

İŞ SAĞLIĞI VE İŞ GÜVENLİĞİ UYGULAMALARINDA SENSÖR KULLANIMININ İNCELENMESİ

Dr. Öğr. Üyesi Süleyman ŞİMŞEK
İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul
suleymansimsek@aydin.edu.tr
<https://orcid.org/0000-0002-0593-8036>

Serkan AĞSEREN
İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul
serkan_agseren@hotmail.com

Dr. Hatice ŞİMŞEK
Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi
h.simsek@nku.edu.tr
<https://orcid.org/0000-0003-0041-3406>

ÖZ

Dünyada ve ülkemizde oluşan iş kazaları incelendiği zaman, kazaların yaklaşık %88'inin "tehlikeli hareket", %10'unun "tehlikeli durum" ve %2'sinin de sebebi bilinmeyen durumlardan meydana geldiği görülmektedir. Güvenlik kültürü, tasarımda güvenlik, toplu veya kişisel koruyucu önlemler ile ilgili çalışmalar ülkemizde başlamış ama yeterli seviyeye getirilememiştir. Uzun vadede çalışmalarda, Avrupa standartlarına ulaşılsa dahi, tehlikeli hareketler ile ilgili kazalar, sistematik önlemler almadan yeterli seviyeye getirilemeyecektir. Bu sistemler çalışanların hatayı yapmayacak veya bazı hatalarını otomatik olarak durduracak şekilde tasarlanmalıdır. İş sağlığı ve güvenliği çalışmalarında dokunmatik sensörler, gaz sensörleri vb. birçok sensör farklı sektörlerde kullanılmaktadır. Ancak ülkemizde ikinci el makine kullanımı çok fazla olduğundan dolayı sensörler etkin olarak kullanılamamaktadır. Eskiden büyük maliyetli olan sensörler günümüz şartlarında çok daha uygun maliyetlerde imal edilmektedir. Çok hızlı şekilde gelişen teknoloji, bu tarz uygulamalara kolaylık sağlamaktadır. Ayrıca endüstri 4.0 ile beraber bu tip kullanımların yaygınlaşacağı öngörülmektedir. Bu çalışmada 5x5 L tipi matris yöntemiyle örnek bir vaka incelenerek iş sağlığı güvenliği değerlendirmeleri yapılmış, kaza sonrası yapılan

risk analizinde sensörlerin kullanımıyla iş kazası oluşma ihtimali %75 oranında düşürülmüştür. Zaman içerisinde diğer preslerde ve benzeri makinelerde yapılan uygulamalar vasıtasıyla kazalar minimize edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *İş kazaları, Önlemler, Maliyet, Sensörler*

EVALUATION OF SENSOR IN OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY APPLICATIONS

ABSTRACT

When work accidents are examined in the world and in Turkey, about 88% of the accidents occur in “dangerous action” and 10% occur in “dangerous situation”. Studies on safety culture, safety in design, collective or personal protective measures have started in our country, but they have not been brought to sufficient level. In the long term, even if it is reached European standards, accidents related to dangerous actions will not be brought to the adequate level without systematic measures. These systems should be designed to prevent employees from making mistakes or to stop some errors automatically. Studies in occupational health and safety touch sensors, gas sensors, etc. many sensors are used in different industries. However, since the use of second hand machine in our country is too much, sensors are not applied effectively. Large-cost sensors are manufactured at a much more cost-effective cost in today’s conditions rather than the past. Quickly developing technology makes it easier for such applications. In addition, this type of use is expected to be widespread with Industry 4.0. In this study, a case study with 5x5 L type matrix method was examined and occupational health and safety assessments were made, and the risk of occupational accidents was reduced by 75% by using sensors in the post-accident risk analysis. Accidents have been minimized through applications in other presses and similar machines over time.

Keywords: *Work accidents, Precautions, Cost, Sensors*

GİRİŞ

Ülkemizde 2012 yılından bu yana yapılan çalışmalar ile iş sağlığı ve güvenliği konusunda farkındalık yaratılmaya çalışılmış, ancak iş kazalarının önüne istenen seviyede geçilememiştir. Kazaların analizinde güvenlik kültürünün yetersiz olması kaynaklı kazaların ön planda olduğu gözlemlenmiştir. Teknolojinin de hızla geliştiği günümüzde, alınması gereken önlemler kişinin hata yapmasına olanak vermemesi veya hatasını elimine etmesi üzerine kurulması gerekmektedir. Sensörlerin de genel olarak işleyişi sistemin kişinin inisiyatifinden alınması veya uyarılması üzerine tasarlanmıştır.

