

İnşaat Sektöründe İş Güvenliği Yönetimi ve Genel İş Güvenliği Performansı İlişkisinin Değerlendirilmesi Yöntemi

Tamer Metinsoy¹, Uğur Müngen²

Özet

İnşaatlarda iş güvenliği Türkiye'deki tüm yasal düzenlemelere rağmen kötü bir haldedir. Başından sonuna kadar, inşaat süreci karmaşık olup, bir takım belirsizlikler ve yüksek ölüm oranı ile bilinmektedir. Etkili bir iş güvenliği yönetimi olup, işçi ve işveren muhtemel risklerin önlemlerini aldığıında, yüksek ölüm oranına rağmen inşaatlar güvenli bir çalışma mahalli olabilir.

Bu bağlamda çalışmanın amacı, inşaatlarda iş güvenliğini artırmak için iş güvenliği yönetim performansını ve sahadaki iş güvenliği performansını değerlendirerek şantiyenin genel iş güvenliği performansını belirleyen yeni bir yöntem önermektir. Çalışma özellikle geliştirilen anket ve kontrol listesi sayesinde şantiyelerden veri almaya ve SME (İş güvenliği yönetim değerlendiricisi) adında bulanık mantık yaklaşımı temelinde çalışıp yüklenici firmaların iş güvenliği yönetim performansını ve sahadaki iş güvenliği performansını değerlendirme kabiliyetine sahip olan ve iş güvenliği yönetiminin eksikliklerini bildiren yazılımı ortaya çıkarmaya dayanmaktadır. Anketi yanıtlayanlar iş güvenliği yöneticileri olup anket verileri 30 adet devam etmekte olan bina tipi inşaatlardan örneklem alınarak toplanmıştır. İş güvenliğinin gerçek durumunu gözlemek amacıyla kontrol listesi yazar tarafından yerinde uygulanmıştır. Çalışma, farklı değişkenler arasındaki ilişki kalıplarını ortaya çıkarmak için faktör analizi ve iş güvenliği yönetimi bileşenleri ilgileşimi ve tanımlayıcı istatistikleri de içermektedir. Bu değerlendirmenin amacı, inşaat firmaları için Türk inşaat sektörü için geliştirilen iş güvenliği dizinine göre sınıflandırılabilir bir temel nokta oluşturmaktır. İş güvenliği yönetim sistemini ve sahadaki iş güvenliği performansını içeren bir genel iş güvenliği indeksi geliştirilerek, "bir inşaat şirketinin iş güvenliği yönetimi ve sahadaki performans eksiklikleri" Türkiye için iş güvenliği endeksi ölçeğine göre belirlenir.

Anahtar Kelimeler: İş güvenliği yönetimi, İş güvenliği performansı, Bulanık mantık, Anket, İş güvenliği endeksi

¹ Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Teftiş Kurulu, İstanbul Grup Başkanlığı, İstanbul. - tmetinsoy@boun.edu.tr

² İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İstanbul. - mungen@itu.edu.tr

Giriş

Bu çalışmanın amacı, yapılarda iş güvenliğini artırmak için yönetim iş güvenliği performansını ve şantiye uygulama performansını değerlendirmeye dahil ederek inşaatın genel güvenlik performansını belirleyen yeni bir metodoloji önermektir.

Çalışma, özellikle inşaat müteahhitleri iş güvenliği yönetim performansı ve sahadaki güvenlik performansını değerlendirmek ve yönetim eksiklikleri bildirme yeteneğine sahip bulanık mantık yaklaşımı temelinde çalışan, veri alma model ve yazılım geliştirme tekniğine dayanmaktadır. Bu değerlendirmenin amacı, Türk inşaat sektörü için geliştirilen güvenlik endeksine göre inşaat firmalarını sınıflandırılabilir bir temel nokta oluşturmaktır.

Bu çalışmada ele alınacak Araştırma sorularını şöyle sıralanabilir:

1. Genel iş güvenliğine etkisi olan ve geliştirilmesi gereken iş güvenliği yönetim eksiklikleri nelerdir.
2. Türkiye için geliştirilen güvenlik endeksine göre iş güvenliği yönetiminin eksiklikleri nelerdir.
3. Genel iş güvenliği performansı iş güvenliği yönetimine ne kadar bağlıdır.
4. Genel iş güvenliğini etkileyen ve düşük performans gösteren iş güvenliği yönetimi öğeleri nelerdir.
5. Genel iş güvenliği performansı ve iş güvenliği yönetimi elemanları arasındaki ilişki nedir?

İş Güvenliği Yönetimi Anketi ve Sahada Uygulanacak Kontrol Listesinin Geliştirilmesi

Önceki bölümlerde de kurulan sonuçlar iş güvenliğini geliştirmede müteahhitlere ve devlete yardımcı olabilecek bir iş güvenliği yönetimi değerlendirme ve karşılaştırma aracına ihtiyacı göstermektedir. Bu araştırma verileri anket, mülakat ve saha ziyaretleri yoluyla toplanmıştır.

Veri toplamada için ilk adım olarak, iş güvenliği yönetimi performansını değerlendirmek için bir anket ve saha iş güvenliği değerlendirmek için bir kontrol listesi geliştirilmiştir.

Anket bölümünde iş güvenliği yönetim uygulamaları verileri mevcut güvenlik programları, çalışanların katılımı, tehlike analizi, denetim ve eğitim gibi konularda geliştirilen anket yoluyla toplanmıştır. Kontrol listesi bölümünde standart bir kontrol listesi ile sahadan bilgi alınmıştır.

Çalışma İstanbul'da bulunan büyük ölçekli inşaat şirketlerini hedeflemiş olup, iş güvenliği yönetim sorumluları ile iş güvenlik uzmanları ile yürütülmüştür.

Aksorn ve Hadikusumo (2007) üç büyük ölçekli inşaat projelerinde yaptıkları çalışmada iş güvenliği faktörlerin etkisini doğrulamışlardır. S. Ahmet (1999) tüm inşaat sektöründe çalışma için öncelikle bina inşaat sektörünü dahil etmiştir. İş güvenliği yönetimi araştırmasını yerinde denetim yapmadan inşaat firmasının genel iş güvenlik performansını değerlendirmiştir. Anket 57 inşaat firmalarına gönderilmiştir. Yapılan çalışmamızda projeler benzer niteliklerde seçilmiştir. Aşağıdaki kriterler proje seçimi için dikkate alınmıştır:

- Projeler bina inşaatı olmalıdır.

