

ENDÜSTRİYEL ALANLARDA MÜHENDİSLİK ÖLÇMELERİ İLE CBS TABANLI RİSK HARİTALARININ OLUŞTURULMASI: ERDEMİR ÖRNEĞİ

H. AKÇIN¹, A. G. UZUN², O. KONYA¹

¹ *Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü,*
akcinh@beun.edu.tr,

² *ERDEMİR (Ereğli Demir ve Çelik Fabrikası) T.A.Ş. Yapım ve Montaj Müdürlüğü Ölçme
Başmühendisliği, aguzun@erdemir.com.tr*

Özet

Bu çalışmada; büyük endüstriyel tesislerde kaza oluşturacak ve insan sağlığının tehlike altına alacak risk ve risk gruplarının belirlenmesi ve bunlara ilişkin risk haritalarının mühendislik ölçmeleri ile Coğrafi Bilgi Sistemi-CBS tabanlı olarak oluşturulmasına yönelik olarak örnek bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Uygulama açık kodlu internet tabanlı CBS verileri ve ERDEMİR T.A.Ş.'nin internet üzerinde yayınladığı dokümantasyon verileri ve açık kaynak kodlu ALOHA yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Risk haritaları olarak endüstriyel tesisin sıcaklık risk haritası, toz yayılımı risk haritası, elektromanyetik kirlilik risk haritası, gürültü risk haritası, patlama ve yangın risk haritası ve tesisteki demiryolu ve kara yolu kesişimleri kara nokta risk haritası oluşturulmuştur.

Anahtar kelimeler: Endüstriyel tesisler, CBS, İnternet tabanlı CBS, risk haritaları

1. Giriş ve Çalışmanın Amacı

Risk yönetim süreci, tehlikeler ile bu tehlikeler sonucu ortaya çıkan risklerin değerlendirilmesinde, analizinde ve kontrol önlemlerinin etkili ve yeni tehlikelerin oluşmaması için gerekli olan kurumsal sistemin oluşturulmasıdır. Bu bağlamda risk yönetimi geniş bir uygulama alanını kapsamakta, özellikle endüstriyel alanlarda risk yönetiminin ilkeleri, bu sektörün tüm birimlerine ayrıntılı bir şekilde uygulanabilmektedir.

Endüstriyel bölgelerin etki alanı içerisindeki gerek doğal yaşam gerekse de kentsel alandaki yaşam tehlike altındadır. Genel anlamda tehlike; insana zarar veren, yapılar hasar veren, iş kaybına yol açan, çevre veya bölge üzerinde olumsuz etkiye sebep olma potansiyeli olan her şeydir. 30.06.2012 tarih ve 6331 numaralı “İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu” ile 29.11.2012 tarih ve 25812 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan “İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği” kapsamında tehlike ve risk şu şekilde tanımlanmıştır:

*HKMO-Mühendislik Ölçmeleri STB Komisyonu
7. Ulusal Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu
15-17 Ekim 2014, Hitit Üniversitesi - Çorum*

“iş yerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek, çalışanı ve iş yerini etkileyebilecek zarar ve hasar verme potansiyelidir. Risk; tehlikeden kaynaklanacak kayıp, yaralanma ya da başka zararlı sonuç meydana gelme ihtimalidir”.

Tehlike ve risk, canlıların doğada her zaman karşı karşıya kaldıkları bir olgudur, yaşam mücadelesinin bir unsurudur. İnsanlık açısından da bu kavramlar insanların sürekli karşısına çıkmış ve insanları tedirgin etmiştir. İnsanlar sürekli olarak tehlike karşısında kendilerini güvence altına almak ve tehlikelerden kurtulmak yönünde çareler aramışlardır. Örneğin binlerce kilometre setler oluşturmuşlar, kaleler inşa etmişler, etraflarına su hendekleri kazmışlar, kervan yollarında konaklama yerlerini birbirlerini gören ve haberleşebilecekleri yerlerden seçmişlerdir. Para ve maddi değeri olan eşyalarını korumak, riske sokmamak için özel mekânlar inşa etmişler, risksiz ve güvence açısından en güvenilir yer olarak kiliseyi görmüşlerdir. Bu günkü bankacılık kavramı bu şekilde doğmuştur.

