

**Trakya Üniversitesi
Mühendislik Bilimleri Dergisi**

Cilt: 16

Sayı: 1

Haziran

2015

**Trakya University
Journal of Engineering Sciences**

Volume: 16

Number: 1

June

2015

Trakya Univ J Eng Sci

<http://dergipark.ulakbim.gov.tr/tujes>
tujes@trakya.edu.tr

ISSN 2147-0308

Dergi Sahibi / Owner

Trakya Üniversitesi Rektörlüğü, Fen Bilimleri Enstitüsü Adına
On behalf of Trakya University Rectorship, Graduate School of Natural and Applied Sciences
Prof. Dr. Mustafa ÖZCAN

Baş Editör / Editor-in-Chief

Doç. Dr. Hacı Ali GÜLEÇ

Yardımcı Editörler / Associate Editors

Doç. Dr. Cem S. ÇETİNARSLAN
Yrd. Doç. Dr. Esmâ MIHLAYANLAR
Yrd. Doç. Dr. Altan MESUT
Yrd. Doç. Dr. A. Can ZÜLFİKAR

Dizgi / Design

Yrd. Doç. Dr. Altan MESUT, altanmesut@trakya.edu.tr
Taylan ŞAHİNBAŞ, taylansahinbas@hotmail.com

İletişim Bilgisi / Contact Information

Address : Trakya Üniversitesi, Enstitüler Binası, Fen Bilimleri Enstitüsü,
Balkan Yerleşkesi, 22030, Edirne / TÜRKİYE
Web site : <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/tujes>
E-mail : tujes@trakya.edu.tr
Tel : +90 284 2358230
Fax : +90 284 2358237

Baskı / Publisher

Trakya Üniversitesi Matbaa Tesisleri
Trakya University Publishing Centre

Editör Kurulu / Editorial Board

Ayşegül AKDOĞAN EKER	Makine Mühendisliği Bölümü	Yıldız Teknik Üniversitesi
Aysu UĞURLAR	Şehir ve Bölge Planlama Bölümü	Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Aytaç ALPASLAN	Elektrik-Elektronik Mühendisliği Böl.	Trakya Üniversitesi
Burhan ÇUHADAROĞLU	Makine Mühendisliği Bölümü	Karadeniz Teknik Üniversitesi
Gökhan KAÇAR	Genetik ve Biyo-mühendislik Bölümü	Trakya Üniversitesi
İsa CAVİDOĞLU	Gıda Mühendisliği Bölümü	Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Metin AYDOĞDU	Makine Mühendisliği Bölümü	Trakya Üniversitesi
Mustafa ERGEN	Kentsel Tasarım ve Peyzaj Mim. Böl.	Amasya Üniversitesi
Özer GÖKTEPE	Tekstil Mühendisliği Bölümü	Namık Kemal Üniversitesi
Pelin ONSEKİZOĞLU BAĞCI	Gıda Mühendisliği Bölümü	Trakya Üniversitesi
Rukiye Duygu ÇAY	Peyzaj Mimarlığı Bölümü	Trakya Üniversitesi
Semra HASANÇEBİ	Genetik ve Biyo-mühendislik Bölümü	Trakya Üniversitesi
Timur KAPROL	Mimarlık Bölümü	Trakya Üniversitesi
Tolga SAKALLI	Bilgisayar Mühendisliği Bölümü	Trakya Üniversitesi
Tülay YILDIRIM	Elektronik ve Haberleşme Müh. Böl.	Yıldız Teknik Üniversitesi
Türkan GÖKSAL ÖZBALTA	İnşaat Mühendisliği Bölümü	Ege Üniversitesi
Ümit GEÇGEL	Gıda Mühendisliği Bölümü	Namık Kemal Üniversitesi
Utku GÜNER	Biyoloji Bölümü	Trakya Üniversitesi

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

İnşaat Sektöründe Girişimcilik Eğilimi Üzerine Bir Değerlendirme Yasemin ERBİL	1-9
Kullanıcı Memnuniyetinin Konfor Koşulları Açısından Değerlendirilmesi: Bir Eğitim Binası Örneği Filiz ŞENKAL SEZER	11-19
Analysis of Oil Spill Fires in Nuclear Power Plants Ataman HAKSEVER	21-34
İmalat Sistemlerinin Tasarımında Nörotik Tavlama Benzetimi Yaklaşımının Kullanılması Tarık ÇAKAR, Serdar ÖZER	35-42

İNŞAAT SEKTÖRÜNDE GİRİŞİMCİLİK EĞİLİMİ ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME

Yasemin ERBİL

Bursa Orhangazi Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Mimarlık Bölümü
yasemin.erbil@bou.edu.tr

Özet: İnşaat sektörü, yaklaşık 150'ye yakın sektörle ilişkili olması, yan sanayileri desteklemesi, yüksek katma değer yaratması, istihdam potansiyelinin büyük olması, başta imalat sanayisi olmak üzere diğer sektörler ile sıkı bir girdi-çıkı ilişkisi içinde olması, yurtdışında yürütülen faaliyetlerin döviz kazandırması, çok sayıda düz işçiye istihdam sağlaması gibi özelliklere sahiptir. Sayılan bütün bu özellikleri nedeniyle inşaat sektöründeki girişimlerin etkileri ekonomiye dinamizm getirmektedir. Türkiye'de inşaat sektöründe girişimcilik eğilimlerini belirleyen faktörlerin açığa çıkarılması amacıyla hazırlanan bu çalışmada güçlü yönler, zayıf yönler, fırsatlar ve tehditlerin ayrı ayrı ele alındığı GZTF (SWOT) analizi tekniği kullanılmıştır. Elde edilen verilerin, sektörün girişimcilik açısından güçlü yanlarının korunarak, zayıf yanlarının geliştirilmesi, karşılaşılabilecek tehdit ve fırsatlara uygun stratejiler geliştirilmesini sağlamak üzere yol gösterici olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: İnşaat sektörü, Girişimcilik Eğilimi, GZTF

An Assessment on Entrepreneurial Orientation in Construction Sector

Abstract: Construction sector has some specialties such as; being associated with approximately 150 different sectors, creating high added value, generating a high employment potential, having a compact input-output relevancy with other sectors including mainly production sector, creating exchange earnings via foreign operations and providing employment for an important number of unskilled labor. Due to these qualifications explained above, the effects of the enterprises in construction sector bring dynamism to the economy. The SWOT analyzing technique which discusses strengths, weaknesses, opportunities and threats separately is used in this study in order to reveal the factors determining the entrepreneur orientation in Turkish construction sector. It is assumed that the data obtained will be guiding for protecting the entrepreneurial strengths of the sector while improving the weaknesses and developing proper strategies for the threats and opportunities that might be encountered.

Keywords: Construction sector, Entrepreneurial orientation, SWOT

GİRİŞ

İNŞAAT sektöründe girişimcilik eğilimi, örgüt düzeyinde belirli çıktılar ve strateji oluşturma ve karar alma süreçlerinde üst düzey yöneticilerce sergilenen yönetsel tercih, inanç ve davranış biçimleri olan stratejik bir yapıdır. Girişimcilik eğilimi çok boyutludur (Lumpkin ve Dess 1996; Covin ve Slevin 1991; Covin ve Covin, 1990; Antoncic ve Hisrich, 2001). Başlangıç aşamasında üç boyutlu (risk alma, yenilikçilik ve proaktif olma) olarak düşünülen girişimcilik eğilimi, farklı ve bağımsız olarak değişiklik gösteren boyutlar eklenerek geliştirilmiştir. Lumpkin ve Dess (1996) girişimcilik yöneliminin çok boyutlu bir nitelik taşıdığını ileri sürerek Miller'in (1983) boyutlarına, özerklik ve saldırgan rekabetçilik boyutlarını eklemiştir. Örgütler, girişimcilik yöneliminin boyutları açısından bir boyutta yüksek değerlere sahipken diğer boyutta göreceli olarak daha düşük değerlere sahip olabilirler. Tablo 1'de konuyla ilgili literatür analizi yer almaktadır.

MATERYAL VE YÖNTEM

GZTF analizi yönteminde; güçlü yönler (Strengths), zayıf yönler (Weaknesses), fırsatlar (Opportunities) ve tehditler (Threats) olarak dört ayrı parametre ayrı ayrı ele alınmaktadır. Bu yöntemle, niceliksel ve niteliksel özelliklere ilişkin analizler yapılabilmektedir. Bu çalışmada literatür kaynaklı olarak niteliksel özelliklere ilişkin bir GZTF analizi çalışması yapılmıştır. Makalede inceleme konusu olarak benimsenen "İNŞAAT sektöründe girişimcilik eğilimi" konusunun ayrıntılı olarak değerlendirilmesinin yapılabilmesi için tüm paydaşları içeren kapsamlı bir araştırma yapılması gerekmektedir.

Tablo 1. Literatür Analizi

Lumpkin ve Dess (1996)	Girişimcilik eğilimi, yeni girişimlerin nasıl gerçekleşeceği sorusunu yanıtlayan kilit girişimci süreçleri temsil eden bir kavramdır. Saldırgan rekabetçilik ve özerklik boyutları da girişimcilik üzerinde etkilidir. Bu ölçütlerin bir arada değişme eğilimi olması şart değildir. Bu nedenle kombinasyon halinde tasarlanmaları gerekmektedir. Buna çok boyutlu girişimcilik eğilimi denir.
Stopford ve Fuller (1994)	Girişimcilik hareketleri çoğunlukla bireysel girişimciliğin konusudur. Ancak 'yeni teşebbüsler' kurumsal girişimciliğin de önemli bir unsurudur.
Covin ve Slevin (1989)	Girişimcilik eğiliminin ölçütlerinin bir arada değişmesi gerekir. Yani bir firma tüm ölçütlerde eşit olarak başarı kazanmalıdır. Eğer bir ölçütte yüksek başarı elde edilirse diğerlerinde de başarılı olunacaktır.
Lumpkin vd. (2009)	Girişimcilik yönelimi, girişimci kararlar verilirken etkili olan politikaları ve uygulamaları ifade eder.
Antoncic ve Hisrich (2001)	Girişimcilik yönelimi 'var olan bir kurumdaki girişimcilik' olarak tanımlanan kurumsal girişimcilik ile aynıdır.
Fiş ve Wasti. (2009)	Kurumsal girişimcilik genel kabul görmüş haliyle performans ve büyüme amacıyla çevredeki fırsatları değerlendirerek risk alma, yenilik, proaktivite ve saldırgan rekabetçiliğe yönelik işletme düzeyindeki eğilim ve davranışların bütünüdür.
Lumpkin ve Dess (1996); Lumpkin vd. (2009)	Girişimci yönelime sahip firmalar daha fazla kazanç elde ederler.
Bhuiyan vd. (2005)	Girişimcilik yönelimi ile işletme performansı arasındaki ilişki doğrusal değildir.
Miller ve Friesen (1978)	Girişimciliğin boyutları risk alma, yenilikçilik ve proaktifliktir.
Miles ve Arnold (1991); Lumpkin ve Dess (1996)	Girişimcilik eğilimi; istikrarlı, birbiriyle ilişkili aktivite ve süreçler bütünüdür.
Wiklund (1999)	Girişimcilik eğilimi, performansa katkı sağlar. Bu nedenle risk alma, yenilikçilik ve proaktiflik küçük firmaları rakiplerinin önüne geçirir.

BULGULAR

İnşaat Sektöründe Girişimcilik Potansiyelinin "Yenilikçilik Eğilimi" (Innovativeness) Bağlamında İncelenmesi

Yenilikçilik eğilimi, yeni ürün/hizmet geliştirmeye, teknolojik liderlik ve yeni süreçler geliştirme amaçlı araştırma-geliştirme (AR-GE) faaliyetlerine destek vermeye duyulan isteği yansıtır (Lumpkin ve Dess, 2001). Girişimcilik eğiliminin kilit ölçütü yenilikçiliktir. Yenilikçilik eğilimi, bir firmanın yeni olana yatkınlığını ifade etmektedir. Yeni teşebbüsler yaratma fikrinin yanında, mevcut işletmelerin gelişebilmesi için yeni yöntem ve ürünlerin üretilmesi de yenilikçilik açısından önemlidir (Lumpkin ve Dess, 1996). İnşaat sektöründe girişimcilik eğiliminin bir alt boyutu olarak "yenilikçilik eğilimi" GZTF analizi tekniği kullanılarak Tablo 2'de incelenmiştir.

Tablo 2. İnşaat Sektöründe Yenilikçilik Eğilimi ve GZFT Analizi

Güçlü Yönler	Zayıf Yönler
Sektörün küresel boyutta proje üretme yeteneğinin olması	Genel olarak ara elemanların düşük eğitim seviyesine sahip olması
İleri teknoloji kullanım oranının yüksek olması	Toplam kalite bilincinin gelişmemiş olması ve yüksek kalite standartlarının yetersizliği
Bilgi ve teknoloji transferlerinin kolaylaşması	Takım çalışması ve öneri geliştirme araçlarının yeterince kullanılmaması
Rekabetin yoğunlaşması	Örgüt geliştirme ve örgütsel yenilik yapma eğilimlerinin düşük olması
Ülkeler arası diplomatik ilişkilerin gelişmesi	Kurumsallaşma düzeylerinin düşük olması
Hükümet teşviklerinin verilmesi	profesyonel yönetim anlayışının çok gelişmiş olmaması
Yeni yönetmeliklerin çıkarılması	Üretimin tekrarlanamaz olması / üretim yerinin her projede değişmesi
Farklı uzmanlık alanlarında eğitim alma olanağının artması	Açıkta imalat yapılması / üretimin çevresel faktörlerden etkilenmesi
Müşteri beklentilerinin araştırılması ve beklentileri karşılayacak proje üretme kapasitesinin yüksek olması	İnşaat yatırımlarının kendine has özellikleri
AR-GE Yatırımlarının artması	Üretim sürecinde değişik tipte ve büyüklükte riskler alınması
Yeni tasarım ve teknik arayışları ve farklılaşma çabalarının yüksek olması	Sektörün ürünleri hareketsiz, dayanıklı, pahalı ve karmaşık olması
	Üretimin talebe bağlı olarak şekillenmesi
	Yapıların büyük ölçüde yerinde üretilmesi
	İnşaat pazarlarının büyük ölçüde parçalı ve yerel bir yapıya sahip olması
	Aynı projede çok sayıda farklı firma ve uzmanlığın yer alması
	Birbirlerinden ekonomik olarak bağımsız, farklı hedef ve beklentileri olan tarafların bir arada çalışması
	Sektörün konservatif bir bakış açısına sahip olması
Fırsatlar	Tehditler
Sektörde işbirlikleri	Finansal kaynak maliyetlerinin yüksek olması
Müşteri ilişkileri yönetimi	AR-GE bütçelerinin düşük olması
Yeni pazarlama teknikleri	Profesyonel yönetim anlayışının gelişmemiş olması
Enerji verimliliği	Ortaklık kültürünün gelişmemiş olması
Sektörde akıllı teknolojilerin kullanılmasının yenilik yapma ve farklılaşma kapasitesini arttırması	Sektörün muhafazakar yapısı
Atık yönetimi	Sektörün çok paydaşlı yapısı
Prefabrikasyon sanayinin gelişmesi	Değişime karşı direnç gösterilmesi
Bütünleşik tasarım sitemlerinin kullanılmaya başlanması	Kurumsal yapılarda değişiklik ihtiyacı
Web tabanlı proje yönetim sistemlerinin kullanılmaya başlanması	Yatırım yapma gerekliliği
Yapı bilgi modelleme sistemlerinin kullanılmaya başlanması	
Çok boyutlu sanal tasarım uygulamalarının varlığı	
Yalın inşaat	
Yapı malzemelerinin özelliklerinin geliştirilmesi	
Yeni yapı malzemelerinin geliştirilmesi	
Sektörün yatırım ve iş üretme eğiliminin çok yüksek olması	
Sektörün ulusal ve küresel boyuttaki yatırım fırsatları	
Sektörde büyük ölçüde yerel kaynakların kullanılması	

İnşaat Sektöründe Girişimcilik Potansiyelinin “Risk Alma Eğilimi” (Risk-Taking) Bağlamında İncelenmesi

Risk alma eğilimi, bilinmeyen yeni pazarda bir teşebbüs ortaya koymaya çalışmak gibi gözü pek atılımlar yapmaya olan yatkınlığı, garantilenmiş bir sonucu olmamasına karşın bir girişime kaynakları

yatırabilmeyi ve/veya çok miktarda borçlanabilmeyi ifade eder (Lumpkin ve Dess, 2001). Risk alma eğilimi, sonuç ve getirinin açık olmadığı durumlarda bile yenilikçi projelere destek verme yönelimidir (Fiş ve Wasti, 2009). İnşaat sektöründe girişimcilik eğiliminin bir alt boyutu olarak “risk alma eğilimi” GZTF analizi tekniği kullanılarak Tablo 3’te incelenmiştir.

Tablo 3. İnşaat Sektöründe Risk Alma Eğilimi ve GZTF Analizi

Güçlü Yönler	Zayıf Yönler
Sektörde yatırımcıların büyük çoğunluğunun KOBİ’lerden oluşması	Finansman kaynaklarına ulaşmada yaşanan güçlükler
Sektörün içinde olan küçük girişimcilerin piyasaları iyi takip etmesi	KOBİ girişimcilerinin kısıtlı finansal kaynaklarının kısıtlı olması
Yatırımcıların müşterilere yakın olması ve taleplerini anında belirlemesi	Küçük ve orta ölçekli girişimcilerin borçlanma maliyetlerinin yüksek olması
KOBİ girişimcisinin işletmelerin sahibi aynı zamanda yöneticisi olması	Fizibilite yapma geleneğinin düşük olması
KOBİ’lerin risk eşiklerinin ve belirsizlik toleranslarının yüksek olması	belirsizlikleri belirleme ve proaktif hareket eğilimlerinin düşük olması
KOBİ’lerin daha çok aile işletmelerini içermesi ve risklere karşı daha güçlü bir dayanışma içinde olması	Kriz yönetimi uygulamalarının düşük olması
Sektörün temel iş kaynağının düz işçi olması (<i>maliyet avantajı sağlamaktadır</i>)	Pazarlama ve yönetim gibi konularda eğitim yetersizliği
Eğitim seviyesi düştükçe risk alma eğiliminin artması	Konuya ilişkin bilgi ve vizyon eksikliği
Fırsatlar	Tehditler
2007-2013 dönemini kapsayan 9. Kalkınma Planında girişimcilik politikalarının desteklenmesine önem verilmesi	Bölgesel riskler (<i>bölgesel istikrarsızlık ve çatışma ortamı</i>)
Girişimcilik ve istihdam garantili programların açılması	Küresel ekonomik kriz ve ekonomilerde konut talebinin daralması
Mesleki danışmanlık ve rehberlik hizmetleri ile mesleki eğitim kursları yoluyla etkili işgücü politikalarının uygulanmasının hedeflenmesi	Borçlanma maliyetlerinin artması
KOSGEB girişimci destek programı, AR-GE, inovasyon ve endüstriyel destek programı, İŞKUR destekleri, TÜBİTAK destekleri, AB rekabet edebilirlik ve yenilik çerçeve programı, TURSEFF kredisi (<i>Türkiye sürdürülebilir enerji finansman kredisi</i>), mikro-kredi, bilim sanayi ve ticaret bakanlığı destekleri, girişim sermayesi gibi desteklerin verilmesi	Geleceğe yönelik tahminleme-araştırma eğilimlerinin düşük olması
Ülkemizde konut arz açığının yüksek olması	Riski hesaplama çabalarının düşük olması
Ülke çapında kentsel dönüşüm kararının alınmış olması	Politik riskler
Ülkemizde nüfus artış oranının yüksek olması ve talebi pozitif yönlü etkilemesi	Finansal riskler
	İnşaat riskleri
	Çevresel riskler
	Sektörde yaşanan yoğun rekabet
	Tecrübe ve referans eksikliğinden dolayı iş alamama riski

İnşaat Sektöründe Girişimcilik Potansiyelinin “Proaktiflik Eğilimi” (Proactiveness) Bağlamında İncelenmesi

Proaktiflik eğilimi, fırsatları araştırmak, rekabet düzenini ve çevresini şekillendirmeyi, değişim sürecinde ve sonucunda oluşacak talepleri karşılamak amacıyla, uygun stratejileri geliştirebilmeyi, pazar değişimi sürecinde aktif rol

oyunabilmek ve yeni ürün/hizmetleri pazara ilk sunabilmeyi ifade eder (Fiş ve Wasti, 2009). Girişimcilik yönelimini ele alan çalışmalarda proaktiflik eğilimi ile ilgili olarak fırsatçı ve öncü olmak vurgulanır. İnşaat sektöründe girişimcilik eğiliminin bir alt boyutu olarak “proaktiflik eğilimi” GZTF analizi tekniği kullanılarak Tablo 4’te incelenmiştir.

Tablo 4. İnşaat Sektöründe Proaktiflik Eğilimi ve GZFT Analizi

Güçlü Yönler	Zayıf Yönler
Binaların tipolojik açıdan çeşitlenmesi, ölçeklerinin büyümesi ve karmaşıklaşması nedeniyle üretim hızını arttıracak yeni teknolojilerin kullanılması ihtiyaç duyulması	Kurumsallaşma ve profesyonelleşme düzeylerinin düşük olması
Uzmanlık alanlarına duyulan ihtiyacın artması	AR-GE çalışmalarının düşük olması
Yeni proje üretme yeteneğinin gelişmiş olması	Yüksek iş yapma bilgisi (know-how) kullanımının düşük olması
Yeni tasarım üretme kapasitesinin gelişmiş olması	Aile şirketlerine özgü yetersiz kurumsallaşmanın büyük uluslararası projelere yönelmede engel oluşturması
Alt sektörlerde yüksek miktarlarda üretim, ithalat, ihracat yapılması	Mega projelerin yükümlülüğünü alacak şirket işbirlikleri veya şirket birleşmelerinde yetersizlik
Müteahhitlik sektörünün zengin uluslararası deneyim ve birikime sahip olması	Yurtdışına uyum sorunu
Yurtdışı faaliyetlerine yapılan devlet destekleri	Dil problemi
Düşük maliyetlerle işletme kurma olanağının olması	Risk yönetimi konusunda eksiklik
	İnşaat sektörünün muhafazakar yapısı
Fırsatlar	Tehditler
Sektörde proje üretme yeteneğinin yüksek olması	Borçlanma maliyetlerinin geleceğe yenilik yatırımlarını sınırlaması
Sektörün yüksek arz açığının (özellikle konut sektörü) talebi karşılama girişimlerini desteklemesi	Ara elemanların eğitim seviyelerinin düşük olması
Sektörde her ölçekten girişimcinin olması her düzeyde talebi karşılama fırsatı sunması	AR-GE çalışmalarının sınırlı olması
Devlet teşviklerinin artmasıyla sektörde geleceğe yönelik proje üretme eğilimlerini artması	Geleceğe yönelik bilgi üretme kapasitesinin düşük olması
Konut talebinin sürekliliği	Girişimcilerin büyük ölçüde aile şirketlerinden oluşması ve kurumsallaşma-profesyonelleşme eğilimlerinin düşük olması
Yurtdışı pazarlarda devlet desteği olması	Standartların yeterince belirlenmemiş olması
Yakın coğrafyalarda ortaya çıkan inşaat yatırım ihtiyacı	Yetkinliği ve ehliyeti olmayan girişimcilerin de yatırım yapması
Sektörde var olan birlik ve derneklerin bilgi ve birikimleri	Kalite kontrol, kalite güvencesi, kalite yönetimi sistemleri uygulanmalarının az olması
TÜBİTAK tarafından hazırlanan vizyon 2023 raporu	Politik dengesizlikler ve ekonomik krizlerin iç pazarda iflaslara ve işsizliğe yol açması
Sektörde enerji tüketimi ve çevre konularında bilincin artması	Deprem sonucu iç pazarda yaşanan güven kaybı
	Risk yönetimi kültürünün yerleşmesinin gerekliliği
	Yurtdışı rekabet pazarında teminat mektubu sorunu enerji verimliliğini arttırıcı, çevre kirliliğini önleyici, iş yeri güvenliğini arttırıcı ve çalışanların istihdamına ilişkin getirilecek ek önlemlerin neden olacağı maliyetler

İnşaat Sektöründe Girişimcilik Potansiyelinin “Saldırgan Rekabetçilik Eğilimi” (Competitive Aggressiveness) Bağlamında İncelenmesi

Saldırgan rekabetçilik eğilimi; işletme sahiplerinin kendilerini değerlendirebilmek amacıyla rekabetten hoşlanmalarına ve başarılı olmak için gayret göstermelerine bağlanabilir. Saldırgan rekabetçilik, eğilimi; bir işletmenin

rakiplerine egemenliğini kabul ettirebilmek amacıyla bilinçli olarak ya da reaktif davranarak rakip ve pazar analizlerini içerecek biçimde alışılmadık yöntemlerle “rakibi alt etme” istek ve eğilimini işaret eder (Covin ve Covin, 1990; Fiş ve Wasti, 2009). İnşaat sektöründe girişimcilik eğiliminin bir alt boyutu olarak “saldırgan rekabetçilik eğilimi” GZTF analizi tekniği kullanılarak Tablo 5’te incelenmiştir.

