

Yapım Projelerinde İş Güvenliğinin Sağlanmasına Yönelik Enformasyon Sistemi Modeli

Vakur Çakar¹, Alaattin Kanoğlu²

Özet

İş güvenliğine ilişkin verilerin sistematik bir yapı içinde kaydedilmesi ve daha sonra bu veriler üzerinden yapılacak analizlerle inşaat projelerinde meydana gelen kazaların sayılarının azaltılarak, etkileri açısından en az kayıpla atlatılabilmesi için ihtiyaç duyulan pratik ve etkin bir veritabanı modelinin geliştirilmesi bu çalışmanın konusunu oluşturmaktadır. Çalışma kapsamında konuyla ilgili kavramsal ve nesnel boyutlardaki çalışma ve modeller incelenmiş, sektörün yapısına uygun ve insan-bilgisayar ikilisinin kendi yeteneklerine uygun işlevleri üstleneceği bir yaklaşımı temel alan model kavramsal ve nesnel boyutlarıyla ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: İnşaat sektörü, İş Güvenliği, Enformasyon Sistemi, İlişkisel Veritabanı.

Giriş

Sürekli büyüyerek küreselleşen inşaat sektörü geliştikçe, mevcut problemlerini de beraberinde büyütmektedir. Bilindiği üzere, inşaat sektörünün en büyük problemlerinden biri iş güvenliğidir. İş güvenliği çalışanların huzurlu olabilmeleri, güvenli bir iş ortamının sağlanması ve şantiye giderlerinin kontrolü açısından hafife alınmaması gereken bir konudur. O kadar ki, birçok ülkenin hükümet programlarına girmiş ve hatta Avustralya, İngiltere gibi birçok gelişmiş ülkede hükümetler inşaat sahasında yüklenicilerin uyması gerekenleri yasalaştırmıştır (Pheng ve Shiu, 2000).

Öncelikli durum, şantiyelerde yaşanabilecek iş güvenliği açıklarının beraberinde ciddi maddi kayıpları getirmesidir. Singapur'da olduğu gibi, inşaat sektörü milli gelirin oluşmasında %10'un da altında katkıda bulunmasına rağmen, şantiyelerde yaşanan iş kazaları bütün endüstriyel kazaların %37'sini oluşturmaktadır (Teo ve diğ., 2004). Hinze'nin yaptığı araştırmaya göre, her altı inşaat işçisinden biri iş kazasına uğramakta, bunun

¹ İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Proje ve Yapım Yönetimi Y. Lisans Programı, İstanbul. - cakarovakur@yahoo.com

² İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, Proje ve Yapım Yönetimi Bilim Dalı, İstanbul. - kanoglu@itu.edu.tr

ortalama maliyeti 18.000\$ mertebesinde olmakta ve bu işçiler için ödenen sigorta giderleri tüm projenin maliyetinin %3.5'ini oluşturabilmektedir (Elbtagi ve diğ., 2003).

Küreselleşme sonucu yaşanabilecek olan kültür çatışmaları, dil farklılıkları ve o ülke insanının iş güvenliğine bakış açısı, şantiye sahalarında iş güvenliği probleminin büyümesine neden olacaktır. Organizasyonun aktörleri artıkça sorumluluklar artmakta ve kimi zaman sorumluluk karmaşası yaşanmaktadır. İşveren, mimar, yüklenici ve altyükleniciler arasındaki sorumluluk karmaşası şantiyelerde iş güvenliği açığı oluşmasına neden olmaktadır (Toole, 2001).

Sürekli gelişen inşaat sektöründe, firmalar arası rekabetler de artık firmaların iş güvenliği kültürlerine göre şekillenmektedir. Fang ve diğ., (2005) belirttiğine göre, Singapur' un önemli inşaat firmalarından biri sürekli gelişmesini, son teknolojiler ve gelişen endüstri karşısında, düzenli olarak piyasadaki iş güvenliği ve sağlık yönetimi sistemlerini takip ederek sağlayabilmiştir. Eğer firmalar, kendilerine ait güvenlik kültürlerini oluşturabilirlerse, bu değerlerin çalışanlar tarafından kabul edilmesi kolay olacaktır. Bu yüzden, firmalar tarafından güvenlik kültürlerinin oluşturulması ve kurulan kültürün yeni çalışanlara aktarılması gereklidir. Bu kültürün kişilere öğretilmesi eğitim seminerleriyle, takibi ve kontrolü ise bilgisayar destekli modeller ve veritabanlarıyla olanaklı kılınabilir.

Araştırmada Ele Alınan Problem

Her ne kadar şantiyelerde iş başlangıcından önce her şey kâğıt üzerinde planlansa da, tahmin edilemeyen durumların oluşması kaçınılmazdır. Eğer önceden tahmin edilemeyen olayların olabilirliği azaltılabilirse işlerin planlandığı gibi yürümesi sağlanabilir, olası zararlar tahmin edilebilir ve savunma sistemleri oluşturulabilir (Mitropoulos ve diğ., 2004). İnşaat sektöründe meydana gelen her türlü iş kazası sonucunda ortaya çıkacak olan enformasyonun değerlendirmesi, bu öngörülerin yapılabilmesi açısından önemlidir. Elde edilecek olan enformasyonun organize edilmesi sayesinde büyük bir kaynak oluşturulabilir. Bu sayede, eski olaylardan referanslar alınarak oluşturulacak bir kaynak, yeni kurulan şantiyelere yol gösterici olabilir.