Tarih boyunca risk ve belirsizlik sosyologların ilgi alanları olmuştur. Riskin kelime kökeni olarak Arapça risk veya Latince'deki `riscum` kelimesinden gelme olasılığı yüksektir. Yunanca `rhiza` kelimesi kayalıkların etrafındaki yelkenlilerin karşılaştıkları tehlikeleri anlatmak için kullanılmaktadır. Fransızca risk kelimesinin `qui risgue rien, n`a rien` yani risk yüklenmeyen hiçbir şey elde edemez- sözündeki gibi spekülatif bir çağrışıma da vardır. Sonuç olarak, risk tehlikedir, gerçekleştiğinde acı verir ve zararlara neden olur (MEGEP, 2007).

Günümüzde, insan yaşamında risklerin kontrol altında tutulması ve yönetilmesi bir hedef, bir amaç haline gelmiştir. Günlük yaşantımızda ve işyerlerinde, büyük endüstriyel tesislerde sağlık ve güvenlik konusundaki çalışmalar için risk değerlendirmesi ve yönetiminin, ilgili işyerinin çalışma ortamına uygun olarak nasıl uygulanabileceği önemli bir konudur. İş sağlığı ve güvenliği yönetim sisteminin temeli risk değerlendirmesine dayanmaktadır. Risk Değerlendirme kavramı yeni olmakla birlikte içeriği ve kullanılan yöntemler yeni değildir. Bu konuya açıklık getirmek amacıyla ILO' nun 244. toplantısında yayınlanan raporda risk yönetimi; Bir kuruluş ve çalıştırılmasındaki iş güvenliği önlemlerini iyileştirme ve sürdürmeyi başaracak tüm girişimler olarak tanımlanmıştır (URL 1, 2014).

Bu çalışmada; gerek ILO' nun girişim hedefleri ve gerekse ülkemizdeki yasal mevzuatlar gereği, endüstriyel alanlarda iş yeri sağlık ve güvenliği ile çevre etkileşimine yönelik olarak, Coğrafi Bilgi Sistemine dayalı risk haritalarının, Ereğli Demir ve Çelik Fabrikaları ERDEMİR'in Karadeniz Ereğlisi'ndeki tesisleri için oluşturulması amaçlanmıştır.

2. Endüstriyel Tesislerde Risklerin Sınıflandırılması

Endüstriyel tesislerde riskler geleneksel ve gerçekleştirilen eylemlere göre sınıflandırılabilir. Geleneksel sınıflama şu şekildedir:

- A risk sınıfı: Karşılanamayan ve sakınılamayan risk sınıfıdır. Örneğin; deprem sonucu oluşan panikten kaynaklı kazalanma ya da bir parçanın veya kütlenin altında kalma.
- B risk sınıfı: Sakınılabılır ama her gün yüz yüze kalınabilen risklerdir. Örneğin, fabrika alanında meydana gelebilecek trafik kazası, bantlı sistemle taşıma sırasında sıçrayan bir malzemeye bağlı yaralanma veya ölüm riski gibi.
- C risk sınıfı: Sakınılabılır olmakla birlikte kişiye bağlı oluşabilecek risklerdir. Örneğin kendisine verilen koruyucu donanımları takmamaktan kaynaklanan yaralanma ve ölüm riski gibi.