- Her projede 50 den fazla işçi olması ve iş güvenliği yönetimi olmalıdır.
- Bina birinci kat seviyesinde olmalıdır
- İş güvenliği Uzmanı bulunmalıdır.
- Projenin birden fazla taşeronu olmalıdır.

Çalışma için seçilen 43 Şirketle başlangıçta araştırma çalışmasına katılıp katılmayacaklarını tespit etmek için telefonla temasa geçilmiştir. Katılmayı kabul eden toplamda 30 şantiyede çalışma yapılmıştır. İstatistiksel analiz yapılmıştır ve önemli bilgiler sonuç ve önerilerde kullanılmıştır.

Kendi firmaları için anketi dolduran tüm şirket temsilcileri bir yönetici pozisyonda veya bir iş güvenliği uzmanı konumdadır. Kontrol listesi her inşaatta güvenilir ve objektif sonuçlar alınması amacıyla yerinde yazar tarafından uygulanmıştır. Katılımcı firmaların büyüklüğü çalışan sayısı açısından değişmektedir. Ziyaret edilen yapılarda çalışanların toplam sayısı 4.206'dır. 7 inşaat şirketinin 200'den fazla işçi bulunmaktadır. Firmaların unvanları şirketlerin ticari durumu nedeniyle gizli tutulmuştur.

Kontrol Listesi

Kontrol listesi Jannadi ve Assaf tarafından yapılan çalışmadan uyarlanmıştır. Bu sistematik iş sağlığı ve güvenliği kontrol listesi Türk İnşaat Sektöründe uygulama eksiklikleri göstermektedir. Şantiye ile ilgili bu değerlendirme yönteminin karmaşık risk değerlendirmesi yerine basit bir yaklaşım kullanır. Güvenilirlik ve basitlik yüzünden bu değerlendirme kullanılmıştır. Bu kontrol listesi iş güvenliği açısından önemli olduğu düşünülen ve aynı zamanda yönetmelikler ve Uluslararası Çalışma Örgütü düzenlemelerine ve Türkiye'deki mevcut güvenlik mevzuatına uygun öğeleri içerir.

Data Analizi

Jannadi ve Assaf'ın uyguladığı liste aşağıda verilmektedir. Toplam evet sayısı Her kısımdaki evetler ve hayırlar toplamına bölünüp sonuç bulunmaktadır.

$$\text{Safety Performance Index (SPI)} = \left(\frac{\sum (\text{Number of "Yes"} \times 100 + \text{Number of "No"} \times 0)}{\text{Number of applicable items}} \right)$$

Tablo 1 - Kontrol Listesi Sınıflaması

Score	Condition
0-59 %	Zayıf
60-69%	Vasat
70-79%	İyi
80-89%	Çok İyi
90-100%	Mükemmel

Tablo da görüldüğü gibi, 30 inşaat şirketinin genel güvenlik performansı endeksi 72,3% ve bu da 10 puan üzerinden 7,23 anlamına gelmektedir. Böylece SPI 7,23 olarak elde edilir. Çalışmaya katılan şirketler için genellikle yüksek bir güvenlik yönetimi performans gösterse de yüksek varyans bu performansın sahaya tam olarak yansıtılmadığını

ve uygulama hataları bulunduğunu belirtmektedir.

Bu sonuçlar Yangın dışında, Türkiye’de iş kazalarının yol açtığı yaralanmalar ile bire bir uyum içindedir. Diğer bölümlerin aksine yangın özel durum nedeniyle, en düşük güvenlik düzeyi de ikinci sırada yer alıyor olmasına rağmen, bu yaralanmaların ana sebebi değildir. Yangın nadiren yapılarda görülmektedir ve bu işçiler için genellikle tepki ve algı zamanı bırakmaktadır. Yangının aksine kazaların diğer türleri aniden ortaya çıkmaktadır.

Yüksekten düşme kaza türleri arasında ilk sıradadır. Birçok çalışan inşaat sektöründe her yıl düşme sebebiyle ölmektedir. Koruma ve iskele uygulama eksiklikleri düşmenin önemli bir kısmını oluşturmaktadır.

Düşme riski iş güvenliği programlarında bulunmasına rağmen işçilerin düşmeyi engelleyici yeterli sistemleri kullanmadığı gözlenmiştir ve yüksekten düşmeyi önlemek için yeterli korkuluk bulunmamaktadır. İş güvenliği yönetiminin programı bu yüzden belgelerde kalmaktadır. Bu gerçek düşme tipi kazaların arka planını oluşturur.

Ayrıca Kazı işleri ankette en düşük güvenlik düzeylerinden birine sahiptir. Yüzde 69,4 ile kazı işleri iş güvenliği açısından zayıf olarak tespit edilmiştir. Yaralanmaların çoğu toprak çökmesi sonucu bireylerin boğulması şeklindedir.. Bu nedenle, yeterli iksa sistemi uygulanmalıdır, kazı kenarlarına payanda veya siper kutusu ve kazı korkulukları konmalıdır.

Tablo 2 - Kontrol Listesi Sonuçları

Rank	Safety Division	Average Score over 100	Condition
1	7. Kalıp İşleri	96,0	Mükemmel
2	11. Sağlık ve Rahatlık	87,2	Çok İyi
3	9. Düzen	83,2	Çok İyi
4	4. Vinç ve Kaldırma Araçları	75,0	İyi
5	5. El araçları	74,1	İyi
6.	6. Elektrik	70,4	İyi
6.	8. Kişisel Koruyucu	70,4	İyi
8.	3. Hafriyat	69,4	Vasat
9.	1. İskeleler	67,3	Vasat
10	10. Yangın	55,6	Zayıf
11	2. Yüksekten Düşme	50,9	Zayıf
	Genel Performans	72,3	İyi

Average Safety Score	Variance	Standard Deviation
72,3	168,74	12,99

İş Güvenliği Yönetimi Değerlendirmesi

Önceki bölümlerde açıklandığı üzere yönetim iş güvenliğini; etkin yönetmek sağlık ve güvenlik programları, yakın kaza, soruşturma, inceleme ve güvenlik performansı her düzeyde denetimler yapan sağlık ve güvenlik toplantıları ile teşvik etmelidir.