Fiziksel ortam değişikliklerini (ısı, ışık, basınç, ses, vb.) algılayan elemanlara “sensör” denir (MEB 2012). Başka bir tanımlamada ise sensör, uyarı olarak aldığı elektriksel olmayan değerleri elektriksel değerlere dönüştürerek yanıt veren aygıt olarak tanımlanır (Yumurtacı - Yabanova 2018: 201-207). Dijital ve analog olmak üzere 2 çeşit çıkış (sinyal) veren sensör vardır. Sensörler uygulama ve çalışma ortamlarına göre farklılık göstermektedir (Elektrikde 2018). Dijital sinyal, zamana göre değişiklik göstermemektedir. Analog sinyaller ise zamana göre sürekli değişiklik gösterirler. Günümüzde farklı alanlarda sensörler kullanılmaktadır. Asansör kapılarında, merdiven aralarındaki lambalar, otomatik yanan lavabo ışığı veya su, araç park sensörleri ve bunun gibi birçok sensörü sıralayabiliriz. Bunun yanı sıra birçok farklı tip sensör de bulunmaktadır (Şimşek - Şimşek - Titirinli - Özel 2018: 2268-2268).

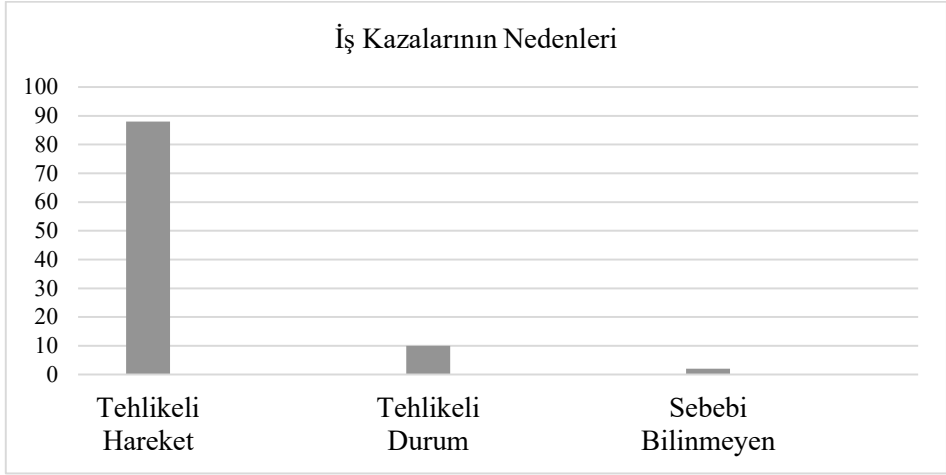
Gaz sensörü veya detektörü belirli bir ortamda gaz kaçağını belirler. Renk sensörleri farklı renkleri birbirleri arasında ayırt edebilme özelliğine sahiptir. Kalite kontrol sistemleri, paketleme sistemlerinde kullanılır. Optik bir görüntü almak için görüntü sensörleri kullanılır. Fabrikalarda gaz ve sıvı basıncı, biyomedikal cihazlar, cep telefonu ve elektronik terazilerde yük ölçümünde kullanılır. Fotoelektrik sensörler otomatik kapı, otomotiv endüstrisi, makine sektörü, depolama ve konveyör sistemlerine ve paketleme uygulamalarında kullanılır. Titreşim sensörleri ise belirli bir alandaki hafif vuruş ve titreşimleri algılamada kullanılır. En yaygın olarak araç alarm ve güvenlik sistemlerinde görülür. Algılama özelliklerine göre tipleri olan hareket sensörleridir (Elektrikde 2018). Kızılötesi sensör teknolojisi savunma sanayi, enerji sektörü özellikle sağlık alanında uygulamalara sahiptir (Altın - Demirel 2016: 1-16). Ortam havasının nem miktarını ölçen cihazlarda kullanılan algılayıcılar, bağıl nem, yaş termometre sıcaklığı, özgül nem ve çiğlenme noktası sıcaklığı gibi farklı fiziksel özelliklere karşı hassasiyete sahiptirler. Bu hassasiyetten dolayı nem ölçüm cihazları kullanılır (Alıç - Kaşka - Bor 2019: 8-16). Her türlü fiziki kuvvet ve basınç değişimini algılayan ve bu değişimi elektriksel sinyale çeviren elemanlara basınç sensörü denir (Işık 2013). Dokunmatik sensörler fiziksel temasla uyarıldığında dokunmatik güvenlik kontrol donanımları, tehlikeli hareketleri durdurur. Bu tarz sensörler güvenlik kenarları koruma kapılarında, kaldırma tabla ve platformlarında, hareketli depo raflarında, çalışan işlem tablalarında, depolama asansörlerinde, asansör kapılarında, yükleme rampalarında, kaldırma ve devirme donanımlarında veya endüstriyel kapılarda uygulanabilen ezilme ve yırtılmalara karşı koruyucu önlem olarak tasarlanmışlardır (www.schmersal.net).

