

# İş Güvenliği Donanımlarına Özel Bir Bakış: Abkant Örneği

Ahmet Efe Şeker<sup>\*1</sup>, Şenol Durmuşoğlu<sup>2</sup>, Egemen Sulukan<sup>3</sup>, Doğuş Özkan<sup>4</sup>

## ÖZ

İnsanlığın artan ihtiyaçlarını karşılamak üzere geliştirilen teknolojilerde kaydedilen ilerlemeler farklı sanayi kollarını doğurmuştur. Her bir sanayi kolunun kendine has çalışma usulleri ve üretim yöntemleri olduğu gibi yapılacak işlere uygun iş güvenliği önlemleri de alınmalıdır. Farklı maksatlarla geliştirilen makinelerin üretim fonksiyonlarını icra edebilecek şekilde özel olarak tasarlanmasının yanında bu makinelere ait güvenlik donanımlarının da makinenin sebep olabileceği kazalara ve operatörün maruz kalabileceği olası tehlikelere karşı ayrıca tasarlanması gerekir. Bu çalışma, sac bükme işlemlerinde kullanılan abkantların güvenlik donanımlarının detaylı olarak incelenmesini ve makinelerde ilave koruyucu sistemler kullanmanın teknik ve hukuki gerekliliğini ortaya koymayı amaçlamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** İş sağlığı ve güvenliği, abkant, güvenlik donanımı

## A Special View to Occupational Safety Equipments: Press Brake Example

### ABSTRACT

Increasing needs of humankind and the progress of technology has created different industries. Since each industry has its specific working and production methods, relevant safety precautions should be taken appropriately. In addition to the design of machines to perform the production functions developed for various purposes, it is also a requirement that safety equipment of these machines should be handled separately against possible hazards and the accidents caused by the machine and the operator. This paper aims to examine the safety equipment of press brakes used in sheet metal bending operations in detail and to indicate the technical and legal necessity of using additional safety systems in machines.

**Keywords:** Occupational health and safety, press brake, safety system

---

\* İletişim Yazarı  
Geliş/Received : 10.05.2018  
Kabul/Accepted : 12.06.2019

<sup>1</sup> Milli Savunma Üniversitesi, Makina Mühendisliği Bölümü, İstanbul - aefeseker@gmail.com, ORCID: 0000-0002-5901-3186

<sup>2</sup> Dr., Öğr. Üyesi, Milli Savunma Üniversitesi, Makina Mühendisliği Bölümü, İstanbul - sdurmusoglu@dho.edu.tr, ORCID: 0000-0003-3232-8484

<sup>3</sup> Dr., Öğr. Üyesi, Milli Savunma Üniversitesi, Makina Mühendisliği Bölümü, İstanbul - esulukan@dho.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1138-2465

<sup>4</sup> Dr., Öğr. Üyesi, Milli Savunma Üniversitesi, Makina Mühendisliği Bölümü, İstanbul - dozkan@dho.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3044-4310



## 1. GİRİŞ

Ülkemizde iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili ilk adım 1945 yılında Çalışma Bakanlığı'nın kurulması ile atılmıştır. O tarihten bu yana iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili yasal mevzuatımız ve organlarımız çağın gerektirdiği şekilde birtakım değişim ve dönüşümlere uğramıştır. Bu değişimlerin sonucunda, bugün ülkemizde iş sağlığı ve güvenliğinin yasal dayanağı 30 Haziran 2012 tarihinde yayımlanarak yürürlüğe giren 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'dur. Yürürlükteki yasal mevzuatın uygulanması ise İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü'nün sorumluluğundadır [1].

Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) iş kazasını “işten kaynaklanan veya iş sırasında ortaya çıkan, ölümcül veya ölümcül olmayan bir yaralanma ile sonuçlanan durum” şeklinde tanımlamıştır [2]. Bu tanım doğrultusunda, iş güvenliğinin sağlanabilmesi için planlanmamış ve beklenmeyen olayların doğurabileceği olası risklere karşı hazırlıklı olunması gerekmektedir. Gerçekleşebileceği değerlendirilen bir kazadan korunmak için kazanın gerçekleşmesini bekleyip kaza anında çözüm üretmeye çalışmak ve bu kazadan edinilen bilgi ile aynı kazayı tekrar yaşamamak için önlemler almaya çalışmak yerine, proaktif bir yaklaşımla kaza gerçekleşmeden olası tehditlerin ve risklerin belirlenerek önlem alınması daha uygundur.

ILO, 2008 yılında dünya genelinde 2,3 milyondan fazla kişinin iş ile ilgili kazalar veya hastalıklar sebebi ile hayatını kaybettiğini tahmin etmektedir. Bu tahmin, günde ortalama 6300'den fazla kişinin işle alakalı bir sebepten ötürü hayatını kaybetmiş olması anlamına gelmektedir [3]. Kazaların önlenmesi için iş güvenliği kültürünün oluşması, makinelerle yapılan çalışmalar için güvenlik talimatlarının belirlenmesi ve bu talimatlara uyulması gerekmektedir. Bunun yanı sıra işçilerin disiplinsiz ve dikkatsiz çalışması durumunda maruz kalabileceği tehlikeler hakkındaki farkındalığı ve sorumluluk bilinci kazaların önlenmesinde önemli rol oynar. Önlenemeyecek türden kazaların doğurabileceği muhtemel olumsuzlukları en aza indirgeyebilmek için ise kişisel koruyucu donanım (KKD) kullanımı ve makinenin fonksiyonuna yönelik güvenlik donanımlarının kullanımı ön plana çıkmaktadır. KKD ve makinelerde kullanılan güvenlik donanımları işçiyi yaptığı işten kaynaklanabilecek türden kazalara karşı koruyacak ve işçinin iş kazasını olabilecek en az zararla atlattığını sağlayacaktır.