Bu çalışmada iş güvenliği yönetimi faaliyetlerinin seviyesinin yoğunluğunu yansıtan bir iş güvenliği yönetim endeksi (SMI) geliştirilmiştir. Geliştirilen endeks daha sonra inşaat şirketi genel güvenlik performansı ile karşılaştırmak için güvenlik yönetimi faaliyetlerine eksikliklerini tespit etmek için kullanılmıştır. SMI söz konusu inşaatın iş güvenliği yönetim etkinliğini belirtmektedir. SMI tahmini ayrıntılı bir iş güvenliği çalışması gerektirir.

Farklı yönetim sistemlerinde iş güvenliği yönetim kriterleri göz önünde bulundurularak bir anket geliştirilmiş ve inşaat şirketlerinde iş güvenliği yönetim uygulanması ile ilgili sorunları anlamak için 13 güvenlik yönetimi kriteri ve onların 51 alt faktörler literatürde tespit edilmiştir.

Ankette yer alan öğeler şunlardır: İş Güvenliği Programları, Güvenlik ve Sağlık Sorumlulukları, Görev için Çalışan Katılımı, İşe Uygunluk, Tehlike Analizi, Risk Önleme ve Kontrol / Azaltma, İç denetimler, Acil Müdahale Planları, İlk Yardım / Tıbbi Gereksinimleri, Güvenlik ve Sağlık Kaza Soruşturma, Raporlama ve Analiz, Eğitim ve Güvenlik Toplantıları, İş Güvenliği Kurulları ve Yüklenici / Alt Yüklenici İlişki.

Yeni bir anket geliştirilmekte olduğundan ölçüm hataları azaltmak için geniş literatür taraması yapılmış ve güvenilirlik testleri ayrıntılı olarak uygulanmıştır.

Data Analizi

SMI tahmininin hedefi farklı iş güvenliği yönetimi bileşenleri bir araya getirmektir. Bu kombinasyon özellikle inşaat alanının genel güvenlik performansına (OSP) elde etmek için gereklidir.

Gerçek durum ve korelasyonu görmek için, iş güvenliği yönetim elemanları arasında ve sahada güvenlik performansı tespitinde analitik hiyerarşi süreci uygulanmamış ve her iş güvenliği yönetim elemanının ağırlığı ankette 1 olarak atanmıştır.

İş Güvenliği yönetim performansı (SMI) aşağıdaki eşitlik kullanılarak bulunur:

$$\text{Safety Management Index(SMI)} = \left(\frac{\sum (\text{Likert Scale Points})}{\text{Number of applicable items}} \right) \times 2$$

Temel istatistiksel analiz ve tamamlanan anket ile yürütülen sonuçlar bu çalışmada belirtilmiştir. Tablo iş güvenliği yönetim faaliyetlerinin ortalama sıralaması ayrıntılı bir dökümünü göstermektedir. İnşaat firmaları SMI'ları 4,76 ile 3,42 arasında değişmektedir varyans ise 0,73 civarında değişmektedir.

İş güvenliği yönetiminin en yüksek ilk beş ögesi İlk yardım- tıbbi gereksinimler (ortalama değeri = 4,76), Güvenlik komiteleri (ortalama değeri = 4,48), Tehlike önleme ve kontrol / azaltma (ortalama değeri = 4,41), İş Güvenliği sorumluluk ve hesap verebilirlik, (ortalama değeri = 4,38) ve kaza inceleme, raporlama ve analiz (ortalama değeri = 4,34).

İş güvenliği yönetimi'nin beş düşük performans elemanları, Acil Müdahale Planları (3,42), Yüklenici / Alt Yüklenici(3,49), iç-Denetimler (3,75), Göreve Uygunluk(3,78), Eğitim ve İş Güvenliği Toplantıları (3,85)dir.

İş güvenliği yönetimi 13 elemanı doğrusal olarak SPI ile ilişkilendirilmiştir. Bulgular diğer çalışmalarda bildirilen sonuçlardan farklı olarak iş güvenliği yönetim performansı (SMI) ve On-site güvenlik performansı (SPI) arasında çok güçlü pozitif doğrusal bir ilişki olmadığını göstermektedir. Korelasyon katsayısı Pearson r-değeri 0,01 anlamlılık düzeyi ile 0.658 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar bir kontrol listesi ile yerinde gerçek durumları

gözlemlenmesinin geleneksel sonuçları değiştirdiğini göstermektedir.

Çalışmaya katılan firmalar genelde (10 üzerinden 8,25) yüksek güvenlik yönetim performans gösterse de sahadaki iş güvenliği performansına tam anlamıyla yansıma olmamıştır.

Bu bulgular şirketlerin iş güvenliği yönetim sistemlerinin olması gerektiği gibi çalışmadığını göstermektedir. Bu yönetim faaliyetlerinin tüm işçiler ve şantiye bir parçası olarak empoze edilemediği açıktır. Bu durum müteahhit / taşeron ilişkisi, eğitim ve güvenlik yönetimi için düşük iş güvenliği performansını açıklamaktadır.

İş Güvenliği Yönetimi Elemanlarının Faktör Analizi

Faktör analizi ile değişkenler gruplanmakta ve kolay işlenebilir olmaktadır. Birincil analiz 13 bileşenlerin tüm değişkenleri ile çalıştırıldığında ilk anket yapısında faktörlerin aynı sayıda belirten 1,00'den daha yüksek bulunmuştur. Bu anketin güvenilirliğini ortaya koymaktadır. Faktör analizi kullanım uygunluğunu amacıyla çeşitli testler gereklidir. İlk adım olarak R matrisinin determinantı 0,00001'den daha fazla olmalıdır. Araştırmada bu veriler için bu değer 0,0000227 olup 0,00001 değerinden büyüktür.