Tablo 5. İnşaat Sektöründe Saldırgan Rekabetçilik Eğilimi ve GZTF Analizi

Güçlü Yönler	Zayıf Yönler
<p>Sektörün çekiciliği, sektöre yönelik girişim eğilimlerini arttırmakta ve rekabetin şiddetlenmesini sağlaması</p> <p>Küçük girişimlerin esnek yapısının yeni rekabet politikalarını geliştirme ve uygulama imkanı sağlaması</p> <p>Yoğun rekabetin daha kaliteli ve yenilikçi proje ve yapıların üretilmesine neden olması</p> <p>Fiyat rekabetinin fiyatların çeşitlenmesi ve dengelenmesini sağlaması</p> <p>Müşteri odaklı yaklaşımların olması</p> <p>Pazar odaklılık</p> <p>Dijital teknolojinin hızlı çizim ve sunum geliştirmeyi olanaklı kılması</p> <p>«Gözü kara» rekabetçilik anlayışı</p>	<p>İnşaat projelerinin belli bir zaman, maliyet ve kalitede bitirilme zorunluluğu</p> <p>Uzun proje sürecinin belirsizlikler içermesi</p> <p>Yüksek üretim maliyetleri</p> <p>Sektörde kazan-kazan rekabet politikasının gelişmemiş olması</p> <p>Sektöre giriş standartlarının olmaması ve bu durumun ilkesiz ve yıkıcı rekabetin Yoğunlaşmasına yol açması</p> <p>Sektörde kuralların belirgin olmaması nedeniyle yasa dışı rekabetin artması</p> <p>Saldırgan rekabetçilik eğiliminin girişimcilik eğilimini zayıflatması</p>
Fırsatlar	Tehditler
<p>Sektörde rekabet kurallarının belirgin olmamasının saldırgan rekabet politikası güden girişimcilere fırsatlar sağlaması</p> <p>Özellikle büyük ölçekli işletmelerin ekip-ekipman-teknoloji ve sermaye yeterliliği açısından büyük fırsatlara sahip olması</p> <p>Sektörde değişken fiyat politikalarının uygulamalarının fiyatla rekabet avantajı sağlaması</p> <p>Sektöre giriş bariyerinin düşük olması</p> <p>Pazarlama ve reklam tekniklerinin sağladığı avantajlar</p> <p>Ürün ve hizmetlerle ilgili çeşitlilik, deneyim, kalite, özgün tasarım ve kurumsal imaj gibi farklılıklar yaratabilme</p>	<p>İmaj ve marka sadakatinin pazara yeni giren firmalar için giriş bariyerini yükseltmesi</p> <p>Daha fazla kaynak/malzeme alımı yapıldığında, pazarlık gücünün artması nedeniyle girdi maliyetinin düşük olması</p> <p>Kayıt dışı ve standartlara uymayan üretim</p> <p>Kalifiye eleman sıkıntısı</p> <p>Ulusal pazarda yabancı firmalarla rekabet</p> <p>Yabancı uyruklu işçilerin daha düşük ücretle çalışması</p> <p>Sektöre yeni giren firmaların tehdidi</p> <p>Üreticilerin, işverenin, müşterinin pazarlık gücü</p> <p>Alternatif hizmet/ürünlerin ortaya çıkması tehdidi</p> <p>Saldırgan rekabet eğilimlerinin büyük ölçekteki firmalar için avantaj sağlarken küçük ölçekli firmalar için dezavantaj oluşturması</p> <p>Saldırgan rekabet eğilimlerinin her zaman tehdit içermesi ve farklı girişimlerin piyasaya girişlerini sınırlaması</p>

İnşaat Sektöründe Girişimcilik Potansiyelinin “Özerklik Eğilimi” (Autonomy) Bağlamında İncelenmesi

Özerklik, bir iş fikrini ortaya çıkarmak, geliştirmek ve sonuna kadar götürmek konusunda bir birey ya da ekipçe yürütülen bağımsız faaliyetleri ifade eder. Özerklik eğilimi, örgütsel

sınırlamalardan özgür olarak hareket edilebilme, karar verebilme ve ilerleyebilmeyi kapsar. Özerklik eğiliminin varlığı firmanın yönetim şekli ve boyutu ile ilgilidir (Lumpkin ve Dess, 1996). İnşaat sektöründe girişimcilik eğiliminin bir alt boyutu olarak “Özerklik eğilimi” GZTF analizi tekniği kullanılarak Tablo 6’da incelenmiştir.

Tablo 6. İnşaat Sektöründe Saldırgan Özerklik Eğilimi ve GZFT Analizi

Güçlü Yönler	Zayıf Yönler
Özerklik eğiliminin girişimcilere özgür hareket etme fırsatı sağlaması	Ruhsat alma, inşaata başlama, inşaatı teslim alma süreçlerinde yaşanan bürokratik engeller hız ve zaman kaybı
Sektörde piyasa uygulamaları açısından girişim özgürlüğünün yüksek olması	Uluslararası ihalelerde finansman ve teminat problemi
Serbest iş yapma motivasyonunun yüksek olması	Uluslararası sözleşme yönetimi ve ihtilafların çözülmesi konularında teknik ve hukuk sorunlarına karşı yeterince deneyimli olunmaması
Yüksek kar elde etme olanağı	Toplumda girişimcilik kültürü eksikliği
Tecrübeye dayalı öğrenme süreci	Özerklik eğilimi yüksek olan girişimcilerin daha seçici ve dikkatli hareket etmeleri
İşveren memnuniyetinin sağladığı cesaret duygusu	Özerk hareket etme oranının pazar gücüyle doğrudan ilişkili olması
Küreselleşmenin de etkisiyle uluslararası projelerin yapılması	Özerklik eğilimine sahip olan girişimcilerin sektörün diğer aktörlerini kontrol etme ve piyasaya hakim olma eğilimi göstermesi
Yakın coğrafyalarda ve Türkiye'nin büyük şehirlerinde yüksek bütçeli projelerde çalışacak kalifiye eleman ihtiyacının artması	
Sektörün hareketli olması nedeniyle işsizlik riskinin azalması	
Fırsatlar	Tehditler
Yeşil bina ve sürdürülebilirlik alanlarında yeni teknolojilerin sektöre girmesi	Özerklik eğilimi yüksek olan özellikle küçük ölçekli girişimler için sektörün tehditler içermesi
Konut altyapı ve üstyapı ihtiyaçlarının artması	Büyük işletmelerin baskısının özerklik eğilimlerini baskı altına alma potansiyeline sahip olması
Faiz ve enflasyon oranlarındaki düşüşle birlikte kredi imkânlarının artması	Kurumsal girişimcilikle bireysel girişimciliğin iç içe geçmiş durumda olması
Uygun ihaleler alınabilirse yüklenici müteahhitlik, müşavirlik, taşeronluk ve projecilik işlerine çok büyük sermayelere gerek olmadan başlanabilmesi	Enflasyon gibi ekonomik göstergelerin psikolojik etkileri
Deprem riski nedeniyle yenilenme ihtiyacı	Döviz kurlarının ve inşaat malzemesi ihracatının istikrarsızlığı
Yapı denetimi hizmetlerinin yaygınlık kazanması	İflas riski
Özerklik eğiliminin farklı proje ve uygulamaların ortaya çıkmasını, yenilikleri tetiklemesi	
Farklılaşarak ayrışma çabasının sektörün cazibesini arttırması	

SONUÇ

Türkiye’de yaygın olarak en iyi yatırım aracının gayrimenkul olduğu düşünülmektedir. Bu durum girişimciliği tetikleyen başlıca etkidir. Köklü bir geçmişi olması nedeniyle inşaat sektörü yakından tanınan bir sektördür. Sektöre giriş için gereken bilgi ve sermaye seviyesinin düşüktür. Girişimci profili niteliği açısından gözü kara girişimcilerin varlığı dikkati çekmektedir.

Son dönemde kentlerde nüfus yığılmasına paralel olarak kentleşmenin artması, sosyal ve kültürel eğilimlere paralel olarak konut başına düşen birey sayısında azalmanın konut ihtiyacını arttırması, deprem yönetmelikleri uyarınca konut kalitesinde artış beklentisi ve geçekonduların yıkılarak şehirlerin yeniden yapılandırılması için yapılan kentsel dönüşüm/yenileme uygulamaları sektörde girişimciliği arttırmaktadır. Buna karşılık sektöre giriş için yasal standartların olmaması ise nitelik sorununu ortaya çıkarmaktadır.

Diğer yandan enerji tasarrufu politikaları kapsamında çıkartılan yönetmelikler, doğal kaynakları daha etkin kullanabilen, enerji verimliliği yüksek ve karbon salınımı daha düşük bina ihtiyacını arttırmakta, daha hafif, daha esnek, daha dayanıklı, daha uzun ömürlü, hem üretim hem de kullanım süreçlerinde çevreye daha az zarar veren, yenilenebilir enerji kaynaklarından etkin şekilde faydalanabilen inşaat malzemelerine duyulan ihtiyacı arttırmaktadır.

Sayılan bu faktörlerin yanında müşteri beklentilerinin yeni pazarların açılmasını teşvik etmesi, çok sayıda paydaşla çalışıldığı için proje takımında gündeme gelen bir düşüncelerin diğer paydaşlarda da sinerji yaratması, yurt dışında iş yapma konusunda var olan birikim ve dünya çapında isim yapmış güçlü inşaat firmalarının varlığı, sektörün ilişki halinde olduğu yan sektörlerdeki girişimcilik eğilimlerinden etkilenmesi, ipoteğe dayalı konut kredisi sisteminin uygulaması, yeşil bina sertifikasyon sistemlerinin varlığı gibi pek çok konunun sektörün girişimcilik potansiyelini arttırabileceğini öngörmek mümkündür.

Bu çalışmada ele alınan sektörel konuların, sektörün girişimcilik açısından güçlü yanlarının korunarak, zayıf yanlarının geliştirilmesi, karşılaşılabilecek tehdit ve fırsatlara uygun stratejiler geliştirilmesini sağlamak üzere yapılacak çalışmalara yol gösterici olabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Aldemir, B. ve Acar, E. (2012). Küçük ve Orta Boy İnşaat Firmalarının Girişimcilik Yönelimi. 2. Proje ve Yapım Yönetimi Kongresi, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, 13-16 Eylül 2012, Gülbahçe, İzmir.
2. Antoncic B. ve Hisrich R. D. (2001). Entrepreneurship: Construct Refinement and Cross Cultural Validation, *Journal of Business Venturing*, Vol.16, 459-527.
3. Bhuian, S.N., Menguc, B., & Bell, S.J. (2005). Just entrepreneurial Enough: the Moderating Effect of Entrepreneurship on the Relationship Between Market Orientation And Performance. *Journal of Business Research*, 58, 9– 17
4. Blayse, A. ve K. Manley. (2004). Key Influences on Construction Innovation. *Construction Innovation*, 4(3):1-12.
5. Covin, J.G. ve Slevin, D.P. (1989). Strategic Management of Small Firms in Hostile and Benign Environments. *Strategic Management Journal* 10(January):75–87.
6. Covin J. G. ve Covin T. (1990). Competitive Aggressiveness, Environmental Context, and Small Firm Performance, *Entrepreneurship: Theory & Practice*, Vol. 14, No. 4, 35-50.
7. Covin, J. G. ve Slevin, D. P. (1991). A Conceptual Model of Entrepreneurship As Firm Behavior. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 16, 7–25.
8. Fiş A. M. ve Wasti S. A. (2009). Örgüt Kültürü ve Girişimcilik Yönelimi İlişkisi, *ODTÜ Gelişme Dergisi*, Vol. 35 (Özel Sayı), 127-164.
9. Göç, Y. and Acar, E. (2010). Yüklenici İnşaat KOBİ’lerinde Girişimci Özellikleri ve Risk Yönetimi Uygulamaları. 1. Proje ve Yapım Yönetimi Kongresi, ODTÜ Kültür ve Kongre Merkezi 29 Eylül - 1 Ekim 2010, Ankara.
10. Knight, G., (1997). Cross-Cultural Reliability and Validity of A Scale To Measure Firm Entrepreneurial Orientation. *Journal of Business Venturing*, 12 (3),s.213-225.
11. Lumpkin, G. T. ve Dess, G. G. (1996). Clarifying the Entrepreneurial Orientation Construct and Linking it to Performance. *Academy of Management Review*, 21(1), 135–172.
12. Lumpkin G. T. ve Dess G. G. (1996). Linking Two Dimensions of Entrepreneurial Orientation to Firm Performance: The Moderating Role of Environment and Industry Life Cycle, *Journal of Business Venturing*, Vol. 26, Issue 5, 1055-1085.
13. Lumpkin, G. T., C. Cogliser, D. Schneider. 2009. Understanding and Measuring Autonomy: An Entrepreneurial Orientation Perspective. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 33 (1), 47-69.
14. Miles, M.P., ve Arnold, D.R. (1991). The Relationship Between Marketing Orientation and Entrepreneurial Orientation. *Entrepreneurship Theory and Practice* 15(4):49–65.

15. Miller, D. ve Friesen, P.H. (1978). Archetypes of strategy formulation. *Management Science* 24(9):921–933.
 16. Miller, D. ve P.H. Friesen. (1983). Strategy-Making and Environment: The Third Link. *Strategic Management Journal* 4: 221-235.
 17. Özorhon, B. (2012). Türkiye’de İnşaat Sektörü ve Dünyadaki Yeri. Sektörel Etütler ve Araştırmalar. Yayın No: 2012-31, İstanbul Ticaret Odası Yayınları.
 18. Porter, M. E. (2000). Rekabet Stratejisi: Sektör ve Rakip Analizi Teknikleri, İngilizce’den çeviren: Gülen Ulubilgen, Sistem Yayıncılık Yayın No: 206, İstanbul.
 19. Stopford, J.M. ve Baden-Fuller, C.W.F. (1994). Creating corporate entrepreneurship. *Strategic Management Journal* 15(7):521–536.
 20. Wiklund, J. 1999. The sustainability of the Entrepreneurial Orientation-performance Relationship. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 24 (1), 37-48
- AKA, D., Ayvalık İktisadi Coğrafyası, s.39, Ülkü Matbaası, İstanbul, 1944.

KULLANICI MEMNUNİYETİNİN KONFOR KOŞULLARI AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ: BİR EĞİTİM BİNASI ÖRNEĞİ

Filiz ŞENKAL SEZER

Uludağ Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Görükle Bursa
filizss@gmail.com

Özet: Bu çalışmada Uludağ Üniversitesi Görükle Yerleşkesi'nde yer alan Mimarlık Bölümü binasının iç mekân fiziksel çevre kalitesi kullanıcı görüşleri dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmenin yapılabilmesi için fiziksel çevre kalitesini oluşturan unsurlar, konu ile ilgili mevcut yayınlar da dikkate alınarak, belirlenmiştir. Çalışmanın yöntemi aşağıdaki aşamalarda gerçekleşmiştir: ilk aşamada; eğitim yapılarının fiziksel çevre kalitesi ile ilgili literatür analizi yapılmıştır. Literatür analizi sonrasında ortaya konulan anahtar kavramlar; iç ortam sıcaklığı ve ısı konfor, işitsel konfor, gün ışığı ve doğal aydınlatma, iç hava kalitesi ve doğal havalandırma olmuştur. Literatür analizinde öne çıkan anahtar kavramlardan yola çıkarak, bu kavramların sorgulanmasına ilişkin, kullanıcı görüşlerini almaya yönelik bir anket hazırlanmıştır. Bu değerlendirmenin amacı, mekân kullanımında öğrenciler ve öğretim elemanları için önemli olan kriterleri tespit etmek ve binanın ihtiyaç duyulan performans koşullarını yerine getirmesine olanak sağlamaktır.

Anahtar kelimeler: Isıl konfor, İşitsel konfor, Görsel konfor, Eğitim binası, Kullanıcı memnuniyeti

An Investigation of Comfort Conditions in Educational Buildings Concerning Users' Satisfaction

Abstract: In this study, physical space quality of architecture department buildings in Uludag University Gorukle Campus, Bursa, Turkey is analyzed in regard to user evaluations about the physical space quality. In the analysis of these evaluations, criteria about physical space quality are predetermined. In the method of the study, the below phases are implemented. In first, the literature review about the physical space quality is done and then a questionnaire is prepared with regard to the key themes in literature review in order to evaluate the user satisfaction. The key themes in user satisfaction questionnaire are indoor temperature and thermal comfort, daylight and natural lighting, indoor air quality and natural ventilation. The aim of this study is first to understand which criteria are important for the students and lecturers and then to improve the physical space quality in regard to the dissatisfaction.

Keywords: Thermal comfort, Acoustical comfort, Visual comfort, Education buildings, User satisfaction

GİRİŞ

Yüksek öğretim kurumları; bilgi üretimi ve paylaşımının sağlandığı ortamlardır. Bu ortamlarda nitelikli araştırmalar yapılabilmesi ve kapsamlı bir eğitimin verilebilmesinin sağlanabilmesi akademik ortamla olduğu kadar, fiziksel ve sosyal çevrenin oluşturduğu ortamla da ilişkilidir. Bu bağlamda değerlendirildiğinde yüksek öğretim kurumları yapılarının sundukları ortamın çalışma açısından konfor koşullarını sağlar nitelikte olması daha nitelikli bir eğitim ortamının sunulmasında destekleyici unsurlardır.

Bu düşünceden yola çıkarak, Uludağ Üniversitesi yerleşkesinde yer alan Mimarlık Bölümü binasında kullanıcıların fiziksel çevre kontrolü kapsamında ortamla ilgili beklentilerini tespit etmek ve bu beklentilerin ne ölçüde karşılandığını belirlemek amacıyla bir araştırma yapılmıştır.

Çalışmanın amacı, eğitim yapılarında kullanıcılar için mimari mekânın konfor koşulları konusunda beklentilerin hangi unsurlarla ilişkili

olduğunu ortaya koymak ve bu beklentilerin ne ölçüde karşılandığını tespit etmektir.

MATERYAL VE METOD

Çalışmanın araştırma yöntemi aşağıdaki aşamalarda gerçekleşmiştir:

- Analiz yapılan konuya ilişkin literatür araştırması ve iç mekan konfor koşullarına ilişkin bilgi alanlarının gözden geçirilmesi,
- Konfor koşullarının belirlenmesi ve tasarlanan çevrede kullanıcı deneyimlerinin geri bildirim için bir anket hazırlanması
- Tanımlanmış konfor gereksinimlerinin, kullanıcıların mevcut durumdaki memnuniyet derecesini anlamak amacıyla, anket sonuçlarının değerlendirilmesi.

Elde edilen bu verilerin ışığı altında, binanın optimum konfor koşullarını yerine getirmesine olanak sağlamak amacıyla değerlendirme kriterleri aşağıdaki başlıklar altında incelenmiştir:

- İç ortam sıcaklığı ve ısı konfor

- İşıksel konfor
- Gün ışığı ve doğal aydınlatma
- İç hava kalitesi ve doğal havalandırma

Yapılı çevrelerde kullanıcı memnuniyeti ile ilgili çalışmalarda konfor koşullarına yönelik beklentilerin sağlanması konusunun öne çıktığı görülmektedir. Konuya ilişkin literatür araştırması yapıldığında; uluslararası çalışmaların bir bölümünün ısı konfor koşullarının incelenmesi üzerine olduğu görülmüştür (Conceição ve dLúcio, 2008, Filippín, 2005, Kwokand Chun, 2003, Baker, 1982). Isıl konfor koşulları sağlanırken enerji korunumu ve enerji tüketimi üzerinde de durulmuştur (Erhorn ve diğ. 2008, Hernandez ve diğ. 2008, Santamouris ve diğ. 2007, Santamouris ve diğ. 1994, Arena ve de Rosa, 2003, Desideri ve Proietti 2002a, Desideri and Proietti 2002b, de Rosa ve diğ. 2000, Butalaand Novak, 1999, Santamouris ve diğ. 1994, Harris ve diğ. 1991, Nicolasand Poncelet, 1988, Cooper, 1983).

İç hava kalitesi ve ventilasyon (havalandırma) ile ilgili konuları içeren çalışmaların sayısı da fazladır (Clements-Croome ve diğ. 2008, Tippayawong ve diğ. 2009, Sohn ve diğ. 2009, Becker ve diğ. 2007, Khedari ve diğ. 2000, Clay, 1903). Ses yalıtımı, akustik ve gürültü üzerine yapılmış çalışmalar da bulunmaktadır (Avsar ve Gonullu, 2005, Elmallawany, 1983, Elmallawany, 1980). Nem ve rutubet etkisi konuları da araştırılmıştır (Lappalainen ve diğ. 2001, Meklin ve diğ. 2002). Çevresel konfor koşulları üzerine çalışmalar mevcuttur (Collet da Graça ve diğ., 2007, Boneh, 1982). Optimum konfor koşullarının sağlanmasında gün ışığının ve doğal aydınlatmanın önemi de incelenmiştir (Krüger ve Dorigo, 2008, Carter, 1984).

Binaların kullanımı sürecinde kullanıcının memnuniyetinin tespit edilmesi, mevcut durumdaki binaların daha verimli kullanılması ve daha sonra yapılacak tasarımlara yön vermesi açısından oldukça kullanılan bir yöntemdir. Bu bağlamda bakıldığında “Post-Occupancy Indoor Environmental Quality Evaluation of Student Housing Facilities” isimli kaynakta kullanım sürecinde değerlendirme (Post Occupancy Evaluation - POE) sisteminin faydaları;

- Binalardaki sorunları ve onların çözümlerini kısa sürede belirlemek,
- Bina performansının ve alan kullanımının geri bildirimini geliştirmek,
- İnşa süreci ve binanın yaşam döngüsü boyunca önemli maliyet tasarrufları sağlamak
- Bina performansında uzun vadeli gelişmeler sağlamak,

- Veri tabanları, standartlar ve kriterlerin iyileştirilmesi için bilgi kaynağı oluşturmak şeklinde tanımlanmaktadır (Hassanain, M. A. 2007).

Alan çalışması için öğrencilerin iç mekân kullanım deneyimlerinin değerlendirilebilmesi amacıyla “kullanıcı memnuniyet anketi” oluşturulmuştur. Kullanıcı olan öğrencilerin ve öğretim elemanlarının memnuniyet derecesini tanımlayabilmek amacıyla elde edilen sonuçların bir analizi yapılmıştır.