KAZA İSTATİSTİKLERİ

İş kazaları tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de en önemli ölüm nedenleri arasında yer almaktadır. Bu kazaların ölüm, yaralanma ya da hastalık, üretim kaybı, makine ve ekipmana verdiği zarar gibi sosyal ve ekonomik olmak üzere ülkelere yansıyan pek çok maliyeti bulunmaktadır. Bu maliyetlerin önlenmesi, kazalara neden olan faktörlerin azaltılması ya da tamamen ortadan kaldırılması ile mümkün olmaktadır (Naghavi K - Mortazavi - Asilian M - Hajizadeh 2019: 1-9). Bilimsel ve teknolojik gelişmeler, aynı zamanda bu tehlikelerin önlenmesi konusunda yeni imkânlar da sunmaktadır. Bu bakımdan, iş kazaları ve meslek hastalıkları olarak ifade ettiğimiz bu tehlikeler, çalışanlar ve işyerleri için bir kader değildir. İş sağlığı ve güvenliği ekonomik boyutları bir yana sosyal boyutları itibarıyla de ülke kalkınması açısından hayati öneme haiz toplumsal bir olgudur (Şimsek - Saygın - Şimsek - Özel 2018: 1397-1404). Sağlıklı ve güvenli bir işyeri ortamı daha verimli çalışmanın ön koşuludur ve özellikle gelişmekte olan ülkelerde toplumsal kalkınmanın belirleyici unsurları arasında yer almaktadır (Ceylan 2011: 18-24).

Uluslararası bazda kaza nedenleri teorilerinin öncüsü kabul edilen Heinrich (1959), teoride kazalara, insan ve makine ilişkisi ile ortaya çıkan güvensiz hareket ve davranışların neden olduğunu ortaya koymuştur. Araştırmada kazaların %88'inin güvensiz davranış; %10'unun güvensiz ortam; %2'sinin de önlenemez durumlardan kaynaklandığı ortaya koyulmuştur. Amerika'da National Safety Council Committee'nin yapmış olduğu bir diğer araştırmada, iş kazalarının %18'inin makine kaynaklı %19'unun insan kaynaklı %63'ünün bu iki kaynağın bileşkesinin etkisiyle meydana geldiğini tespit etmiştir.

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Eğitim ve Araştırma Merkezi (ÇASGEM) yayınında bahsedilen, Haksöz 1985 Makine Kimya Endüstrisinde yapmış olduğu araştırma da kazaların %95'inin güvensiz davranış ve kişisel koruyucu donanımın kullanılmamasından; %5'inin ise teknik nedenlerden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Ulusal ve uluslararası alanda yapılan pek çok araştırma, iş kazalarının en çok insan kaynaklı olarak meydana geldiğini ortaya koymuştur (ÇASGEM 2017). Avrupa'daki örnekler incelendiğinde de tehlikeli hareketlere, teknik önlemlerden daha fazla odaklandığı görülmektedir. Bu çalışmaların sonucu tehlikeli durumların önemsiz olması değil, çalışmalarda insanın her zaman hata yapma olasılığı düşünülmesi gerektiğini göstermektedir.



Şekil 1: İş kazalarının Nedenleri (ÇASGEM 2017).