Tablo 3 - İş Güvenliği Yönetimi Değerlendirmesi Sonuçları

Company #	PMean	RAMean	EIMean	FFDMean	HAMean	HPMean	SIMean	ERPMean	FAMean	AIMean	TSMMean	SCMean	CRMMean	SMI	SPI
1	4,60	4,00	3,67	3,67	4,00	4,00	3,50	3,33	4,67	3,60	3,75	4,60	2,80	7,76	5,75
2	4,20	4,20	3,67	4,00	4,50	4,00	3,50	4,00	5,00	4,60	4,25	4,80	3,60	8,39	6,00
3	4,40	4,40	3,33	3,33	4,00	4,50	2,00	2,33	5,00	4,20	3,75	4,40	2,80	7,73	5,95
4	4,80	5,00	5,00	4,33	5,00	5,00	4,50	4,33	5,00	5,00	4,75	5,00	4,40	9,61	9,77
5	4,40	4,60	3,67	4,00	4,00	4,17	4,00	3,33	5,00	3,20	3,00	5,00	3,60	8,04	7,44
6	4,40	4,20	4,00	3,00	4,50	4,50	4,50	3,67	5,00	4,20	4,00	4,60	4,00	8,43	7,00
7	4,60	4,60	4,67	4,00	5,00	4,33	4,00	4,00	5,00	4,80	4,00	5,00	4,00	8,94	6,51
8	4,20	4,20	3,67	3,67	4,50	3,83	4,00	3,67	5,00	4,60	4,00	4,40	3,40	8,16	5,25
9	4,40	4,80	4,67	4,33	5,00	4,67	5,00	3,67	5,00	4,80	4,00	4,80	3,80	9,02	6,74
10	4,80	4,80	4,33	4,67	5,00	4,67	5,00	4,33	5,00	4,80	4,25	5,00	4,20	9,33	7,00
11	4,20	4,20	3,67	3,33	4,00	4,50	3,00	3,00	5,00	4,20	2,75	4,40	4,20	7,96	7,67
12	3,80	4,00	3,33	4,00	4,00	4,00	3,50	3,33	5,00	4,40	3,50	4,40	3,40	7,84	5,00
13	4,00	4,40	3,33	3,33	3,00	4,33	4,00	2,33	4,00	4,40	3,75	4,40	3,60	7,76	4,57
14	3,60	4,20	3,67	3,33	3,50	4,00	3,50	2,67	5,00	4,00	4,25	4,40	2,20	7,49	6,92
15	4,60	5,00	4,00	3,67	4,00	4,33	3,50	3,33	4,67	4,60	3,50	4,40	3,40	8,31	7,14
16	3,60	3,60	3,67	3,33	3,50	4,33	2,50	3,00	3,33	4,20	3,25	3,00	3,20	7,02	6,50
17	4,20	4,20	4,33	4,33	4,00	4,50	4,00	3,00	5,00	4,40	3,75	4,20	3,40	8,24	7,41
18	3,80	3,80	4,00	4,00	4,00	4,83	4,00	3,00	5,00	4,40	3,75	4,60	3,80	8,24	8,00
19	3,60	4,40	3,67	2,33	2,50	3,67	3,00	2,67	3,33	3,80	3,75	4,00	2,40	6,86	7,00
20	3,20	3,40	3,00	3,00	1,00	4,00	1,50	3,00	4,67	3,60	3,25	4,00	1,60	6,35	5,12
21	4,40	4,60	4,67	4,00	4,50	4,83	4,00	4,00	5,00	4,60	4,00	4,60	3,40	8,75	8,84
22	4,60	4,80	4,67	2,67	4,50	4,00	3,50	3,33	5,00	4,80	3,75	4,40	3,20	8,27	7,91
23	4,20	4,20	3,67	4,00	4,00	4,50	3,50	3,33	4,00	4,40	3,50	4,40	3,80	8,08	7,44
24	4,60	4,00	4,00	3,67	4,00	4,17	3,00	3,33	4,00	3,80	3,50	4,60	2,80	7,73	6,00
25	4,20	4,20	4,67	4,00	4,00	4,50	4,00	2,33	5,00	4,20	3,75	4,20	3,40	8,12	7,21
26	5,00	5,00	5,00	4,67	5,00	4,83	5,00	4,33	5,00	5,00	4,50	5,00	4,20	9,61	9,77
27	5,00	5,00	5,00	4,67	5,00	5,00	4,00	4,67	5,00	4,80	4,50	5,00	4,80	9,69	9,75
28	4,40	4,60	4,67	4,67	5,00	4,67	4,50	4,33	5,00	3,80	4,25	4,60	3,80	8,86	8,75
29	4,00	4,40	4,67	4,33	4,00	4,83	5,00	3,00	5,00	4,20	4,25	4,00	4,20	8,59	7,91
30	4,60	4,60	3,67	3,00	4,50	4,67	3,50	4,00	5,00	4,80	4,25	4,20	3,40	8,47	9,21
MEAN	4,28	4,38	4,07	3,78	4,12	4,41	3,75	3,42	4,76	4,34	3,85	4,48	3,49	8,25	7,18
VARIANCE	0,13	0,02	0,05	0,28	0,08	0,04	0,13	0,35	0,05	0,18	0,20	0,10	0,26	0,60	1,96
STD. DEV.	0,36	0,15	0,23	0,53	0,29	0,20	0,35	0,59	0,22	0,43	0,45	0,31	0,51	0,78	1,42

Tablo 4 - KMO ve Bartlett's test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.	,844
Bartlett's Test of Sphericity Approx. Chi-Square	254,874

Birinci faktör iş güvenliği yönetimi taahhütü ile ilişkili, ikinci faktör saha ve işçi kontrolü ilişki, üçüncü faktör ise iş güvenliği düzenlemeleri ile ilgili görünmektedir.