Evvelce şantiyelerde iş kazalarını engellemeye yönelik yapılan çalışmaların, olayları işveren veya çalışan perspektifinden ele almaları, sahalarda yaptıkları gözlemler sonucu ortaya çıkan enformasyona ya sadece nedensel ya da sadece istatistikî olarak yaklaşmış olmaları, olayın genel durumunun tarifi ve pratikliğinin gerçekleşebilmesi konusunda bu çalışmaları eksik bırakmıştır. Bundan dolayı, farklı kaza tiplerinden elde edilecek enformasyonun bir araya getirilmesi ile oluşturulacak iş kazaları veritabanı hem olaylara geniş bir perspektifle bakılmasını sağlayacak, hem de sahip olduğu bilgilerden yapılabilecek olan çıkarımlar pratik olarak kullanılabilir olacaktır.

Mevcut Çalışmalar

Bu araştırmada, inşaat sektöründe meydana gelen olaylardan elde edilen enformasyonun geniş anlamda yorumlanması söz konusu olduğu için, iş güvenliği konusuna genel perspektiften bakan örnekler incelenmiştir. Sektörde, inşaatlarda yaşanan iş kazalarına nedensel olarak yaklaşan ve enformasyon sistemlerini kullanan çok az örneğe erişilmiştir.

Kartam (1997) tarafından yayımlanan, şantiyelerde iş güvenliğinin sağlanabilmesi prob-

leminin iş programı ile entegre edilmesine yönelik çalışma dikkati çekmektedir. Araştırmada, CSI MasterFormat'daki 16 farklı kategori, çeşitli veritabanlarından elde edilen veriler kullanılarak o iş kaleminde meydana gelebilecek potansiyel iş kazalarının önlenilme prosedürü ortaya konmaktadır. Her ne kadar olayların meydana gelmesini engelleyici prosedürler belirlenebilmiş olsa da, çalışmada önerilen çözümler ve prosedürlerin dışında olayların kök nedenleri görülememektedir.

Dikkati çeken bir diğer araştırma ise Suraji ve diğ.'nin (2000) geliştirdiği nedensel şantiye kazaları modelidir. Şantiyelerde yaşanan kazaların etki-tepki üzerine kurulduğu araştırmada HSE (Health and Safety Executive) veritabanındaki 500 adet olaydan yararlanılmıştır. Modele göre, proje kapsamındaki ilk basamakta verilen bir etkinin, sonraki basamağa tepki olarak iletilmesi ve bunun bütün basamaklar arasında gerçekleşmesi, iş kazalarının oluşmasına neden olmaktadır. Söz konusu araştırma modeli teoride kalmış olsa da, pratiğe aktarılabilir niteliktedir.

Japon Bilim ve Teknoloji Ajansı (2007) tarafından kurulmuş iş kazaları veritabanı sistemi pratiğe en yakın örnek olarak karşımıza çıkmaktadır. Tamamıyla web tabanlı olarak geliştirilen bu veritabanına dünyanın dört bir tarafından mekanik, kimyasal, malzemeye ilişkin olmak üzere inşaatlarda yaşanan iş kazalarını raporlamak mümkün olmaktadır. Site, kendi içerisinde olayların taranmasını kolaylaştırıcı çeşitli ara yüzler geliştirdiği gibi olayların gerçekleşme nedenlerini, aksiyonunu ve sonuçlarını görsel olarak da sunabilmektedir.

İş güvenliğine yönelik temel faktörleri ele alan bir çalışma olarak, Heberle'nin çalışması (1998) örnek gösterilebilir. Heberle'nin Güvenlik Modeli ve Suraji ve diğ.'nin (2001) Development Of Causal Model Of Construction Accident Causation modeli içerikleri bakımından inşaat sektöründe iş kazalarının meydana gelmesine neden olan faktörlerin incelendiği çalışmalar olarak ifade edilebilir. Heberle'nin çalışması, sahada iş güvenliği konusunda uyulması gerekenlerin işlendiği bir kılavuz olarak kabul edilebilir.

Suraji ve diğ.'nin (2001) yaptığı araştırma, yönetim ve organizasyon bakış açısıyla inşaat sektöründeki iş kazalarının gerçekleşme nedenlerini anlamaya yönelik bir kavramsal çalışmadır. Çalışmanın hedefi, kazaların gerçekleşme nedenlerinin anlaşılabilir düzeyini artırabilmek, kaza soruşturmalarında oluşturulan yapıya yardımcı olabilmek ve etkin bir iş kazası engelleme kılavuzu oluşturabilmektir.

Literatürde, iş güvenliği konusunu kalite güvence sisteminin parçası olarak elen alan çalışmalar içerisinde, Pheng ve Shiu (2000) tarafından hazırlanan The Maintenance of Construction Safety: Riding on ISO 9000 Quality Management Systems çalışması iş güvenliği ile ISO 9000 kalite yönetim sistemi arasında bir arakesit bulma amacını taşımaktadır. Yu ve Hunt'ın (2004) A Fresh Approach to Safety Management Systems In Hong Kong çalışması ise, Hong Kong'taki inşaat sektöründe uygulanan güvenlik yönetim sistemi ile kalite yönetim sisteminin birleştirilmesi için yapılması gerekenlerin akış diyagramı şeklinde ifade edilmesini amaçlamaktadır.