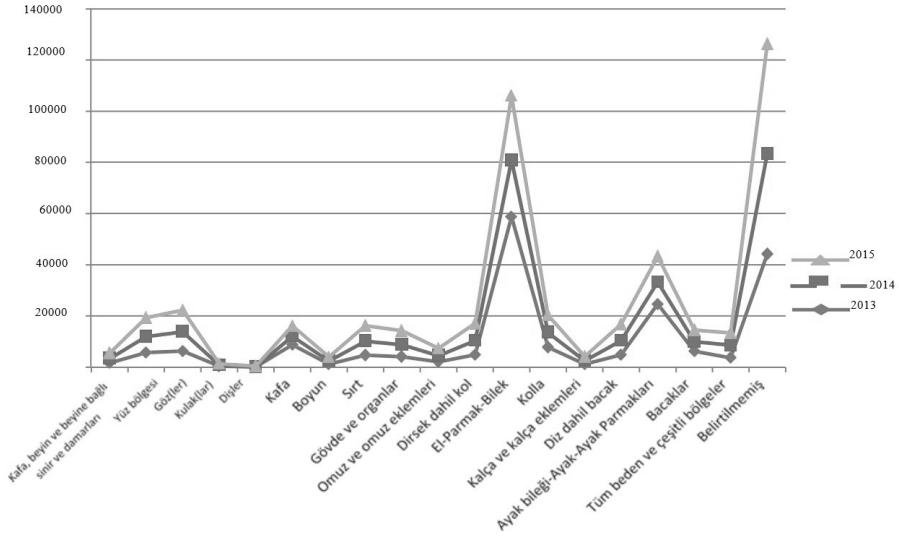
Tehlikeli hareketler, insanların yaratılışından kaynaklı olabileceği gibi kültürel, çevresel, toplumsal vb. birçok faktörden meydana gelebilir. Tehlikeli hareketlere örnek vermek gerekirse; emniyetsiz vaziyet alma, tehlikeli yerlerde çalışma, şaşırma, kızgınlık, üzümlük, telaş, şakalaşma, kkd kullanmama, talimatlara uymama, gereksiz hızlı çalışma, emniyetsiz yükleme, taşıma, istifleme, emniyet donanımını kullanılamaz duruma sokma, iş makinelerinin karşılaştığı ve şahısların bulunduğu yerlerde hızın azaltılmaması, iş makinelerinin birbirlerini geçmeye çalışması, boumlu iş makinelerinde yükün askıda bekletilmesi, manevracıların şoför veya operatörü görmeden veya anlaşılır şekilde işaret vermeden manevra yaptırması, bakım kurallarına riayet etmemek, manevracıların iş makinelerinin tesir sahası içerisine görevi olmayan izinsiz kişilerin girmesini engellememesi vb. sıralayabiliriz.

Tablo 1 incelendiği zaman eski yıllara göre artışlar gözlenmiş ancak bunun nedeninin online Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) bildirim yapılması olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 1. İş Kazası Geçirenler ile İş Kazası Sonucu Ölenlerin Yararının Türüne Göre Dağılımı (www.sgk.gov.tr).

Yara Türü	2013		2014		2015	
	Kaza Sayısı	Ölüm Sayısı	Kaza Sayısı	Ölüm Sayısı	Kaza Sayısı	Ölüm Sayısı
Yararın türü bilinmeyen	9459	208	10697	270	11232	215
Yaralar ve yüzeysel yaralanmalar	85469	34	101158	40	112397	46
Kemik kırıkları	16172	72	17202	54	18131	51
Çıkıklar, burkulmalar ve incinmeler	27305	3	31571	5	35858	6
Travma sonucu organ kaybı (bedenin bir parçasının kaybı)	561	19	570	16	532	13
Beyin sarsıntısı ve iç yaralanmalar	924	229	895	194	920	144
Yanıklar, kaynar su ile kavrulma ve donmalar	4794	28	5626	22	6277	22
Zehirlenme ve enfeksiyonlar	1857	17	4075	304	2450	14
Suda boğulma ve nefesin kesilmesi	59	28	41	17	55	19
Ses, titreşim ve basınç etkileri	98	2	144	2	182	3
Aşırı ısı, ışık ve radyasyon etkileri	113	3	139	0	137	0
Şok	460	11	521	10	577	10
Birden fazla sayıda yaralanmalar	1242	183	133	157	1367	204
Diğer başlıklar altında içerilmeyen diğer belirtilmiş	42876	573	47389	535	51432	505

Şekil 2’de yaralanmanın vücuttaki yerine göre iş kazalarının dağılım grafiği gösterilmektedir. Grafikte görüldüğü gibi el-parmak-bilek kazaları sıkça rastlanılmaktadır. Bilhassa bu ve bunun gibi kazalar sensörler vasıtasıyla kolaylıkla minimize edilebilirler.



Şekil 2: İş Kazası Sonucu Ölenlerin Yaralanma Türüne Göre Dağılımı (www.sgk.gov.tr).

VAKA ÇALIŞMASI

İncelenen çalışmada, bir otomotiv yan sanayi işletmesinde raporlanan iş kazası analiz edilerek değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucunda, sonuçlar kısmında öneriler verilmiştir.