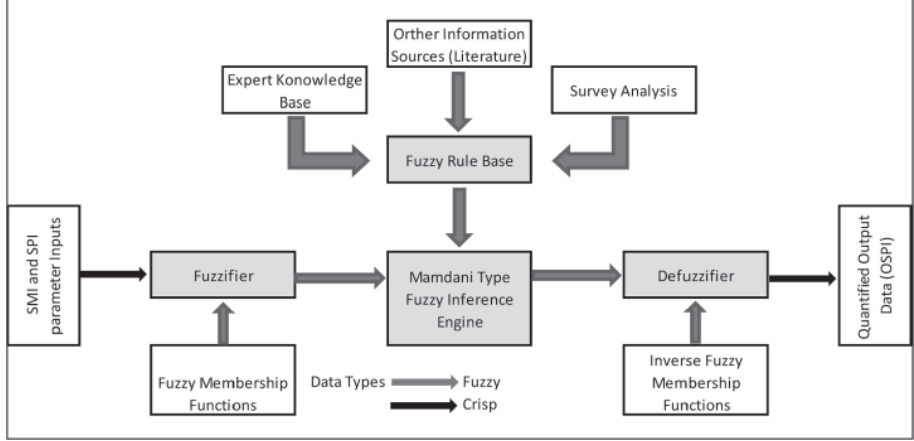
Faktör analizine göre saha ve işçi kontrolü faktörü diğer bileşenler daha düşük olduğu bulunmuştur ve bu neden inşaat firmalarının yerinde güvenlik performansının (SPI) düşük olmasının nedeni açıklamaktadır.

Tablo 5 - Faktör Analizi

Dimension	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative % of Variance	Interpreted Component	Sub-Elements	Factor Loading
1	7,461	57,390	57,390	Management commitment	Accident Investigation Reporting, and Analysis Safety and Health Responsibilities and Accountability Training/Safety Meetings Safety and health program Hazard Analysis Emergency Response Plans	,786 ,766 ,672 ,661 ,599 ,578
2	1,048	8,063	65,453	Site and worker control	Hazard Prevention and Control Fitness for Duty Contractor/Sub contraction Relationship Self-Inspections Employee Involvement	,817 ,783 ,721 ,641 ,596
3	0,966	7,432	72,886	Safety Arrangement	Safety Committees First Aid/Medical Requirements	,854 ,729

İş Güvenliği Performansı Değerlendirme Modeli

Bu bölümde bulanık mantık prensipleri, modelleri, tezdeki uygulanabilirliği tartışılmaktadır.

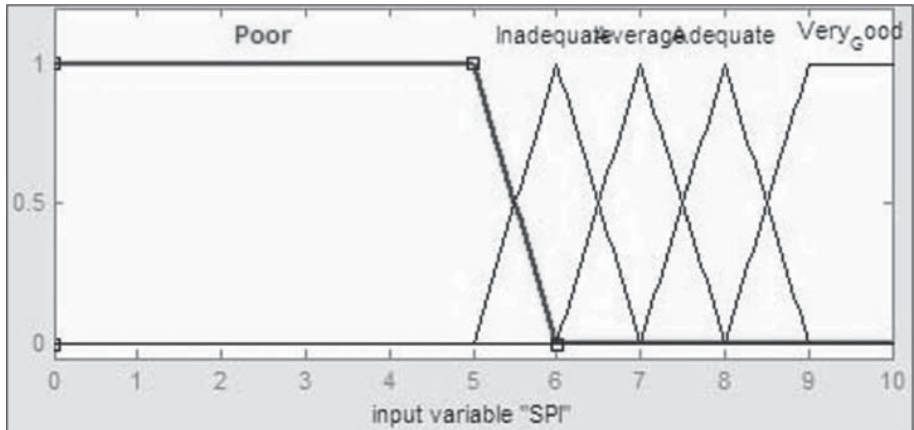


Şekil 1 - Tezdeki Modelin Bulanık Mantık Sistemi

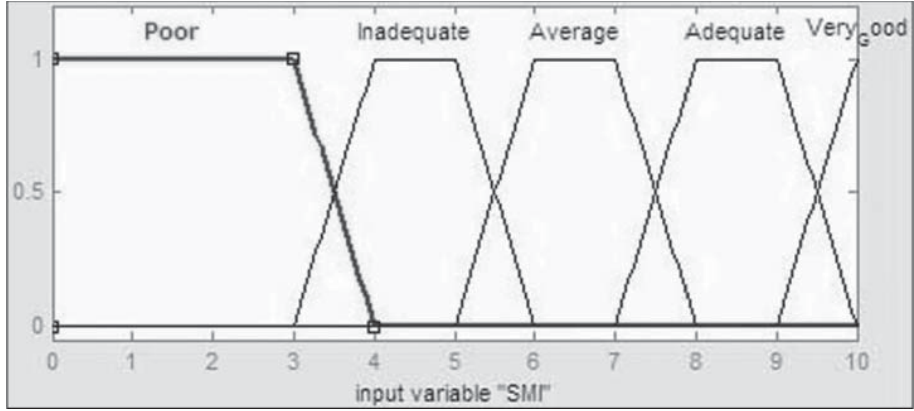
Şantiye ve iş güvenliği yönetim performansı entegredir ve bu entegrasyon inşaatın genel güvenlik performansını belirler.

Bu sistematik yaklaşım ile uzman görüşü ve mevcut iş güvenliği seviyesi genel bir güvenlik indeksi vermek için bulanık mantık kuralları çerçevesinde kombine edilebilir.

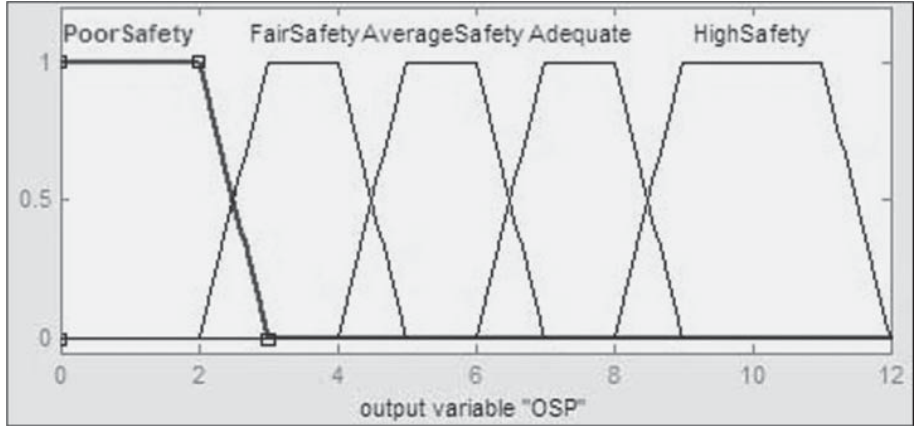
Yukarıda da belirtildiği gibi dilsel değişkenler için SMI, SPI ve OSPI için 5 seviye kullanılabilir. Literatür dilsel değişkenlerin 4-7 düzeylerinde yaygın olarak kullanıldığını göstermektedir. Üyelik fonksiyonları aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 2 - SPI Üyelik Fonksiyonu