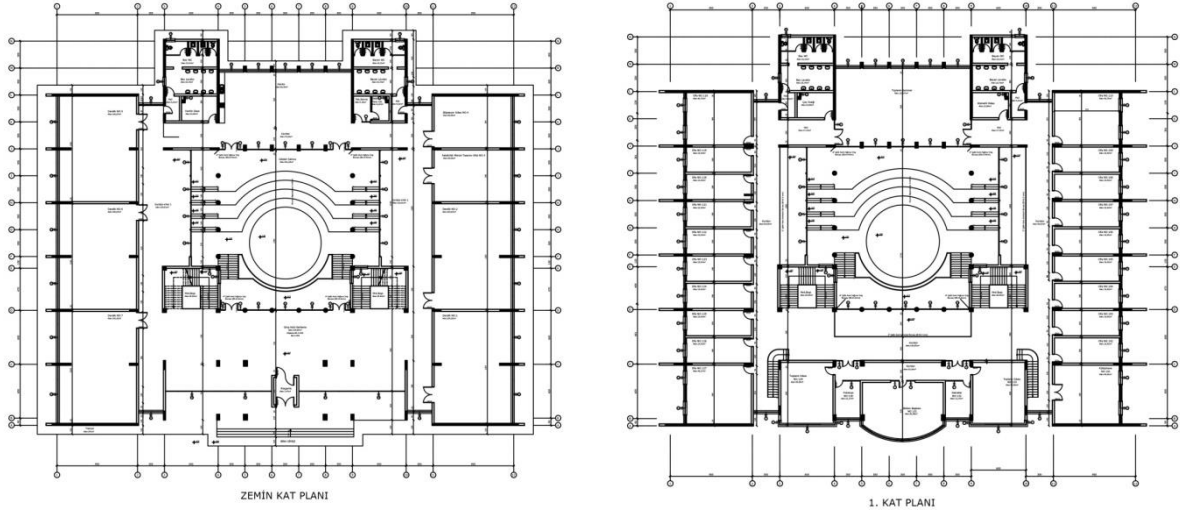
ALAN ÇALIŞMASI

Alan çalışması olarak seçilen bölge, Türkiye'nin 4. Büyük kenti olan Bursa ilinin en büyük yerleşke alanına sahip Uludağ Üniversitesi Görükle Yerleşkesi içerisinde yer alan Mimarlık Fakültesi'ne ait Mimarlık Bölüm binasıdır (Şekil 1).

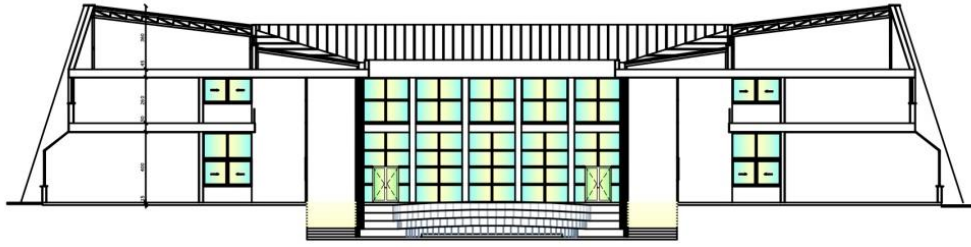


Şekil 1. Uludağ Üniversitesi Görükle Yerleşkesi Mimarlık Bölümü (Google Earth,2015)

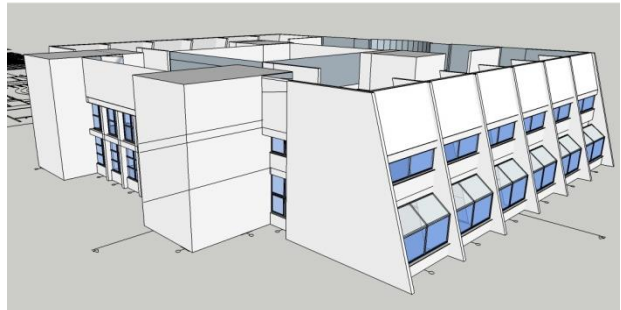
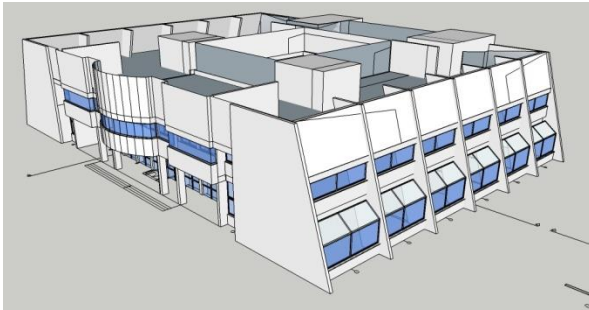
Mimarlık Bölüm binası 1998 yılında hizmete açılmıştır. Betonarme yapı sistemi ile inşa edilen bu binanın kat sayısı zemin + 1 + çatı katıdır. 3568 m² kapalı alana sahip binanın orta alanında açık bir avlu mevcuttur. Binada yer alan dersliklerin baktığı yönler; kuzeybatı ve güneydoğu yönleridir. Öğretim elemanı odaları da sınıfların üzerinde yer almakta ve aynı şekilde yönlendirilmektedirler. Bina içerisinde bir adet kantin yer almaktadır (Şekil 2).



Kat Planları



Kesit



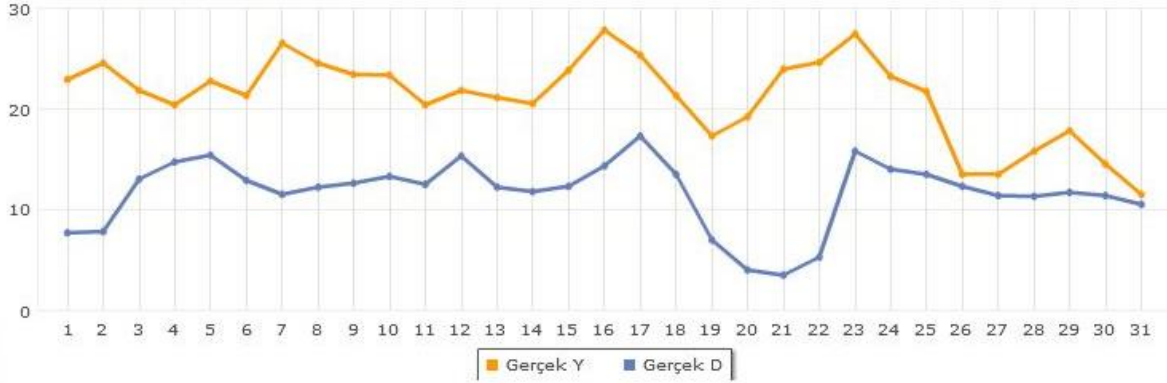
3 boyutlu modellemeler



Şekil 2. Mimarlık Bölüm Binası

2014-2015 Eğitim Öğretim yılında Mimarlık Bölümü'nde kayıtlı 368 öğrenci, tam zamanlı çalışan 28 öğretim elemanı bulunmaktadır. Anketler kişi sayısı ve yüzde olarak grafiklerde rahat okunabilmeleri ve değerlendirilebilmeleri adına 100 adet öğrenciye ve 20 öğretim elemanına

uygulanmıştır. Anketler 2014 yılının ekim ayında ve gün içerisinde 12:00 – 16:00 saatleri arasında gerçekleştirilmiştir. 2014 yılının ekim ayına ait hava durumu Şekil 3'de verilmektedir. Ay içerisinde 8 gün ve ortalama 11 mm yağış gerçekleşmiştir.



Şekil 3. 2014 Yılı Ekim Ayı Bursa İli Sıcaklık Grafiği (accuweather.com, 2015)

Literatür analizi kapsamında, fiziksel çevre kalitesini ölçmeye yönelik anahtar kavramlar belirlendikten sonra, kullanıcılara “Fiziksel Çevre Kontrolü” kapsamında; ısı konfor, işitsel konfor, görsel konfor, iç hava kalitesi alt başlıklarında her birinden üçer 12 adet olmak üzere toplam 17 soru yöneltilmiştir. Tablo 1’de fiziksel çevre koşulları ile ilgili sorulan soru başlıkları gösterilmektedir. Kapalı uçlu olarak hazırlanan sorular beşli likert ölçeğinde değerlendirilmiştir.

Tablo 1. Anket sorularını oluşturan başlıklar

Fiziksel Çevre Kontrolü	Isıl konfor	Yaz mevsimi iç ortam sıcaklığı Kış mevsimi iç ortam sıcaklığı Yapay iklimlendirme cihazı kullanımı
	İşitsel konfor	İç mekân gürültü problemi Avludan gelen gürültü problemi Dış mekân gürültü problemi
	Görsel konfor	Doğal aydınlatma Yapay aydınlatma Renk seçimi
	İç hava kalitesi	Doğal havalandırma İç hava kalitesi İç hacimlerde koku problemi

ARAŞTIRMA BULGULARI

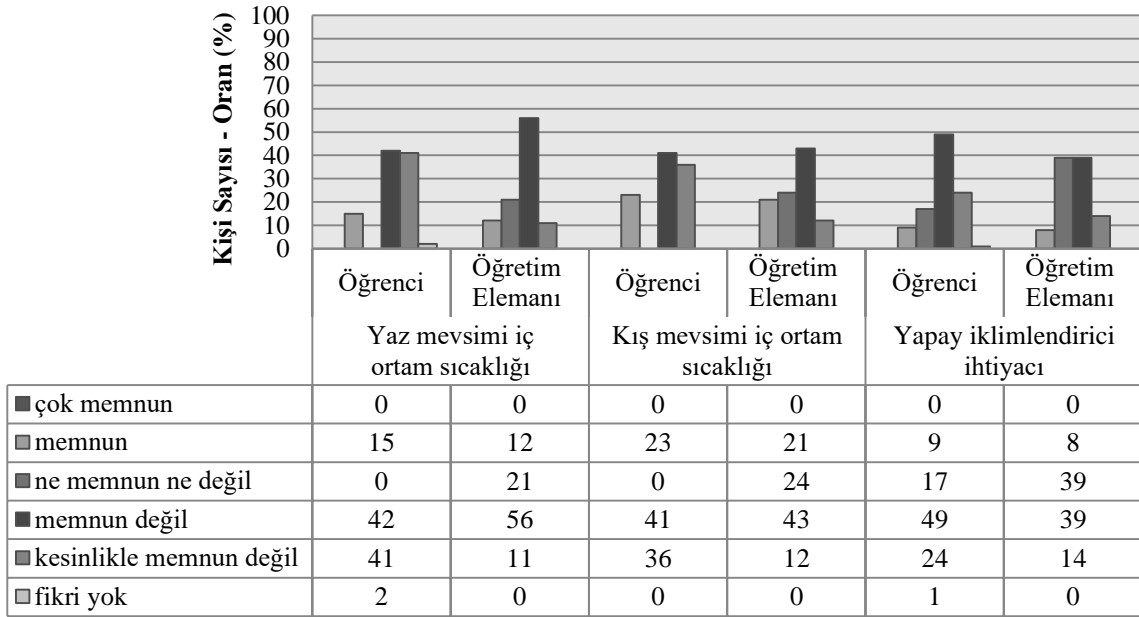
Anketler sonucunda elde edilen demografik bulgular incelendiğinde; ankete katılan öğrencilerin % 58’inin kadın, % 42’sinin erkek; öğretim

elemanlarının % 82’sinin kadın, % 18’inin erkek olduğu görülmüştür.

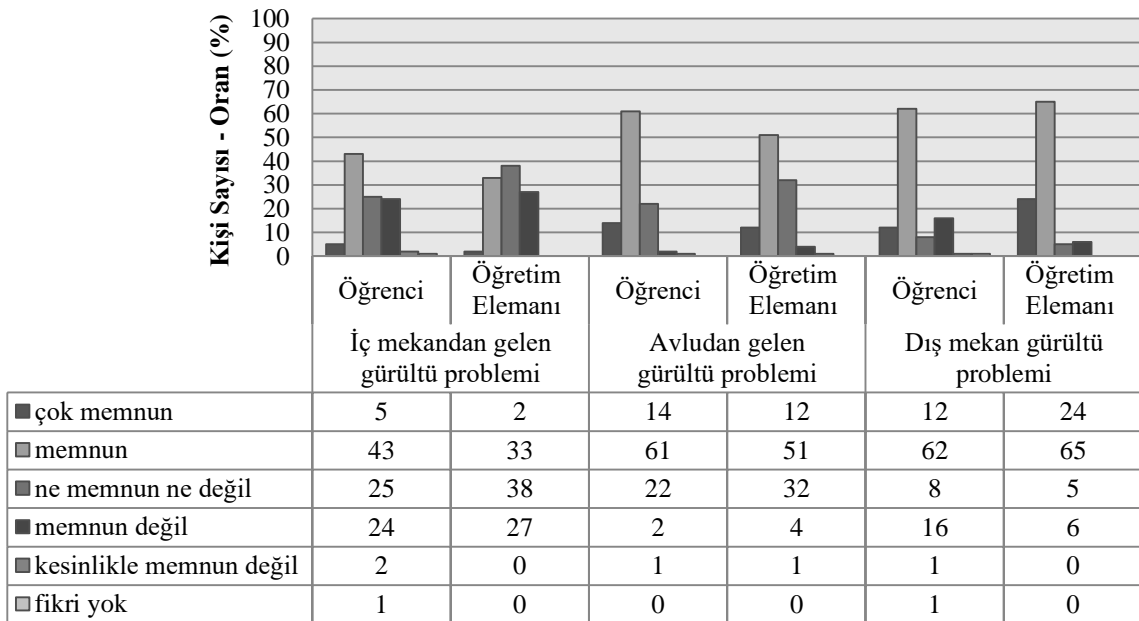
Isıl konfor; The American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers (ASHRAE) Standard 55’te ısı konforu olarak tanımlanmaktadır. Uygun ısı konforu ise kullanıcıların % 80 veya daha fazlasının ısı konforu olarak kabul edilebilir olarak değerlendirdiği ortamlar olarak tanımlanmıştır.

Fanger tarafından geliştirilen analitik modelde, ısı konforu etkileyen faktörler; iç ortama ait parametreler: iç ortam hava sıcaklığı, ortalama radyan sıcaklık, bağıl hava hızı ve hava nem, kişisel parametreler ise hareket düzeyi ve giyim tarzı olarak tanımlanmaktadır. Çalışma kapsamında fiziksel çevre kontrolü bağlamında; “Isıl Konfor” açısından; yaz ve kış mevsiminde iç ortam sıcaklığı ve dersliklerin yaz-kış klima ile iklimlendirilmesi konusunda görüşler alınmıştır (Grafik 1).

Navai ve Veitch işitsel konforu «akustik koşullardan duyulan memnuniyet hali» olarak tanımlamışlardır. İşitsel konfor sadece “iyi bir akustik ortam” sağlanarak değil; “işitsel konfor önleyici” tüm faktörlerin saptanmasını da kapsamaktadır. Çalışmada “İşitsel Konfor” açısından, hacim akustiği ve yapı akustiği, bina iç mekânlarında iç ortamdaki duyulan gürültü, avludan gelen gürültü ve dış ortamdaki gürültü durumu ele alınmıştır (Grafik 2).



Grafik 1. Isıl konfor açısından kullanıcı görüşleri

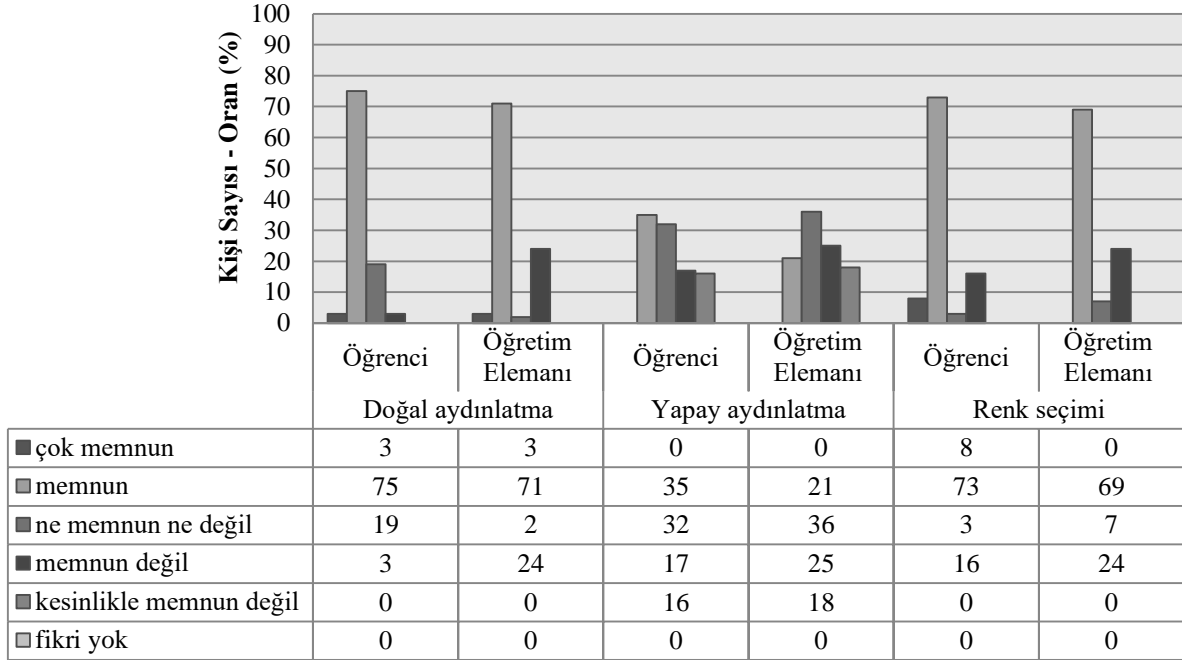


Grafik 2. İşitsel konfor açısından kullanıcı görüşleri

Görsel konfor 'görsel çevre tarafından uyarılan subjektif bir durum' olarak tanımlanmaktadır. Bu tanım konforun psikolojik boyutunu ele alırken, görsel konfora etki eden fiziksel özellikler de bulunmaktadır. Görsel konfor parametreleri; günışığı miktarı, parlaklık dağılımı, parlama miktarı, ışığın rengi, ışığın titreme oranı ve aydınlık seviyesidir. Görsel konfor kalitesi, ışık kaynağının niteliği ve niceliği ile yakın çevresine verdiği parlaklığa bağlı olarak belirlenmektedir.

Baird ve diğerlerinin (1996) belirttiği üzere, çevredeki renklerin nitelikleri ve uygun olmayan açıyla konumlandırılmış ışık sistemleri, görsel

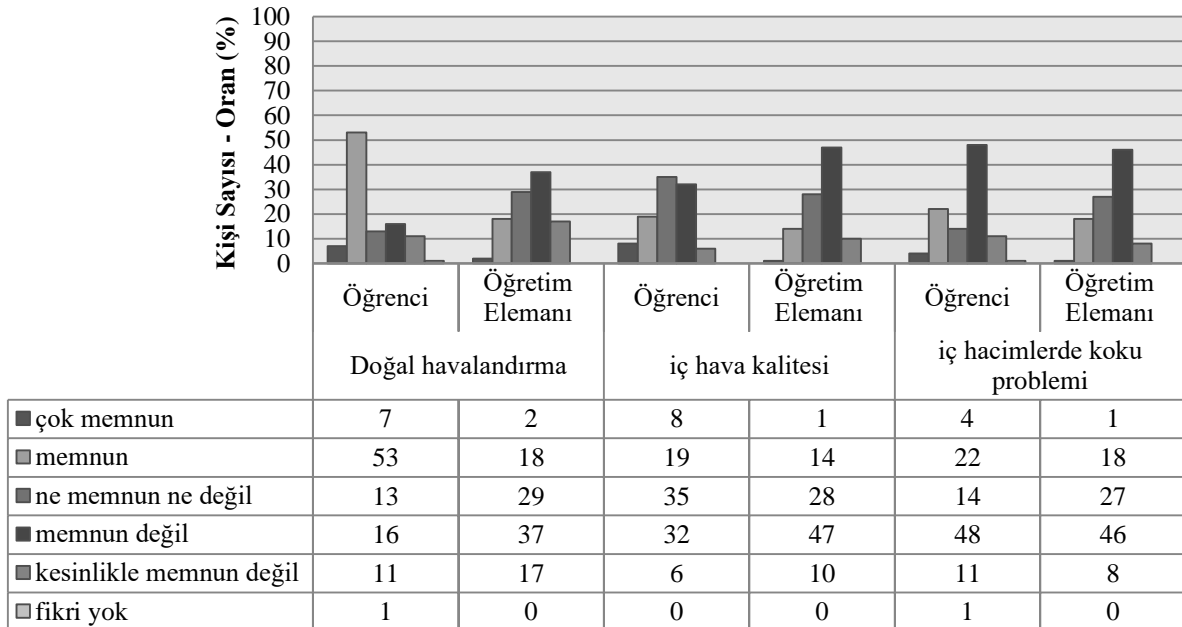
keskinliği bozacak kamaşma problemlerine sebep olmakta; bu durumun sonucu olarak ise yetersiz aydınlanma düzeyleri ortaya çıkmaktadır. Buna karşın, pencere açıklıklarının yeterli düzeyde olması ve uygun yönlere yerleştirilmeleri, gün boyunca yeterli aydınlanmayı sağlayacak ve kamaşma problemlerini ortadan kaldıracaktır (Chiara and Callender, 1980). Çalışma kapsamında, 'Görsel konfor' kriterleri olarak ise doğal aydınlatmanın yeterli olup olmaması, yapay aydınlatma durumu ve dersliklerin duvar kaplaması ve renginin derse konsantrasyon sağlamak için uygun olup olmadığı incelenmiştir (Grafik 3).



Grafik 3. Görsel konfor açısından kullanıcı görüşleri

İç hava kalitesi kullanıcıların memnuniyetsizlik (koku ve duyuşal rahatsızlıklar) durumuna göre tanımlanmaktadır. ASHRAE(1989) Standard 62'ye göre hava kirletici zararlı konsantrasyonların bulunmadığı ve insanların çoğunluğu tarafından (%80) memnun olunan ortamda 'iç hava kalitesinin sağlandığı' kabul edilmektedir. Kötü hava kalitesi, kullanıcıların iç hava koşulları sonucu ortaya çıkan

"hasta bina sendromu"na bağlı olarak çeşitli sağlık sorunları yaşamalarına sebep olmaktadır (Gots, 1998). Çalışma kapsamında; "İç hava kalitesi" ile ilgili olarak; doğal havalandırma durumu, iç hava kalitesinden duyulan memnuniyet ve iç hacimlerdeki koku problemi dikkate alınmıştır (Grafik 4).