Maalesef günümüzde bazı işverenler hala iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili masraflardan kaçınmaktadır. Oysa iş sağlığı ve güvenliğine yapılan yatırımların işletmeyi zarara sokmadığı, aksine olası kazalardan doğabilecek hammadde kaybı, makine onarım maliyeti, işçiye ödenecek tazminat, yerine getirilmeyen yükümlülüklerden kaynaklı idari para cezaları, hatta hapis cezaları gibi olumsuzlukları önlediği ortadadır. Örneğin; 2006 yılında, tersane inşaatına beton getiren firmanın beton pompası hortumunun patlaması nedeniyle 7 metre yüksekliğindeki inşaattan düşen bir işçinin açtığı tazminat



davası ile kazaya neden olan şirket 1 milyon 650 bin TL tazminata mahkûm edilmiştir. Kazaya uğrayan işçinin "Kaza olmaması, işçilerin ölmemesi ve özürlü olmamaları için işverenlerin daha dikkatli olmaları gerekir. İşverenlerin sırf maliyetinin fazlalığı nedeniyle iş güvenliği önlemlerini almaktan kaçınmamaları gerekir. Aksi takdirde işverenler dava sonunda daha fazla tazminatla karşı karşıya kalabilirler." şeklindeki sözleri ise iş güvenliğini sağlayacak harcamalardan kaçınmamanın önemi hakkında ibret verici bir referans niteliğindedir [4]. Yine 2006 yılında çift el kumandalı eksantrik preste meydana gelen bir iş kazası ile ilgili olarak mahkemeye sunulan bilirkişi raporunda, işçinin tecrübeli olmadığı halde gerekli eğitim verilmeden iş başı yaptırıldığına ve işçiye koruyucu donanım verilmediğine atıfta bulunulmuş ve işveren kuruluşun %100 oranında kusurlu bulunduğu ifade edilmiştir [5].

ABD Çalışma Bakanlığı'na bağlı OSHA'nın verilerine göre 1984 yılından 2019 yılına kadar abkantlarla ilişkili 287 iş kazası gerçekleşmiştir. Bu kazaların 8 tanesi ölümlü kazalardır. Şekil 1'de abkantlarla ilişkili gerçekleşen iş kazalarının yıllara göre dağılımı verilmiştir. En fazla iş kazası 39 tane ile 2017 yılında gerçekleşmiştir. 2017 yılından önce ise abkantlarla ilişkili iş kazalarının gerçekleşme sıklığının en yüksek olduğu aralık 1996-1999 yılları arasındadır. 1984 yılından 2013 yılına kadar her yıl abkantlarla ilişkili en az 1 iş kazası gerçekleşmiş olmasının yanında 2013'ten 2017'ye kadar hiç iş kazası olmaması ve 2017'deki iş kazası sayısının 1984'ten beri en yüksek değerine çıkması dikkat çekicidir. 1984-2019 yılları arasında abkantlarla ilişkili iş kazalarının yıllık ortalaması 8'in üzerindedir [6].

Bu çalışma, sac bükme işlemlerinde kullanılan abkantların güvenlik donanımlarının detaylı olarak incelenmesini ve genel olarak makinelerde, özeldi ise abkantlarda ilave koruyucu sistemler kullanmanın teknik uygunluğunu ve hukuki gerekliliğini ortaya koymayı amaçlamaktadır.



## 2. İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ALANINDA ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Makinelerde güvenlik donanımları kullanmanın iş sağlığı ve güvenliği açısından gerekliliği ve yasal zorunluluğu çeşitli çalışmalarla ele alınmıştır. Özkılıç [7] güvenli makinelerin imalatçı ve kullanıcı için hukuki güvence sağladığını ifade etmiş ve TS EN 12100 standardına dikkat çekerek risk analizi ve risk tetkikinin adımlarından bahsetmiştir. TS EN 12100'e Göre Risk Analizi ve Risk Tetkikinin Adımları Şekil 2'de verilmiştir.

Büküm makineleri imalatı yapan Amada firmasının Şubat 2016'da yayımladığı güvenlik kılavuzu abkantlarda kullanılacak güvenlik donanımları ile ilgili bilgi ve tavsiyeler vermektedir. Kılavuzun sonunda yapılması planlanan işlemlere göre hangi güvenlik donanımlarının seçilmesi gerektiği hakkında tavsiye veren bir tablo ve örnek kaza raporu yer almaktadır [8].

ABD Çalışma Bakanlığı'na bağlı OSHA'nın "Machine Safeguarding at the Point of Operation" adlı teknik kaynaklar bölümü yayınında abkant ile çalışmada oluşabilecek tehlikeler tanımlanmış ve bu tehlikelerden korunmak için alınabilecek önlemler anlatılmıştır. Ayrıca belgede abkantlarda kullanılacak bazı güvenlik donanımlarından bahsedilmiş ve abkant operatörünün nasıl çalışması gerektiği tarif edilmiştir [9].

Pehlivan [10] metal sanayi sektöründeki makine ve ekipmanların potansiyel risklerinin değerlendirilmesi konusuna değindiği çalışmasında abkant pres için risk değerlendirmesi yapmıştır. Bu çalışmada abkantlarda yaşanan kazaların çoğunlukla büküm sırasında parmak kaptrılması şeklinde olduğunu ifade edilmiştir. Şekil 3'te abkant pres için risk değerlendirmesi tablosu yer almaktadır. Tabloda mekanik riskler ve tehlikeler ortaya konmuştur. Bu risklerin oluşturabileceği tehlikeli durumların oluşma olasılığı, oluşma sıklığı, yaralanma şiddeti ve maruz kalan kişi kısımları belirtilerek riskler anlamlandırılmış ve sonuç bölümünde risklerin şiddetleri belirtilmiştir.

Pouliquen ve arkadaşları [11] sanal gerçeklik ile modelledikleri abkant ve sanal ellerle yaptıkları çalışmada işçiyi tehlikeye atmadan abkant güvenlik donanımlarının test ve tasarımlarının yapılmasında sanal gerçekliğin katkısını vurgulamıştır. Çalışmada makine ile ilgili risklere (M), iş istasyonu çevre etkileri ile ilgili risklere (E) ve birinin bu riskleri kontrol etme kabiliyeti ile ilgili risklere (P) bağlı bir genel risk endeksi (R) kullanılmıştır. Hesaplanan değerlerle risk seviyesi tahmin edilerek önceden tanımlanmış tehlike dereceleri ile karşılaştırılabilir.

İş sağlığı ve güvenliği donanımları ve abkantlarla ilgili yapılmış birtakım çalışmalar ve bilgi veren dokümanlar olsa da literatürde güvenlik donanımları ve abkantların birlikte incelendiği bir çalışmaya rastlanamamıştır. Bu açıdan, bu çalışmanın güvenlik donanımları ve abkantlar hakkında literatüre katkıda bulunması beklenmektedir.