Şekil 3 - SMI Üyelik Fonksiyonu



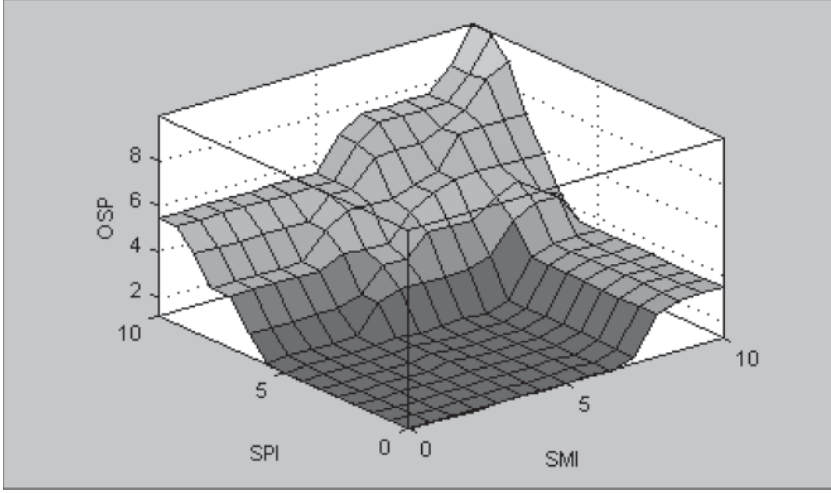
Şekil 4 - OSPI Üyelik Fonksiyonu

Çıktı tahmini aşağıdakilerden biri veya bir kombinasyonudur.

- Zayıf Güvenlik
- Vasat Güvenlik
- Ortalama Güvenlik
- Yeterli Güvenlik
- Yüksek Güvenlik

Bulanık kural tabanında tüm kuralları Mamdani dolaylı yöntemler kullanılarak birleştirilip değerlendirilmiştir. Bu araştırmada kullanılan kural tabanında 25 kural aşağıdaki gibidir.

- Kural #1. Eğer SMI Zayıf ve SPI Zayıf ise OSP Zayıftır.
- Kural #2. Eğer SMI is Zayıf ve SPI Yetersiz ise OSP is Zayıftır.
- Kural #3. Eğer SMI is Zayıf ve SPI is Ortalama ise OSP is Vasattır.



Şekil 5 - Matlab'da Geliştirilen Değişkenlerin Bulanık Mantık İlişkisi YüzeY Görünümü

Örnek Bir Değerlendirme

Değerlendirme ölçütünü anlaşılır kılmak için, detaylı bir örnek aşağıda gösterilmiştir. Bu örnekte bulanık mantık üyelik fonksiyonlarının çalışması gösterilmiştir. Bu şekilde OSP belirlenir.

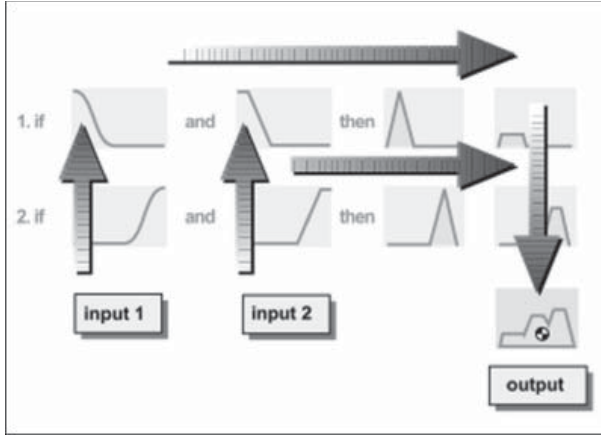
Anket ve kontrol listesi uygulandıktan sonra SPI ve SMI sonuçlarını 7,67 ve 7,96 olarak bulunmuş olduğunu varsayarsak.

İlk olarak sayısal değerler bulanık üyelik fonksiyonları aidiyet derecesini belirlemek için alınır.

Giriş SPI = 7,67 için 0,67 ve 0,33 üyelik değerlerini verir ve bunlar sırasıyla "yeterli" ve "ortalama", bulanık küme değerleridir. SMI = 7,96 sırasıyla 0,04 "ortalama" ve 0,96 "yeterli" olacaktır.

Oluşturulan kural kütüphaneden bulanık VE modeli, gerekli kuralların uygulanması için kullanılmaktadır. Değerlendirme sürecine etkili olan dört kural şunlardır:

- Rule #13. If SMI is Average and SPI is Average then OSP is Average Safety
- Rule #14. If SMI is Average and SPI is Adequate then OSP is Average Safety
- Rule #18. If SMI is Adequate and SPI is Average then OSP is Average Safety
- Rule #19. If SMI is Adequate and SPI is Adequate then OSP is Adequate
- Kural #13 SMI at 7,96 μ SMI=0,04 ortalama; SPI at 7,67 μ SPI=0,33 ortalama membership function.
- Kural #14 SMI at 7,96 μ SMI=0,04 ortalama; SPI at 7,67 μ SPI=0,67 yeterli membership function.
- Kural #18 SMI at 7,96 μ SMI=0,96 ortalama; SPI at 7,67 μ SPI=0,33 ortalama membership function.
- Kural #19 SMI at 7,96 μ SMI=0,96 ortalama; SPI at 7,67 μ SPI=0,67 yeterli membership function.