Vakanın Gelişimi

Firma beyaz eşya ve otomotiv sektörüne izolasyon malzemesi üretmektedir. Kazanın yaşandığı makine hidrolik prestir. Hidrolik presin arka bölümüne, tasarım sonrası hammaddenin, presin kesim bölümüne rahatça ulaşması için merdane koyulmuştur. Bu sayede bant üzerinden hareket etmeyen malzemeye daha kolaylıkla hareket sağlanmıştır. Üretim arkadan rulo malzemenin beslenip, ön tarafta kalıplar yardımıyla kesilmesi şeklindedir. Gündüz vardiyasında hidrolik preste, önde 2 arkada 1 personel çalışmaktadır. 37 yaşında B.H. isimli operatör, arka bölümde, yeni hammaddeyi makineye bağladıktan sonra ön tarafta bulunan operatörlerle sohbet esnasında saat 10:22’ de elini merdane arasına kaptırmıştır. Hemen acil durum telini kendisi çekmiştir. Olayı gören diğer personeller kanamanın durması için sargılı bezle baskı yapmışlardır. Personel

araç ile hastaneye taşınmıştır. Elin bütünlüğü bozulmamış ancak sinirleri hasara uğramış, kolunda kırık ve deformasyon oluşmuştur. Mikro cerrahi yardımıyla ameliyat yapılmış akabinde fizik tedavi süreci başlatılmıştır. Kaza sonrası, personel 6 ay geçici iş göremezlik raporu almış, rapor sonrası sağlıklı bir şekilde iş hayatına devam etmiştir. 6 aydan sonra 1 yıl boyunca fizik tedavi görmüştür.

Vakanın Gelişimi

Kaza yaşandıktan sonra ilk olarak risk analizi yapılmış, risk analizi doğrultusunda çalışmalar yürütülmüş. Risk analizleri sonucunda merdanenin olduğu bölgeye ışık perdesi koyulmuştur. Risk değerlendirmede L Tipi Matris (5x5 Diyagramı kullanılmıştır). Bu metot ile öncelikle bir olayın gerçekleşme ihtimali ile gerçekleşmesi takdirinde sonucunun derecelendirilmesi ve ölçümü yapılır.

Tablo 2. Bir Olayın Gerçekleşme İhtimali

Olasılık	Ortaya çıkma olasılığı için derecelendirme basamakları
1. Yılda bir	Çok küçük olasılık
2. Üç ile altı ayda bir	Küçük olasılık
3. Ayda bir	Orta dereceli olasılık
4. Haftada bir	Yüksek olasılık
5. Her gün	Çok yüksek olasılık

Tablo 3. Bir Olayın Gerçekleştiği Takdirde Şiddeti

Şiddet	Açıklama
1. Çok Hafif	Hasar ya da yaralanmaya neden olmayan kaza, iş saati kaybı olmayan
2. Hafif	İlkyardım gerektiren küçük yaralanmalar, tamiratlı maddi hasar
3. Orta	En az üç gün istirahat gerektiren yaralanmalar, maddi hasar
4. Ciddi	Ciddi yaralanma, meslek hastalığı, büyük maddi hasar
5. Çok Ciddi	Birden çok ölümlü, ölümlü veya sürekli iş göremezlik, çok büyük maddi hasar


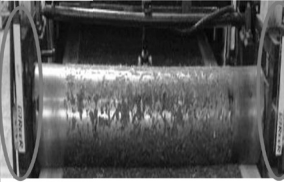
Tablo 4. Risk Skor Matrisi (Olasılık x Şiddet).

	ŞİDDET				
İHTİMAL	1 (Çok Hafif)	2 (Hafif)	3 (Orta Derece)	4 (Ciddi)	5 (Çok Ciddi)
1 (Çok Küçük)	Anlamsız 1	Düşük 2	Düşük 3	Düşük 4	Düşük 5
2 (Küçük)	Düşük 2	Düşük 4	Düşük 6	Orta 8	Orta 10
3 (Orta Derece)	Düşük 3	Düşük 6	Orta 9	Orta 12	Yüksek 15
4 (Yüksek)	Düşük 4	Orta 8	Orta 12	Yüksek 16	Yüksek 20
5 (Çok Yüksek)	Düşük 5	Orta 10	Yüksek 15	Yüksek 20	Yüksek 25

Tablo 5. Risk Skor Matrisi (Olasılık x Şiddet).