Gerçekleşen eylemlere bağlı oluşan tehlikelere göre riskler sınıflandığında;

- Madde kaynaklı riskler: Bu riskler kullanılan madde veya madenden kaynaklanır ve tesislerde çalışanlar etkilenir. Örneğin; pamuk, yağ, kömür gibi bazı maddelerin ve madenlerin hava ile teması sonucu kızışması (oksidasyonu) ve açık alevli yangına dönüşmesi, ortama oksit madde, radyasyon ve zehirli gaz yayması vb,
- Önemli riskler: Kısa sürede yüksek enerji açığa çıkması ya da toksit kaynaklı bir risk olup, çalışanlar ve çevrede yaşayanlar etkilenir. Örneğin; üretilen kimyasalların ve gazların gerek üretim alanında, gerekse depolandığı yerlerde patlaması, yüksek fırınlarda elektrik arklarının oluşması ve kızgın maddelerin döküm sırasında ortama saçılması, çalışanların yüksek ısı ve radyasyona maruz kalması, baca gazlarının çalışma ortamına ve çevreye yayılması vb.
- Geleneksel Riskler: Tesislerde gerçekleştirilen faaliyetlerden ve kullanılan donanımlardan kaynaklanır ve tesis çalışanları etkilenir. Örneğin; Büyük iş makinelerinin montajı ve çalıştırılması sırasında oluşan kazalar, nakliyat sırasında oluşan kazalar, bant konveyörlerin çalışması sırasında oluşan kazalar, vinçlerle çalışma sırasında oluşan kazalar vb.

Şeklinde bir sınıflama oluşur. Endüstriyel faaliyetlerin sürdürüldüğü tesislerde; riskli alan ve riskli yapı ilişkilerinin incelenmesi açısından risk değerlendirmesi için de farklı yaklaşımlar söz konusudur, dolayısıyla öncelikle risk değerlendirmesinin ne zaman yapılacağına karar vermek gereklidir. Şöyle ki; endüstriyel faaliyetler bir iş programına (temrin plana) göre gerçekleştirilen mühendislik çalışmalarını içerir ve bu bağlamda tesisin aktif bir uygulamaya geçmeden önce yaratacağı tehlikeler tahmin edilebilir

ve haritalanabilir. Yanı sıra; faaliyet yani üretim başladıktan sonra özellikle kazalar ve fabrikadaki uygulamadan gelen etkilerin büyüklüğü gözlemlenebilir. Bu durumda; birinci yaklaşım da daha yeryüzünde kazalar hiç oluşmadan, oluşacak kazanın veya olumsuz durumların büyüklüğü ve etkileri kestirilerek, üretimin risklerini öngörme, bunların önemine karar verme, bu riskleri azaltma veya eğer mümkünse ortadan tamamen kaldırma esasına dayanan proaktif yaklaşım, ikincisinde ise risklerin gerçekleşmesi sonucu meydana gelen kazanın veya olumsuz etkinin ardından tekrar olmaması için kaza nedenlerini tespit etme ve çözüm arama esasına dayanan reaktif yaklaşım söz konusudur (Ceylan ve Başhelvacı, 2011). Risk değerlendirmesinde zamanlamanın yanı sıra, çok değişik yöntemlerle değerlendirmeler de yapılabilmektedir. Bu yöntemler niteliksel ve niceliksel olarak iki ayrı kategoride ele alınmaktadır. Niteliksel (Kualitatif) değerlendirme tamamen sözel verilere dayalı olup, iş güvenliği mühendisinin veya uzmanın deneyimine bağlı olarak sübjektif bir analiz içerir. Niceliksel (kantitatif) yöntemlerde tehlikeli bir olayın meydana gelme ihtimali, tehlikenin etkisi gibi değerlere sayısal değerler verilir ve bu değerler matematiksel ve mantıksal metotlar ile işlenip risk değeri bulunur (Akçın, 2013).