Grafik 4. İç hava kalitesi açısından kullanıcı görüşleri

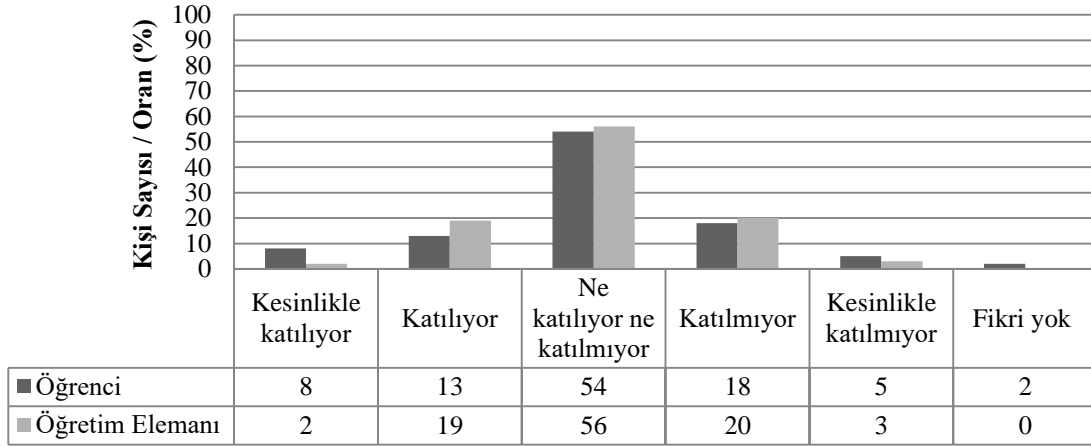
Öğrencilere ve öğretim elemanlarına eğitim gördükleri binada optimal konfor koşullarının sağlanabilmesi için ne gibi mimari değişikliklere ihtiyaç olduğu konusunda açık uçlu sorular

yöneltildiğinde; ısı konforu sağlamaya yönelik olarak binaya ısı yalıtımı uygulanması, işitsel konfor adına; pencere ve kapı doğramalarında, kanat ve kasalarda ses yalıtımı sağlayan özel

doğramaların kullanılması, görsel konforu sağlamaya yönelik olarak; kaliteli bir yapay aydınlatma ve her öğrencinin masa başında çalışırken gözü yormayacak aydınlatma sistemlerinin kurulması, hem iklimsel hem de görsel konfor için güney cephesine güneş kırıcıların uygulanması, iç hava kalitesini sağlamaya yönelik olarak da eğitim mekanlarına uygun iklimlendirme sistemlerinin kurulması ve kantin kaynaklı iç ortamdaki kokuyu yok edecek havalandırma tertibatının kurulması önerileri getirilmiştir.

Tasarım aşamasında enerji etkin tasarım parametrelerinin ve doğru yönlenmenin gereğince dikkate alınmadığı düşünülmektedir.

Ancak genel bir değerlendirme yapıldığında “Fakülte binamız iklimsel, işitsel ve görsel konfor koşullarına uygun olarak tasarlanmıştır” sorusuna anket katılan öğrenci ve öğretim elemanlarının verdiği cevap Grafik 5’de verilmektedir. Kullanıcıların fiziksel çevre kriterleri dikkate alındığında bölüm binalarından memnun oldukları sonucuna varılmıştır.



Grafik 5. Kullanıcıların bölüm binalarının konfor koşulları ile ilgili genel görüşleri

SONUÇ

Yapılan çalışma kapsamında; öğrencilerin ve öğretim elemanlarının memnuniyetsizlik duydukları konuların belirlenmesi yeni tasarlanacak eğitim yapılarının tasarım kriterlerinin oluşturulması ve

yerleşke geneli ile ilgili yapılacak planlamanın temel hedeflerinin belirlenmesi için de büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıdaki tabloda özetlenmektedir (Tablo 2).

Tablo 2. Kullanıcıların karşılaştırmalı memnuniyet durumları

Değerlendirme Kriterleri		Öğrenci		Öğretim Elemanı	
		Memnun	Memnun değil	Memnun	Memnun değil
İç ortam sıcaklığı ve ısı konfor	Yaz mevsimi iç ortam sıcaklığı		x		x
	Kış mevsimi iç ortam sıcaklığı		x		x
	Yapay iklimlendirici ihtiyacı		x		x
İşitsel konfor	İç mekândan kaynaklanan ses	x		x	
	Avludan gelen ses	x		x	
	Dış mekândan gelen ses	x		x	
Gün ışığı ve doğal aydınlatma	Doğal aydınlatma	x		x	
	Yapay aydınlatma	x		x	
	Renk seçimi	x		x	
İç hava kalitesi ve doğal havalandırma	Doğal havalandırma	x			x
	İç hava kalitesi		x		x
	İç hacimlerde hissedilen koku		x		x

• **İç ortam sıcaklığı ve ısı konfor:** Memnuniyet anketini tamamlayan 100 öğrencinin % 83’ü yaz mevsiminde; %77’si de kış mevsimindeki iç ortam sıcaklığından memnuniyetsizlik duyduğunu

ifade etmiştir. Bu memnuniyetsizlik oranı öğretim elemanlarında yaz mevsimi için %67, kış mevsimi için %55’dir. Güney cephesinde güneş kontrolü açısından herhangi bir önlem alınmamış olması bu

cepheye bakan sınıf ve öğretim elemanı odalarında yaz mevsiminde; aynı durum kuzeye bakan odalar ve sınıflar için kış mevsiminde geçerli olmaktadır. Sınıfların yönlerinin kuzeybatı ve güneydoğu olmak üzere iki farklı doğrultuda olması, mevsimsel ve iklimsel verileri ön planda tutmakta bu da ısı konforundan duyulan memnuniyetsizliği arttırmaktadır. Öğrencilerin %73'ü, öğretim elemanlarının ise % 53'ü yapay iklimlendirme cihazlarından, eğitim birimlerinde yer alan duvar tipi klimalardan yeterli performans alamadıklarını belirterek, memnuniyetsizliklerini ifade etmişlerdir. Genel bir değerlendirme yapıldığında kullanıcıların ısı konfor koşullarından memnuniyetsiz oldukları tespit edilmiştir.

• **İşitsel konfor:** Bu kategoride de 3 performans ögesi değerlendirilmiştir. Öğrencilerin %26, öğretim elemanlarının %27'si bina iç mekânlarından gelen sestən memnuniyetsiz olduklarını belirtirken; öğrencilerin sadece %3'ü, öğretim elemanlarının da %5'i avludan gelen gürültüden memnuniyetsizlik ifade etmiştir. Dış mekândan gelen gürültüye dair memnuniyetsizlik oranları öğrenciler için %17, öğretim elemanları için ise %6'dır. Bu sonuçlar, tüm kullanıcıların işitsel konfordan memnun olduklarını göstermektedir.

• **Gün ışığı ve doğal aydınlatma:** Sınıflardaki gün ışığı yeterliliği, yapay aydınlatmanın kullanım konforu ve sınıf içlerindeki renk seçimi olarak belirlenen 3 performans kriteri için hem öğrenciler hem de öğretim elemanları memnun olduklarını ifade etmişlerdir. Öğrencilerin sadece %3'ü doğal aydınlatmadan, %33'ü de yapay aydınlatmadan memnuniyetsizlik belirtirken; bu oran öğretim elemanları için sırasıyla %24 ve %43 olarak belirlenmiştir. Beyaz rengin hâkim olduğu iç mekânlarda renk seçimindeki memnuniyetsizlik oranı ise öğrenciler için %16, öğretim elemanları için %24'tür. Sınıfların uzun kenarlarının dış cepheye bakıyor olması ve tüm cepheyi kaplayan pencere boyutları doğal gün ışığının günün her saati içeriye alınmasına olanak sağlamaktadır. Görsel sunum yapılacağı zaman pencerelerin perde ya da stor gibi gün ışığını tamamen engelleyen koruyuculara ihtiyacı olmaktadır.

• **İç hava kalitesi ve doğal havalandırma:** Bu kategoride değerlendirilen performans kriterleri; eğitim mekânlarındaki doğal havalandırma durumu, iç hava kalitesi ve iç hacimlerde hissedilen koku durumu ile ilgili olmuştur. Tüm anket soruları içinde öğrencilerin ve öğretim elemanlarının ayrıldığı tek değerlendirme kriteri doğal havalandırma memnuniyeti ile ilgili olmuştur. Öğrencilerin sadece %27'si doğal havalandırmayı yetersiz bulurken; bu oran öğretim elemanlarında %54 olmuştur. İç hava kalitesindeki memnuniyetsizlik oranı; öğrenciler için %38, öğretim elemanları için %58'dir. Bina iç

mekânlarında herhangi bir koku problemi olup olmadığı ile ilgili olarak, tüm katılımcılar kantinden gelen kokuyu referans almış ve değerlendirmesini buna göre yapmıştır. Öğrencilerin %59'ü, öğretim elemanlarının da %54'ü kantinden gelen kokudan memnuniyetsiz olduklarını belirtmişlerdir. Son 5 yıldır faaliyette bulunan kantin için tasarım aşamasında özel bir yer ayrılmamış olması ve pişirme ile ilgili ciddi önlemler alınmaması bu sorunun temel nedenini oluşturmaktadır. Islak hacimlerde ya da diğer mekânlarda nem kaynaklı herhangi bir koku problemi bulunmamaktadır.

Örnek olarak seçilen bina kullanıcılarına uygulanan anket, yerleşke içerisindeki diğer eğitim binalarına da kolaylıkla uygulanabilir niteliktedir. Yapılan bu çalışma kapsamında elde edilen veriler yerleşke içinde yeni tasarlanacak binalara ufuk açacağı gibi, mevcut binalar ile ilgili mimari düzenlemeler konusunda da uygulayıcılara yardımcı olacaktır.

KAYNAKLAR

1. ARENA, A. P., DE ROSA, C. Life cycle assessment of energy and environmental implications of the implementation of conservation technologies in school buildings in Mendoza-Argentina: Arena. *Building and Environment*. 38(2), 359–368. 2003.
2. AVSAR, Y., GONULLU, M. T. Determination of safe distance between roadway and school buildings to get acceptable school outdoor noise level by using noise barriers. *Building and Environment*. 40(9), 1255-1260. 2005.
3. BAKER, N. The influence of thermal comfort and user control on the design of a passive solar school building-Locksheath primary school. *Energy and Buildings*. 5(2), 135-145. 1982.
4. BECKER, R., GOLDBERGER, I., PACIUK, M. Improving energy performance of school buildings while ensuring indoor air quality ventilation. *Building and Environment*. 42(9), 3261-3276. 2007.
5. BONEH, M. Environmental comfort in educational buildings — Influence of windows and other openings. *Energy and Buildings*. 4(3), 239-243. 1982.
6. BUTALA, V., NOVAK, P. Energy consumption and potential energy savings in old school buildings. *Energy and Buildings*. 29(3), 241-246. 1999.
7. CARTER, D. J. The lighting of the St. Mary's School, Wallasey. *Building and Environment*. 19(4), 209-215. 1984.
8. CLAY, F. The ventilation of school buildings. *The Lancet*. 161, 760 1903.
9. CLEMENTS-CROOME, D.J., AWBI, H.B., BAKÓ-BİRÓ, ZS, KOCHHAR, N., WILLIAMS, M. Ventilation rates in schools. *Building and Environment*. 43(3), 362-367. 2008.
10. COLLET DA GRACA, V. A., KOWALTOWSKI, D. C. C. K., DIEGO PETRECHE, J. R. An evaluation method for school building design at the preliminary phase with optimisation of aspects of environmental

- comfort for the school system of the State São Paulo in Brazil. *Building and Environment*. 42(2), 984-999. 2007.
11. CONCEIÇÃO, E.Z.E., LÚCIO, M.M.J.R. Thermal study of school buildings in winter conditions. *Building and Environment*. 43(5), 782-792. 2008.
 12. COOPER, I. Heating standards or energy conservation? A review of British legislation for school buildings. *Applied Energy*. 15(4), 247-272. 1983.
 13. DE ROSA, C., BASSO, M., FERNÁNDEZ, J.C., MITCHELL, J., ESTEVES, A., PATTINI, A., ARENA, P., MESA, A., CANTÓN, A., CORTEGOSO, J.L. Energy Efficient School Buildings in Central-Western Argentina an Assessment of Alternative Typologies for the Classroom Tier World. *Renewable Energy Congress VI*. 601-606. 2000.
 14. DESIDERI, U., PROIETTI, S. Analysis of energy consumption in the high schools of a province in central Italy. *Energy and Buildings*. 34(10), 1003-1016. 2002.
 15. ELMALLAWANY, A. Field investigations of the sound insulation in school buildings. *Building and Environment*. 18(1-2), 85-89. 1983.
 16. ELMALLAWANY, A. Minimum acoustical requirements for school buildings. *Applied Acoustics*. 13(2), 137-144. 1980.
 17. ERHORN, H., MROZ, T., MØRCK, O., SCHMIDT, F., SCHOFF, L., THOMSEN, K. E. The Energy Concept Adviser—A tool to improve energy efficiency in educational buildings. *Energy and Buildings*. 40(4), 419-428. 2008.
 18. FANGER, P., O. Thermal comfort: Analysis and applications in environmental engineering. Danish Technical Press. 1970.
 19. FILIPPÍN, C. Thermal response of solar and conventional school buildings to design- and human-driven factors. *Renewable Energy*. 30(3), 353-376. 2005.
 20. HARRIS, D. J., PROBERT, S., NWOKONKOR I. 'Passive-solar' schools in the UK. *Applied Energy*. 39(2), 145-171. 1991.
 21. HASSANAIN, M. A. Post-Occupancy Indoor Environmental Quality Evaluation of Student Housing Facilities. *Architectural Engineering And Design Management*. 3, 249-256. 2007.
 22. HERNANDEZ, P., BURKE, K., LEWIS, J. O. Development of energy performance benchmarks and building energy ratings for non-domestic buildings: An example for Irish primary schools. *Energy and Building*. 40(3), 249-254. 2008.
 23. KHEDARI, J., BOONSRI, B., HIRUNLABH, J. Ventilation impact of a solar chimney on indoor temperature fluctuation and air change in a school building. *Energy and Buildings*. 32(1), 89-93. 2000.
 24. KRUGER, E. L., DORIGO, A. L. Daylighting analysis in a public school in Curitiba. *Brazil Renewable Energy*. 33(7), 1695-1702. 2008.
 25. KWOK, A. G., CHUN, C. Thermal comfort in Japanese schools. *Solar Energy*. 74(3), 245-252. 2003.
 26. LAPPALAINEN, S., KÄHKÖNEN, E., LOIKKANEN, P., PALOMÄKI, E., LINDROOS, O., REIJULA, K. Evaluation of priorities for repairing in moisture-damaged school buildings in Finland. *Building and Environment*. 36(8), 981-986. 2001.
 27. MEKLIN, T., REPONEN, T., TOIVOLA, M., KOPONEN, V., HUSMAN, T., HYVÄRINEN, A., NEVALAINEN, A. Size distributions of airborne microbes in moisture-damaged and reference school buildings of two construction types. *Atmospheric Environment*. 36(39-40), 6031-6039. 2002.
 28. NAVAİ M, VEITCH JA. Acoustic satisfaction in open-plan offices: review and recommendations. Research Report RR-151. Ottawa, Canada: Institute for Research in Construction. National Research Council Canada. 2003.
 29. NICOLAS, J., PONCELET, P. Solar-assisted heat pump system and in-ground energy storage in a school building. *Solar Energy*. 40(2), 117-125. 1988.
 30. SANTAMOURIS, M., BALARAS, C. A., DASCALAKI, E., ARGIRIOU, A., GAGLIA A. Energy consumption and the potential for energy conservation in school buildings in Hellas. *Energy*. 19(6), 653-660. 1994.
 31. SANTAMOURIS, M., MIHALAKAKOU, G., PATARGIAS, P., GAITANI, N., SFAKIANAKI, K., PAPAGLASTRA, M., PAVLOU, C., DOUKAS, P., PRIMIKIRI, E., GEROS, V., ASSIMAKOPOULOS, M. N., MITOULA, R., ZEREFOS, S. Using intelligent clustering techniques to classify the energy performance of school buildings. *Energy and Buildings*. 39(1), 45-51. 2007.
 32. SOHN, J., YANG, W., KIM, J., SON, B., PARK, J. Indoor air quality investigation according to age of the school buildings in Korea. *Journal of Environmental Management*. 9(5), 348-354. 2009.
 33. TIPPAYAWONG, N., KHUNTONG, P., NITATWICHIT, C., KHUNATORN, Y., TANTAKITTI, C. Indoor/outdoor relationships of size-resolved particle concentrations in naturally ventilated school environments. *Building and Environment*. 44, 188-197. 2009.
 34. WEBSİTESİ, <http://www.accuweather.com/tr/tr/bursa/317350/october-weather/317350?monyr=10/1/2014&view=table> (Erişim Tarihi: 20.07.2015) AKA, D., Ayvalık İktisadi Coğrafyası, s.39, Ülku Matbaası, İstanbul, 1944.

ANALYSIS OF OIL SPILL FIRES IN NUCLEAR POWER PLANTS

Ataman HAKSEVER

Department of Civil Engineering, Namık Kemal University, Tekirdağ, TURKEY
ahaksever1@gmail.com

Abstract: An analysis of a fire in a compartment of a nuclear power plant (NPP) needs deterministic and probabilistic models. The deterministic model aims at to estimate the time to damage of either the pumps or the cables in the compartment. A probabilistic model is also necessary because the fires can be of various sizes and at different locations in the fire room. Further, oil spill sizes were assumed to be equally probable and their locations were assumed to be independent. Calculations are made using the computer codes which use probabilistic as well as deterministic models as a tool for safety engineers to analyse the fire development in compartments.

Keywords: Oil spill fires, NPP, fire development, failure probability, safety engineering tool, compartment fires

Nükleer Santrallarda Petrol Sızıntısı Yangınlarının Analizi

Özet: Nükleer bir santralin, kapalı bir hacminde meydana gelecek bir yangının teorik analizi, deterministik ve probabilistik bir modele gereksinim gösterir. Deterministik model kapalı hacimdeki kablo veya pompalarda yangın sonucu meydana gelecek zarar zamanlamasını tahmin etmeyi amaçlar. Probabilistik modelin gereksinimi ise yangınların farklı büyüklükte ve ortamlarda meydana gelebilecek olmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca petrol sızıntısı miktarlarının muhtemelen eşit, ortamlarının ise birbirinden bağımsız oluşacağı kabul edilmiştir. Çalışmada nümerik analizler metinde belirtilen bilgisayar programları ile gerçekleştirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Petrol sızıntısı yangınları, nükleer santral, yangın oluşumu, göçme ihtimali, güvenlik mühendisliği, tabii yangınlar

INTRODUCTION

The purpose of this paper is to facilitate a study to predict the probability of component failure, P_f due to a fire in a nuclear power plant (NPP) compartment. Furthermore the assessment of temperature development and energy output in fire place as well as the temperature rise in the surrounding structural elements will be carried out. The components for fire induction are assumed to be pumps in the compartment or the cables which supply electricity to the pumps. It is assumed that the fire starts by means an oil spill from one of the pumps.

The development of fires in buildings can be divided into two periods of time separated by flashover. There is the growth, or pre-flashover stage and followed by some period of time the post-flashover stage where the fire has grown to fill the containment. An important application for calculation is to determine the post-flashover fire temperatures. Thus the fire resistance of building components exposed to fire can be predicted. These components include walls, floors, columns and beams, etc. and are generally designed as "barriers". A fundamental principle of fire safety design is that barriers must resist only a post-flashover fire. In the following literature review fire development and its consequences in NPP are discussed.

Literatur review

Jeon, M., et al. (2013), stated that the fire zones of nuclear power plants were classified into four types, that is, Special Zone, Red Zone, Yellow Zone, and White Zone. The research results present the most effective fire fighting strategies suitable for each fire zone in nuclear power plants. **Jiaxu, Z., et al.** (2012), introduces a process of the performance-based fire protection method. In the method of the fire probabilistic safety assessment and the fire protection design in the nuclear power plants are described.

The paper from **Genebelin, V., et al.** (2009), contains a discussion of two models – the heat transfer and the IR "K-factor" models – to estimate the likelihood of fire-induced cable damage given a specified fire profile. The paper from **Nowlen, S.** (1992), provides a general discussion of the issue of nuclear power plant fire safety as it currently exists in the USA and included is a discussion of the past history of nuclear power plant fire events.

A new code, called VULCAN/STADIC-2, has been developed by **Frank et al.** (1986), to aid the probabilistic risk of the spread of fire damage within a large enclosure by combining simplified theoretical and empirical physical models (VULCAN) with the Monte Carlo simulation technique. This technique is also used in (Dobbernack, 1979). **Nicoletta, et al.** (1991), discuss the advantages and disadvantages of three

basic types of fire models (zone, field, and control volume). It is shown that the type of fire model selected to solve a particular problem should be based on the information that is required.

The work from **Kazarians, et al.** (1978), is an investigation of fire as a potential threat to the safety of a nuclear power plant. A qualitative description of ignition mechanisms and factors affecting the growth of fire (detection mechanisms, extinguishing efforts, etc.) is presented and an estimate of the frequency of fires in nuclear power plants is given. **Schneider** (1991), indicates that the special “nuclear” boundary conditions e.g. the absolute confinement of radioactivity impose severe restrictions on the fire protection and fire-fighting measures.

S. Othumpangat, et al., and Al-Majed, et al. (2014), make it in their works evident that the challenge of managing oil spills around the world is increasing in complexity and magnitude. Oil spill prevention remains the only way to manage the transportation and exploration of this hazardous material as well as to deposit in a NPP.

Hosser, D et al (2009) presents a methodology to compare and evaluate numerical results with experimental data for NPP fires. The origin of this methodology is based on a global evaluation parameters, which by **Peacock et al.** (1999) is described in “*Least Square Method*”. On this basis, an evaluation comparing two complete time series is to be performed. Since local and global effects may occur simultaneously, the methodology for the comparison of the respective extreme values of a local evaluation parameter is expanded.

Consequences of a fire in a NPP

The literature review shows that the consequences of a fire in a single compartment of NPP involve assuming that all critical components, in the compartment to be investigated, fail. Such an analysis requires both the development of a deterministic as well as probabilistic models. On one hand numerical analyses by computer codes can be used to determine the temperatur maxima in a containment which is given by its geometrical features. By applying parametric studies the influence of different parameters on the hot gas temperature development due to oil spill fires can be investigated in order to obtain information about the critical points as well. The objective of the deterministic model is to predict the time to damage of either the pumps or the cables. This critical time of damage must be compared with the fire duration in compartment. A probabilistic model is also necessary since the fires can develop in different intensity and locations.

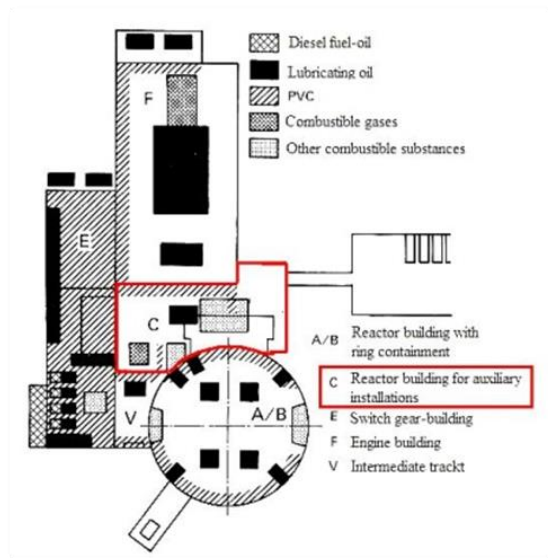


Figure 1: Plan view of a high pressure reactor building. (Hosser, D., et al.; 1982, in German)

Figure 1 shows the plan view of a power plant where a fire can develop in the pump and cable room due to oil spills. In the figure this area is shown with coloured outlines.