Araştırmanın Hedef ve Amaçları

Küresel düzeyde, inşaat sektöründe yaşanan her türlü olayın referans alınmasıyla oluşturulabilecek bir veritabanı sistemi ile olası iş güvenliği sıkıntılarını öngörebilmek mümkün olabilir. Bu iş kazalarından elde edilen veriler üzerinde yapılacak olan veri madenciliği ile meydana gelen olaylardaki kök nedenler bulunabilecek, olayların gerçekleşme

frekansları gözlemlenebilecek ve oluşturulacak olan parametrelerle de olaylar arasındaki korelasyonların göz önüne serilmesi sağlanacak, böylece şantiyelerde meydana gelebilecek olan kazaların önemli ölçüde önüne geçilmiş olunabilecektir. Bu sayede sadece çalışan can ve sağlığı korunmuş olmayacak, aynı zamanda şantiyelerde iş kazalarının sonuçları olarak görülen maddi kayıpların, zaman kayıplarının ve iş kalitesi problemlerinin önüne geçilmiş olacaktır.

Söz konusu veritabanı, başlangıçta bir inşaat firmasının şantiye sahaları arasında kurulabilir. Birbirine bağlı şantiyeler, yönetim merkezindeki iş güvenliği takip merkezine bağlanabilir. Bu sayede şantiyelerdeki iş güvenliği problemleri merkezden takip edilen ve gerektiğinde uzaktan müdahale edilebilen bir sisteme dönüşmüş olur. Bu sistemden elde edilen istatistikî bilgiler, raporlar ve olaylar, gereken önlemlerin öngörülmesi amacıyla yönelik olarak kullanılabilir. İstatistikî verilerin toplanmasıyla zamanla ülkenin iş kazaları bilgi haritası oluşturulabilir. Bu bilgi haritasında, yöresel faktörlerin de göz önünde bulunmalarıyla, hangi yörede ne çeşit kazaların hangi sıklıkta gerçekleştiği belirlenebilir. İş güvenliği eğitimlerinin nerelerde gerçekleştirilmesi gerektiği, üniversitelerin konu ile ilgili neler yapması gerektiği ve hangi konulara daha çok değinilmesi gerektiği kararlaştırılabilir.

Bu hedef ve amaçların doğrultusunda modelin geliştirilmesinde dikkate alınan faktörler aşağıda sıralanmıştır:

- İnşaat sektörünün pratiğine uygun olması,
- Diğer sistemler ile bütünleşebilirlik özelliğinin olması,
- Geliştirilebilir, yeni işlevlerin eklenebilir olması,
- Ölçülebilir değerleri bir araya getirebilmesi,
- Gözlemlenen gerçek olaylardan alınacak olan verilerle güncellenebilmesi.

İş Güvenliği Konusunda Geliştirilen Enformasyon Sistemleri

Pratik boyuttaki çalışmalardan olan, Japon Bilim Teknoloji Ajansı (2007) tarafından internet tabanlı olarak geliştirilmiş Failure Knowledge Database, iş kazalarının raporlandığı ve kazaların gerçekleşme nedenlerinin senaryolaştırıldığı bir sistemdir. İncelenen bir diğer örnek Kartam'ın (1997) geliştirdiği Integrating Safety And Health Performance Into Construction CPM çalışmasıdır. Mevcut iş programına, iş kazalarının önlenmesi için alınması gereken önlemlerin de aktarılmasıyla oluşturulan sistemi geliştiren, uygulamaya yönelik bir çalışmadır.

Failure Knowledge Database (FKD) Japon Bilim Teknoloji Ajansı (2007) tarafından 2001 yılında oluşturulmuş bir iş güvenliği veritabanı sistemidir. Dünyanın birçok yerinden iş kazalarının derlendiği bu veritabanı, her an internetten ulaşılabilirliği ve güncel olmasından dolayı pratik bir örnek olarak kabul edilebilir. Söz konusu veritabanının kullanımı kolay bir ara yüzü, kolay anlaşılabilir bir yapısı vardır. Oluşturulan basit ara yüzler ile veritabanında yapılacak bir araştırma daha açık kolay anlaşılır bir hale getirilmiştir.

Kartam'ın çalışması, literatürde pratik boyuttaki örneklerden biri olarak değerlendirilebilir. Söz konusu çalışmanın içerisinde veritabanı geliştirmeye yönelik çabalar da bulunmaktadır. Çalışmanın hedeflerinin gerçekleştirilebilmesi için birçok kaynaktan iş güvenliği verileri toplanmıştır. Bu kaynaklar, OSHA (Occupational Safety and Health

Administration), NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health), NFPA (National Fire Protection Association), BLS (Bureau of Labor Statistics) ve AEPIC (Architecture and Engineering Performance Information Center) gibi kaynaklardan derlenmiştir. Derlenen veriler sahada operasyonel düzeyde yapılan işleri içeren iş güvenliği konularından seçilmiştir. Elde edilen veriler düzenleyici (regulatory) ve sezgisel (heuristic) olarak sınıflanmıştır. Düzenleyici veriler, güvenlik uzmanları tarafından tanımlanmış veritabanlarından alınan verilere dayanır. Sezgisel veriler ise, uzmanların tecrübesinden yapılan çıkarımlara göre elde edilen verileri içermektedir.

İş güvenliği üzerine oluşturulabilecek enformasyon sistemleri konusunda geliştirilen modeller, ağırlıklı olarak uygulama için geliştirilmiştir. Geliştirilen modeller tek bir problemin çözümüne yönelik çalışmaların çıktısı olabildiği gibi, genel olarak iş güvenliğinde yeni bir sistem oturtabilme çabasını da taşımaktadır. İş güvenliği konusunda yapılan akademik boyuttaki çalışmalar ise enformasyon sistemine dönüşecek nitelikte modellerle ilgilenmemiş, kazaların meydana gelmelerinin nedenleri ve sonuçları, iş güvenliğini artıracak yollar ve kalite gibi konularla ara kesitlerde araştırmalar yapılmıştır.