3. Endüstriyel Tesislerde Risk Yönetimi

Endüstriyel tesislerde risk yönetimi Şekil 1’de gösterilen akış diyagramındaki sıradüzenden de görüldüğü gibi öncelikle risklerin tanımlanmasıyla başlar. Faaliyette bulununan tesisde ne tür proseslerin uygulandığı, bu prosesler için ne tür yanıcı ve patlayıcı kimyasalların kullanıldığı, üretim için gerekli ve çevreye yayılan ve tehlike yaratan ne tür hammaddelerin ve yakıtların kullanıldığı, tesisde nasıl bir ısıl işlemin uygulandığı, uygulamanın gürültü seviyesinin ne olduğu, ne seviyede bir elektrik gücünün kullanıldığı, nakliyat ve ulaşım sistemlerinin ne türde olduğu ve nasıl bir konumda gerçekleştirildiği, tesisin nasıl bir jeolojik yapı içerisinde yer aldığı gibi bilgilere ulaşılarak bir risk planlamasının yapılması gereklidir.

Risk, tehlikelerden kaynaklanan bir olayın, meydana gelme ihtimali ile zarar verme derecesinin bir bileşkesidir. Dolayısıyla bir tehlikenin meydana gelme olasılığı ve o tehlikenin şiddetinin ölçülmesi gereklidir ki risk tanımlanabilsin ve bu risklere yönelik yönetimsel korunma önlemleri alınabilsin. Bu bağlamda riskleri ölçme, tehlikenin kaynağında, kaynağın büyüklüğüne göre oluşturacağı tehlikenin şiddetin ölçülmesi veya tahmin edilmesidir. Örneğin bir tesiste kullanılacak fosil yakıt kömürün, tonaj olarak büyüklüğü, bu kömürün stoklama alanında kendiliğinde yanma şiddetinin değeri ya da stoklanma alanında rüzgar yönü ve gücüne göre toz olarak ortama yayılma büyüklüğünün gözlemlenmesi veya tahmin edilmesi gereklidir. Bu tür ölçümler için konumsal veri son derece önemlidir. Tesisteki bir gürültü kaynağının konumu ve şiddeti belirlenirken hangi konumda ne kadar şiddete bir gürültü oluşacağı ya da

oluşturğunun belirlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle Konumsal veri toplama teknikleri ve dolaylı olarak tehlikeninin şiddetini belirleme teknikleri olarak yersel jeodezik yöntemler, uzaktan algılama, fotogrametrik yöntemler ön plana çıkmaktadır. Bu risklerin; farklı tip ve nitelikte uydu görüntülerinin kullanılması, kaza mekânlarında oluşabilecek tehlike bölgelerinin veya oluşan kazaların yersel veya fotogrametrik yöntemlere dayalı mühendislik ölçmeleri ile konumlanması, olasılıklarının belirlenmesi ve risk endekslerinin hesaplanmasına yönelik çalışmaların yapılması, tüm bunların bir CBS ortamında analiz edilmesi, modellenmesi ve haritalanması son derece önemli, güncel ve gerekli uygulamalardır.

Örneğin konumsal veri toplama yanı sıra uzaktan algılama teknikleri ve termal bant uydu görüntüleri kullanılarak yüzey sıcaklıkları ölçülebilmekte, ya da interferometrik yöntem ve radar uydu görüntüleri ile tesisteki yüzey deformasyonları belirlenebilmektedir. Bunlara birlikte; gaz izleme ve ölçme yöntemleri, hava hızı ölçme, meteorolojik değerleri ölçme, gürültü ölçme, ortamın aydınlanma ve parlaklık değerini ölçme, basınç ölçme, havadaki bağıl nemi ölçme, vb. tali ölçümlerin de yapılması gerekmektedir.



Şekil 1. Risk Yönetim Sisteminin sıradüzen yapısı.

Risklerin değerlendirilmesi ve çözümlerin araştırılması; sistematik metotlarla çalışma ortamı, şartları ya da çevrede var olan tehlikeleri belirlemek, riskleri ortaya çıkarmak ve riskleri kontrol etmek için uygun nitel ve/veya nicel yöntemler kullanılarak yapılan çalışmaların bütünüdür.