FIRE PROTECTION IN NPP

Conventional fire protection requirements are mainly governed by laws, regulations or directives. They must be modified in buildings of special nature and use under certain circumstances by the building authorities. The experience and knowledge gained on effective fire prevention measures can be transferred in part to NPP. However, there are number of fire safety nuclear specific difficulties in this area. Structural fire protection in NPP can best be reclined on the conventional structural fire protection. From the requirements of nuclear safety, however additional requirements must be provided. Where authorities cannot or can only perform limited structural fire protection measures for operational reasons, alternative measures are taken. They are;

- Reducing fire risk by limiting or specially constructing compartments for fuel
- Additional facilities and operational arrangements for fire detection
- Measures for mechanical smoke removal on non-vented plant areas

Fire protection requirements

Structural fire protection measurments are dealt with laws and regulations, recognized rules of civil engineering. Requirements for fire safety in NPP have to content:

- High grade regulations
- Acpted rules of civil engineering
- International rules and guidelines

The regulations were evaluated from the following point of views:

- Design concept
- Fire prevention
- Fire detection
- Fire-fighting
- Fire containment
- Fire extinguishing, escape and rescue measurements
- Organizational measures

Figure 2 shows fire protection design for NPP

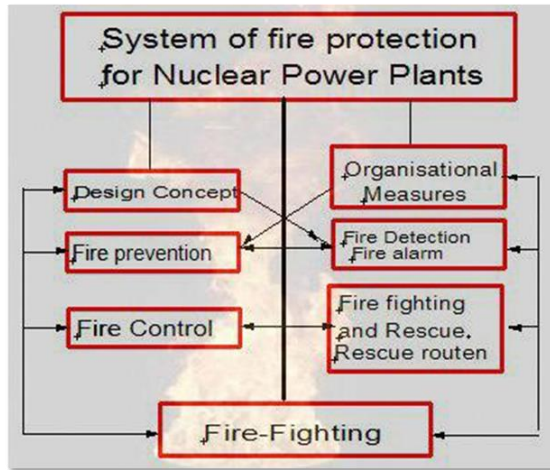


Figure 2: System of fire protection measures. (Hosser, et al. 1982, in German)

Fire detection

By a centralized automatic fire detection and alarm system all areas with fuels must be constantly monitored to detect a fire already in the development phase and fight the fire effectively. The rules to be monitored spaces are determined internationally more or less in details.

Fire-Fighting

For the effectively fire-fighting the present regulations deal with:

- Stationary extinguishers
- Facilities for manual fire fighting
- Water supply for fire fighting
- Smoke removal
- Fire-fighting troops, plant fire brigade, public fire brigades
- Access roads and paths for fire fighting

The individual components are documented in the national and international re-gulations with different importance.

Fire-containment

The locally limiting the effect of fire is achieved by following measures:

- Separation of the building by partitions
- Independent construction of fire compartments
- Foreclosure of major fuels by fire resistant structural elements
- Separation of redundant systems with sufficient distance
- Closure of ventilation ducts when passing through the partitions of fire compartments

Naturally the requirements differ in various countries. They can only be compared with the underlying test methods (DIN 4102, 1981). Except in the (IAEA-Directives, 1979) various rules are defined empirically.

HEAT BALANCE CALCULATION

The main equation is the first law of thermodynamics, or as it is known, the heat balance calculation for all the gas within the fire room. In Figure 3 such a fire room with its boundaries is illustrated. The chemical energy of fuel combustion is released and is lost by several routes. A major quantity of heat leaves through the window. Another fraction of the energy radiated out the window, while a ration of it goes to heating the walls. All these processes occur by means of convection and radiation. Therefore Eq. 1 can be used to describe the heat balance rates of the fire compartment:

$$\dot{H}_C = \dot{H}_L + \dot{H}_W + \dot{H}_R + \dot{H}_B \tag{1}$$

The corresponding mass balance equation Eq. 2 in the fire compartment is:

$$\dot{M}_B - (\dot{M}_L + \dot{R}) = 0 \tag{2}$$

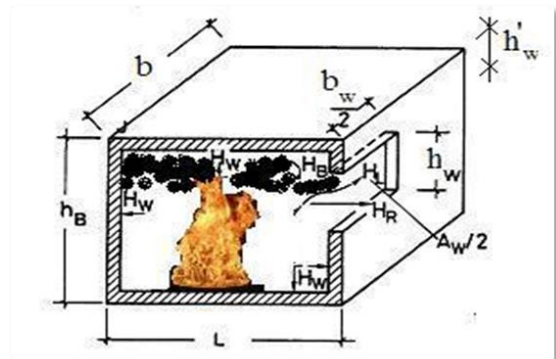


Figure 3: Fire room and the energy terms of the heat balance equation

All these energy rates are valid for a certain fire duration. The components are schematically illustrated in Figure 3.

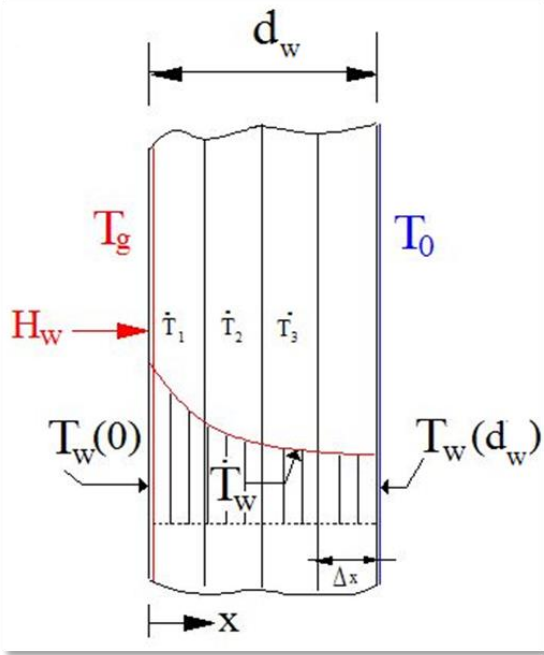


Figure 4: Compartment walls as section of an infinite slab

In this way solution of the heat balance problem is reduced into simultaneous equations (1) and (2). The solution of these equations give the fresh air inflow M_L and hot gas temperature T_g . To solve these equations an iterative method is necessary; this procedure and related equations are given in (Haksever, 1989&1990.) in details.

The surface temperature of the surrounding walls on the exposed side has to be considered as an additional unknown parameter. The non steady temperature distribution in the walls is evaluated under consideration of the appropriate boundary conditions, according to the *Fourier Equation*. Since the temperature variations along the surface of the walls are assumed small, the walls can be represented as section of an infinite slab. Figure 4 shows the discretization of the compartment walls. A one dimensional problem to be solved for heat flow through the wall is expressed by Eq. 3:

$$\rho C_p \frac{\partial T_w}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(k \frac{\partial T_w}{\partial x} \right) + \dot{q}_w \quad (3)$$

In Eq. 3, \dot{q}_w is the heat generated within the wall if there is any heat source.

Several zone models with different complexity, have been developed to predict the compartment temperatures, fire gas productions and the endurance of the fire deterministically. All these programs give a time dependent solution of mass and temperature equations which describe fire development in a compartment (Mittler, 1985., Haksever., 1989). Due to the complexity of the problem and the equations to be solved at each time step require long time in terms of calculation times since in some time steps convergence problems can

appear. In that case time steps must be reduced appropriately.

A fire in a NPP compartment must take into account of fires in several different intensity and locations. The popularly known method deriving of P_f is the *Monte Carlo Simulation Technique*. In the zone models is the calculation of P_f can be extremely time consuming for those several fire conditions to be investigated (Dobbernack, 1979). As a consequence an alternative methodology of evaluating the fire in a compartment was looked for and a deterministic and a probabilistic model were thus developed and combined in the computer code *OSFIC* (Karlsson, 1989) The computer code itself is described in a separate publication (Karlsson, 1988). The Program can thus predict the probability of component failure due to a fire. In this paper the effectiveness of the Code *OSFIC* and also the heat balance program *AYSEN* for oil spill fires by examples demonstrated. Both the computer programs can be used together as a safety engineer's tool to investigate the probability of component failure.

NUMERICAL ANALYSES OF OIL SPILL FIRES IN NPP

The model *OSFIC* uses two different procedures to calculate the fire development in a compartment. The first is the case with sufficient amounts of oxygen as a *fuel bed controlled* fire and the second is the case of *ventilation controlled* fire. These cases appear in the fire development depending on the geometry, e.g open doors and windows and closed openings of the fire room respectively. Model *AYSEN* takes into account these cases automatically and determines the type of *fire development* during the fire.

Both models uses a two zone models. When fire starts, hot gases rise from the burning oil towards the ceiling forming distinct layer of hot gases and finally after a certain time of fire duration the hot gases start flowing out of the openings. The time history of the fires in buildings can be divided into three periods of time separated by flashover. There is the growth, or pre-flashover, stage which is characterized by a localized zone of burning in a compartment, and following some period of time fully developed burning and decay. Calculation procedures can be found in the appropriate literature (Karlsson, 1989., Haksever, 1990). In the next section oil spill fires in a NPP are analysed by examples and the results of the both models are compared.

Heat release rate

Heat release rate is one of the most important parameter characterizing hazard from undesirable fires. It is an indicator for the rate of fire growth, size of the fire, human escape and fire suppression

agents for fire control. Heat release rate is calculated in *AYSEN* for a fire from the following equation.

$$H_C = m \cdot H_i \cdot R_{sp} \cdot F_b \quad (4)$$

In Eq. 4, H_C is total heat release (kW), H_i heat of combustion of the fuel (kJ/kg), R_{sp} mass loss rate of the fuel in combustion per unit fuel surface area (kg/m²s), F_b fuel surface area (m²) and m is a factor which defines not only the uncompleted burning but also the interaction with the fire room (ventilation conditions, fire source conditions,

thermal properties. (s. DIN V18 230, part 1, 1989). m-Factor=1 can be taken for oil spill fires as an unfavorable condition.

Fire area

Eq. 4 indicates that the energy output during the fire rises in connection to the growing fire area. Both H_i and R_{sp} are variable quantities and depend strongly on the fuel and on the fire development. In *AYSEN*, H_i and R_{sp} are calculated from a fire depending on the sort of fuels according the Table 1 (Roitman, 1972):

Table 1: Burning characteristics some fuels

Fuel	Mass loss rate of the fuel kg/m ² h	Heat of combustion of the fuel kWh/kg	Heat release per unit fuel surface area kW/m ²
Wood	30	4.65	139.56
Caoutchuc	24	11.63	279.12
Cotton bales	8.5	4.65	39.54
Polystyrene	30	11.63	348.90
Paper, loose	24	3.72	89.55
Petroleum	175	11.63	2035.25
Aceton	150	7.91	1186.26
Gasoline	160	11.83	1860.80
Oil	70	11.63	814.10

NUMERICAL EXAMPLES FOR FIRES IN NPP

Example 1; Fire in T-9916

Results obtained by the computer program OSFIC

This chapter presents an example case from compartments in the NPP Barsebäck. It is a NPP in the south Sweden. The compartments included in the oil spill study are:

- 1- Rooms T-9916 and T-9917 (condensate pump room)
- 2- Room T-0318 (feedwater pump room)
- 3- Room T-9915 (generator cellar)

Here will only the results of the investigation for room **T-9916** shown. A more detailed analysis of a oil spill fires for the rooms, reader can find in (Karlsson, 1988). Figure 5 illustrates the fire room with its dimensions and coordinate system.

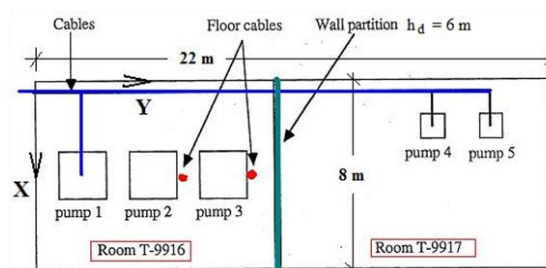


Figure 5: Plan view of rooms T-9916 and T-9917. For further dimensions, see Figure 5.2

The fire compartment is $l'=22.0$ m long, $b=8.0$ m wide and $h_B=6.0$ m high. It is split into two rooms by a $h_d=2.0$ m high wall partition. **Room T-9916** is $l=10.0$ m long, $b=8.0$ m wide and contains three condensate pumps. The cables enter through a wall at the height of 2.5 m. There are several scenarios to be taken into account in this case (s. Karlsson 1989); here it will be taken into account that the maximum amount of oil spilled from one of these pumps is 20.0 liters. The oil spill is assumed to be confined to room T-9916. The door is assumed to be open. The input data for the room T-9916 from (Karlsson, 1988) is given in Figure 6.

```

INPUT VARIABLES:

ROOM LENGTH, BREADTH AND HEIGHT = 22.00  8.00  6.00

DOOR HEIGHT AND BREADTH = 2.00  1.00

CRITICAL SURFACE TEMP. OF CABLE AND PUMP = 150.0  200.0

MAXIMUM AMOUNT OF OILSPILL (LITERS) = 20.0

A WALL SPLITS THE ROOM IN TWO PARTS.

WALL COORDINATES ARE:
0.00  10.00
8.00  10.00

X AND Y CABLE COORDINATES:
0.20  0.00
0.20  2.00
4.00  2.00

HEIGHT FROM FLOOR TO CABLE = 2.00

X AND Y CORNER-COORDINATES OF PUMP:
3.10  1.10
4.90  2.90

PUMP HEIGHT = 1.90

DIFFERENTIAL NET SIZE DX AND DY : 0.50  0.50

```

Figure 6: Input data for fire room T-9916. Surrounding walls are made of concrete

Figure 7 displays only a part of the long form for 10 liters oil spill size, for spill no 5. Calculated results show that for fire in *spill nr 5* due to an oil spill from 10 liters max. energy output is approximately 2414 kW and the max. fire room temperature is ~245 °C. However, fire extinguishes after ~5 min. An information about the temperature

development and the energy output is not presented in the results.

```

*****
SPILL NO 5          SPILL AMOUNT (LITERS) = 10.0

OILSPILL AREA = 2.00  FLAME HEIGHT = 3.56
ENERGY OUTPUT(KW) = 2413.8  MAX. GASTEMPERATURE (DEG C) = 242.9
TIME TO FLAME EXTINCTION (MINUTES) = 4.76

PROBABILITY OF DAMAGE FOR THIS OILSPILL % = 29.68
-----

```

Figure 7: Calculation results for *spill no 5* for 10 liters oil spill (420 MJ).

Results obtained by the computer program *AYSEN*

The input data for the calculation of a fire in T-9916 by means of *AYSEN* is given in Table 2. The walls of the compartment are out of normal concrete which include a humidity from 4%. In the following chapters results are presented for the temperature development, energy output and temperature distribution in the surrounding walls during the fire. Appropriate heat transfer correlations for different heat conditions can be found in literature (Eckert, 1959., Schneider, et al. 1977., Hottel, 1979., VDI-Wärmeatlas, 1983).

Table 2: Input data for the heat balance calculation (*AYSEN*) of fire room T-9916

DESCRIPTION OF THE FIRE ROOM T-9916 FOR <i>AYSEN</i>			
Thickness of the Walls [mm]		Window openings [m]	
d_w	300	b_w	6.0
d_r	300	h_w	0.5
d_c	300	h'_w	0.3
Fire room dimensions [m]		A_w	3.0 m ²
		Ventilation factor χ	$\chi^1 = 0.04 \cdot \sqrt{h_w} \sim 0.03 \text{ m}^{1/2}$
b	8.0	R_{sp} [kg/m ² h]	60
l	10.0	Total fuel size [MJ]	419
l'	22.0	Heat of combustion [MJ/kg]	41.9
h_d	6.0		
Molecular weight of hot gases and air [kg/mol]		Combustion enthalpy H_i/r [MJ/kg air]	741
$w_g = 28.96$	$w_0 = 28.96$	Material of the walls: Normal concrete. Humidity $w=4\%$	

¹ $\chi = A_w \times h^{1/2} / A_t = 0.04 \text{ m}^{1/2}$, Magnusson, S. Erik et al., Natural fires with different opening factors, Lund Institute of Technology, Sweden., (1970).

Temperature development in the fire room:

The interaction between the energy output and energy losses determines mainly the hot gas temperatures in the containment. Figure 8 shows a good agreement with results of *OSFIC* in the max. temperatur level attained during the fire as well as to the time of flame extinction. Both computer programs calculate a max. hot gas temperature ~ 243 °C (*OSFIC*) and ~ 230. °C (*AYSEN*) respectively. The time of the flame extinction agrees also to the prediction from *OSFIC* as 5 min. In the picture the temperature development is also illustrated with a dotted line in the same scala of ISO-Fire-Curve by which the flash-over occurance overlaps ISO834-fire curve. On the picture is also the equivalent fire duration is given. It is the time duration of the ISO-fire which coincides with the time to reach maximum temperature of a natural fire. (*Schneider et al., 1977*). There are also some other criterias to determine the equivalent fire duration.

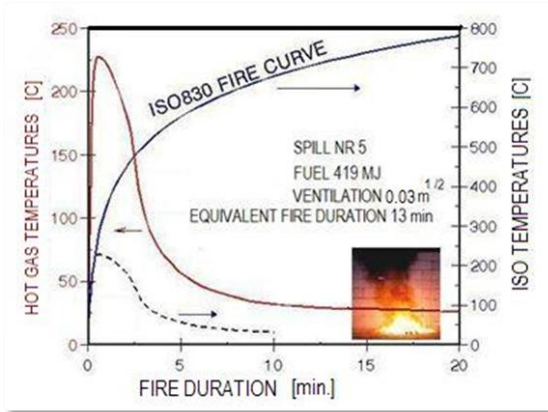


Figure 8: Temperature development in fire room T-9916 due to 10 liters oil spill (*AYSEN*)

Energy output into fire containment:

The energy output into the containment can occur in different ways, for example by the above mentioned oil spill fires or catching fire of the cables, or by heat transfer from hot structure materials, etc. Energy losses can mainly occur by heating up of solid structures and heat losses through the walls of the containment to the surroundings. In Figure 9 Energy output into the containment of the NPP is illustrated. *AYSEN* predicts a max. Energy output from 2808. kW versus *OSFIC* 2414 kW.

Heat flow into the walls of the containment:

The heat flow H_w into the walls of the containment can be calculated with the following equation (s. also Figure 4)

$$H_w = \alpha F_w (T_g - T_w(0)) \quad (5)$$

where T_g is the temperature of the containment atmosphere, $T_w(0)$ the temperature at the unheated

surface, and F_w exposed surface area of the wall. The temperature distribution within the wall can be determined with respect to the Eq. 3.

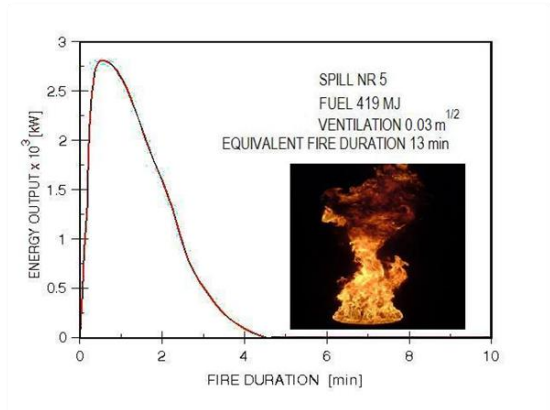


Figure 9: Energy output into the NPP containment during the fire (*AYSEN*)

The heat transfer coefficient α depends strongly on motion of the air mixture relative to the surface and the inclination of the wall surface (*Henderson, C. I., 1969, VDI-Wärmeatlas, 1983*). Figure 10 shows the max. temperature distribution within the surrounding walls together with the energy output into the containment during the fire. It can be seen that max temperatur on the fire induced surface of the wall attains approx. 40-43 °C and ambient temperatur 20 °C in the wall in a distance from ~12 cm from the heated surface. The rest of the wall thickness remains with initial temperatures.

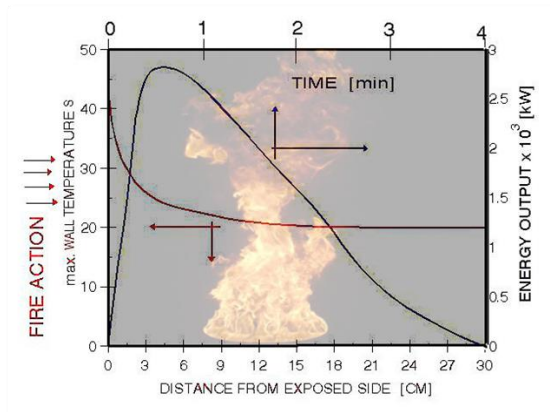


Figure 10: max. Temperature distribution within the surrounding walls and the energy output in the containment (*AYSEN*)

Remaining fuel and fuel-air interface in the containment during the fire:

The Figure 11 below illustrates the pyrolysed fuel during the burning process. For example after one min. of ignition approx. 40% of fule is pyrolysed. On the other hand picture shows the fuel-air interface defined with ϕ -Value.

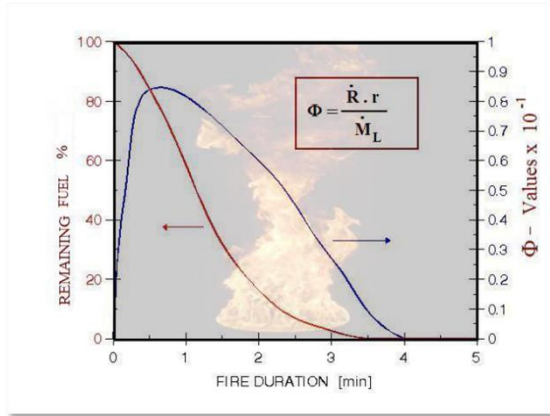


Figure 11: Development of the remaining fuel and fuel-air interface during the fire (*AYSEN*)

There are two basically different types of combustion reactions that can occur in a compartment fire. If there is insufficient oxygen in the compartment, however, exceedingly quantities of fuel, so fuel may also burn outside the doors or windows of compartment or in the compartment a *ventilation controlled* burning may occur. This type of combustion is indicated when Φ -Value² > 1.0 which means there is more fuel being pyrolyzed in the compartment than can be burned inside it. The second is a gaseous reaction in the fire room above the fire source and within the compartment. This type of combustion is indicated when Φ -Value < 1.0 so there is excess fresh air in the compartment that can enable totally pyrolyse of the fuel. In this case a *fuel bed controlled* fire can occur within the fire room. Figure 11 shows that the combustion type within the compartment is *fuel bed controlled* and fire extinguishes due to the complete burning of the fuel in the fire room T-9916. The development of the Φ -Value is also similar to the energy output in the compartment.

Example 2; Fire in Room 1

Analysis of the fire in the room 1 using OSFIC

The Fire containment is $l=21.3$ m long, $b=10.0$ m wide and $h_b=4.50$ m high. It is split into two rooms by a $h_d=3.0$ m high wall partition. The **room 1**, is $l=12.0$ m long, $b=10.0$ m wide and contains two condensate pumps. The cables enter through a wall at the height of 2.0 m. The maximum amount of oil spilled from one of these pumps is 10.0 liters.

The walls of the containment are 25 cm thick, made out of normal concrete and covered at the interior side with a 5 cm fire-brick (Figure 12).

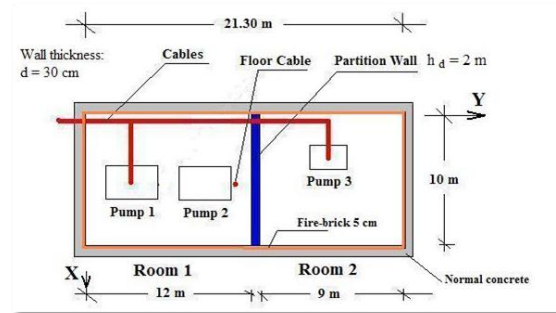


Figure 12: Plan view of the containment in Example 2

The input data is given in Figure 13. There are several scenarios to be taken into account in this case (s. **Karlsson** 1989). Here it will be taken into account that the maximum amount of oil spilled from one of these pumps is assumed to be confined to *room 1*. The door is assumed to be open. The following Table 3 shows only a part of the long form for 5 liters oil spill size, for spill no 5.

INPUT VARIABLES:	
ROOM LENGTH, BREADTH AND HEIGHT =	21.3 10.0 4.5
DOOR HEIGHT AND BREADTH =	2.00 1.00
CRITICAL SURFACE TEMP. OF CABLE AND PUMP =	150.0 200.0
MAXIMUM AMOUNT OF OILSPILL (LITERS) =	10
A WALL SPLITS THE ROOM IN TWO PARTS.	
WALL COORDINATES ARE:	0.0 12.0
	10.0 12.0
X AND Y CABLE COORDINATES:	0.2 0.0
	0.2 3.5
	5.0 3.5
HEIGHT FROM FLOOR TO CABLE =	3.5
X AND Y CORNER-COORDINATES OF PUMP:	4.0 1.0
	5.5 3.0
PUMP HEIGHT =	1.90
DIFFERENTIAL NET SIZE DX AND DY :	1.0 1.0

Figure 13: Input data for fire room in example 2.