Sonuç	Eylem
Önemli Riskler (15.16.20.25)	Belirlenen risk azaltılincaya kadar iş başlatılmamalı eğer devam eden bir faaliyet varsa derhal durdurulmalıdır. Risk işin devam etmesi ile ilgiliyse acil önlem alınmalı ve bu önlemler sonucunda faaliyetin devamına karar verilmelidir.
Orta Düzeydeki Riskler (8.9.10.12)	Belirlenen riskleri düşürmek için faaliyetler başlatılmalıdır. Risk azaltma önlemleri zaman alabilir.
Katlanılabilir Riskler (2.3.4.5.6)	Belirlenen riskleri ortadan kaldırmak için ilave kontrol proseslerine ihtiyaç olmayabilir. Ancak mevcut kontroller sürdürülmeli ve bu kontrollerin sürdürüldüğü denetlenmelidir.
Önemsiz Riskler (1)	Belirlenen riskleri ortadan kaldırmak için kontrol prosesleri planlamaya ve gerçekleştirilecek faaliyetlerin kayıtlarını saklamaya gerek olmayabilir.

Ölçeğin Türkçe versiyonunun güvenilirliğini ölçmek amacıyla her bir soru için Risk analizinde yukarıdaki tablolardan elde edilen değerler risk değerlendirme formuna kaydedilir (Şekil 3.) ve belirtilen eylemlere göre en büyük değerden başlayarak riskler için gerekli önlemler alınır. Alınması gereken önlemlerin eksiksiz olarak uygulanması halinde zarar derecesi düşer ve yeni duruma göre kontrol edilmiş risk değeri tespit edilmiş olur (Özkiliç 2005). Örnekte, kaza sonrası risk analizi yapılmış, risk sonucu önemli risk olarak değerlendirilmiştir.

RİSK DEĞERLENDİRME FORMU								
Bölüm	Hidrolik Pres	Faaliyet	Presle kesme	Risk Puanlaması			BÖLGE	
Önlem Alınmadan Önce(Tehlike)		Sonuç(risk)	Etkilenecek Kişiler	İhtimal	Şiddet	Skor	20	
Elin merdan arasında kalma		Yaralanma,uzuv kaybı	O bölgede çalışanlar	4	5	20		
Alınması Gereken Önlemler								
 <p>İşveren, işyerinde kullanılacak iş ekipmanının yapılacak işe uygun olması ve bu ekipmanın işçilerin sağlık ve güvenliğine zarar vermemesi için gerekli tüm tedbirleri alacaktır.</p> <p>1) Motorlu çalışan preslerde kalıp bağlanmadan önce, motor durdurulacak, uzaktan hareketi sağlanan hidrolik ve pnömatik preslerde ise, kalıp bağlanmadan önce, basınç bağlantısı kesilecek ve pres başlığı ile tabla arasında yeterli sağlamlıkta takozlar konacaktır.</p> <p>2) İşe uygun olarak alt ve üst kalıbın çalışma açıklığı ayarlanacak, açık kalıpla çalışan preslerde, mekanik koruyucular yapılacaktır.</p> <p>3) El ve parmak koruyucuları, kalıp hareketli tehlikeden önce çarpma veya tıme suretiyle gerekli uyarıyı yapacak şekilde veya belirli bir seviyeye inmeden önce pres başlığının hareketine engel olacak şekilde yapılmış olacaktır.</p> <p>4) Otomatik besleme tertibatı olmayan veya işin gereği olarak koruyucu yapılmayan preslerde, çift el kumanda tertibatı bulunacak ve bunlardan biri taneisi tek başına presi harekete geçiremeyecek şekilde yapılmış olacaktır.</p> <p>5) El ve kolları korumak imkanı bulunamayan hallerde, uygun kişisel koruyucular yapılacak ve işçilere kısaçap veya masa gibi aletler verilecek mekanik veya pnömatik iş çıkarma veya fırlatma tertibatı yapılacaktır.</p> <p>6) Büyük parçaların işlendiği ağır presler ile enjeksiyon ve püskürtme preslerinde, fotosel tertibatı bulunacak veya tamamen kapanmadıkça harekete engel olan sürgülü, kortaklı veya mekanik engelli kapaklar yapılacaktır.</p> <p>7) Çalışma anında parça fırlamasına karşı, preslerde uygun siparler yapılacaktır.</p> <p>8) Pedalla çalışan preslerde, pedal üzerine, uygun bir koruyucu konacaktır.</p> <p>9) Hidrolik veya hava basıncı ile çalışan preslerde, basınç borusunun görünür bir yerine bir manometre ve emniyet supabı konacaktır.</p> <p>10) Hidrolik presler dışında diğer preslerin pres başlığının hareketini istenilen yerde tutacak fren tertibatı bulunacak ve her presin kolay erişilebilir bir yerinde aynı kumanda tertibatı olacaktır.</p> <p>11) Pres kalıbının kenarları ve köşeleri keskin bırakılmayacaktır.</p>		Mevzuat		İş ekipmanlarının kullanımında sağlık ve güvenlik şartları yönetmeliği madde 5-9.İş sağlığı ve güvenliği kanunu				
Önlem Alındıktan Sonra		Yapılan Düzeltici Faaliyet						
 <p>Pres arkasındaki merdanelerin o bölgehisne ışık perdesi koyulmuştur.(Lazer sensör)</p>								
Düzeltme Tarihi		Sorumlu			İhtimal	Şiddet	Skor	5
					1	5	5	