Tehlike ve Risklerin Tanımı (EN ISO 12100:2010'a göre)		Risk Var mı?	Tedbirler Öncesi Risk Faktörü					Risk Derecesi Değerlendirmesi
			LO	FE	DPH	NP	HRN	
			E	LO	FE	DPH	NP	
<b>1. Mekanik Riskler</b>	<b>Mekanik Tehlikeler (Tehlikeli Durumlar / Tehlike Alanı)</b>							
1.1 ezilme, sıkışma	Büküm kalıplarının makineye takılması esnasında el sıkışması	E	2	1	4	1	8	Düşük Risk
1.2 Kesme, kesilme	Malzemenin köşelerinden dolayı el kesilmesi	E	8	5	0,5	1	20	Dikkate Değer Risk
1.3. Makaslama, kırılma	Büküm sırasında makine ile saç malzeme arasında el sıkışması	E	5	5	4	1	100	<b>Yüksek Risk</b>
1.4 dolanma, sarma		-					0	n/a
1.5 saplanma, batma, delinme		-					0	n/a
1.6 çarpma, darbe	Parçaların makineden alınması veya yerleştirilmesi sırasında düşmesi	E	10	5	0,5	1	25	Dikkate Değer Risk
1.7 sürtünme, ağır ısınma	Büküm sırasında yeterli yeterli soğutmanın olmaması durumunda	E	1	5	1	1	5	Çok Düşük Risk
1.8 yüksek basınç fıkrımasından ekilenme	Yük altında hidrolik sistemden yağ sızması veya fıkrması	E	1	5	0,5	1	3	Çok Düşük Risk
1.9 parçanın fırlaması		-					0	n/a

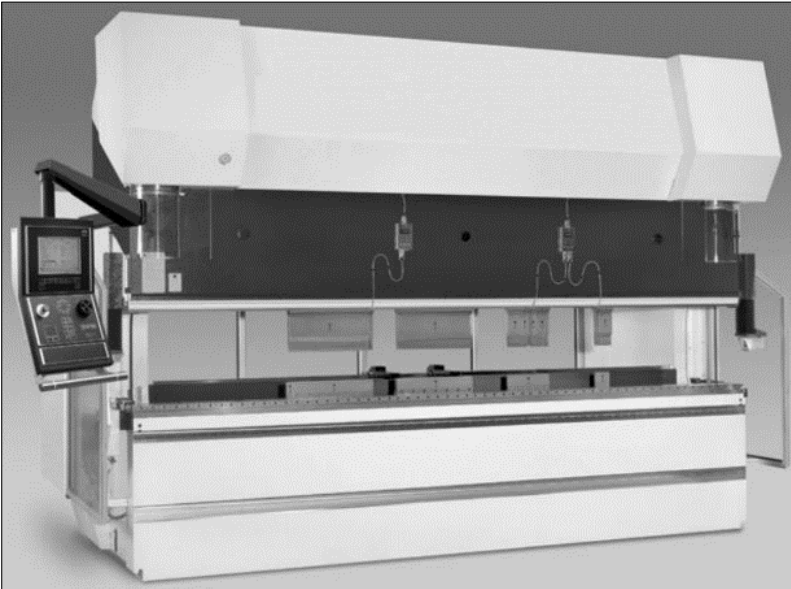
**Şekil 3.** Abkant Pres İçin Risk Değerlendirmesi [10]

### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1 Materyal

Abkant, CNC kontrollü bir sac metal büküm makinesidir. Abkantlar çeşitli tonajlarda (30-500 ton arası) ve genişliklerde (1000-8000 mm arası) olabilirler. Büküm işlemini gerçekleştiren üst ve alt kalıpları vardır. Üst kalıplar (erkek kalıp) "V" şeklinde, alt kalıplar (dişi) ise yine "V" şeklinde olup, erkek kalıbın tam olarak içine oturmasını sağlar. Arasında kalan sac levhayı büyük bir hidrolik kuvvet uygulayarak programlanan şekilde bükerek [12].

CNC'de bükülecek parçaların açınımı, arka dayama pozisyonları, bükme sıraları, bükme açıları için gerekli strok ve kalıplar ile bükülecek parçanın uyumluluğu, malzeme bilgileri tanımlanmak şartı ile kontrol ünitesi tarafından otomatik olarak yapılır. Ayrıca büküm esnasında herhangi bir çarpma olup olmadığını ve kontrol ünitesinin tipine göre bükümleri üç boyutlu olarak izleyebilme imkânı da vardır. Eklenen bu yeniliklerle abkant tezgahları günümüzde eksisinden çok daha güvenli ve kullanışlıdır. Abkant tezgahlarına eklenen yeniliklere son yıllarda bir yenisini de Bytronic firması eklemiştir. Firmanın geliştirdiği kalıp değiştirici sayesinde operatörün veya teknisyenin müdahalesi olmaksızın robotik bir kol vasıtasıyla tezgahta kullanılan kalıp değiştirilebilmektedir [13]. Bu sistem sayesinde hızlı ve hassas bir şekilde kalıp değişimi yapılabilmesinin yanında operatörün iş yükü de önemli ölçüde azalmış olur. Operatörün kalıp değişimi işlemi için kalıplara dokunmasına gerek kalmaması sebebiyle



Şekil 4. CNC Abkant [14]



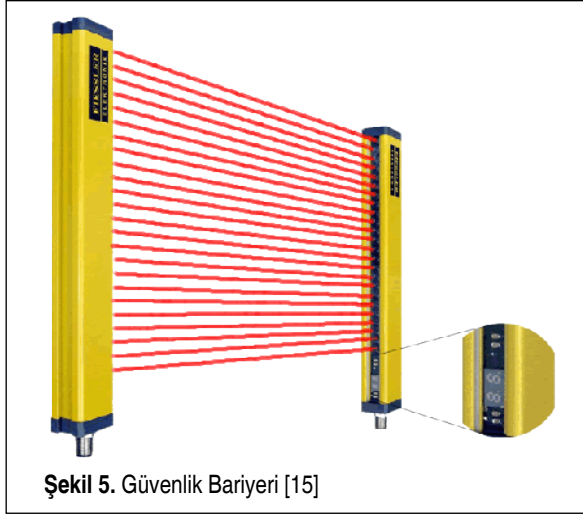
operatör takım değişimi esnasında gerçekleşebilecek iş kazalarından korunmuş olur. Ayrıca operatörün iş yükünün azalması da yorgunluk ve dikkat dağınıklığından kaynaklanabilecek iş kazalarını azaltacaktır. Şekil 4’te bir abkant resmi verilmiştir [14].