Calculation results with OSFIC show that for fire in *spill no 5* due to an oil spill from 5 liters max. energy output is approximately 980 kW and the max. fire room temperature is ~ 147 °C. However, fire extinguishes after ~ 6 min (s. Figure 14).

² $\Phi=1$ indicates a stoichiometric burning case

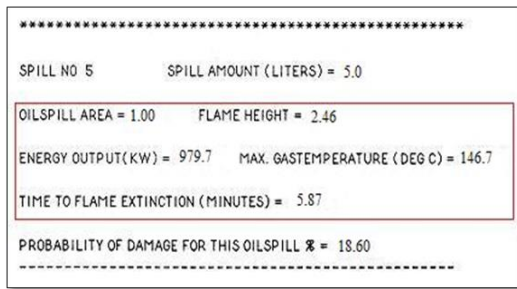


Figure 14: Calculation results for spill no 5 for 5 liters oil spill (220 MJ)

The room is divided into 1.0 x 1.0 m grids resulting in 212 oil spill positions. The final probability of damage for this oil spill size is 18.6 %. The overall probability of damage is 22 %. Displayed in Table 3 are the times to damage due to

different modes of the heat transfer. Only results for 20 positions are displayed in the following table. The time to damage as a result of radiation from the flames depends on the position of the oil spill. These times are given in Table 3 for each oil spill position. Time to damage due to the heat transfer from the gas layer is not dependent on the position of the oil spill and is therefore given with a single number (22.7 min). The critical time to damage is the shortest time of these times. Here it is infinity; this expression is displayed when, the maximum gas temperature is lower than the critical cable temperature, consequently it takes an infinitely long time for the cable to reach its critical temperature (Karlsson, 1989).

Table 3: Times to damage due to different modes (OSFIC)

TIME TO CRITICAL DAMAGE AS A RESULT OF RADIATION FROM:			
GAS LAYER TO CABLE (MINUTES)		=	∞
GAS LAYER TO PUMP		=	∞
PLUME TO CABLES		=	22.68
POS. NO	FLAME TO PUMP	CRITICAL TIME	PROB.
1	2.11	2.11	0.17
2	1.26	1.26	0.17
3	0.66	0.66	0.17
4	0.32	0.32	0.17
5	0.21	0.21	0.17
6	0.21	0.21	0.17
7	0.24	0.24	0.17
8	0.46	0.46	0.17
9	0.93	0.93	0.17
10	1.65	1.65	0.17
11	2.64	2.64	0.17
12	1.99	1.99	0.17
13	1.14	1.14	0.17
14	0.55	0.55	0.17
15	0.21	0.21	0.17
16	0.11	0.11	0.17
17	0.11	0.11	0.17
18	0.11	0.11	0.17
19	0.35	0.35	0.17
20	0.81	0.81	0.17

The resulting probability of damage for each position is also given. If the time to extinction is shorter than the critical time to damage the probability of damage is defined to be zero. In this example there is a ~55% probability that the oil spill will be beyond the 1 m radius from any pump, so the probability to damage remains to be zero. All other positions divide between them, resulting in a probability of ~0.17 % to damage having a critical time of infinity. The first 75 positions give a time to

damage less than two minutes, this is due to the fire plume being directly under the cables. In the next 20 or so positions the pump is in direct contact with the flame, giving the time to damage between two and four minutes. This is due to the flame being quite close to the pump. The last two hundred or so positions give a time to cable damage of around ~13 minutes. This is as a result of heat transfer from the gas layer which has a temperature of around 147-150 °C (s. Figure 14).

Results obtained by the computer program *AYSEN*

The input data for the room 1 is given in Table 4. The walls of the compartment are out of normal

concrete 25 cm which include a humidity from 4% and fire-brick 5 cm inside the fire compartment (s. Figure 12).

Table 4: Input data for the heat balance calculation of fire **room 1**

DESCRIPTION OF THE FIRE ROOM 1 FOR <i>AYSEN</i>			
Thickness of the Walls [cm]		Window openings [m]	
d_w	25+5=30	b_w	6.0
d_r	30	h_w	0.5
d_c	30	h'_w	0.3
Fire room dimensions [m]		A_w	3.0 m ²
		Ventilation Factor χ	$\chi = 0.04 \cdot \sqrt{h_w} \sim 0.03$ m ^{1/2}
b	10.0	R_{sp} [kg/m ² h]	60
l	12.0	Total fire load[MJ]	209.5
l'	21.30	Heat of combustion [MJ/kg]	41.9
h_d	4.50		
Molecular weight of hot gases and air [kg/mol]		Combustion enthalpy H_i/r [MJ/kg.air]	741
$w_g = 28.96$	$w_0 = 28.96$	Material of the walls: Fire-Brick+Normal concrete. Humidity 4%	

Temperature development in fire room:

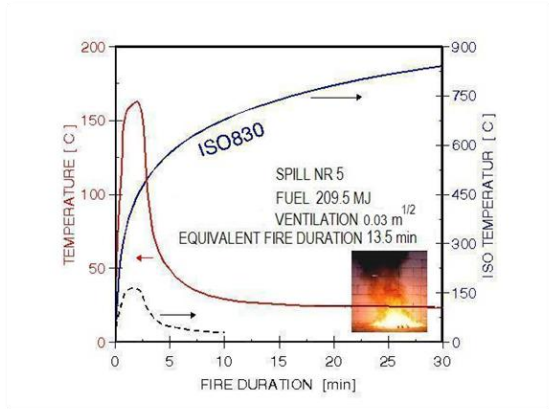


Figure 15: Temperature development in fire room 1 predicted by *AYSEN*

The interaction between the energy output and energy losses determines mainly the hot gas temperatures in the containment. Figure 15 shows an acceptable agreement with results of *OSFIC* in the max. temperature level attained during the fire as well as to the time flame extinction. Both computer programs calculate a max. hot gas temperature ~ 147 °C (*OSFIC*) and ~ 160 . °C (*AYSEN*) respectively. The time of the flame extinction from *AYSEN* agrees also the prediction from *OSFIC* as ~ 6 min. Ambient temperatures is attained approx. after 20 min. fire duration. In

Picture the temperature development is also illustrated with a dotted line in the same scale of ISO-Fire-Curve. For this fire the equivalent fire duration is determined as 13.5 min which shows the influence of the inner fire-brick layer of the containment walls.

A more detailed comparison of the results is given in the next section.

Energy output into fire containment:

The energy output into the containment (**fire room 1**) can occur in different ways and energy losses by heating up of solid structures and heat losses through the walls and openings of the containment to the surroundings.

In Figure 16 Energy output into the containment of the NPP is illustrated. *AYSEN* predicts a max. Energy output from ~ 1390 . kW and 980 kW of the *OSFIC* respectively. Figure 16 shows that the energy output into the containment remains approx. 1-2 min constant due to steady burning rate. From Figure 17 it can be seen that the fire is fuel bed controlled until the extinction of the fire.

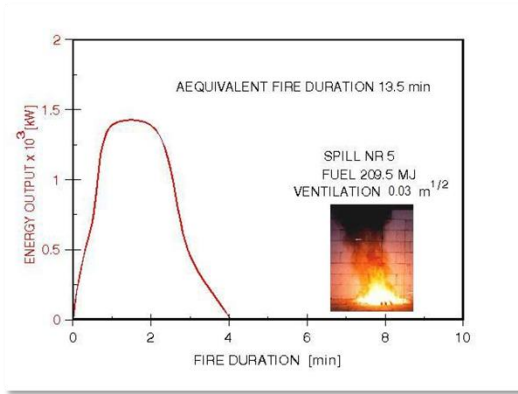


Figure 16: Energy output in fire room 1 due to 5 liters oil spill in in spill NR 5 predicted by **AYSEN**

Figure 16 and 17 indicate that the energy output rate is not a fundamental property of the fuel, but is strongly dependent on environmental conditions. Energy output due to heat of combustion can be defined as the heat released per unit mass of fuel vapors produced. When all the fuel vapors burn completely H_i is defined as heat of complete combustion of the fuel which is the case in the fire. In **OSFIC** the energy released in the fire in both examples is assumed to be as if it were a fuel bed controlled fire. It is then considered to be constant at this value till the fire extincts.

Remaining fuel and fuel-air interface in the containment during the fire:

The Figure 17 illustrates the pyrolysed fuel during the burning process. For example after 1 min. of ignition approx. 30% of fuel is pyrolysed. On the other hand picture shows the fuel-air interface defined with Φ -Value. The type of combustion indicates that the Φ -Values $\ll 1.0$ so there is excess of fresh air in the compartment that can enable total pyrolysis of the fuel. In this case a *fuel bed controlled* fire is present within the fire room. The heat of combustion is a sum of *convective* and *radiative* components of combustion and both is defined as the ratio of respective heat release rate to mass loss rate of the fuel.

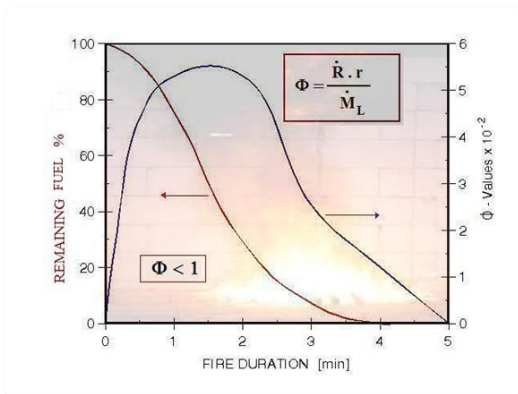


Figure 17: Development of the remaining fuel and fuel-air interface during the fire (**AYSEN**)

PREDICTION OF THE FIRE DAMAGE IN THE CONTAINMENTS BY MEANS OF OSFIC

Figure 18 shows the damage in % versus spill nr (or spilled oil in liter) for the open door case for fire room T-9916. Heat transfer from the gas layer occurs at a temperature of around ~ 243 °C (**AYSEN**; 227 °C., s. Figure 20). Figure 18 indicates that the probability of damage inc-reases in accordance with the increasing energy output in the fire containment. In (**Karlsson**, 1989) it is stated that in room T-9916 there is 25% chance that pumps stop functioning. This chance remains approx. unchanged for spill fires from 10 liters oil on.

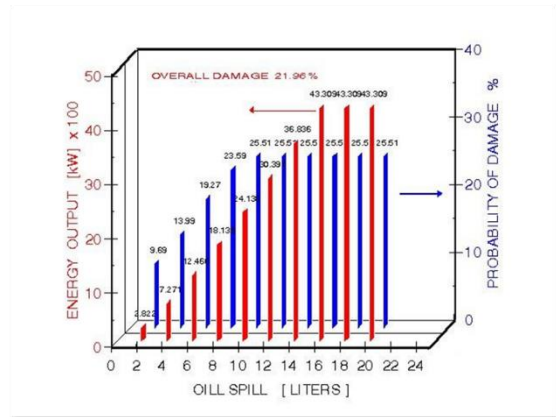


Figure 18: Energy output into the containment and the probability of damage in **example 1**, (T-9916, **OSFIC**)

On the other hand in Figure 19 the fire damage in **Example 2** is illustrated. Figure 19 shows the damage in % versus spill nr (or spilled oil in liter) for the open door case. Heat transfer from the gas layer occurs a max. temperature of around ~ 147 °C (**AYSEN**; 163 °C., s. Figure 20). **OSFIC** predicts that in *room 1* for 10 liters oil spill there is $\sim 32\%$ chance that pumps stop functioning. Both fire room are approx. in same size in their dimensions. However in Example 2, in the fire *room 1* there is more chance for the stopping of the pumps functioning. This is to the great extent due to less oil spill size (10 liters in fire room 1) in example 2 versus in example 1 (20 liters in fire room T-9916). However overall damage in both examples appears to be approx. equal ($\sim 22\%$ versus $\sim 20\%$).

Figure 20 shows comparatively the max. energy output and temperature level in the compartments predicted by **OSFIC** and **AYSEN**. In both calculations the energy output with respect to **AYSEN** is higher than the values according to the **OSFIC**.

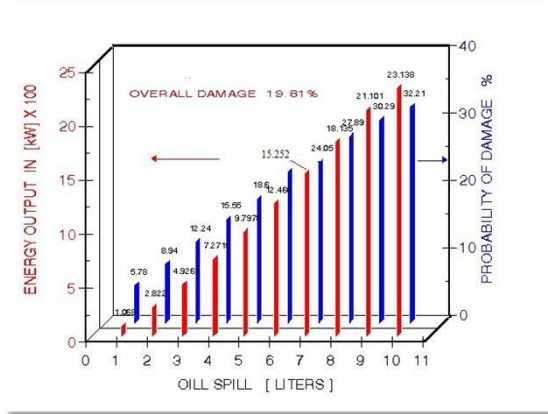


Figure 19: Energy output into the containment and the probability of damage in **example 2** for fire room 1, (*OSFIC*)

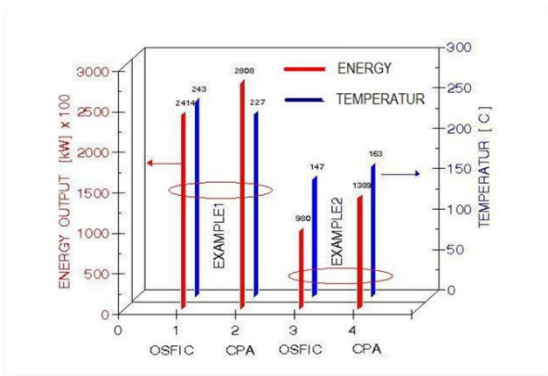


Figure 20: comparatively the max. energy output and temperatur level in the compartments predicted by *OSFIC* and *AYSEN* (*CPA*; calculation program *AYSEN*)

From Table 5 below it can be seen that the mass loss rates of the computer programs are different and *OSFIC* uses a higher value though according table 6.1 the maximum value of the mass loss rate for oil is given as 70 kg/m²/h (s. also Table 4.1). This difference depends mainly on the extinction conditions of fire predicted by *OSFIC* and on the burning area of the spilled oil. In *AYSEN* beside the oil spill size, also an increasing burning area with a certain fire propagation rate is applied (**Schneider, et al., 1990**). In *OSFIC* this area is held constant in dimensions with a 1m radius (**Karlsson, 1989**).

Table 5: Pool mass loss rates

Pool mass loss rate [kg/m ² /h]	
<i>OSFIC</i>	<i>AYSEN</i>
140.4	70.0

The comparison of the maximum temperatures attained during the fire shows the influence of the wall construction as well as the combustion type especially in example 2, where a fire brick is used as interior layer for the compartment walls with high insulation capacity and fire develops as fuel-bed controlled.

SUMMARY

A more detailed summary for the **Room T-9916** in example 1, reader can find in (**Karlsson, 1989**). If fire starts in this room and the door is open, there are ~25% chances that pump 1 stops functioning (s. Figure 18). This conclusion is obtained for 20 liters oil spill (419 MJ) and open door case.

In example 2, for fire **Room 1** the overall probability of damage is ~20 % for open door case. This conclusion applies to 10 liters oil spill (209 MJ) and ~23% chances are present that pump 1 stops functioning (s. Figure 19).

Computer code *OSFIC* deals with many fire scenarios and is effective to determine the damage due to fire in compartment. However *OSFIC* does not present results for fire development with respect to time.

AYSEN is effective to give more information about the fire scenario in one room, concerning the temperature development, energy output, fuel-air interface to determine the fire type as well as the heat flow into the surrounding structural surface elements. However *AYSEN* run deal with a deterministic model and doesn't assume oil spill sizes and locationas as conditional probabilities.

Both programs give approx. the same temperature maximas for relatively same boundary conditions. However this conclusion cannot be claimed for energy output into the fire room; *OSFIC* calculates less energy output than *AYSEN*. The main reason is that *OSFIC* calculates the fuel-air interface greater than 1 ($\Phi > 1$) and fire develops under exhausting. In contrary *AYSEN* has shown in both examples a *fuel bed controlled fire* ($\Phi < 1$) and consequently it results in total burning of fuel without exhausting and a higher energy production.

Finally it can be stated that calculation programs are complying each other and can be used together as safety engineer's tool. By means of the programs the room configuration, pump and cable positions and wall partitioning in the compartment new designed in order to diminish the damage probabilities and to design an optimal construction.

NOTATIONS

- A_w Total Area of the openings [m²]
- A_t Total Area of the surrounding walls of the compartment [m²]
- b_w Width of the window [m]
- b Width of fire room [m]
- l Length of fire room [m]
- l' Total length of fire room [m]
- C_p Specific heat capacity of wall [MJ/kgK]

d_w	Wall thickness	[mm]
d_f	Floor thickness	[mm]
d_c	Ceiling thickness	[mm]
F_b	Fuel surface area	[m ²]
F_w	Surface area of the wall	[m ²]
H_B	Energy rate stored by hot gas volume	[MJ/s]
h_B	Height of the fire room	[m]
H_C	Energy rate released in fire room	[MJ/s]
H_L	Energy rate leaving fire room	[MJ/s]
H_i	Heat of combustion of the fuel	[MJ/kg]
H_i/r	Combustion Enthalpy	[MJ/kg.air]
H_W	Energy rate absorbed by walls	[MJ/s]
h_d	Height of wall	[m]
h_w	Height of window	[m]
h'_w	Distance of upper edge of the window to ceiling	[m]
K	Coefficient of thermal conductivity	[W/mK]
M_B	Hot gas rate leaving the fire room	[kg/s]
M_L	Fresh air rate incoming the fire room	[kg/s]
M	Combustion efficiency factor	[1]
P_f	Damage probability	[%]
R	Burning rate	[kg/s]
R_{sp}	Specific mass loss rate of the fuel per unit fuel surface area	[kg/m ² h]
R	Mass ratio for stoichiometric combustion	[1]
T_g	Hot gas temperature	[K]
t_{eq}	Equivalent fire duration	[min]
T_0	Initial temperature	[K]
T_W	Wall temperature	[K]
$T_W(d_w)$	Surface temperature at the outside of the wall	[K]
$T_W(o)$	Surface temperature at the fire-side of the wall	[K]
q_w	Internal energy source rate	[MJ/s]
w_g	Molecular weight of hot gases	[kg/mol]
w_0	Molecular weight of air	[kg/mol]
w	Humidity of concrete	[%]
α	Heat transfer coefficient	[W/m ² K]
ρ	Density	[kg/m ³]
Φ	Fuel-air interface	[1]
DX, DY	Elements for discretization	[m]

X Ventilation factor $(\Sigma A_w \sqrt{h_w})/A_t$ [m^{1/2}]

Δx Infinite slab thickness in X direction [mm]

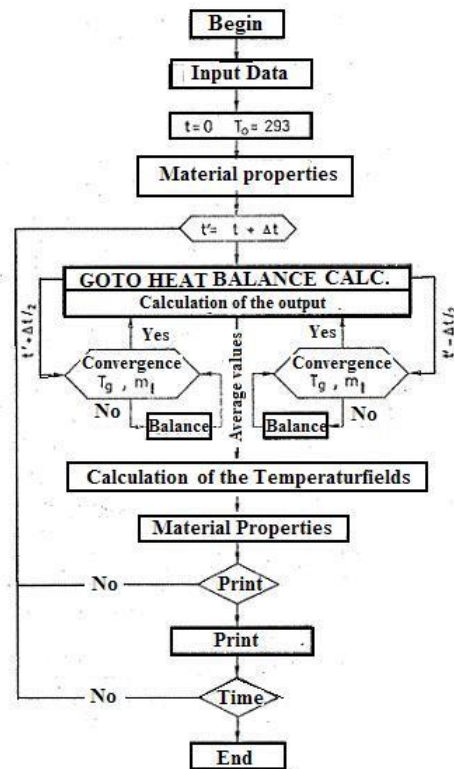
The other notations are defined where they appear in the text.

REFERENCES

1. Jee, M.-H., Moon, C.-K., Kim, H.-T.: Performance-based fire-fighting strategies for confined fire zones in nuclear power plants., Nuclear Energy, Volume 62, Pages 16-25, (2013).
2. Jiayu, Z., Qiang, S., Juan, L., Zhiwei, F., Wei, S., Jiayun, C., Chunming, Z., Jianshe, C.: The Performance-Based Fire Protection in the Nuclear Power Plant Design., Pro-cedia Engineering, Volume 43, Pages 318-323, (2012).
3. Valbuena, G., Modarres, M. Development of probabilistic models to estimate fire-induced cable damage at nuclear power plants., Nuclear Engineering and Design, Volume 239, Issue 6, June 2009, Pages 1113-1127.
4. Nowlen, S. P.: Nuclear power plants: A unique challenge to fire safety., Fire Safety Journal, Volume 19, Issue 1, Pages 3-18, (1992).
5. V. Frank, M., Moieni, P.: A probabilistic model for flammable pool fire damage in nuclear power plants. Reliability Engineering, Volume 16, Issue 2, Pages 129-152. (1986).
6. Nicolette, V.F., Nowlen.S. P.: Fire models for assessment of nuclear power plant fires. Nuclear Engineering and Design, Volume 125, Issue 3, Pages 389-394, (1991).
7. Kazarians, M., Apostolakis, G: On the fire hazard in nuclear power plants. Nuclear Engineering and Design, Volume 47, Issue 1, Pages 157-168, (1978).
8. Schneider, U.: Introduction to fire safety in nuclear power plants. Volume 125, Issue 3, Pages 289–295, (1991).
9. Al-Majed, A. A., Adebayo, Rasheed, M., Hossain, E.: A sustainable approach to controlling oil spills., Journal of Environmental Management, Volume 113, 30 December 2012, Pages 213-227.
10. S. Othumpangat, S., Castranova, V. : Oil spills., Reference Module in Biomedical Sciences, from Encyclopedia of Toxicology (Third Edition), 2014, Pages 677-681, Current as of 1 September 2014.
11. Hosser, D., Schneider, U.; Bestandsaufnahme des Brandschutzes in Kernkraftwerken., VGB Kraftwerkstechnik, Heft 6, pages 487-495, (1982).
12. DIN V18230 – Baulicher Brandschutz im Industriebau. Beuth Verlag, Berlin, (1989)
13. DIN 4102 – Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen Teile 1-3, Teile 5-7, and Teil 4., DIN Deutsches Institut für Normung E.V., Beuth Verlag, Berlin, (1981)

14. International Atomic Energy Association (IAEA): Fire Protection in Nuclear Power Plants – A Safety Guide, Safety Series No. 50-SG-D2, (1979).
15. The Swedish Fire Protection Association (SBF): Recommendations Regarding Fire Protection at Nuclear Power Plants, (1973).
16. Haksever, A.: Fire engineering design of steel framed car-park buildings, Helsinki University of Technology, Report 112, Espoo, (1990).
17. Haksever, A.: Fire engineering design of steel framed car-park buildings, Helsinki University of Technology, Report 112, Espoo, (1990).
18. Haksever, A.: Kapalı hacimlerdeki tabii yangınların analizi için yeni bir model (A new model for the analysis of natural fires in enclosures, Turkish)., Dissertation, İstanbul Technical University, (1989).
19. Haksever, A., Hagen, E.: Abschlussbericht des Teilprojektes C3, SFB 148, IBMB, Technical University of Braunschweig, (1988)
20. Karlsson, B.: User's guide to OSFIC, a computer program for oilspill fires in com-partments, Coden: SE LUTVDG/ TVBB-3051, Lund. (1989).
21. Karlsson, B.: Adeterministic and probabilistic model for oilspill fires in nuclear power plants. Coden: SE LUTVDG/ TVBB-3049, Lund. (1989).
22. Mitler, H. E.: Comparison of several compartment fire models: An interim Report, NBSIR 85-3233, NBS., Gaithersburg, MD 20899, (1985).
23. Babrauskas, V.: Estimating large pool fire burning rates, Fire Technology, Vol. 19. No. 4, pp 251-261. (1983).
24. Magnusson, S. E.: Brandszenario I Kernkraftwerk. Lund Institute of Technology, Dept. of Fire Safety Science. Internal memorandum. (1987).
25. Henke, V.: Ein Beitrag zur Zuverlässigkeit frei gelagerter Stahlbetonstützen., Diss., Technische Universitaet Braunschweig, iBMB, Heft 45, (1980).
26. Dobbernack, R.: Untersuchung des instationären Wärmeübergangs in parallelen Rohrbündeln nach der Monte-Carlo-Methode. Diss., Technische Universität Braunschweig, iBMB, (1979)., D., Ayvalık İktisadi Coğrafyası, s.39, Ülkü Matbaası, İstanbul, 1944.