Oysa, bu çalışma kapsamında geliştirilen model, kavramsal boyutta kazalara nedensel ve sonuçsal yaklaşabildiği gibi, kazalardan elde edilecek olan verilerin kullanılmasıyla, bu nedensel ve sonuçsal verileri pratik olarak kullanılabilir dökümanlar olarak kullanıcıya sunabilecektir. Böyle bir anlayışla geliştirilmiş akademik bir modele incelenen kaynaklarda rastlanılmaması, bu çalışmanın özgün yönünü oluşturmaktadır. Kavramsal boyuttan, nesnel boyuta geçiş yapmak üzere tasarlanan modelin, akademik boyutta/teorik modeller için referans olarak gösterilmesi mümkündür.

İş Güvenliğini Artırmaya Yönelik Bir Enformasyon Sistemi Tasarımı

Modelin Kavramsal Boyutu

Söz konusu model Çakar (2008) tarafından yüksek lisans tez çalışması kapsamında geliştirilmiş olup, modelden beklenen, tezin kapsamında ortaya konan ve yukarıda ana hatlarıyla açıklanan probleme çözüm geliştirebilmesidir. Kavramsal yapı geliştirilirken, daha önce yapılanlara yeni bir bakış açısı kazandırabilmesi, pratiğe uygun olabilmesi, geliştirilebilir ve genel geçer bir yapısının olabilmesi göz önünde bulundurulmuştur. Herhangi bir iş kazası sonucu, iş güvenliği uzmanları tarafından hazırlanan raporlardan elde edilecek her türlü bilgi, modelin teorik yapısına olay girdisi olarak girmektedir. Raporlardan elde edilecek bilgiler, olay girdisi adı altında sisteme iki farklı yönden dahil olurlar.

İlk olarak, olayın meydana geldiği çevreyi tanımlayan koşullar olayı çevreleyen koşullar adı altında gruplandırılarak, çeşitli alt gruplara ayrılırlar. Olayın meydana geldiği fiziksel koşullar, projenin özellikleri, olayda kullanılan ekipman ve olaya karışan çalışanlara göre alt gruplar oluşturulur. Alt gruplar, modelden beklenen istatistiksel bilginin elde edilmesi ve gerekli korelasyonların kurulabilmesi için önemlidir.

Sisteme yapılan diğer giriş ise, olayın neden-sonuç ilişkilerini belirleyebilmek üzerinedir. Olay girdisindeki veriler, parametre faktörlerine göre sınıflandırılır. Bu parametreler, iş güvenliğini meydana getiren ana faktörlerin etrafında şekillendirilmiştir ve kendi içinde nedensel ve sonuçsal olarak ikiye ayrılırlar. Olayın gerçekleşmesine neden olan ilişkiler, nedensel parametreler yardımıyla belirlenir. Nedensel senaryo çalışması, olayın meydana

na gelmesine neden olan olaylar zincirini çok yönlü olarak belirler. Aynı şekilde sonuçsal parametreler de, sonuçlara ilişkin senaryoyu oluşturur. Neden ve sonuç ilişkilerini gösteren senaryolar, veritabanındaki olay dosyasına işlenir.

Meydana gelen her olayın kayıtlarının tutulduğu olay dosyası, meydana gelen olayı çevreleyen koşullara ait bilgileri, olayların gerçekleşme nedenlerini ve sonuçlarını gösteren ilişkisel senaryoyu içerir. Her bir olay dosyası olaya ilişkin bütün verileri içermek durumundadır ve her olay dosyasının kendine özgü bir kayıt numarası vardır. Bu şekilde oluşturulmuş olay dosyalar, bir araya gelerek bir veritabanını oluşturmaktadır.

Bu çalışma kapsamında ortaya konan veritabanının uygulamaya yönelik bir çalışma olabilmesi için veritabanındaki ilişkilerin deşifre edilmeleri gereklidir. Bunun için, veritabanında oluşturulan dosyalar belirli bir sistematığe göre taranmalıdır. Model, meydana gelen olayları proje ve olay bazında tarayabildiği gibi, neden sonuçlara göre de tarayabilme özelliğine sahiptir. Kullanıcı tarafından yapılacak olan taramalara göre veritabanından ilişkisel yapılar ortaya çıkarılabilir, olayları meydana getiren parçalar arasındaki korelasyonlar elde edilebilir. İlişkisel yapıdan çıkartılacak her türlü bilgi, veritabanından maksimum fayda sağlanması yönünden önemli olacaktır. Veritabanındaki dosyaların taranmasıyla elde edilen ilişkilerin bir rapor halinde çıktılarının alınması ile meydana gelen kazaların ilişkisel ağı geniş bir perspektiften görülebilir.

Parametreler, ilişkisel veritabanına girilen verilerin birbirleriyle olan ilişkilerinin düzenlenmesini sağlayan değişkenleri ifade eder. Neden ve sonuç olarak iki farklı tipte olan parametreler, iş kazasının meydana gelmesine neden olan ilişkisel senaryoları oluşturur. Neden ve sonuç senaryoları, verilerin değişkenliği ve çeşitlenmesi ile her seferinde farklı tip ilişkilerden oluşacaktır.