Risklerin değerlendirilmesinden sonra ortaya çıkan riskin büyüklüğü veya gücüne bağlı olarak; riskten kaçınmak, riski azaltmak, riski transfer etmek veya riski o şekliyle kabul etmek seçeneklerinden birine yönelinebilir. Eğer seçenek olarak riski azalmak hedef seçilmiş ise buna yönelik olarak uyulama prosesleri ve tesisteki tehlike kaynaklarının konumuna yönelik yeni stratejiler geliştirilebilir, tesisteki sistemlerin modernizasyonuna veya iyileştirilmesine yönelik uygulamalar geliştirilebilir, uygulama süreçlerinin iyileştirilmesi yoluna gidilebilir, çalışanların geliştirilmesi ve yeni organizasyonlar yönünde çabalar sarf edilebilir.

Yukarıda belirtilen hususlar dikkate alındığında endüstriyel tesisler için risk yönetiminin faydalarını şu şekilde özetlemek olasıdır (Çakmak ve Uluyurt, 2014):

- Proaktif önlemlerle tehlike ve riskleri önceden görerek önleyebilme,
- İstenmeyen durumların önlenmesi ile iş kazalarını ve iş günü kayıplarını azaltarak verimliliği, üretim ve yaşam kalitesini artırma,
- Sorumlulukların ve görevlerin belirlenmesi ile yükün paylaşımı ve azaltılması,
- Güvenli teknoloji seçimi ile güvenli çalışma ortamı temini,
- Devlet, işveren ve çalışanlar için ekonomik kalkınma,
- Uluslararası saygınlık ve geçerlilik,
- Denetim Kolaylığı,
- Risk kültüründe pozitif gelişme,
- Kayıpların azaltılması,
- Sürekli gelişme,
- Düzenli veri akışı,
- Çalışma barışına katkı,

4. Risk Haritalarının Oluşturulmasına Yönelik Uygulamalar

Çalışmada; Ereğli Demir ve Çelik Fabrikası ERDEMİR T.A.Ş.'nin Karadeniz Ereğli'deki tesislerine yönelik risk haritalarının, proaktif bir risk değerlendirmesi ve modellenmesine yönelik bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Uygulamada; tüzel kişiliğin ve bilginin gizliliği ile kişilik haklarına müdahale açısından hukuksal bir gereklilik olarak Şirketin hizmete özel hiç bir veri ve bilgi kaynağı kullanılmamıştır. Kullanılan tüm konumsal veriler açık kodlu İnternet CBS üzerinden ortofoto haritalar kullanılarak belirlenmiş, çalışanların tipi ve toplam çalışan sayısı, Şirketin internet üzerinden açık olarak

yayınladığı Ürün Kataloğu'ndan alınmış olup (URL 2, 2014), çalışanlara ilişkin olarak tesisteki sayısal dağılımlar yaklaşık olarak seçilmiştir. Tesisteki bazı birimlerdeki gürültü değerleri ve elektromanyetik kirlilik değerleri gibi esasen mühendislik ölçmeleri ile belirlenmiş olan veriler kullanılmamış olup, uluslararası yayınlanmış kriterler ve değerler baz alınarak o tesis için gürültü değeri ve kirlilik değeri literatür değeri olarak kabul edilmiştir.

Yeryüzünde açığa çıkan ısı ya da ısınan zemin yapısı ile oluşan ısı değişimi termal band uydu görüntüleri kullanılarak uzaktan algılama teknikleri ile belirlenebilmektedir (Elick, 2013). Günümüzde 60m'den 1.1 km mekansal çözünürlüğe değişen uydu görüntüleri mevcuttur. NOAA, ESR-1, MODİS, TERRA, Rus RESURS, Alman yangın uzaktan algımla uydusu BIRD, Japon ASTER, ABD'nin Landsat-5 Tematik Mapper band 6 ve Landsat-7 Tematik Mapper band 6, sıcaklıkların yüzeyden tespitinde kullanılacak uydular ve görüntüleridir. Günümüzde gerçekleştiren test çalışmalarından ve bazı bilimsel araştırmalardan, yüzeyde ölçülen termal sıcaklıkların, termal band uydu görüntülerinden yüksek korelasyonlu olarak elde edilebildiğini göstermiştir. Bu çalışmada tesisin sıcaklık verileri Landsat 5 uydu görüntüsü kullanılarak değişik algoritmalar ile elde edilmiştir.