### 3.2 Metot

Çalışmada güvenliği sağlayabilmek için iş, işçi veya makine ile ilgili meydana gelebilecek olumsuzluklar öngörülerek bu olumsuzluklara karşı önlemler alınmalıdır. Meydana gelebilecek olumsuzluk senaryoları işi, işçiyi veya makineyi farklı yönlerden tehdit edebilir. Bu bağlamda, tek bir güvenlik önlemi olarak güvenliği sağlamak çoğu zaman mümkün olmamaktadır. Abkant ile çalışma esnasında meydana gelebilecek türden kazalara karşı tasarlanmış birçok güvenlik donanımı vardır. Bu donanımlar farklı üreticiler tarafından farklı isimlerle piyasaya sürülmüş olsalar da aynı tehlike için tasarlanan güvenlik donanımlarının çalışma prensipleri de aynıdır. Bu çalışmada abkant güvenlik donanımları güvenlik bariyeri, parmak koruma lazer sistemi, yan korumalar, arka koruma, üç pozisyonlu ayak pedalı, ön sac destek sistemi, arka dayama sistemi, çift el kumanda sistemi, otomatik strok durdurma cihazı ve güvenlik PLC’si olmak üzere 10 başlıkta ele alınmıştır. Ayrıca genel olarak makinelerde, özel olarak ise abkantlarda güvenlik donanımı kullanmanın yasal gerekliliği üzerinde durulmuştur.

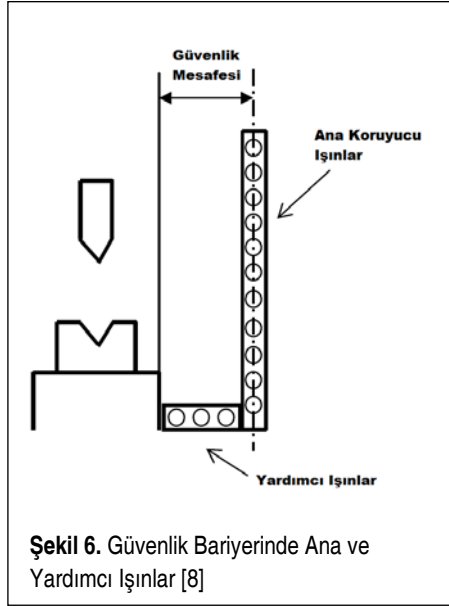
#### 3.2.1 Güvenlik Bariyeri

Çalışma bölgesinin önünde üst kalıbın hareket eksenine dik şekilde konumlandırılan bir sistemle oluşturulan bir ışın perdesinden ibarettir. Şekil 5’te Fiessler [15] firmasının ürettiği bir güvenlik bariyerinin resmi verilmiştir.



Şekil 5. Güvenlik Bariyeri [15]

Üst kalıbın parçayı bükmek için harekete geçmesi sırasında eğer ışınlar bir engele çarparsa çeneler çalışmayı durdurur. Kalıpların ayrılması esnasında ışınlar engele çarparsa da kalıplar ayrılmaya devam eder. Güvenliği artırmak için operatörün ana ışın perdesi ile makine arasına geçmesi ihtimaline karşı yardımcı ışın perdesi de kullanılmalıdır. Böylelikle operatör ana ışın perdesine yakalanmasa bile yardımcı ışın perdesine yakalanacaktır ve kalıbın hareketi duracaktır. Ana ve yardımcı ışınların şematik resmi Şekil 6'da verilmiştir [8].



Abkant ile çalışmada güvenlik bariyeri güvenliği büyük ölçüde sağlasa da kullanışlı değildir. Operatörün büküm yaparken çoğu zaman sacı tutması gerekir ve operatör sacı tutarken ışınlar operatöre çarparak kesilmiş olur. Bu durumda güvenlik bariyeri devreye girerek bükümü durdurur ve büküm işlemi tamamlanamaz. Belirtilen kullanım zorluğu ve işi yavaşlatıcı etkisi sebebiyle güvenlik bariyeri endüstride fazla tercih edilmez.

### 3.2.2 Parmak Koruma Lazer Sistemi

Parmak koruma lazer sistemi, sac bükümünün gerçekleştirildiği bölgede alt ve üst kalıp arasında lazer ışını gönderen bir cihazdır. Güvenlik bariyerinde olduğu gibi üst kalıbın parçayı bükmek için harekete geçmesi sırasında lazer ışınları bir engelle karşılaşırsa üst kalıp durur ve kalıpların ayrılması esnasında ışınlar bir engele çarparsa da kalıplar ayrılmaya devam eder. Şekil 7'de RF firması tarafından üretilmiş olan bir parmak koruma lazer sistemi görülmektedir [16].





Şekil 7. Parmak Koruma Lazer Sistemi [16]

Parmak koruma lazer sistemi, abkanta lazer ışınları alt ve üst kalıp arasında olacak şekilde bağlanır. Bu sayede operatörün elini veya parmağını kalıpların arasına sıkıştırması tehlikesi önlenir ve operatörün parça bükmesi esnasında abkant operatörü tarafından lazer ışınları engellenmiş olmaz. Lazer ışınları yalnızca alt ve üst kalıp arasında bir engel girerse kesintiye uğrar ki zaten sistemin amacı da böyle bir durumda üst kalıbı durdurup emniyeti sağlamaktır. Lazer ışınlarının alt ve üst kalıpların arasında yer alması güvenlik bariyerinde karşılaşılan ışının abkant operatörüne çarpması sebebi ile bükümün durması problemini ortadan kaldırır.

### 3.2.3 Yan Korumalar

Yan korumalar, abkantın yanlarına takılan koruyuculardır. Operatörün abkantın herhangi bir yanından alt ve üst kalıp arasına elinin sıkışmasını ve sacın büküm işlemi



Şekil 8. Abkant Üzerine Uygulanmış Yan Koruma [17]

bittikten sonra dışarı çıkartılması esnasında operatöre veya diğer işçilere çarpmasını önler. Şekil 8’de kırmızı dikdörtgen içine alınan kısımlarda Makbend firmasına ait, abkant üzerine uygulanmış yan korumalar görülmektedir [17].

### 3.2.4 Arka Koruma

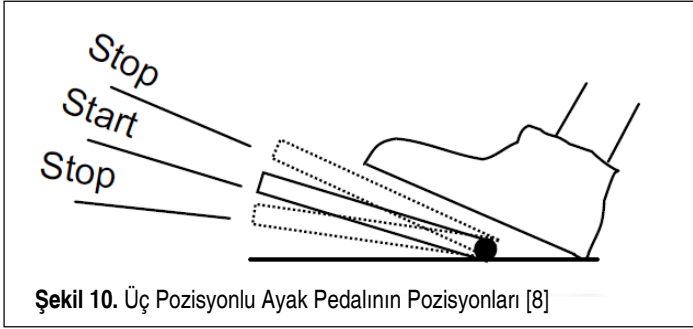
Abkantın arkasına yerleştirilen, yan korumalara benzeyen koruyucudur. Abkantın arkasından insan ve malzeme girişini önler. Abkantın arkasına geçişin önlenmesi ile olası bir geçişte arkaya geçen kişinin ellerini alt ve üst kalıp arasında sıkıştırması veya abkantın arkasına geçen kişiye arka dayamanın çarpması gibi tehlikeler önlenmiş olur. Özellikle abkantı kullanan ana ve yardımcı operatör dışındaki işçilerin güvenliğini sağlar. Şekil 9’da kırmızı dikdörtgen içine alınmış bölgede Sandıkçılar firmasına ait, abkant üzerine uygulanmış bir arka korumanın resmi görülmektedir [18].