Bu parametreler, iş kazalarının meydana gelmesinin nedenlerini içerirler. Nedenler çalışanlardan kaynaklanabildiği gibi, organizasyonların yapılarından da meydana gelebilmektedir. Çalışan kişiden kaynaklanan iş kültürü, iş tecrübesi, iş yapma kalitesi, iş sırasında gösterdiği reaksiyonlar ve bunların alt başlıkları, çalışanlardan kaynaklanan nedenlerin içerisinde yer almaktadır. Planlama ve tasarımdaki sorunlar, sahada kullanılan ekipman ve teçhizat, otorite kaynaklı sorunlardır. Fiziksel çevreyle ilgili koşullarda gerekli önlemlerin alınması otoritenin sorumluluğunda olduğu için, otorite kaynaklı nedenlerin alt başlıklarına dahil edilebilir; ancak burada ayrı ele alınmıştır. Bütün iş kazalarının birden fazla nedeni olabilir. Geliştirilen model kapsamında veritabanındaki verilerin organizasyonu ve raporlanmasında bu setlerde yer alan parametreler kullanılabilir.

Modelin Nesnel Boyutu/İlişkisel Veritabanı Modelinin Yapısı

Daha önceki bölümlerde, iş kazalarından elde edilecek verilere neden-sonuç ilişkisi ile yaklaşacak, olaylardan elde edilecek istatistikî bilgileri saklayacak ve bu bilgiler içerisinden belirli ilişkileri ortaya koyabilecek bir çalışmanın, şu ana kadar iş güvenliği üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde, görülemediği belirtilmişti. Bu eksiklerin giderilebilmeleri amacıyla, kavramsal boyutta bir veritabanı modeli önerilmiş ve giriş kısmında belirtilen hedeflere ve amaçlara uygun olabilmesi için MS Access 2003 programı ile nesnel boyuta taşınması sağlanmıştır.

Kavramsal boyutta ifade edilen parametrelerin derinliği ve çıkarılabilecek ilişkilerin sonsuzluğu düşünüldüğünde, nesnel boyutta anlatılan modelin kapsamı, yukarıda sözü

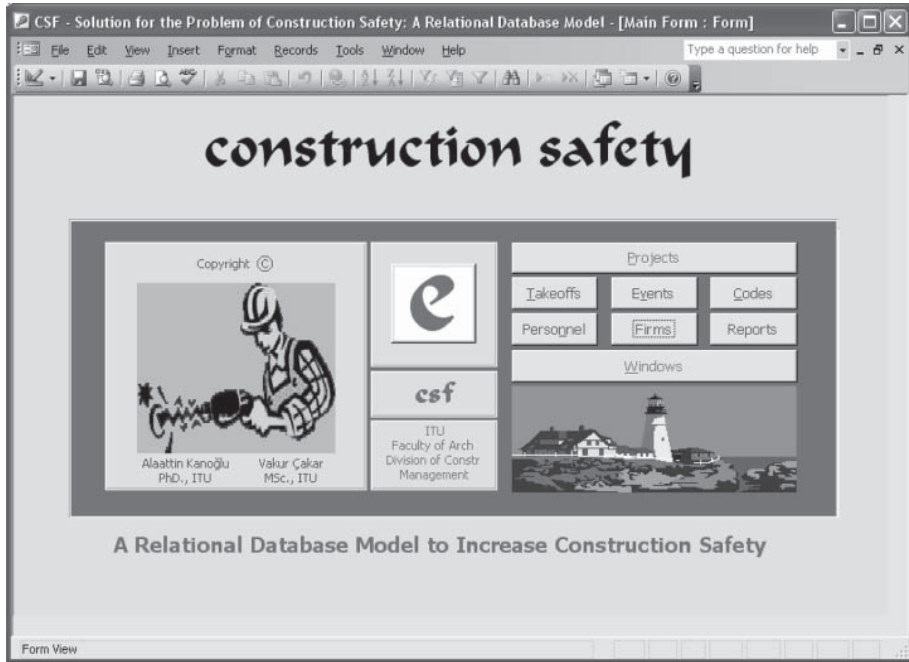
edilen uygulanabilirliğin tam olarak sağlanabilmesi amacına yönelik olmuştur.

Geliştirilen veritabanı, meydana gelen iş kazalarından elde edilen verilerden hedeflenen ilişkilerin sorgulanabilmesi için, verileri organize edebilecek bir yapıya sahiptir. Bu yapıda yer alan modelin temel modülleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Proje Bilgileri Yönetim Modülü
- İşgören Bilgileri Yönetim Modülü
- Ekip Bilgileri Yönetim Modülü
- İmalat Bilgileri Yönetim Modülü
- Firma Bilgileri Yönetim Modülü
- Sınıflama/Kod Bilgileri Yönetim Modülü
- Raporlama Modülü

Hedeflenen ilişkileri içeren bilgilerin oluşturulabilmesi, ilk olarak proje bilgilerinin tanımlanması ile başlamaktadır. Her proje, "Project ID" adı altında özgün bir koda sahiptir ve bu kod altında projenin tanımı, projenin tipi, projeye ait sözleşmenin tipi ve projenin başlama bitiş tarihleri tanımlanır. Proje bilgileri arayüzü aynı zamanda bu verilere göre filtrelemeyi olanaklı kılmaktadır.

Bu aşamadan itibaren, projeye ait bilgiler daha da detaylı hale getirilebilmektedir. Proje detay bilgiler giriş arayüzü daha ayrıntılı bilginin girilmesini sağlamaktadır. Projeye dair tanımlanacak her türlü detay, istatistikî bilgilerden elde edilecek ilişkilerin çeşitliliğinin sağlanması yönünden önem taşımaktadır.