Tesisin konumsal veri alt yapısı Google Earth sanal küresi üzerinden elde edilmiş, bunun için değişik bir algoritma izlenmiştir. Bu algoritmada fabrika alanını kapsayan 43 adet 1:1000 ölçekli görüntü yaması, köşe noktalarına yerleştirilen işaretlerin WGS 84 -6⁰lik dilimde UTM koordinatları ile birlikte kesilerek NETCAD yazılımına aktarılmış, dönüştürme ve birleştirme işlemleri uygulanarak görüntü mozağıni oluşturulmuştur. Elde edilen mozaik MAPINFO masaüstü CBS yazılımına aktarılarak risk haritalarının konumsal veri altlığı olarak kullanılmıştır.

Sıcaklık verileri konumsal veri altlığı üzerine kriking sayısal modelleme tekniği ile işlenmiş, çalışan sayıları ile eşleştirilerek sıcaklık risk haritası oluşturulmuştur. Fabrikanın uydu görüntüleri üzerinden tespit edilen stok sahaları üzerindeki, kömür, demir cevheri, hurda demir, kireç ve diğer hammadde stok alanları üzerinde toz dağılım risk haritalarının oluşturulmasında, bölgenin en büyük rüzgar şiddeti ve yönü, meteorolojik veri olarak Zonguldak Valiliğinin hazırlamış olduğu çevre raporundan alınmış, fabrika alanında meydana gelen toz dağılımının bulunmasında tespit edilen stok sahaları için literatür değerleri kullanılmıştır. Toz dağılımı için, kutu modeli eşitlik 1 kullanılarak elde edilmiştir (Berry ve Pistocchi, 2003).

$$P_k = M_k / (u \times B \times H) \quad (1)$$

Burada; Pk: Kütle denge konsantrasyonu (mg/m³), Mk: Kütle giriş oranı (mg/sn), u: Rüzgâr hızı (m/sn), B: Mesafe (m), H: Tozun çıktığı yükseklik (m) olarak verilmiştir. Arazi şartları ve atmosfer etkileri göz ardı edildiğinde farklı gürültü kaynakları için, gürültünün mesafe ile azalmasının hesaplanmasında, noktasal kaynaklar için (Rao ve Wooten, 1980);

$$L_1 - L_2 = 20 \times \log (r_2/r_1) \quad (2)$$

Eşitlik (2) kullanılmıştır. Burada; L₁, r₁ mesafedeki (m) gürültü düzeyi (dB), L₂, r₂ mesafedeki (m) gürültü düzeyi (dB), r₁, ölçüm yapıldığı noktanın kaynağa olan uzaklığı (m), r₂, mesafesi ise gürültünün azalmanın da belirlenen mesafedir (m). Bu uygulamada da fabrika alanındaki tesislerdeki gürültü düzeyi yurt dışındaki diğer benzer tesisler için Uluslararası literatüre girmiş kriterler temel alınarak maksimum düzey olarak kullanılmıştır. Hesaplanan değerler, konum haritası üzerine kriking algoritması ile sayısal model değeri olarak atanarak yaklaşık seçilmiş çalışan sayıları ile eşleştirilmiş ve gürültü dağılım haritası elde edilmiştir. Fabrika alanındaki trafo ve enerji nakil hatları üzerinde tampon bölge analizi yapılarak çalışan sayıları ile eşleştirilmiş ve elektromanyetik risk haritası oluşturulmuştur.