Şekil 9. Abkant Üzerine Uygulanmış Arka Koruma [18]

### 3.2.5 Üç Pozisyonlu Ayak Pedalı

Üç pozisyonlu ayak pedalı bükümün başlatılmasını sağladığı gibi durdurulmasını da sağladığı için bir güvenlik donanımı olarak değerlendirilmektedir. Üç pozisyonlu pedalin birinci pozisyonu üst kalıbı durdurur. İkinci pozisyonu ise üst kalıbı harekete geçirerek bükümü başlatır. Son olarak pedala sertçe basılarak üçüncü pozisyona getirildiğinde üst kalıp birinci pozisyonda olduğu gibi durur. Üç pozisyonlu ayak pedalının pozisyonları şematik olarak Şekil 10’da verilmiştir.



Operatörün büküme başladıktan sonra öne doğru dengesini kaybetmesi ve istemeden pedala sertçe basarak pedalı üçüncü pozisyona getirmesi halinde büküm duracaktır. Pedalın özelliği sayesinde böyle bir durumda operatörün eli alt ve üst kalıp arasına girmiş olsa bile büküm işlemi duracağından iş kazası önlenmiş olacaktır. Operatör, bir büküm işlemi esnasında kendini tehlikede hissettiğinde pedalı bırakmak yerine sertçe basma eğiliminde olacaktır. Böyle bir durumda yine üç pozisyonlu ayak pedalı işçiyi iş kazasından kurtaracaktır. Benzer şekilde operatör panik anında pedala sertçe basmak ve ayağını pedaldan çekme ikileminde kalsa bile pedalın birinci ve üçüncü pozisyonları bükümü durduracağı için tehlike yine önlenmiş olacaktır [8].

### 3.2.6 Ön Sac Destek Sistemi

Ön sac destek sistemi, abkantın önüne monte edilir ve sacı taşır. Abkant operatörünün ön sac destek sistemi sayesinde sacı taşımasına gerek kalmaz. Bu sistem, özellikle sacın ağır olduğu durumlarda operatörün fazladan yorulmasını önler. Ayrıca ön sac



destek sistemi sacın alt ve üst kalıp arasına yerleştirilmesini kolaylaştırdığı için sacın alt ve üst çene arasına destek olmadan yerleştirilmeye çalışılması esnasında sacın dalgalanması ile operatöre zarar vermesini önler. Şekil 11’de Dener Makine’nin ürettiği bir ön sac destek sistemi görülmektedir [19].

### 3.2.7 Arka Dayama

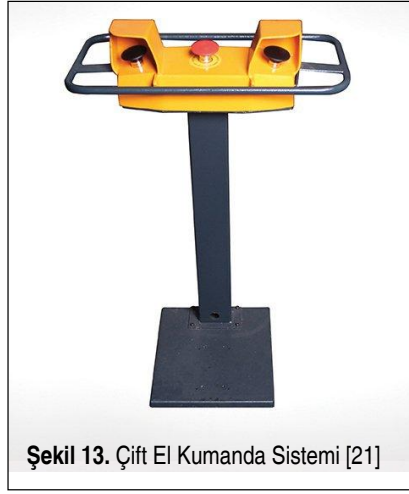
Arka dayama, bükümün yapılacağı ölçü ayarlandıktan sonra iş parçasının kaymasını önler. Bu sistem sayesinde iş parçası alt kalıp ve arka dayama üzerindeki basamağın üstüne oturur ve iş parçasının kayarak büküm ölçüsünün bozulması önlenir. Arka dayama bir abkant güvenlik donanımı olarak değerlendirilmektedir. Çünkü arka dayama sistemi sayesinde sacın büküleceği noktanın ölçüsü ayarlanırken operatörün elini alt ve üst kalıp arasına sokması gerekmez. Arka dayama sistemi bilgisayar kontrollü olarak istenen ölçüye getirilir ve iş parçası arka dayamaya dayandırıldığında büküm için doğru konumda olur. Şekil 12’de Baykal firmasının ürettiği bir arka dayama sistemi verilmiştir [20].



Şekil 12. Arka Dayama Sistemi [20]

### 3.2.8 Çift El Kumanda Sistemi

Çift el kumanda sistemi, üzerinde büküm yapılmasını sağlayan iki düğme ve bir acil durum durdurma düğmesi bulunan stant tipi bir kontrol cihazıdır. Bu cihaz, üzerindeki düğmelere aynı anda basılması ile çalışır. Eğer iki düğmeye de basılmazsa veya

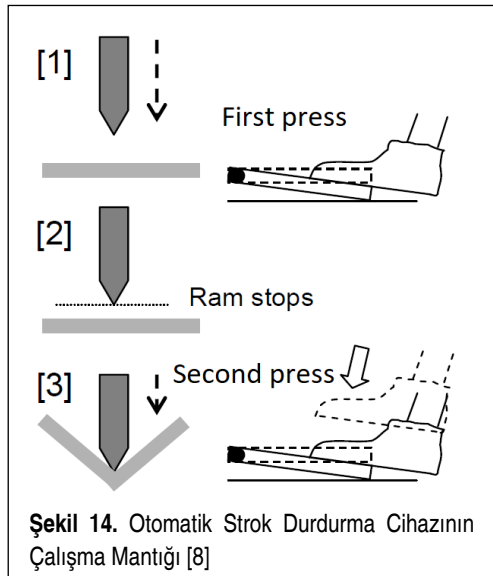


Şekil 13. Çift El Kumanda Sistemi [21]

düğmelerin önce birine daha sonra diğerine basılırsa büküm gerçekleşmez. Çift el kumanda sistemi ile operatörün ellerinin kumanda üzerindeki butonların üzerinde olacak şekilde çalışması sağlanır. Bu sayede operatörün elini alt ve üst kalıp arasına sıkıştırma riski önlenir. Şekil 13'te Şahin Makine tarafından üretilmiş bir çift el kumanda sistemi yer almaktadır [21].

