hacı Bayramveli Üniversitesi - Türkiye
Prof. Dr. Can KURNAZ - Sakarya Üniversitesi - Türkiye
Prof. Dr. Cenk SAYIN - Marmara Üniversitesi - Türkiye
Prof. Dr. De Baets Patrick - Ghent University - Belçika
Prof. Dr. Ellen ARDURA - University of Michigan - A.B.D.
Prof. Dr. Elmas ERDOĞAN - Ankara Üniversitesi - Türkiye
Prof. Dr. Erdem ÜNVER - Atılım Üniversitesi - Türkiye
Prof. Dr. Erdoğan GÜNEŞ - Ankara Üniversitesi - Türkiye
Prof. Dr. Gürol YILDIRIM - Aksaray Üniversitesi - Türkiye
Prof. Dr. Hacı Mehmet ŞAHİN - Karabük Üniversitesi - Türkiye
Prof. Dr. Hamid Reza KARIMI - Politecnico di Milano - İtalya
Prof. Dr. Hülya KALAYCIOĞLU - Karadeniz Teknik Üniversitesi - Türkiye
Prof. Dr. Jory HANCOCK - University of Arizona - A.B.D.
Prof. Dr. Mihaela BUCIUMEANU - University Dunarea de Jos of Galati - Romanya
Prof. Dr. Minghuang WANG - Institute of Nuclear Energy Safety Technology - Çin
Prof. Dr. Neyara RADWAN - King Abdulaziz University - Suudi Arabistan
Prof. Dr. Nihat AKKUŞ - İstanbul Gedik Üniversitesi - Türkiye
Prof. Dr. Osman ASİ - Uşak Üniversitesi - Türkiye
Prof. Dr. Olaru ADRIAN - Polytechnic University of Bucharest - Romanya
Prof. Dr. Ömer AKIN - TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi - Türkiye
Prof. Dr. Pete WALKER - University of Bath - İngiltere
Prof. Dr. Peter CHILDS - Imperial College London - İngiltere
Prof. Dr. Rajini NAGARAJAN - Kalasalingam University - Hindistan
Prof. Dr. Şenay YALÇIN - Nişantaşı Üniversitesi - Türkiye
Prof. Dr. Sevil YÜCEL - Yıldız Teknik Üniversitesi - Türkiye
Prof. Dr. Sümer ŞAHİN - Nişantaşı Üniversitesi - Türkiye