APPENDIX



Flow chart of the calculation program (AYSEN) as given in the relating literature

İMALAT SİSTEMLERİNİN TASARIMINDA NÖROTİK TAHLAMA BENZETİMİ YAKLAŞIMININ KULLANILMASI

Tarık ÇAKAR¹, Serdar ÖZER²

¹Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Sakarya
tcakar@sakarya.edu.tr

²Trakya Üniversitesi, Trakya Üniversitesi Rektörlüğü, Edirne
serdarozer@trakya.edu.tr

Özet: Üretim sistemlerinin tasarımında simülasyon yöntemi kullanılması kaçınılmaz yöntemlerden birisidir. Fakat elenmesi gereken pek çok çözüm alternatifi varsa simülasyon metodunun yanında kullanılması gereken başka metotlarda vardır. Bu metotlardan en çok kullanılanları başta yapay sinir ağları, sonra genetik algoritmalar, tavlama benzetimi, parçacık sürü optimizasyonu gibi arama algoritmalarıdır. Bu çalışmada simülasyon çalışması sonucu elde edilen imalat sistemine ait performans ölçütleri kullanılarak Yapay Sinir Ağı (YSA) eğitilmiştir. Yani YSA'ya istenilen performans ölçüleri girildiğinde, YSA her bir makine merkezindeki olması gereken makine sayısını vermektedir. Bunun yanında imalat sistemlerinin performansını etkileyen en önemli faktör sistemde kullanılan öncelik kurallarıdır. Bu sebeple simülasyon işlemini yaparken makine merkezlerindeki makine sayılarının değiştirilmesinin yanı sıra farklı öncelik kuralları da kullanılarak sistemin performans ölçütleri elde edilmiştir. Kullanılan öncelik kuralları SPT, EDD, CR, FCFS olmuştur. Her bir öncelik kuralı için farklı bir YSA eğitilmiştir. Çözüm elde etmek için istenilen performans ölçütleri eğitilen bu dört farklı YSA ya verilir. Elde edilen sonuçlar tekrar simülasyon prosesi uygulanarak performans ölçüleri elde edilir. İstenilen performans ölçülerine en yakın performans değerleri çözüm olarak alınır. Alınan bu çözümden daha iyi bir çözüm olup olmadığının araştırılması için ise Tavlama Benzetimi yaklaşımı kullanılır. Eğitilen YSA'ların %0.5 hata verme olasılığı vardır. Bu yüzden az bir olasılıkla da olsa gözden kaçan iyi bir çözüm varsa bunu yakalamak için Tavlama Benzetimi yaklaşımı kullanılmıştır. Alınan 100 farklı çözümün 12 tanesinde YSA dan elde edilen çözümden daha iyi bir çözüm elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Tavlama benzetimi, yapay sinir ağları, imalat hücresi tasarımı

Using Neuro-Simulated Annealing Approach to Design Manufacturing Systems

Abstract: The usage of simulation methods is one of indispensable methods in the design of production systems. However, if there are some other solution alternatives to be eliminated, there should be some other solution methods to be used with simulation method. The most used methods for this purpose are mainly artificial neural networks (ANN), then genetic algorithms, simulated annealing, particle swarm optimization. In this study, an artificial neural network has been trained by using obtained performance criterion belonging production system as a result of simulation studies. In other words, when the performance criteria are entered to ANN, ANN gives the number of machines that should be in each machine center. Additionally, the most important factor affecting the performance of production systems is the priority rules used in the system. Therefore, in addition to changing the number of machines during the implementation of the simulation process in the machine centers performance criteria of the system have been obtained by using various priority rules. The used priority rules have been SPT, EDD, CR, FCFS. For each priority rule different neural network has been trained. To obtain the solution, required performance criteria are given to these trained four neural networks. The performance criteria are obtained by re-simulation of the obtained results. The nearest performance values to the performance criteria are taken as solution. The simulated annealing approach is used to investigate whether there is a better solution than this taken solution. There is error possibility of the trained neural networks as %0.5. Therefore, simulated annealing approach has been used to capture better solution missed if there is. %12 of the solutions among the obtained different solutions have been found better than the solutions obtained by using ANN.

Keywords: Simulated Annealing, Artificial Neural Networks, Manufacturing Cell Design

GİRİŞ VE LİTERATÜR TARAMASI

Toplu imalat, toplam imalat aktiviteleri içindeki anlamlı payından dolayı dikkate alınan bir konudur. Günümüzdeki mevcut rekabetçi pazar yapısı sebebiyle, toplu imalatta müşteri ihtiyaçlarına cevap vermek için çok fazla sayıda ürünü küçük hacimlerde üretmek ve bu üretimi fiyat rekabeti sağlayacak şekilde yapmak gerekmektedir. Atölye tipi yada akış tipi atölye gibi konvansiyonel üretim

sistemlerinde bunu sağlamak çok zordur, bu yüzden grup teknolojisi kullanarak konvansiyonel sistemlerin zorlukları giderilmiştir (Shafer, 1991). Hücresel imalat, günümüzün kısa dönemli ürün hayat çevrimi, yüksek ürün çeşitliliği, tahmin edilemeyen talep, kısa teslim süreleri, her bir periyotta farklı ürün çeşitleri ve miktarları gibi dinamik koşullar altında işlevini yerine getirmek zorundadır. Hücresel imalat sistemlerinin atölye

tipi, akış tipi gibi klasik imalat sistemlerine göre çok sayıda avantajı vardır (Rheault ve ark., 1995). Literatürde farklı optimizasyon tipleri kullanılarak çok sayıda başarılı uygulamalar yapılmıştır.

Wei and Gaither (Wei ve ark.,1990) ortalama hücre kullanımını maksimize ederken, darboğaz maliyetini, iç hücre yükleme dengesizliklerini ve hücreler arası yükleme dengesizliklerini minimize eden dört amaç fonksiyonlu bir model geliştirdi. Venugopal ve Naredran hücre içi ve hücreler arası parça hareketlerini eş zamanlı olarak minimize eden iki kriterli bir matematiksel model önerdi, ayrıca toplam hücre yük değişimini minimize eden bir genetik algoritma uyguladı (Venugopal ve ark-1., 1992), (Venugopal ve ark-2., 1992). Gupta hücre içi ve hücreler arası toplam ağırlıklı hareketleri ve hücre yükleme değişimini eşanlı olarak minimize eden bir genetik algoritma tasarladı (Gupta, 1996). Defersha ve Chen çoklu zaman periyotlarında imalat hücresi oluşturmak için karşılaştırmalı matematiksel model ve iki fazlı genetik algoritma tabanlı sezgisel kullandı (Defersha ve ark-1.,2006), (Defersha ve ark-2.,2006) . Kion ve arkadaşları hücresel imalat sistemlerinde üretim planlama, dinamik olarak yeniden sistem yapılandırma ve çoklu yönlendirmeyi bütünleştiren karma tam sayılı doğrusal olmayan bir model geliştirdi (Kion ve ark., 2009). Hsu paralel tavlama benzetimi tabanlı bir çözüm prosedürü ortaya koydu, bu sistem makina yatırım maliyetini, hücre içi ve dışı taşıma maliyetlerini, hücre içi ve dışı yükleme dengesizliklerini minimize eden bir sistemdir (Su ve ark., 1998). Malakooti and Yang hücre şekillendirme problemini çözmek için çok kriterli karar alma modeli geliştirdi (Malakooti ve ark., 2002). Khoo ve arkadaşları imalat hücrelerine makina atanması için genetik algoritma tabanlı bir sistem önerdiler (Khoo ve ark., 2003). Mansouri ve arkadaşları XGA ismini verdikleri bir çok amaçlı genetik algoritma hazırladılar (Mansouri ve ark., 2000). Yasuda ve arkadaşları çok amaçlı hücre şekillendirme problemini çözmek için genetik algoritmalar gurubu kullandılar (Yasuda ve ark., 2005). Mahdavi ve arkadaşları dinamik hücresel imalat sistemi için matematiksel bir model önerdi, modelde işçi atama esnekliği vardı (Mahdavi ve ark., 2010). Solimanpur ve arkadaşları hücre şekillendirme problemini çözmek için karınca koloni optimizasyonu metodunu kullandı (Solimanpur ve ark., 2010). Chen and Srivastava hücre şekillendirme problemlerinin çözümünde kuadratik programlama tabanlı tavlama benzetimi yaklaşımını kullandı (Chen ve ark., 1994). Sofianopoulo bir matematiksel programlama modeli ile tavlama benzetimi yaklaşımını birleştirerek imalat hücrelerini tasarladı (Sofianopoulou, 1999).

Çakar ve Çil makina merkezlerindeki makina sayılarını belirleyen ve aynı zamanda makina

merkezlerinde kullanılacak olan yükleme kurallarını da belirlemek için yapay sinir ağı kullandılar (Çakar ve ark., 2004). Önerilen sistem istenilen performans ölçütlerine göre makina merkezlerindeki makina sayılarını ve kullanılması gerekli öncelik kurallarını belirliyordu. Chryssolouris and Lee makina merkezlerindeki makina sayılarını belirlemek için yapay sinir ağı kullandılar (Chryssolouris ve ark., 1990). Doğuş esnek imalat sistemlerinde makina merkezlerindeki makina sayılarını, öncelik kurallarını ve teslim tarihi atama metodunu ve teslim tarihini aynı anda belirleyen bir çalışma yaptı (Doğuş, 2001).

Bu çalışmada yapay sinir ağlarının verdiği çözümlerden daha iyi çözümler varsa bunlar Tavlama Benzetimi algoritmasıyla aranmaktadır. Yapay sinir ağlarının az da olsa hatalı çözüm verme olasılıkları olduğundan, bu hatalı çözümler Tavlama Benzetimi algoritmasıyla doğru çözümlere ulaşmaktadır.

TAVLAMA BENZETİMİ

Tavlama benzetimi fiziksel tavlama olayını temel alan kombinatorial optimizasyon problemlerini çözmek için kullanılan meta sezgisel bir tekniktir. İlk olarak 1983 yılında Kirkpatrick ve arkadaşları tarafından ortaya konmuştur (Kirkpatrick ve ark., 1983) . Tavlama benzetimi yaklaşım kombinatorial optimizasyon problemlerini tavlama prosesine benzeterek çözer. Bu yaklaşım istatistiksel fiziğin iki yaklaşımını temel alır: birincisi termodinamik dengede verilen bir E enerjisinde sistemin başarı olasılığı, ikincisi Metropolis algoritması denilen ve verilmiş bir ısıda, bir sistemin termodinamik dengesinin değerlendirilmesinin simülasyonunda kullanılabilen yaklaşımdır. Sistemin ısısını taklit etmek için bir kontrol parametresi girilir. Kabul edilebilir enerji durumlarının sayısı bu ısıyla kontrol edilir ve bu ısı kademeli olarak düşürülerek yerel optimal çözümlerin bulunmasına öncülük eder. Sistemde, mümkün olabilir çözüm sistemin kesin bir durumuna benzetilirken, enerji ise minimizasyon problemlerinde amaç fonksiyon değerine benzetilir. Nihai çözüm, sistemin soğumuş temel durumuna benzer (Schlunz ve ark., 2013).

Şekil 1'de görüleceği gibi, tavlama benzetimi bir başlangıç çözümü ile başlar (A), Başlangıç sıcaklığı (T), ve iterasyon sayısı (C). Sıcaklık, elde edilen çözümlerin kabul olasılığını kontrol eder. Belirli sayıda iterasyon yapmanın mantığı çözüm bulana kadar kaç tekrar yapmamız gerektiği ile ilgilidir. Yeni bir komşu çözüm (N), T ve C temel alınarak üretilir. Eğer amaç fonksiyonunda bir iyileşme gözlemlenirse, bu komşu çözüm (N) iyi bir çözüm olarak görülecektir. Amaç fonksiyonunda bir iyileşme gözlenmese bile eD/T yi temel alan olasılık karşılaştırması uygun çıkarsa kötü bir çözüm referans alınarak yeni komşu alternatif

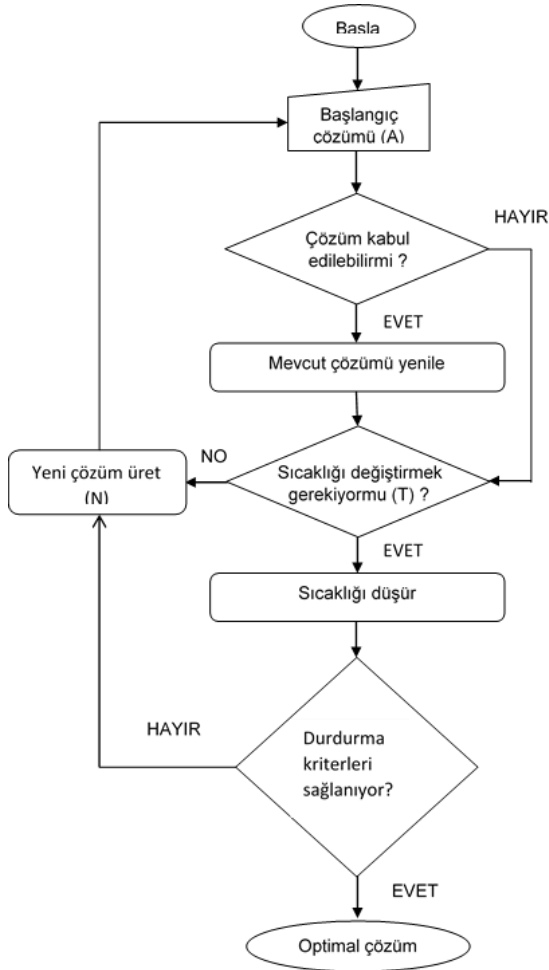
çözümler üretilir. Elde edilen iyi çözüm belirli bir sayıda tekrar ederse algoritmanın çalışması durdurulur (Koker, 2013), (Çakar ve ark. 2008).

Tavlama benzetiminin akış diyagramı Şekil 1'de görülebilir. Bilgisayar kodlamasını temsili (pseudo-code) ise aşağıda görüldüğü gibidir.

```

Initialize (A, C, T);
Repeat
  For l=1 to C do
    N=Perturb (A); (Yeni komşu çözüm üret)
    D=C(N)-C(A)
    If C(N)<=C(A) or
    (exp(-D/T)>Random(0,1))
      Then A=N;
    Endif
  Endfor;
Until (Durdurma kriterleri sağlanana kadar)
Stop;

```



Şekil 1: Tavlama benzetimi algoritmasının akış diyagramı

NÖROTİK TAVLAMA BENZETİMİ YAKLAŞIMIYLA İMALAT SİSTEMİ TASARIMI

İmalat sistemleri hiyerarşik olarak dört seviyede ele alabilmekteyiz. Birinci seviyede Fabrikayı görmekteyiz. Fabrika bir ya da daha fazla atölyeden ibarettir. Atölyelerin her biri tek bir ürün ağacı üretir. Ayrıca her bir atölye bir yada daha fazla iş merkezine ayrılmıştır. En alt seviyede ise kaynaklar bulunmaktadır. Kaynakları makinalar olarak tanımlayabiliriz. Mesela tornalar, nümerik kontrollü frezeler veya insanlar kaynak olarak kullanılabilir. İmalat aktiviteleri ise her bir kaynakta işlem görecektir sıralanmış işler olarak modellenmektedir. Burada ortaya konulan problem belirli performans ölçülerini yerine getirebilecek imalat sistemlerini tasarlamaktır. Kaynak kullanımı, ortalama gecikme, ortalama akış zamanı, tamamlanma zamanı gibi ölçülerinin kombinasyonlarını bütünsel bir ölçü olarak ele alabiliriz. Bu ölçüleri göz önüne alarak her bir atölyenin iş merkezlerine gereken kaynak sayısını belirlemek şeklinde problemimizi ortaya koyabiliriz. Kaynak atama problemleri ile ilgili çok az sayıda kantitatif yaklaşım mevcuttur. Bu konuda değişik matematiksel programlama yaklaşımları ortaya konulmuştur. Genelde bu formülasyon büyük sayıda veri gerektirmektedir, ayrıca bu yaklaşımların her biri zor ve pahalı yaklaşımlardır. Ayrıca bu dezavantajları aşabilen daha basit matematiksel programlama teknikleri de geliştirilmiştir. Buna rağmen belirtilen çalışmalar gerçek imalat sistemlerinin performanslarına anlamlı bir katkı sağlayan faktörleri hesaplayamamaktadır, mesela kaynak yükleme problemi makina, güvenilirliği ve kaynakları işlerin atanmasındaki öncelik kuralları gibi. Simülasyon modelleri ise karmaşık imalat sistemlerinin performanslarını değerlendirmede uzun süreden beri kullanılmaktaydı. İmalat sistemlerinin tasarımında simülasyon kullanımına ilişkin literatür de oldukça zengindir. Fakat simülasyon çalışmalarının en önemli kısıtı optimal bir sistem tasarlayamamasıdır. Sadece tasarlanan sistemin uygun olup olmadığı konusunda bize yardımcı olabilir. Simülasyon yardımıyla sistem tasarlamak, çok sayıda deneme yapaya, hataları değerlendirmeye yani oldukça fazla zamanımızı alacak işlemlere ihtiyaç duymaktadır. Bu anlamda sadece sınırlı sayıda alternatif tasarımları değerlendirme konusunda simülasyona ihtiyaç duyulacaktır.

Bu çalışmada simülasyon ve yapay sinirsel ağ birleştirilerek istem tasarlama yoluna gidilmektedir. Burada yapay sinirsel ağ, simülasyon fonksiyonunun tersine bir işlem görmektedir. Yani yapay sinirsel ağın girdileri performans ölçüleri olmakta, çıktıları ise uygun imalat sistemi tasarımını temsil eder. Simülasyon işlemi yapıldıktan

tasarlanmış bir sisteme ait performans ölçüleri elde edilmektedir. Yapay sinirsel ağın eğitilmesi işleminde ise performans ölçüleri girdi olmakta, sonuçta ise uygun tasarım elde edilmektedir. Yani simülasyon işleminin tersine bir işlem yapılmaktadır. Yapay sinirsel ağ kullanılmasının sebebi de burada ortaya çıkmaktadır. Böyle bir teknik kullandığımız taktirde uygun performans verecek sistemin oluşturmaya kadar, değişik alternatif sistemleri denemek zorunda kalacağız. Bu ise zaman ve para kaybına yol açacak. Oysa yapay sinirsel ağlarda kısıtlı sayıda da olsa elde edilen veri seti ile sinirsel ağ eğitilecek ve bu eğitim sonucu öğrenme işlemini tamamlayacaktır. Öğrenme işlemini tamamlamış olan yapay sinirsel ağ' da istenilen performans ölçüleri verildiğinde, uygun

imalat sistemini bize tasarlayacaktır. Simülasyon işlemi SIMAN paketi ile gerçekleştirilmiştir. İşler makinaya atanırken SPT, EDD, CR, FCFS gibi 4 öncelik kuralı sistemde ayrı ayrı kullanılmıştır.

DENEYSSEL TASARIM

İmalat sistemlerinin tasarım modellemesi için örnek bir imalat sistemi alınarak bu sistem simüle edilmiş ve elde edilen verilerle YSA ağı eğitilmiş ve test edilmiştir. İmalat sisteminde 4 adet makina merkezi vardır, her bir makina merkezinde en fazla 5 makina bulunmaktadır. İmalat sistemine yüklenecek işler ve rotaları aşağıda Tablo 1'de belirtilmiştir. Gelişler arası süre üstel dağılıma uymaktadır.

Tablo 1. Sistemdeki işlerin iş merkezlerindeki işlem süreleri ve rotaları

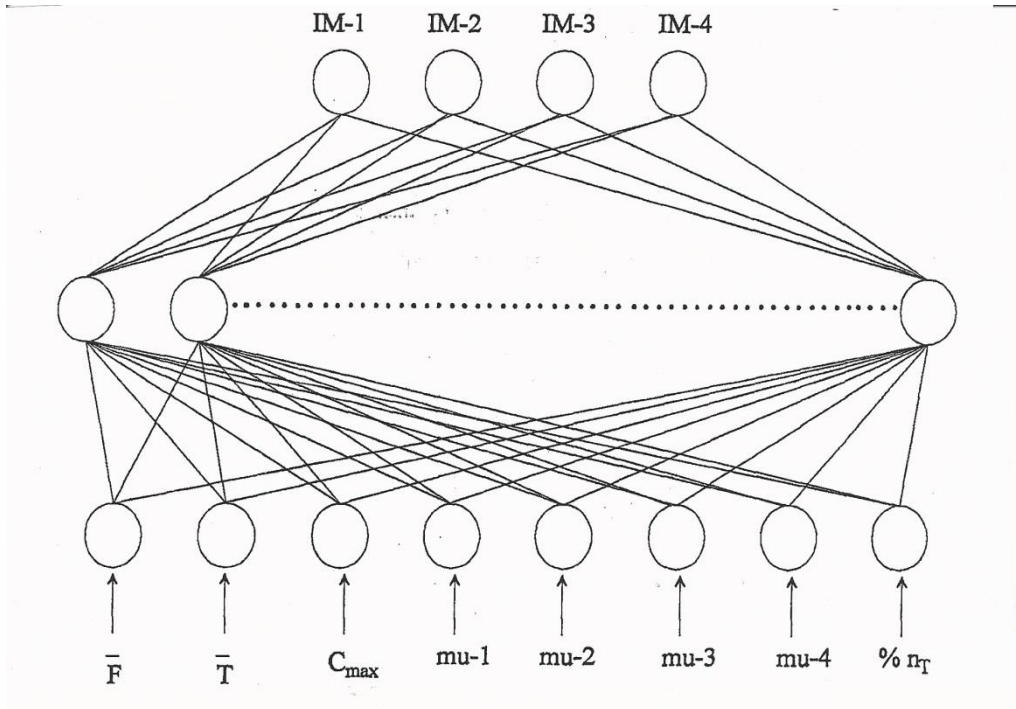
İŞ	GELİŞLER ARASI SÜRE	PARÇA SAYISI	İM-1	İM-2	İM-3	İM-4
J1	20	17	24	12	21	5
J2	15	50	25	21	9	3
J3	12	30	18	25	-	-
J4	17	17	-	25	15	-
J5	10	43	32	25	22	25
J6	14	43	-	-	40	15

Yapılan simülasyon işlemi sonucu aşağıda verilen performans ölçüleri elde edilmiştir. Bu performans ölçülerine ait değerler iş merkezlerindeki makina sayılarına göre elde edilmektedir. Sistemin amacı istenilen performans ölçü değerlerine göre makina merkezlerindeki makina sayılarını tasarlamaktır. Performans ölçüleri ortalama akış zamanı (F), ortalama gecikme (T), tamamlanma zamanı (Cmax), iş merkezlerindeki ortalama makina kullanım oranı (mu) ve geciken

işlerin yüzdesi (% n_T). YSA simülasyon işleminin tersine işlem yapmaktadır, YSA ya girdi olarak performans ölçüleri verilmekte ve çıktı olarak da makina merkezlerindeki makina sayıları alınmaktadır, kullanılan YSA'nın yapısı Şekil 2'de görülmektedir. Sistemde SPT, EDD, CR, FCFS öncelik kuralları kullanılmıştır. Her bir öncelik kuralı için ayrı bir YSA eğitilmiştir. Kullanılan eğitime ve test parametreleri Tablo 2'de görülmektedir.