### 3.2.9 Otomatik Strok Durdurma Cihazı

Otomatik strok durdurma cihazı bükümün güvenli bir şekilde gerçekleştirilmesinin kontrolünü sağlar. Operatör pedala ilk bastığında üst kalıp iş parçasına aralarında 6



Şekil 14. Otomatik Strok Durdurma Cihazının Çalışma Mantığı [8]

mm kalana kadar yaklaşır ve durur. Bu esnada operatör güvenliği ve ölçünün doğruluğunu kontrol edebilir. Operatör pedala ikinci kez bastığında büküm tamamlanır. Pedala ilk basıldığı anda üst kalıp parçaya aralarında 6 mm kalacak kadar yaklaştığı için kalıpların arasına veya parça ile kalıp arasına parmak sıkışma riski büyük ölçüde azalmış olur. Şekil 14’te otomatik strok durdurma cihazının çalışma mantığı şematik olarak gösterilmiştir.

### 3.2.10 Güvenlik PLC’si

Abkant ile çalışmada güvenliği sağlayabilmek için diğer güvenlik donanımlarına ek olarak bir güvenlik PLC’si kullanılabilir. Güvenlik PLC’si; CPU, haberleşme ve giriş-çıkış modüllerinden oluşmaktadır. Abkant üzerindeki bütün güvenlik donanımlarının güvenlik PLC’sine bağlanması ve programlanması ile güvenlik sağlanır. Sağladığı güvenliğin yanında güvenlik PLC’sinin kurulumu oldukça zahmetlidir. Bütün güvenlik donanımları tek bir merkezden yönetileceğinden, güvenlik PLC’sinin kurulumu için makine ve elektrik panosu üzerinde birçok değişiklik gerekmektedir. Şekil 15’te SICK firmasının ürettiği bir güvenlik PLC’sinin resmi verilmiştir [22].



Şekil 15. Güvenlik PLC’si [22]

### 3.2.11 Hukuki Gereklilik

İş sağlığı ve güvenliği donanımlarını temin etmek ve kullanılmasını sağlamak işverenin, bu donanımları talimatına uygun bir şekilde kullanmak da işçinin yükümlülüğüdür. Bilinçli ve yaptığı işe saygı duyan her işveren de işçi de iş sağlığı ve güvenliği donanımları hakkındaki sorumluluk sahibidir. Öte yandan iş sağlığı ve güvenliği donanımları için yapılan yatırımları gereksiz masraf olarak niteleyen işverenler ve “bir şey olmaz” düşüncesi ile güvenlik donanımlarını kullanmak istemeyen işçiler de var-



dır. Bu bilgi eksikliği ve sorumsuzluktan kaynaklanan düşüncelerin işi ve işçiyi tehdit etmemesi için güvenlik donanımları 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nun çeşitli kısımlarında ele alınmıştır.

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nun ikinci bölümünde yer alan 4'üncü maddede "işverenin sorumlulukları" konusuna değinilmiştir. İlgili maddenin 1'inci fıkrasının a bendi "Mesleki risklerin önlenmesi, eğitim ve bilgi verilmesi dâhil her türlü tedbirin alınması, organizasyonun yapılması, gerekli araç ve gereçlerin sağlanması, sağlık ve güvenlik tedbirlerinin değişen şartlara uygun hale getirilmesi ve mevcut durumun iyileştirilmesi için çalışmalar yapar" hükmünü amirdir.

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nun ikinci bölümünde yer alan 9'uncu maddede "Risk değerlendirmesi, kontrol, ölçüm ve araştırma" konusuna değinilerek ilgili maddenin 2'nci fıkrasında "İşveren, yapılacak risk değerlendirmesi sonucu alınacak iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri ile kullanılması gereken koruyucu donanım veya ekipmanı belirler" hükmünü amirdir.

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nun ikinci bölümünde yer alan 16'ncı maddede "çalışanların bilgilendirilmesi" konusu açıklanmıştır. İlgili maddenin 2'nci fıkrasının a bendinde "İşyerinde karşılaşılabilecek sağlık ve güvenlik riskleri, koruyucu ve önleyici tedbirler" ifadesi kullanılarak işverenin çalışanları risklerden korunmak için kullanılması gereken koruyucular ve alınması gerekli önlemler konusunda bilgilendirmesi gerektiği vurgulanmıştır.

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nun ikinci bölümünde yer alan 18'inci maddede "Çalışanların görüşlerinin alınması ve katılımlarının sağlanması" konusuna değinilmiştir. İlgili maddenin 2'nci fıkrasında "İşveren, destek elemanları ile çalışan temsilcilerinin aşağıdaki konularda önceden görüşlerinin alınmasını sağlar" denilmiş ve ilgili fıkranın b bendinde de "Risk değerlendirmesi yapılarak, alınması gereken koruyucu ve önleyici tedbirlerin ve kullanılması gereken koruyucu donanım ve ekipmanın belirlenmesi" ifadesi ile, işle doğrudan muhatap olan işçilerin yaptıkları işin neden olabileceği tehlikeye göre güvenlik donanımı talep edebilmelerine hukuki bir dayanak sağlanmıştır. Ayrıca aynı maddenin 3'üncü fıkrasında "Çalışanların veya çalışan temsilcilerinin, işyerinde iş sağlığı ve güvenliği için alınan önlemlerin yetersiz olduğu durumlarda veya teftiş sırasında, yetkili makama başvurmalarından dolayı hakları kısıtlanamaz" ifadesi ile işçilerin sosyal haklarını kaybetme korkusu yaşamadan güvenlikle ilgili endişelerinin giderilmesi için gerekli adımları atabilmelerinin önü açılmıştır.

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nun ikinci bölümünde yer alan 19'uncu maddede "çalışanların yükümlülükleri" konusuna atıfta bulunularak ilgili maddenin 2'nci fıkrasında çalışanların, işveren tarafından verilen eğitim ve talimatlar doğrultusunda yükümlülükleri açıklanmıştır. İlgili fıkranın a bendinde "İşyerindeki makine,



cihaz, araç, gereç, tehlikeli madde, taşıma ekipmanı ve diğer üretim araçlarını kural-lara uygun şekilde kullanmak, bunların güvenlik donanımlarını doğru olarak kullan-mak, keyfi olarak çıkarmamak ve değiştirmemek” hükmü ile c bendinde “İşyerindeki makine, cihaz, araç, gereç, tesis ve binalarda sağlık ve güvenlik yönünden ciddi ve yakın bir tehlike ile karşılaştıklarında ve koruma tedbirlerinde bir eksiklik gördükle-rinde, işverene veya çalışan temsilcisine derhal haber vermek” hükmü yer almaktadır. Buna göre işçi hem güvenlik donanımlarını kullanmak konusunda, hem de güvenlik donanımlarında bir problem olması durumunda bunu işverene bildirmek konusunda yükümlülük altına sokulmaktadır.