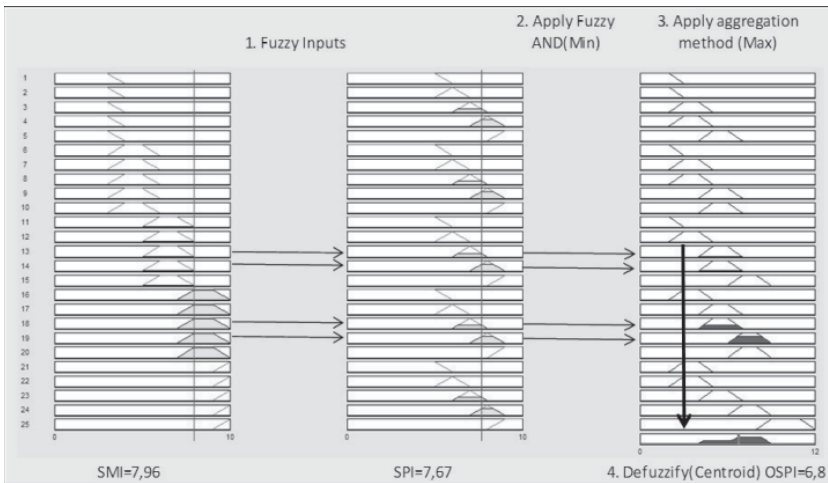
Şekil 6 - Bulanık Mantık Etkileşim Diyagramı Yorumlanması

Bulanık “VE” operator iki değerin en küçüğünü alır.

Tablo 6 - Kuralların Uygulanması

Rule	Membership for antecedent 1 (SMI)	Membership for antecedent 2 (SPI)	Fuzzy AND operator (Min)
Rule #13	0,04	0,33	0,04 Average
Rule #14	0,04	0,67	0,04 Average
Rule #18	0,96	0,33	0,33 Average
Rule #19	0,96	0,67	0,67 Adequate

Merkezi ortalama hesaplama yöntemiyle tek bir çıktı değerine ulaşılır.



Şekil 7 - Bulanık Mantık Çalışma Prensipli

Programın Geliştirilmesi

Bu bölüm inşaat firmaları iş güvenliği ihtiyaçlarını değerlendiren bir yazılımı kapsar.

Program

1. İnşaat firması içinde mevcut iş güvenliği yönetimini değerlendirir
2. Şantiye güvenlik durumunu değerlendirir

Ayrıca;

1. Karmaşık ve dinamik sistemleri içeren iş güvenliğini modeller
2. İş güvenliği yönetimini genel bir dille tanımlar
3. Var olan iş güvenliği yönetim sistemleri prensipleri ve mevzuat ile uyumludur.

Son olarak kullanıcı yazılım tarafından düzenlenen tavsiyeler verilir. Çıktı ekranı iş güvenliği yönetiminin unsurlarını özetler, SMI, SPI, OSPI ve iyileştirme ihtiyacı olan ve düzeltilmesi gereken 3 en düşük performans unsurlarını verir.

Tablo 7 - Şirketlerin Genel İş Güvenliği Performans Değerlendirme Sonuçları

Company#	SMI	SPI	Fuzzy Logic OSPI	Under/Over Perform	Linguistic Term Corresponding to OSPI
1	7,76	5,75	4,20	UNDERPERFORM	%20 AVERAGE, %80 FAIR SAFETY
2	8,39	6,00	5,50	UNDERPERFORM	%100 AVERAGE SAFETY
3	7,73	5,95	4,74	UNDERPERFORM	%74 AVERAGE, %26 FAIR SAFETY
4	9,61	9,77	9,23	OVERPERFORM	%100 HIGH SAFETY
5	8,04	7,44	6,39	OVERPERFORM	%61 AVERAGE, %39 ADEQUATE SAFETY
6	8,43	7,00	5,50	UNDERPERFORM	%100 AVERAGE SAFETY
7	8,94	6,51	5,50	UNDERPERFORM	%100 AVERAGE SAFETY
8	8,16	5,25	4,04	UNDERPERFORM	%96 FAIR SAFETY, %4 AVERAGE SAFETY
9	9,02	6,74	5,44	UNDERPERFORM	%100 AVERAGE SAFETY
10	9,33	7,00	5,50	UNDERPERFORM	%100 AVERAGE SAFETY
11	7,96	7,67	6,80	OVERPERFORM	%20 AVERAGE, %80 ADEQUATE SAFETY
12	7,84	5,00	3,11	UNDERPERFORM	%100 FAIR SAFETY
13	7,76	4,57	2,92	UNDERPERFORM	%8 POOR, %92 FAIR SAFETY
14	7,49	6,92	5,23	UNDERPERFORM	%100 AVERAGE SAFETY
15	8,31	7,14	5,82	UNDERPERFORM	%100 AVERAGE SAFETY
16	7,02	6,50	4,50	UNDERPERFORM	%50 FAIR, %50 AVERAGE SAFETY
17	8,24	7,41	6,34	OVERPERFORM	%34 AVERAGE, %66 ADEQUATE SAFETY
18	8,24	8,00	7,50	OVERPERFORM	%100 ADEQUATE SAFETY
19	6,86	7,00	5,50	UNDERPERFORM	%100 AVERAGE SAFETY
20	6,35	5,12	1,51	UNDERPERFORM	%100 POOR SAFETY
21	8,75	8,84	7,50	OVERPERFORM	%100 ADEQUATE SAFETY
22	8,27	7,91	7,28	OVERPERFORM	%100 ADEQUATE SAFETY
23	8,08	7,44	6,39	OVERPERFORM	%61 AVERAGE, %39 ADEQUATE SAFETY
24	7,73	6,00	4,92	UNDERPERFORM	%8 FAIR, %92 AVERAGE SAFETY
25	8,12	7,21	5,96	OVERPERFORM	%100 AVERAGE SAFETY
26	9,61	9,77	9,23	OVERPERFORM	%100 HIGH SAFETY
27	9,69	9,75	9,39	OVERPERFORM	%100 HIGH SAFETY
28	8,86	8,75	7,50	OVERPERFORM	%100 ADEQUATE SAFETY
29	8,59	7,91	7,28	OVERPERFORM	%100 ADEQUATE SAFETY
30	8,47	9,21	7,50	OVERPERFORM	%100 ADEQUATE SAFETY
MEAN	8,25	7,18	5,90		% 100 AVERAGES SAFETY

Sonuçlar

Bu tezde sunulan pratik çalışma örneklem büyüklüğü ile ilgili olarak görülmelidir. Genel kabul görmüş istatistiksel prensibe göre daha büyük bir örneklemede daha güvenilir çıktılar alınmaktadır. Aşağıda belirtildiği gibi yerinde gerçek gözlemler nedeniyle, çalışma önemli bir takım konulara ışık tutmakta ve yol gösterici olmaktadır.