Şekil 1 - Veritabanı modeli başlangıç arayüzü

İmalat Bilgileri modülünde, projeyi oluşturan imalata ilişkin metraj verileri tanımlanıp, görüntülenebilmektedir. Proje metraj verileri döküm arayüzü, projeyi oluşturan imalat kalemlerine ilişkin metraj verilerinin liste formunda görüntülediği ve çeşitli parametrelere göre filtrelenebildiği bölümdür.

Projeye ait metraj ve işgören gruplarının tanımlanması aşamasından sonra, projede meydana gelen olaylara ait verilerin tanımlanması gerekmektedir. Bu aşamada olaya ait atanacak olan metraj kodu (Takeoff ID) ile olaya karışan çalışan gurubu ve üretim türü bilgileri bağlanmış olmaktadır. Olaya ait zaman bilgileri ve diğer notlar bu aşamada tanımlanabilir.

Kavramsal düzeyde kazanın nedeni olan ve sonucu olarak belirlenen parametreler, bu aşamada kazanın nedenleri ve kazanın sonuçları olarak atanırlar. Kazanın sonuçlarına ilişkin detaylar, aynı zamanda kazaya karışan kişi bilgisi ve maliyeti olarak da bu aşamada tanımlanmaktadır. Bir projeye ait olan verilerin ve kazaya ilişkin detayların birbirleriyle ilişkilendirmeleriyle, ilişkisel yapı oluşturulmuş olmaktadır.

Olayların nedenlerine ve sonuçlarına ilişkin sınıflandırmalara ait kodlamalar ilgili arayüzlerde yapılmaktadır. Kategorilere atanan neden (Cause ID) ve sonuç (Result ID) kodları ile ilişkisel veritabanından elde edilecek olan senaryoların şekillendirilmesi sağlanmaktadır. Bu bölümlerde yer alan, neden ve sonuç kategorilerine yeni neden (Cause ID) ve sonuç (Result ID) eklenerek, kavramsal bölümde ifade edilen, olaylara ilişkin neden ve sonuçlara ait parametreler nesnel yapının bu bölümünde geliştirilebilmektedir.

Projelerin ve iş kazası niteliğindeki olaylara ait detaylarının veritabanında tanımlanmalarından sonraki aşamada ise bu veriler arasındaki ilişkilerin ortaya çıkarılması söz konusudur. Proje ve kaza verileri arasındaki ilişkiler, sorgu objelerince belirlenmekte; bağlı olarak grafikler ve histogramlardan yararlanılarak görselleştirilmekte ve raporlanmaktadır.

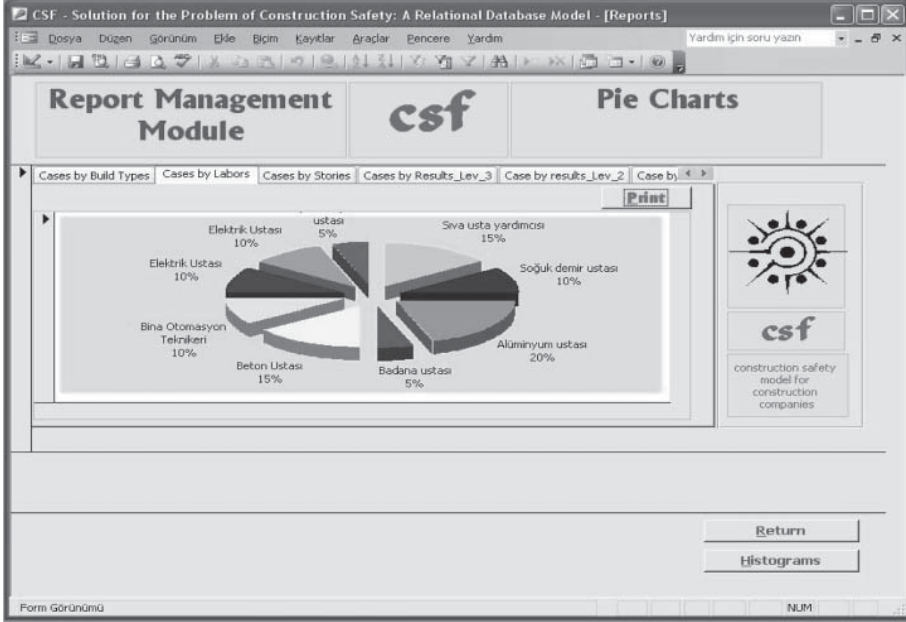
İlişkilerin ortaya çıkarılabilmesi, veritabanı içerisinde çeşitli filtrelemelerin yapılmasıyla mümkün olmaktadır. Filtrelemelerin ilk adımında proje ile ilgili parametreler kullanılmaktadır. Bu adımdaki parametreler ile sadece belirlenmiş bir projedeki ilişkiler gözlemlenebileceği gibi bina tipi, sözleşme tipi ve projenin konumu gibi parametreler açısından filtrelemeler yapılabilmektedir. Bu aşamada proje büyüklüğü, maliyet ve kat yüksekliğine ait alanlara çeşitli aralıkları tanımlayacak değerler girilerek, bu değerler arasında yer alan projelere ait ilişkilerin ortaya konması sağlanabilmektedir.

İkinci adımdaki parametreler, aktivite ile ilgili filtrelemeleri gerçekleştirmektedir. Bu aşamada projede yapılan bir üretime ilişkin filtreleme yapılabileceği gibi, alt yükleniciye ve alt yüklenici tipine göre filtreleme de yapılabilmektedir.