### 3.2.12 Teknik Uygunluk

Abkantlarda ve diğer makinelerde güvenlik donanımları kullanılmasının hukuki bir gereklilik olmasının yanında bu donanımların olası tehlikeleri önlemeye uygun yapı-da olması da bir gerekliliktir. Makinelerde kullanılan güvenlik donanımlarının teknik uygunluğu 17 Mayıs 1983 tarihli Resmi Gazete’de yayınlanan Makina Koruyucuları Yönetmeliği’ne ve 3 Mart 2009 tarihli Resmi Gazete’de yayınlanan Makina Emniyeti Yönetmeliği’ne göre belirlenmektedir.

Makina Koruyucuları Yönetmeliği’nde güvenlik donanımları “Koruyucu” adı ile ele alınmıştır. Yönetmeliğin 4’üncü maddesinde “Koruyucular, operatör ile makina ve tezgahta görevli diğer personeli kaza, iş kazaları ve meslek hastalıklarına karşı koru-yacak, parça sıçraması, gaz, toz intişarı gibi durumları da önleyecek nitelik ve biçimde olacaktır. Koruyucular, tezgahla doğrudan ilgisi olmamakla birlikte tezgah veya maki-na çevresinde bulunanların da hareket eden kısımlarla temasını önleyecektir” ifadeleri ile güvenlik donanımlarının sahip olması gereken nitelikler geniş bir çerçevede ortaya konmuştur. Yönetmeliğin 5’inci maddesinde “Koruyucuların tasarımı ve tezgah üzer-inde tespiti tezgahta çalışanları engellemeyecek, üretimi aksatmayacak ve kaliteyi bozmayacak biçimde olacaktır” ifadesi ile güvenlik donanımlarının ergonomisine ve verimine atıfta bulunulmuştur. 6’ncı maddede güvenlik donanımlarının bakımına de-ğirilerek “Koruyucular, amaca uygun, kullanılması kolay sağlam ve dayanıklı olacak, gerektiğinde çıkarılmadan bakımı yapılabilecek şekilde olacaktır” denilmiştir. 7’nci maddede ise pres, giyotin ve benzeri tezgahlarda, koruyucunun operasyon noktasın-dan uzaklığına göre koruyucu aralıkları verilmiştir. İlgili maddede “Bu ölçüler esas olmakla birlikte, çalışan elini düz olarak tezgah tablası üzerinde hareket ettirdiğinde, koruyucu aralığından geçen parmak uçları operasyon noktasına ulaşamayacaktır” de-nilerek verilen ölçülerin bir tavsiye niteliğinde olduğu açıklanmıştır. Pres, giyotin ve benzeri tezgahlarda, koruyucunun operasyon noktasından uzaklığına göre koruyucu aralıkları Tablo 1’de verilmiştir [23].

Makina Koruyucuları Yönetmeliği’nin 9’uncu maddesinde “Her makinanın özelliği-ne göre operasyon noktaları uygun koruyucu içine alınacak, varsa ilgili Türk Stan-





**Tablo 1.** Pres, Giyotin ve Benzeri Tezgahlarda, Koruyucunun Operasyon Noktasından Uzaklığına Göre Koruyucu Aralıkları [23]

Koruyucu Aralığı (en çok mm)	Koruyucunun operasyon noktasından uzaklığı (mm)
6	0 - 30
10	38 - 53
13	53 - 78
16	78 - 130
20	130 - 155
22	155 - 180
32	180 - 206

yardımına uygun olacaktır. Hareketli kısımlarda aynı şekilde korunacaktır.” ifadesi yer almaktadır. Benzer bir şekilde 10’uncu maddede “Yurtiçinde yapılan makina ve tezgahların koruyucuları yapımçı firma tarafından ilgili Türk standartlarına uygun olarak yapılacaktır. Türk Standardı olmayan koruyucular için yapımçı firma Türk Standartlar Enstitüsünden uygun koruyucu standardının yapılmasını isteyecektir. Ancak standart hazırlanıncaya kadar Türk Standartlar Enstitüsünün göstereceği esaslara uyacaktır.” ifadesi yer almaktadır. Bu son iki maddede güvenlik donanımlarının TSE’ye uygunluğuna atıfta bulunulmuştur. Güvenlik donanımlarında TSE’ye uygunluk şartı koşulması şüphesiz ki daha güvenilir cihazların kullanılmasını sağlayacaktır. Makina Emniyeti Yönetmeliği’nde güvenlik donanımları “emniyet aksamı” adı ile ele alınmıştır. Makine Koruyucuları Yönetmeliği, güvenlik donanımlarının sahip olması gereken özellikleri ve makinaların uygunluklarını düzenleyen bir yönetmeliktir. Makina Emniyeti Yönergesi kapsamındaki makinaların “CE” işareti taşıması zorunludur. CE İşareti, ürünün ilgili teknik düzenlemesine uygun olduğunu ve ürünlerin amacına uygun kullanılması halinde insan can ve mal güvenliği, bitki ve hayvan varlığı ile çevreye zarar vermeyeceğini gösteren bir işarettir [24]. Üretilen makinelerin CE işareti taşıyabilecek uygunluğa getirilmesi için Makine Emniyeti Yönetmeliği’nin 5’inci maddesinin 1’inci fıkrasında yer alan a, b, c, d ve e bentleri sırası ile uygulanmalıdır.

Makine Emniyeti Yönetmeliği’nin 5’inci maddesinin 1’inci fıkrasının a bendine göre imalatçı veya yetkili temsilcisi, makineyi piyasaya arz etmeden ve/veya hizmete sunmadan önce yönetmeliğin Ek I kısmında yer alan ilgili temel sağlık ve güvenlik kurallarını sağlamalıdır. Bu kısımda yer alan “Mahfazaların ve koruma tertibatlarının karakteristikleri” başlığı altında güvenlik donanımlarının sahip olması gereken özellikler ifade edilmiştir.

Yönetmeliğin 5’inci maddesinin 1’inci fıkrasının b bendine göre yönetmeliğin Ek VII Bölüm A kısmında bahsedilen teknik dosya temin edilmelidir. Teknik dosya, makinenin yönetmeliğin gerekleriyle uygun olduğunu gösteren bir belgedir, dolayısıyla makinenin tasarımını, imalatını ve işlevini kapsmalıdır.



Yönetmeliğin 5'inci maddesinin 1'inci fıkrasının c bendine göre talimatlar gibi gerekli bilgiler temin edilmelidir. Buna göre piyasaya sürülen makinelerin, nasıl ve hangi kurallar çerçevesinde kullanılması gerektiğini tarif eden, kullanma kılavuzu formatında bir yönergesi olmalıdır.