Şekil 3: Risk Değerlendirme Formu.

Tablo 6’da iş kazasının maliyet hesapları bulunmaktadır. Alınan önlemdaki ışık perdesi sensörü maliyeti ise 1500-3000 TL arasındadır. Aslında iş kazasında oluşan maliyet ile fabrikadaki tüm bölgelere ışık perdesi koyulabilirdi. Ayrıca bu kaza maliyetinde, hesaplanamayan veya hesaplanması çok zor olan maliyetler de bulunmaktadır (Üretim kaybının maliyeti, Çalışanların kazadan dolayı korku veya psikolojik nedenlerle üretimde meydana gelen verim kaybının maliyeti, kaza nedeniyle üretimde oluşan kalite bozukluğunun maliyeti vb.).

Tablo 6. İş Kazası Maliyeti.

Direk Maliyetler-Toplam Kayıp Gün 180 Gün	
İlkyardım masrafları	1000 ₺
Tedavi için işverenin harcadığı para	15000 ₺
Tamir için harcanan masraf	500 ₺
Ara Toplam	16500 ₺
Endirekt Maliyetler	
Kazaya uğrayan işçinin ve birlikte çalıştığı işçilerin, iş başı yaptıktan sonra verimlerinin düşmesi ile ilgili maliyeti	25000 ₺
Kazaya uğrayan işçi yüzünden; birlikte çalıştığı işçilerin kaza nedeniyle çalışamadıkları iş süreleri için ödenen ücretlerin maliyeti	8400 ₺
Kazada hasara uğrayan tesis, malzeme ve ekipmanın onarım ve bakımına yönelik maliyeti	4500 ₺
Kaza geçiren işçi yerine alınan işçinin öğrenme süresinin maliyeti	300 ₺
Toplam	54700 ₺

Bunun yanı sıra daha önemli olan insan merkezinde düşünüldüğünde, iş kazası yaşandığında oluşan vicdani rahatsızlık, diğer çalışanlarda oluşan moral bozukluğu, sağlık problemleri, sosyal ve toplumsal sorunlar gibi birçok konuyu beraberinde getirir.

SONUÇ

Ülkemizde iş sağlığı ve iş güvenliği çalışmalarında yasal açıdan Avrupa direktiflerinin bire bir çevrildiğini, uygulama kısmında ise bu yasaların birçoğunun uygulanmadığını veya uygulanamadığı görmekteyiz. Aslında yasal mevzuat konusunda birçok gelişmiş ülkeyle aynı düzeyde olmamıza rağmen, maalesef uygulamada birçok az gelişmiş ülkeyle aynı seviyedeyiz. Makaledeki vaka incelemesinde de görüldüğü gibi önlemler teknik olarak yapılabilirliği olan hatta birçoğu maliyet dahi getirmeyen önlemlerdir. Bilhassa ikinci el makinelerde verim düşmesinden çekinen işverenler konuya yeterince önem vermemektedir. Aslında yeni uygulamalar ve sensörler vasıtasıyla verimin daha artacağı projeleri

yapmak eskiye oranlar çok kolaylaşmıştır. Bu noktada devlet, çalışan, uzman, imalatçılar ve işverenlere büyük görevler düşmektedir. Endüstri 4.0 konusunda her sektörde olduğu gibi iş güvenliğinde de yakalamak zorundayız. Konuyu sadece istatistiksel olarak bakarsak kayıt dışı çalışmalar, bildirim yapılmayan kazalar değerlendirmeleri yanlış yöne götürürler. Sıfır kaza prensibini her sektörde, her işte oluşturmadıkça istenen sonuçlar alınamayacaktır.

2012 yılından bu yana yapılan çalışmalar ve ülkemizde sanayinin gelişimi yıllarından bu yana yapılan çalışmalarda belirli oranlarda farkındalık sağlansa da güvenlik kültürü yeterli seviyeye getirilmedikçe ve önlemler sistematik hale getirilmedikçe iş sağlığı ve iş güvenliği çalışmalarında istenen durum sağlanamayacaktır. Bu yüzden İş sağlığı ve iş güvenliği uygulamalarında farklı bir perspektiften olaylara bakma zorunluluğu kaçınılmaz bir hal almıştır.