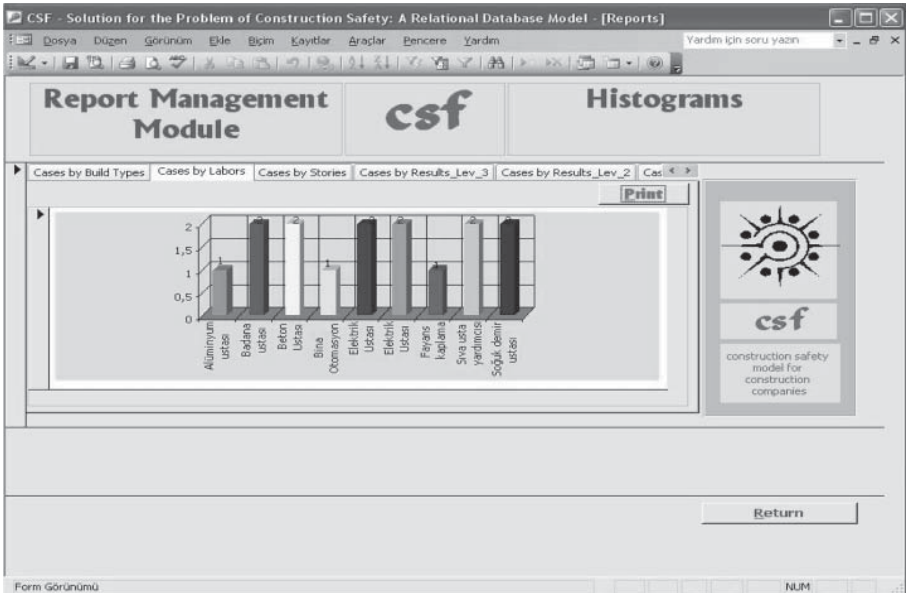
Ardışık adımlarda yapılacak olan seçimler, istatistikî yapıdan elde edilen verilerin pay diyagramları ve histogramlar olarak şekillenmesini sağlamaktadır. Pay diyagramları oransal değerler vermekte, histogramlar ise aynı değeri rakamsal olarak ifade etmektedir. Oransal ve rakamsal değerler, iş kazaları ile onu oluşturan koşullar arasındaki ilişkilerin ortaya çıkarılmasında önem taşımaktadır. Geliştirilebilir veritabanındaki grafik arayüzü bina tipi, kaza tipi, işgören grubu, kat sayısı, kazaların meydana gelme nedenleri ve sonuçları ile bunlara bağlı olarak oluşan maliyetleri grafiksel olarak ifade etmektedir.

Kavramsal bölümde ifade edilen parametrelere göre, kazalara ilişkin neden ve sonuçlar sınıflandırılarak bu bölümde pay diyagramı ve histogramlar olarak sunulmaktadır. Veritabanından aldığı verilere göre; 1., 2. ve 3. dereceden neden ve sonuçlara göre şe-

killenen grafikler, kavramsal kısımda sözü edilen senaryo düzenindeki ifadeler oluşturulmaya çalışılmıştır. Pay diyagramı ve histogramlar grafiklerin beslendiği kaynaklardaki kurgusal/varsayımsal (hipotetik) verilere dayanmaktadır (Şekil 2-3).



Şekil 2 - Örnek Rapor: Çalışan Kategorisi Bazında Kaza Sayıları Pay Diyagramı



Şekil 3 - Örnek Rapor: Çalışan Kategorisi Bazında Kaza Sayıları Histogramı

Veritabanında tanımlanan verilerin sayısı arttıkça istatistiksel yapıdan elde edilen ilişkilerden yapılan çıkarımlar da farklılaşacaktır. İlişkilerden yapılacak çıkarımlar, grafik çıktılarından okunan değerlerin yorumlanması şeklinde olmaktadır. İlişkisel veritabanında, belirli bir parametreler dizisi seçimi sonucu ortaya çıkan grafiksel yapı ve değerler ile aynı seçim dizisinin herhangi bir parametresinin değiştirilmesi ile elde edilecek değerlerin farklı olmaları, esnek bir yapının varlığına işaret etmektedir. Farklı değerlerin elde edilmesi, karşılaştırmaların ve iş kazasına ilişkin çıkarımların yapılabilmesini sağlayacaktır.

Veritabanında yer alan, çalışan personele ait parametreler ile gerçekleşen iş kazası oranları incelenerek de bazı ilişkiler tespit edilebilir. Medeni durum, çocuk sayısı ve yaş değişkenlerinin kaza oranlarındaki değişikliklerde belirleyici olup olmadığı sorgulanabilmektedir. Burada önemli olan sorgulamayı gerçekleştirenlerin doğru hipotezleri üretmedeki başarısı olacaktır. Bu durumda bilgisayar-insan ikilisinin işbölümünde her iki "taraf" kendisinin güçlü olduğu işlevleri üstlenmiş olmaktadır.

Model farklı tipte grafik çıktılar oluşturabilecek durumda olup, halihazırda Pay Diyagramı ve Histogram türünde olmak üzere aşağıda sıralanan içerikte raporları kullanıcıya sunabilmektedir. Bu raporların içerik ve tipleri sayısal olarak kolayca artırılabilir:

- Bina Tipleri Bazında Kaza Sayıları Pay Diyagramı ve Histogramı
- Çalışan Kategorisi Bazında Kaza Sayıları Pay Diyagramı ve Histogramı
- Kat Sayısı Bazında Kaza Sayıları Pay Diyagramı ve Histogramı
- 1., 2. ve 3. Derece Sonuçlara Göre Kazaların Pay Diyagramı ve Histogramı
- 1., 2. ve 3. Derece Nedenlere Göre Kazaların Pay Diyagramı ve Histogramı
- Altyüklenici Bazında Kaza Gerçekleşme Oranları Pay Diyagramı ve Histogramı
- Bina Tipine Göre İş Kazası Maliyetlerine Ait Pay Diyagramı ve Histogramı
- 1., 2. ve 3. Derece Sonuçlara Göre Kazaların Maliyet Pay Diyagramı ve Histogramı
- İşgören Gruplarından Kaynaklanan İş Kazası Maliyet Pay Diyagramı ve Histogramı
- Altyüklenicilere İlişkin İş Kazası Maliyetleri Pay Diyagramı ve Histogramı

Modelin Test Edilmesi

Farklı firmalara ait şantiyelere kurulacak bu sisteme yapılacak veri girişleri ile daha gerçekçi sonuçlara ulaşılması mümkündür. Pratik olarak kullanılabilirliğinin azaltılmaması için, başlangıçta test için sunulacak veritabanındaki parametreler sınırlı tutulabilir. Kullanım sırasında, kullanıcılardan gelecek olan taleplere göre rezerv parametrelere yenilerini eklenerek, kullanıcının isteklerine uygun veritabanının şekillendirilmesi sağlanabilir. Modelin test edilerek pratik manada geçerliliğinin sağlanması, mevcut modelde çok sayıda verinin tanımlanması ile mümkündür. Verilerin sayısının ve çeşitliliğinin artmasıyla, elde edilen ilişkilerin hatları keskinleşecektir. Testin süresi ve yeri farklı firmaların farklı projelerinde tam bir proje süresi kadar olmalıdır. Böylece süreç baştan sona takip edilerek, iş kazalarına ilişkin derin bir veritabanı yapısı elde edilecektir. Elde edilen ilişkiler diğer firmaların proje tasarım ve yapım aşamalarındaki kararlarında kullanılması sağlanarak, kurulan ilişkilerin doğruluğu ve kesinliği hakkında bilgi elde edilebilir.

Sonuçlar

Bu çalışma kapsamında yer alan iş güvenliği veritabanı modeli, hem olayların meydana gelmesindeki nedenleri ve sonuçları ilişkisel olarak sunmuş, hem de istatistikî bilgiler arasındaki korelasyonların ortaya konulmasını sağlamaya yönelik bir model oluşturmayı hedeflemiştir. Araştırmada sunulan veritabanı modeli, iş güvenliğini sağlamaya yönelik, olaylara genel perspektiften bakan, uygulanabilir ve geliştirilebilir bir örnek olarak bilimsel literatürdeki bu konudaki eksiği giderebilecektir. Şantiyelerde, iş güvenliği konusunda önlemler alınmasına ve sıkı prosedürlerin uygulanmasına rağmen, iş kazaları meydana gelmekte ve projenin maliyet, zaman ve kalite faktörleri olumsuz etkilenebilmektedir. Bu tezin kapsamında geliştirilen modelin ilişkisel veritabanı yapısı, geçmiş projelerin verilerinin bir araya getirilmesiyle, bir iş güvenliği haritasının oluşturulmasının ve diğer veritabanlarıyla birleştirilerek global bir yapının oluşmasına yardımcı olabilecektir. Böylece, meydana gelecek olaylarda, hangi nedenler kazaya sebep oluyor ise, o sebeplerden gerekli dersler alınarak onların tekrarı önlenebilecektir. Her kaza kartında yer alacak olan, nedensel-sonuçsal senaryolar ve kazaların meydana geldikleri andaki durumların aralarındaki ilişkiler incelenerek gerekli önlemler alınabilir.

Kaynaklar

- Çakar, V., (2008), İnşaat Projelerinde Kalite Güvence Sistemi Bağlamında Yapım Güvenliğinin Sağlanmasına Yönelik Bir Veritabanı Modeli, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Master Tezi, İstanbul.
- Elbeltagi, E. Hegazy, and T. Eldosuky, A. (2004). "Dynamic Layout of Construction Temporary Facilities Considering Safety", *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE, 130/4, 534-541.
- Fang, D. Chen. Y. and Wong L. (2005). "Safety Climate in Construction Industry: A Case Study in Hong Kong", *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE, 132/6, 573-584.
- Heberle, D. (1998). "Construction Safety Manual", McGraw-Hill Press, ABD
- Japan Science and Technology Agency, (2007). "Failure Knowledge Database", <http://ship-pai.jst.go.jp/en>, Erişim Tarihi: Ekim 2007.
- Kartam, A.N. 1997. "Integrating Safety and Health Performance Into Construction CPM", *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE, 123/2, 121-126.
- Mitropoulos, P. Abdelhamid, T.S. and Howell, G.A. (2005). "Journal of Construction Engineering and Management", ASCE, 131/7, 816-825.
- Pheng, S.L. and Shiua, S.C. (2000). "The Maintenance of Construction Safety: Riding on ISO 9000 Quality Management Systems", *Quality in Maintenance Engineering*, 6/1, 28-44.
- Suraji, A., Duff, R.A and Peckitt, S.J. (2001). "Development Of Causal Model Of Construction Accident Causation", *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE, 127/4, 337-344.
- Teo, E.A.L. Ling F.Y.Y. and Chong, A.F.W, (2005). "Framework for Project Managers to Manage Construction Safety", *Project Management*, 23, 329-341.
- Toole, T.M. (2002). "Construction Site Safety Roles", *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE, 128, 203-210.
- Yu, S.C.-K. and Hunt, B. (2004). "A Fresh Approach to Safety Management Systems in Hong Kong", *The TQM Magazine*, 16/3, 210-215.