Fabrika sahasındaki patlama riski oluşturacak gazlara ilişkin tanklar görüntü mozağını üzerinden tespit edilerek ve içerisindeki gazların ne olacağı yaklaşık olarak tespit edilerek (örneğin oksijen fabrikasının yanında oksijen gazı gibi, kok fabrikası yanında kok gazı gibi), bu gazların patlama anında yayılma risk haritaları etki alanları literatüre girmiş kriterler kullanılarak ve çalışan sayıları ile ilişkilendirilerek patlama risk haritası oluşturulmuştur. Patlamanın ne kadarlık bir etki yaratacağı ise açık kaynak kodlu ALOHA yazılımı ile modellenmiş ve Google Earth sanal küresi görüntüsü üzerinde gösterilmiştir.

Son olarak, görüntü mozağını üzerinden belirlenen fabrika alanındaki araç yolları olan kara ve demir yolları ile bant konveyörlerin kesim noktaları tespit edilmiş, bu noktalar kara nokta olarak değerlendirilmiştir. Kara noktaların, çalışan sayılarının dağılımları ile eşleştirilmesi yapılarak kara nokta risk haritası oluşturulmuştur.

4. Sonuç ve Öneriler

Bir endüstriyel tesisteki risklerin tanımlanması ve tehlike kaynaklarının yaratacağı şiddetin belirlenmesi açısından konumsal veriler ile jeodezik ve fotogramerik olarak tespit edilen birincil risk ölçümleri mühendislik ölçmeleri açısından son derece önemlidir. İkincil ölçümler ile birlikte

değerlendirilerek oluşturulacak risk haritaları ise risklere ilişkin risklerden kaçınma veya riski azaltma gibi çözüm stratejilerinin geliştirilmesi açısından önemlidir. Bu bağlamda ERDEMİR özelinde değişik algoritmalar ve kaynaklar kullanılarak bile proaktif risk haritalarının hazırlanabileceği bu çalışma ile gösterilmiştir. Bu risk haritalarının pek çok faydası olacağı muhakkaktır. Bu nedenle özellikle ülkemizde orta ve büyük ölçekli sınaî tesisleri için bu türden mühendislik ölçmelerine dayalı ve CBS tabanlı risk haritalarının oluşturulması gerekmektedir.

Kaynaklar

- Akçın, H., (2013). 6306 Sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkındaki Kanun Kapsamında Şehiraltı Madencilik Faaliyetleri İle Riskli Alan Ve Riskli Yapı İlişkilerinin İncelenmesi, 14. Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara.
- Berry, P., Pistocchi, A., (2003). A multicriterial geographical approach fort he environmental impact assessment of open-pit quarries. *International Journal of Surface Mining, Reclamation and Environment*, 17(4), 213–226.
- Ceylan H., Başhelvacı V. S., (2011), Değerlendirme tablosu yöntemi ile risk analizi: bir uygulama, *International Journal of Engineering Research and Development*, Vol.3, No.2
- Çakmak, M., Uluyurt, B., (2014). Büyük endüstriyel Kazalar, Risk Değerlendirmesi ve Modelleme Çalışmaları, www.rec.org.tr/dyn_files/42/4520-REC2.pdf
- Elick, J. M., (2013). The Effect of Abundant Precipitation on Coal Fire Subsidence and Its Implications in Centralia, PA, *International Journal of Coal Geology*, 105, pp. 110-119.
- MEGEP, (2007). T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, *Meslekî Eğitim Ve Öğretim Sisteminin güçlendirilmesi Projesi, Pazarlama ve Perakende Risk Tespit Etmek*, 50sh., pdf, Ankara.
- Rao, J., Wooten, D., (1980). *Environmental impact analysis handbook*. McGraw Hill, USA.
- URL 1: www.csgb.gov.tr/csgbPortal/ShowProperty/.../riskanaliziveyonetimi, 2014
- URL 2: www.erdemir.com.tr/.../ERDEMİR_Grubu_Urun_Katalog_2014_rev1.pdf