Tablo 2. Kullanılan YSA'ların eğitime ve test parametreleri

	SPT	EDD	CR	FCFS
Eğitime setindeki örnek sayısı	100	100	100	100
Eğitime setindeki öğrenilen örnek yüzdesi	% 100	% 100	% 100	% 100
Test setindeki örnek sayısı	200	200	200	200
Test setinin başarı oranı	% 99,5	% 100	% 99,5	% 100
Aktivasyon fonksiyonu	Sigmoidal	Sigmoidal	Sigmoidal	Sigmoidal
İterasyon sayısı	4.000.000	4.000.000	4.000.000	4.000.000
Öğrenme oranı	0,35	0,35	0,34	0,35
Momentum oranı	0,65	0,65	0,66	0,65



Şekil 2. Kullanılan geriye yayılım yapay sinir ağının yapısı

SAYISAL UYGULAMA

Tablo 3 de sisteme girilen performans ölçülerine göre, YSA ların verdiği cevaplar görülmektedir. YSA nın verdiği çözümlere göre en iyi seçenek 3 2 3 1 FCFS seçeneği olmaktadır. Yani 1. İş merkezinde 3 makina, ikincisinde 2 makina, ikincisinde 3 makina ve dördüncüsünde 1 makina

olacaktır ve sistemde öncelik kuralı olarak FCFS kullanılacaktır. Fakat Tablo 2'ye bakılırsa YSA'nın %0.5'de olsa hatalı çözüm verme olasılığı vardır. Bu sebeple başka çözümler olup olmayacağı araştırılacaktır. Bunun için de tavlama benzetimi yöntemi kullanılacaktır.

Tablo 3. Girilen performans ölçülerine göre YSA ların vereceği cevaplar.

EĞİTİLMİŞ YSA'YA VERİLEN PERFORMANS ÖLÇÜLERİ		YSA'NIN VERDİĞİ ÇIKTILAR VE HATA ANALİZLERİ							
		SPT		EDD		CR		FCFS	
		DEĞER	HATA	DEĞER	HATA	DEĞER	HATA	DEĞER	HATA
F	650	562	13.5	580	10.7	700	7.7	664	2.1
T	400	423	5.7	391	2.2	450	12.5	396	1
C_{max}	2000	1841	7.9	1791	10.4	1700	15.0	1751	1.,4
mu-1	0.60	0.69	9	0.71	11	0.73	13	0.72	12
mu-2	0.90	0.93	3	0.95	5	0.99	9	0.97	7
mu-3	0.70	0.66	4	0.68	2	0.70	0	0.70	0
mu-4	0.90	0.86	4	0.88	2	0.91	2	0.91	1
% nr	0.80	0.76	4	0.77	3	0.38	5	0.85	5

TAVLAMA BENZETİMİ İÇİN MODELLEME

Tavlama benzetimi yaklaşımında yeni çözümler üretmek için iki farklı operatör kullanılmıştır. Birincisi yer değiştirme operatörü, diğeri ise ters sıralama operatörü. Bunların nasıl çalıştığı aşağıda açıklanmıştır.

Yer değiştirme operatörü

Mesela aşağıda verilen çözüm için yer değiştirme operatörü uygulanarak yeni çözüm elde etme prosedürü aşağıdaki gibidir;

Çözüm;

1	2	3	4	SPT
---	---	---	---	-----

Burada rassal olarak 1 ve 3 sayılarını seçmiş olalım bunların yerini değiştirirsek aşağıdaki yeni çözüm alternatifini elde ederiz.

Yeni çözüm alternatifi :

3	2	1	4	SPT
---	---	---	---	-----

Eğer rassal seçimde öncelik kuralı denk gelirse o zaman yer değiştirme işlemi yapmayıp öncelik kuralını değiştireceğiz. Bir ile 4 arasında bir rassal sayı üretip ona göre yeni öncelik kuralımızı belirleyeceğiz. 1-SPT, 2- EDD, 3-CR, 4-FCFS. Eğer tekrar aynı öncelik kuralı denk gelirse işlemi yenileyeceğiz. Yukarıdaki çözüm için rassal olarak seçim yaptığımızda öncelik kuralının seçtiğimizi düşünelim, SPT kuralının yerine yeni bir kural atayacağız demektir. Mesela rassal olarak 3

sayısının geldiğini düşünelim, 3 sayısı CR ye denk gelir, dolayısıyla yeni çözüm alternatifimiz aşağıdaki gibidir.

Yeni çözüm :

1	2	3	4	CR
---	---	---	---	----

Ters sıralama operatörü

Aşağıda verilen çözüm için rassal olarak 2-3-4 sırasını seçtiğimizi düşünelim.

Çözüm;

1	2	3	4	SPT
---	---	---	---	-----

Yeni çözüm;

1	4	3	2	SPT
---	---	---	---	-----

Eğer sıralama noktaları rassal olarak belirlenirken öncelik kuralı denk gelirse, yukarıda anlattığımız prosedür aynen uygulanacaktır. Tavlama benzetimi uygulamasında Geometrik oran kullanıldı, $T_{k+1} = T_k$, başlangıç sıcaklığı 10000 derecedir ve soğutma oranı 0.95 olarak alınmıştır. Tavlama benzetimi yaklaşımı ile başarıları %99.5 olan YSA'nın başarıları Tavlama Benzetimi yaklaşımı sayesinde %100'e yükselmiştir. Tavlama benzetimi yaklaşımı ile girilen 300 farklı örnekten 26 tanesinin sonucu daha iyi bir çözüme ulaşmıştır. Yukarıda verilen sayısal örneğin çözümüne Tavlama Benzetimi uygulanarak daha iyi bir çözüm elde edilmiştir. Sonuç Tablo 4'te görülmektedir.

Tablo 4. YSA'lardan elde edilen tasarımlara Tavlama Benzetimi uygulandıktan sonra elde edilen sonuçlar

		YSA'NIN VERDİĞİ ÇIKTILAR VE HATA ANALİZLERİ							
		SPT		EDD		CR		FCFS	
		3 2 3 1		3 2 3 1		3 2 3 1		3 2 3 1	
EĞİTİLMİŞ YSA'YA VERİLEN PERFORMANS ÖLÇÜLERİ		DEĞER	HATA	DEĞER	HATA	DEĞER	HATA	DEĞER	HATA
F	650	562	13.5	580	10.7	652	0.03	664	2.1
T	400	423	5.7	391	2.2	401	0.7	396	1
C_{max}	2000	1841	7.9	1791	10.4	1933	3.3	1751	12.4
mu-1	0.60	0.69	9	0.71	11	0.71	11	0.72	12
mu-2	0.90	0.93	3	0.95	5	0.93	3	0.97	7
mu-3	0.70	0.66	4	0.68	2	0.70	0	0.70	0
mu-4	0.90	0.86	4	0.88	2	0.91	1	0.91	1
% NT	0.80	0.76	4	0.77	3	0.75	5	0.85	5

Daha önce elde edilen en iyi çözüm 3-2-3-1 FCFS iken Tavlama Benzetimi uygulandıktan sonra

daha iyi çözüm olan 3-2-3-1 CR çözümü elde edilmiştir.

SONUÇLAR

Yapay sinir ağları doğrusal olmayan ilişkileri modellemede kullanılan çok etkili bir araçtır. İmalat sistemlerinin problemlerinin çözümünde ve tasarımlarında çok geniş bir uygulama alanına sahiptir. İmalat sistemlerinin simülasyon işlemiyle tasarımı deneme yanılmaya dayalı zaman alıcı bir işlemdir. Her bir alternatif için simülasyon işlemi yapıldı değerlendirilmeye tabi tutulur. Her seferinde simülasyon yapılması oldukça önemli bir zaman kaybı anlamına gelmektedir. Ama simülasyon işlemi yani tasarım prosesi YSA ya öğretilirse çok fazla deneme yapmadan kolayca imalat sistemini tasarlayabiliriz. Burada YSA simülasyon işleminin tersine yönde çalışacaktır. Dolayısıyla istediğimiz performans ölçülerini YSA ya verip kolayca imalat sisteminin konfigürasyonunu elde edebilmekteyiz. Fakat az da olsa YSA'nın hata verme olasılığı olduğundan hem bu hatayı gidermek hem de daha iyi bir çözüm olup olmadığını araştırmak için Tavlama Benzetimi yaklaşımı kullanılmış ve 100 adet örnekten 12 tanesinde daha iyi bir çözüm bulunmuştur. Sistemin hibrid olması çözüme daha da mükemmellik kazandırmıştır.

KAYNAKLAR

- CAKAR, T., CIL, I., "Artificial Neural Networks for design of manufacturing systems and selection of priority rules", International Journal of Computer Integrated Manufacturing, vol.17, 3: 195-211, 2004.
- CAKAR T. , YAZGAN, HR, KOKER, R., "Parallel robot Scheduling with genetic algorithms", Parallel robot manipulators, New Developments. In: Ryu J-H (Ed), Vienna, I-Tech Education and Publishing, 2008, pp. 153-170.
- CHEN, W.H., SRIVASTAVA, B., "Simulated annealing procedures for forming machine cells in group technology", 75: 100-111, 1994.
- CHRYSSOLOURIS, G., LEE, M. , "Use of neural networks for design of manufacturing systems", Manufacturing Review, vol.3, 3: 187-194, 1990.
- DEFERSHA, F., CHEN,M., "A comprehensive mathematical model for the design of cellular manufacturing systems", International Journal of Production Economy, 103: 767-783, 2006.
- DEFERSHA, F., CHEN,M., "Machine cell formation using a mathematical model and a genetic-algorithm-based heuristic", International Journal of Production Research, vol.44, 12: 2421-2444, 2006.
- DOGUC, U., Doguc, "Esneklik imalat sistemlerinde makina sayılarının ve teslim tarihinin belirlenmesinde yapay sinir ağlarının kullanılması", PhD dissertation, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Sakarya Üniversitesi, Sakarya, 2001.
- GUPTA,Y. GUPTA, A. KUMAR, A., SURDARAM, C., "A genetic algorithm-based approach to cell composition and layout design problems", International Journal of Production Research, 34.:447-482, 1996.
- KHOO, L.P., LEE, S.G., YEN, X.F., "Multi-objective optimization of machine cell layout using genetic algorithm", International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 16: 140-155, 2003.
- KIRKPATRICK, S, GELATT, CD, VECCHI, MP., "Optimization by simulated annealing", Science, vol.220, 4598: 671- 680, 1983.
- KIOONS, S.A., GULGAK, A.A., BEKTAS, T. "Integrated cellular manufacturing systems design with production planning and dynamic system reconfiguration", European Journal of Operational Research, 192: 414-428, 2009.
- KOKER R., "A neuro-simulated annealing approach to the inverse kinematics solution of redundant robotic manipulators", Engineering With Computers, Vol. 29, 4: 507-515, 2013.
- MALAKOOTI, B., YANG, Z., "Multiple criteria approach and the generation of efficient alternatives for machine-part family formation in group technology", IIE Transaction, 34., 837-846, 2002.
- MANSOURI, S.A., MOATTAR-HUSSEINI, S.H., ZEGORDI, S.H., "A genetic algorithm for multiple objective dealing with exceptional elements in cellular manufacturing", Production Planning Control, vol.14, 5:437-446, 2000.
- MAHDAVI, I., ALAEI, A., PAYDAR, M.M., SOLIMANPOUR, M., "Designing a mathematical model for dynamic cellular manufacturing systems considering production planning and worker assignment", Computational Mathematic with Applications, 3: 74-82 , 2010.
- RHEAULT, M., DROLET, J., ABOULNOUR, G., "Physically reconfigurable virtual cells: a dynamic model for a highly dynamic environment", Computers and Industrial Engineering, vol.29, 1-4: 221-225, 1995.
- SCHLUNZ, E.B., VAN HUUREN, J.H., "An investigation into the effectiveness of simulated annealing as a solution approach for the generator maintenance scheduling problem, Electrical Power and Energy Systems, 53: 166-174, 2013.
- SHAFER, S.M., "A gola programming approach to cell formulation problems", Journal of Operational Management, 10: 28-43, 1991.
- SOLIMANPOU, M., SAEEDI, I., MAHDAVI, I., "Solving cell formation problem in cellular manufacturing using ant-colony-based optimization", International Journal of Advanced Manufacturing Technology, vol.50, 9-12: 1135-1144, 2010.
- SOFIANOPOULOU, S., "Manufacturing cells design with alternative process plans and or replicate machines", International Journal of Production Research, vol.37, 3: 707-720., 1999.
- SU, C-T., HSU, C-M., "Multi-objective machine-part cell formation through parallel simulated annealing", International Journal of Production Research, 36: 2185-2207, 1998.
- VENUGOPAL, V., NARENDRAN, T,T, "A genetic algorithm approach to the machine-component grouping problem with multiple objectives ", Computers and Industrial Engineering, 22: 469-480, 1992.

23. VENUGOPAL, V., NARENDRAN, T,T, “Cell formation in manufacturing systems through simulated annealing: an experimental evaluation”, *European Journal of Operational Research*, 63:409-422, 1992.
24. WEI, J.C., GAITHER, N., “A capacity constrained multi-objective cell formation method”, *Journal of Manufacturing Systems*, 9: .222-232, 1990.
25. YASUDA, K., HU,L., YIN, Y., “A grouping genetic algorithm for the multi-objective cell formation problem”, *International Journal of Production Research*, vol.43, 4: 829-853, 2005. tbaası, İstanbul, 1944.

Trakya University Journal of Engineering Sciences

Trakya University Journal of Engineering Sciences, her yıl Haziran ve Aralık aylarında olmak üzere yılda iki sayı çıkar ve Türkçe veya İngilizce dillerinde **Mühendislik ve Mimarlık** alanındaki teorik ve deneysel makaleleri yayımlar. Dergide orijinal çalışma, araştırma notu, derleme, teknik not, editöre mektup, kitap tanıtımı yayımlanabilir. Makalelerin başlıkları Türkçe ve İngilizce olarak yazılır. Basılacak eserlerin daha önce hiçbir yerde yayımlanmamış ve yayın haklarının verilmemiş olması gerekir. Dergide yayımlanacak yazıların her türlü sorumluluğu yazar(lar)ına aittir. Dergimizde Türkçe ve İngilizce metinler yayımlanabilir. Ancak, metin İngilizce yazılmış ise Türkçe özet, Türkçe yazılmış ise geniş İngilizce özet olmalıdır. İngilizce özet kısmında kısaca giriş, materyal ve metod, sonuçlar ve tartışma başlıkları yer almalıdır. **İngilizce olarak yazılan makalelere yayın önceliği verilir.**

YAZIM KURALLARI

Eserler, Yayın Komisyonu'na **Word** programıyla **12 punto** büyüklüğündeki **Times New Roman** tipi harflerle ve en az 1.5 aralıklı olarak yazılmış olarak gönderilir. **Makaleler, 20 basılı sayfayı geçmemelidir.** Yazar adları yazılırken herhangi bir akademik unvan belirtilmez. Çalışma herhangi bir kurumun desteği ile yapılmış ise, birinci sayfanın altına kurumun bu çalışmayı desteklediği yazılır.

Makale aşağıdaki sıraya göre düzenlenir:

Başlık: Kısa ve açıklayıcı olmalı, büyük harfle ve ortalanarak yazılmalıdır.

Yazarlar: Adlar kısaltmasız, başlığın altına yan yana, soy adlar büyük harfle ortalanarak yazılır. Adres (ler) tam yazılmalı, kısaltma kullanılmamalıdır. 1'den fazla yazarlı çalışmalarda, yazışmaların hangi yazarla yapılacağı belirtilmeli ve **yazışma yapılacak yazarın adres, telefon, fax ve e-posta adresi başlığın hemen altına yazılmalıdır.**

Özet ve Anahtar kelimeler: Türkçe ve İngilizce özet 250 kelimeyi geçmemelidir. Özeti altına küçük harfle ve yanına anahtar kelimeler (key words) yazılmalıdır. Anahtar kelimeler, zorunlu olmadıkça başlıktakilerin tekrarı olmamalıdır. İngilizce özet sayfanın sol kenarından "Abstract" sözcüğü ile başlamalı, ve İngilizce başlık İngilizce özeti altına büyük harfle ortalanarak yazılmalıdır. Makaledeki ana başlıklar ve varsa alt başlıklara **numara verilmemelidir.**

Giriş: Çalışmanın amacı ve geçmişte yapılan çalışmalar bu kısımda belirtilmelidir. Makalede SI (Système International) birimleri ve kısaltmaları kullanılmalıdır. Diğer kısaltmalar kullanıldığında, metinde ilk geçtiği yerde 1 kez açıklanmalıdır.

Materyal ve Metod: Eğer çalışma deneysel ise kullanılan deneysel yöntemler detaylı ve açıklayıcı bir biçimde verilmelidir. Makalede kullanılan metod/metodlar, başkaları tarafından tekrarlanabilecek şekilde açıklayıcı olmalıdır.

Sonuçlar: Bu bölümde elde edilen sonuçlar verilmeli, yorum yapılmamalıdır. Sonuçlar gerekirse tablo, şekil ve grafiklerle de desteklenerek açıklanabilir.

Tartışma: Sonuçlar mutlaka tartışılmalı fakat gereksiz tekrarlardan kaçınılmalıdır. Bu kısımda, literatür bilgileri vermekten çok, çalışmanın sonuçlarına yoğunlaşılmalı, sonuçların daha önce yapılmış araştırmalarla benzerlik ve farklılıkları verilmeli, bunların muhtemel nedenleri tartışılmalıdır. Bu bölümde, elde edilen sonuçların bilime katkısı ve önemine de mümkün olduğu kadar yer verilmelidir.

Teşekkür: Mümkün olduğunca kısa olmalıdır. Teşekkür, genellikle çalışmaya maddi destek sağlayan kurumlara veya kişilere veya makale yayına gönderilmeden önce inceleyip önerilerde bulunan uzmanlara yapılır. Teşekkür bölümü kaynaklardan önce ve ayrı bir başlık altında yapılır.

Kaynaklar: Yayımlanmamış bilgiler kaynak olarak verilmemelidir. (*Yayımlanmamış kaynaklara örnekler: Hazırlanmakta olan veya yayına gönderilen makaleler, yayımlanmamış bilgiler veya gözlemler, kişilerle görüşülerek elde edilen bilgiler, raporlar, ders notları, seminerler gibi*). Ancak, tamamlanmış ve jüriden geçmiş tezler ve DOI numarası olan makaleler kaynak olarak verilebilir. Kaynaklar, makale sonunda alfabetik sırada (yazarların soyadlarına göre) sıra numarası ile belirtilerek verilmelidir.

Kaynakların referans olarak verilmiş şekilleri aşağıdaki gibidir:

Makale: Yazarın soyadı, adının baş harfi, makalenin başlığı, derginin adı, cilt numarası, sayfa numarası, basıldığı yıl. Dergi adı italik yazılır.

Örnek:

FEUGARD DC., ABNER R., WAYLAND D. Modelling daylight illuminance. *Journal of Climate and Applied Meteorology*. 23: 93-109, 1994.

MEHTA PK. Studies on Blended Cements Containing Santorin Earth. *Cement and Concrete Research*. 11: 507-518, 1981.

Kitap: Yazarın soyadı, adının baş harfi, kitabın adı (varsa derleyen veya çeviren ya da editör), cilt numarası, baskı numarası, sayfa numarası, basımevi, basıldığı şehir, basıldığı yıl.

Örnek:

DUFFIE JA., BECKMAN WA. Solar Engineering of Thermal Processes, Second Ed. Wiley Interscience, New York, 54-59, 1991.

Kitapta Bölüm: Yazarın soyadı, adının baş harfi, makale adı, sayfa numaraları, basıldığı yıl. Parantez içinde: Kitabın editör(ler)i, kitabın adı, Sayfa sayısı, yayınlayan şirket veya kurum, yayınlandığı yer.

Örnek:

BROWN B, AARON M. The politics of nature. New York, 230-257, 2001. [Editörler: SMİTH J. The rise of modern genomics. 3rd edn. Wiley].

Kongre, Sempozyum: Yazar (lar)ın soyadı, adının başharfi, makale başlığı, kongre adı, kitapçık adı, varsa cilt numarası, sayfa numarası, yıl ve kongrenin yapıldığı yer.

Örnek:

CAPPLEMAN O. Communication in the Studio. *FIDE' 98 International Conference on First Year Architectural Design Education Proceedings*, Faculty of Architecture Istanbul Technical University, Cilt V. S. 48-54, 1998, Istanbul.

İnternet: Eğer bir bilgi herhangi bir internet sayfasından alınmış ise (*internetden alınan ve dergilerde yayınlanan makaleler hariç*), kaynaklar bölümüne internet sitesinin ismi tam olarak yazılmalı, siteye erişim tarihi verilmelidir.

Kaynaklara metin içinde numara verilmemeli ve aşağıdaki örneklerde olduğu gibi belirtilmelidir.

... x maddesi atmosferde kirliliğe neden olmaktadır (Landen, 2002). İki yazarlı bir çalışma kaynak olarak verilecekse, (Landen ve Bruce, 2002) veya Landen ve Bruce (2002)'ye göre. ... şeklinde olmuştur; diye verilmelidir. Üç veya daha fazla yazar sözkonusu ise, (Landen ve Ark., 2002) veya Landen ve Ark. (2002)'ye göre olduğu gösterilmiştir; diye yazılmalıdır.

Kaynak gösterilecek yayında kaç isim varsa, kaynaklar bölümünde tümü belirtilmeli, Landen ve Ark., 2002, gibi kısaltma yapılmamalıdır.

Dipnotlar: Mümkünse dipnotlardan kaçınılmalı, bu tip notlar kaynaklar kısmında verilmelidir.

Grafik ve Tablolar: Tablo dışında kalan fotoğraf, resim, çizim ve grafik gibi göstermeler “Şekil“ olarak verilmelidir. Resim, şekil ve grafikler net ve ofset baskı tekniğine uygun olmalıdır. Her tablo ve şeklin metin içindeki yeri belirtilmelidir. Tüm tablo ve şekiller makale boyunca sırayla numaralandırılmalı (Tablo 1., Şekil. 1), başlık ve açıklamalar içermelidir. Grafik ve şekiller basılı sayfa boyutları dikkate alınarak çizilmelidir. Şekillerin sıra numaraları ve başlıkları, alta, tabloların ki ise üstlerine yazılır.

Ekler: Tüm ekler ayrı sayfaya yazılmalı ve Romen rakamları ile numaralandırılmalıdır.

Makalelerin sunulması: Makaleler <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/tujes> web adresi üzerinden gönderilmelidir. Gönderimi yapan yazar Telif Hakkı Bildirimi'ni tüm yazarlar adına onaylar.

Sunulan makaleler, öncelikle Dergi Yayın Kurulu tarafından ön incelemeye tabii tutulur. **Dergi Yayın Kurulu, yayınlanabilecek nitelikte bulmadığı veya yazım kurallarına uygun hazırlanmayan makaleleri hakemlere göndermeden red kararı verme hakkına sahiptir.** Değerlendirmeye alınabilecek olan makaleler, incelenmek üzere iki ayrı hakeme gönderilir. Dergi Yayın Kurulu, hakem raporlarını dikkate alarak makalelerin yayınlanmak üzere kabul edilip edilmemesine karar verir.