Önerilen yöntemin uygulaması, inşaat iş güvenliği yönetim öğeleri ve faktörlerin genel güvenlik performansını ortaya çıkarabilir ve bu nedenle burada her şirket iyileştirmede önemli olan yerlere kaynakları odaklamaya karar verirler.

Bu çalışmanın bulguları iş güvenliği ve iş güvenliği yönetiminin rolünü teyit etmektedir. Toplanan verilerden iş güvenliği yönetiminin genel inşaat iş güvenliği ve çalışma ortamını geliştirmekte etkin olduğu sonucu çıkmaktadır.

Bu çalışmanın diğer önemli bulgusu ise iş güvenliği yönetim endeksi ve 13 temel unsurları ve şantiye uygulama güvenliği performansı arasında pozitif doğrusal bir ilişkinin yüksek olmadığıdır.

Bir faktör analizi tekniği uygulanmış ve iş güvenliği yönetim elemanları üç temel gruba ayrılmıştır. Faktör analizine göre saha ve işçi kontrolü faktörü diğer bileşenlerden daha düşük olduğu bulunmuştur ve bu neden inşaat firmalarının şantiye sahasında güvenlik performansının (SPI) düşük olmasının nedeni açıklamaktadır.

Bu bulgular SMI ve SPI'nin OSPI'yi oluşturan iki farklı değişken olarak ele alınması gerektiği tezini güçlendirmektedir. SMI ve SPI entegrasyonu olmadan ve yönetim faaliyetleri sahadaki tüm işçiler için aşağı sızılır olmadıkça genel iş güvenliği etkili olamamaktadır.

Projelerin yüzde 33'ünü oluşturan 10 inşaat firmasının Türkiye için geliştirilen OSPI (5,90)'dan daha yüksek olduğu bulunmuştur.

İş güvenliği yönetimi'nin beş düşük performans elemanları, Acil Müdahale Planları (3,42), Yüklenici / Alt Yüklenici(3,49), iç-Denetimler (3,75), Göreve Uygunluk(3,78), Eğitim ve İş Güvenliği Toplantıları (3,85)dir.

Acil eylem planlamasının şantiyelerde eksikliği önemli bir alan olarak tespit edildi. Birden fazla yüklenici olan şantiyelerde acil müdahale planları nadiren entegre edilmektedir. Acil müdahale senaryoları tüm şantiyeye yayılmalı ve çalışanlar her senaryo için rolleri konusunda eğitim almalıdır.

Taşeron-müteahhit ilişkisi en düşük ikinci unsur olarak bulundu. Ülkemizde inşaatların taşeron üzerine dayanmakta olduğu gerçeğini düşünürsek, alt yüklenicilerin yapılarda iş güvenliğini sağlamakta önemli bir rol oynamakta olduğu anlaşılmaktadır. Bu taşeronlar için güvenlik performansını izleyen taşeron değerlendirme programı gerekli olduğu tespit edilmiştir.

Kapsamlı şantiye güvenliği ve sağlığı öz denetimi önemli unsurlarından biridir. Anket sonuçlarına göre iç denetimin daha sık yapılması gerektiği anlaşılmaktadır.

Anket sonuçları, aynı zamanda iş güvenliği konusunda eğitimde büyük bir eksikliğin olduğunu göstermektedir. İşçilerin çoğunun detaylı bir eğitimi bulunmamaktadır. Sonuç olarak bu işçiler kendi deneyimleriyle yaptığı bazı işlerde bazen de başarısız olmaktadır. İnşaat firmaları gelecekteki kazaları azaltmak ve ortadan kaldırmak için detaylı ve periyodik iş güvenliği eğitimi vermelidirler.

SME Model Katkıları

Anket ve kontrol listesinden elde edilen verilerin analizi için uygun yazılım geliştirilmiştir.

Anket formları doldurulduktan sonra veri SME yardımı ile işlenir ve iş güvenliği yönetim eksiklikleri elde edilebilir. Bu şekilde taban puan (OSPI) yardımıyla şirketin genel güvenlik performansı sınıflandırılabilir.

SME aracı da geliştirilmesi gereken alanları işaret ederek yönetim elemanları ve güvenlik performansının değerlendirilmesinde inşaat firmaları yardımcı olur. Geliştirilen program sayesinde söz konusu inşaat iş güvenliği performansını etkileyen en önemli güvenlik yönetimi eksiklikleri tespit edilebilir.

İş Güvenliği Yönetimi Değerlendiricisi (SME) iş güvenliğini geliştirmede çok önemli bir araç olabilir. Programı kullanacaklar yönetim kavramları ve süreçleri hakkında temel bilgilere sahip olmalıdır. SME direk iş güvenliği noksanlarını bildirecek bir program değil, iş güvenliği yönetimi ve genel güvenlik performansını artırmak için yardımcı bir araç olarak görülmelidir.

Kaynaklar

- Aksorn, T. and Hadikusumo, B. H. W., 2007, "Critical Success Factors Influencing Safety Program Performance in Thai Construction Projects", *Safety Science*, Vol. 46, pp. 709-727.
- Findley, M., et al., 2004, "Safety Program Elements in Construction Which Ones Best Prevent Injuries and Control Related Workers Compensation Costs", *Professional Safety* Vol. 49, pp. 14-21.
- Gürcanlı, G., E., 2005, A Risk Analysis Method for Occupational Safety in Construction Sites Using Fuzzy Logic, Ph.D. Thesis, İstanbul Technical University.
- Jannadi, M., O. and Assaf, S., 1998, "Safety Assessment in the Built Environment of Saudi Arabia", *Safety Science*, Vol. 29, pp. 15-29.
- Mohamed, S., 1999, "Empirical Investigation of Construction Safety Management Activities and Performance in Australia", *Safety Science*, Vol. 33, pp. 129-142.
- Sawacha, E., et al., 1999, "Factors Affecting Performance on Construction Sites", *International Journal of Project Management*, Vol. 17, pp. 309-315.
- Tam, C., M. and Zeng S., X., 2003, "Identifying Elements of Poor Construction Safety Management in China", *Safety Science*, Vol. 42, pp. 569-586.
- Zimmerman, H., J., 1991, *Fuzzy Set Theory and Its Application*, Kluwer Publications, Norwell, MA.