Önlemler kişilerin inisiyatifine bırakılmamalıdır. Endüstri 4.0 uygulamaları ile ilgili ARGE çalışmaları yapılmalıdır. Yazılıma önem verilmelidir. Sensörlerle yazılım çalışmaları entegre edilmelidir. Makinelerin tüm bölgelerinde koruyucu çalışmaları düşünülmelidir. TÜBİTAK, KOSGEB vb. kuruluşlar konu hakkında destek ve teşvik çalışmaları yapmalıdır. Sensörlerin bakım, kontrol periyotları belirlenmelidir. Üniversitelerle, devlet işbirlikleri arasında ortak projeler çalışılmalıdır. Konu ile ilgili çalıştaylar yapılarak diğer firmalar da bilgilendirilmelidir. İş sağlığı ve güvenliği uzman eğitimlerinde yeni teknolojilerle ilgili eğitimler verilmelidir. İş güvenliği uzmanları araştırmacı olmalı, işverenlere yeni teknolojiler hakkında sunumlar yapabilmelidir. Her ekipmanın da bakım ve kontrol periyotları belirlenmelidir İş ekipmanlarının kullanımında sağlık ve güvenlik şartları yönetmeliğine sensörler ilave edilmelidir Güvenlik kültürü küçük yaşlarda okullarda verilmesi gerekmektedir. Tasarım ve işletme risk analizleri muhakkak yapılmalıdır. Yurtdışında yapılan sensör çalışmaları incelenmelidir. İş sağlığı ve güvenliğinin temelinde insan merkezli yaklaşım unutulmamalıdır. Tüm planlamalar ve tasarımlar bu doğrultuda yapılmalıdır.

KAYNAKÇA

Alıç, E., Kaşka, Ö., & Bor, O. (2019) “Nem ölçerlerin endüstrideki yeri” Teknik Bilimler Dergisi, 9(1), 8-16.

Altın, E., & Demirel, S. (2016) “Kızıl ötesi sensörlerin sağlık alanındaki uygulamaları” İnönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu Dergisi, 4(2), 1-16.

Ceylan, H. (2011) “Türkiye’deki iş kazalarının genel görünümü ve gelişmiş ülkelerle kıyaslanması” Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi, 3(2), 18-24.

ÇASGEM. (2017), *Türkiye’de iş sağlığı ve güvenliği algısı*. Ankara: Çalışma ve Sosyal Güvenlik Eğitim ve Araştırma Merkezi.

Elektrikde. (2018), *Sensör nedir? Sensörlerin kullanım alanlarına göre çeşitleri*. www.elektrikde.com/sensor-nedir-sensorlerin-kullanim-alanlarına-gore-cesitleri (Erişim tarihi: 30.04.2019).

Işık, A. F. (2013), *Sensör çeşitleri, robotik alanda kullanılan sensörler ve FSR sensör uygulaması*, Balıkesir:Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Yayınlanmamış Doktora Tezi).

MEB. (2012), *Sensörler ve transdüserler*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı.

Naghavi K, Z., Mortazavi, S. B., Asilian M, H., & Hajizadeh, E. (2019) “Exploring the Contributory Factors of Confined Space Accidents Using Accident Investigation Reports and Semistructured Interviews” Safety and Health at Work, 1-9.

Özkiliç, Ö. (2005), *İş Sağlığı ve Güvenliği, Yönetim Sistemleri ve Risk Değerlendirme Metodolojileri*. Ankara: TİSK Yayınları.

Şimsek, H., Saygın, H., Şimsek, S., & Özel, K. (2018) “At Energy Transport Lines Occupational Health And Safety Practices And its Evaluation” 4th Anatolian Energy Symposium with International Participation, 196, 1397-1404.

Şimşek, S., Şimşek, H., Titirinli, E., & Özel, K. (2018) “Elektrikli çalışmalarda iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları” 4. Anadolu Enerji Sempozyumu, 2268-2268.

www.schmersal.net. (Erişim tarihi: 30.04.2019).

www.sgk.gov.tr. (Erişim tarihi: 30.04.2019).

Yumurtacı, M., & Yabanova, İ. (2018) “Sıvı seviye sensörlerinin incelenmesi ve su seviyesi ölçümü uygulaması” Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 18(1), 201-207.