Yönetmeliğin 5'inci maddesinin 1'inci fıkrasının ç bendine göre aynı yönetmeliğin 13'üncü maddesinde belirtilen uygunluk değerlendirmesi için gerekli işlemler yerine getirilmelidir. İlgili maddenin 1'inci fıkrasında “İmalatçı veya yetkili temsilcisi, makinelerin bu Yönetmeliğin hükümlerine uygunluğunu belgelemek için bu maddenin ikinci, üçüncü ve dördüncü fıkralarında belirtilen uygunluk değerlendirme işlemlerinden birisini uygular” hükmünü amirdir. Bu değerlendirme işlemleri Makine Emniyeti Yönetmeliği'nin 13'üncü maddesinin 2'nci, 3'üncü ve 4'üncü fıkralarında yer almaktadır. Buna göre CE işaretlemesi, işaretleme yapılacak makinenin Makina Emniyeti Yönetmeliği'nin Ek IV kısmındaki listede yer alması halinde üreticinin beyanı ile yapılır. Makina Emniyeti Yönetmeliği'nin Ek IV kısmındaki listede yer alan makineler için CE belgelendirmesi onaylanmış kuruluşlar tarafından yapılır [25]. Onaylanmış kuruluşlar da aynı yönetmeliğin Ek XI kısmında belirtilen asgari kriterleri sağlamak zorundadır.

Yönetmeliğin 5'inci maddesinin 1'inci fıkrasının d bendine göre yönetmeliğin Ek II Kısım 1 Bölüm A kısmında içeriği verilen AT Uygunluk Beyanının makineye uygun olarak hazırlanması gerekmektedir.

Yönetmeliğin 5'inci maddesinin 1'inci fıkrasının e bendine göre üretilen makineye aynı yönetmeliğin 16'ncı madde hükümlerine uygun olarak “CE” uygunluk işareti iliştilmelidir.

#### **4. SONUÇLAR VE YORUMLAMA**

Yapılan bu çalışmada önce abkantların çalışma prensibi açıklanmış ve abkant ile çalışmada ortaya çıkabilecek tehlikeler ifade edilmiştir. Abkantlarda kullanılan güvenlik donanımları ve çalışma prensipleri açıklanarak ayrıntılı bir biçimde tanıtılmış, daha sonra her bir güvenlik donanımının önleyebileceği tehlikeler örneklerle tarif edilmiştir. Son olarak makine ile yapılan çalışmalarda güvenlik donanımı kullanmanın hukukeni gerekliliği ve kullanılması gereken güvenlik donanımlarının sahip olması gereken nitelikler yasal mevzuat çerçevesinde açıklanmıştır.

Çalışmada tanıtılan güvenlik donanımlarının makine operatörünü oldukça fazla sayıda tehlikeye karşı koruduğu görülmektedir. Bu durum, makine ile çalışmada güvenlik donanımı kullanmanın ne kadar önemli bir husus olduğunu vurgulamaktadır. Dolayısıyla güvenlik donanımlarının kullanılması bir masraf olarak değil, aksine olmazsa olmaz olarak görülmeli ve buna göre hareket edilmelidir. Buna ilaveten, iş sağlığı ve güvenliğinde temel ilke; risklere az veya çok sayıda olmalarına göre önlem almak değil, önlenebilecek tüm riskleri önlemek olmalıdır.



6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, iş sağlığı ve güvenliğinin yasal dayanağını oluşturmaktadır. İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nda işverenin ve işçinin sorumluluklarına değinilmiştir. Kanunun çeşitli maddelerinde işveren ve işçinin birbirlerine bilgi vermelerinin gerektiği konular ele alınmıştır. Bu yönüyle İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nun sorumluluğu tek bir tarafa yüklediğini ve kolektif bir anlayışa sahip olduğunu söyleyebiliriz. İşçi ve işverenin birbirleri ile fikir alışverişinde bulunmalarına atıfta bulunan hükümler de bu düşüncüyü destekler niteliktedir. Öte yandan İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nda güvenlik donanımlarının teknik uygunluğunu düzenleyen Makine Koruyucuları Yönetmeliği'ne ve Makina Emniyeti Yönetmeliği'ne hiç atıfta bulunulmamıştır. Oysa İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'na göre kullanılacak güvenlik donanımının belirlenmesi işverenin sorumluluğundadır ve kanunda ilgili kaynaklara yönlendirme yapılmaması işverenin güvenlik donanımı seçiminde doğru kararı vermesini zorlaştırabilir.

Makina Koruyucuları Yönetmeliği ve Makina Emniyeti Yönetmeliği, güvenlik donanımlarının teknik uygunluğuna yasal dayanak oluşturmaktadır. Ancak Makina Koruyucuları Yönetmeliği yalnızca kullanılacak güvenlik donanımlarının sahip olması gereken özellikleri açıklarken, Makina Emniyeti Yönetmeliği daha proaktif bir yaklaşım içermektedir. Makina Emniyeti Yönetmeliği, bir makinanın kullanılabilmesi ve serbestçe piyasaya sürülebilmesi için uygunluk şartlarını sağlaması gerektiğini ifade etmekte ve makinalarda kullanılan güvenlik donanımlarının hangi özelliklere sahip olması gerektiğini de açıklamaktadır. Makina Emniyeti Yönetmeliği makinenin piyasaya sürülmesinden önceki süreci içermektedir ve belirtilen gerekliliklerin yerine getirilmemesi halinde makinenin piyasaya sürülemeyeceğini ifade etmektedir. Bu yönüyle Makina Emniyeti Yönetmeliği güvenli olmayan makinelerin kullanılmasına engel olmaktadır.

## KAYNAKÇA

1. İş Sağlığı ve Güvenliği Değişen ve Gelişen Yüzü İSGGM'nin Son 15 Yılı 2000 - 2015, T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Ankara, 2016.
2. Investigation of Occupational Accidents and Diseases: A Practical Guide For Labour Inspectors, International Labour Office, Geneva, 2014.
3. ILO Introductory Report: Global Trends and Challenges in Occupational Safety and Health, XIX World Congress on Safety and Health at Work, İstanbul, Eylül 2011.
4. İş Kazasında İşçiye 1 milyon 650 bin TL Tazminat, [http://arsiv.dha.com.tr/is-kazasinda-isciye-1-milyon-650-bin-tl-tazminat\\_795591.html](http://arsiv.dha.com.tr/is-kazasinda-isciye-1-milyon-650-bin-tl-tazminat_795591.html), son erişim tarihi: 20.01.2019.
5. Çift El Kumandalı Eksantrik Preste Meydana Gelen İş Kazası Bilirkişi Raporu, <http://www.ismevzuati.com>, son erişim tarihi: 20.01.2019.
6. Accident Search Result Page | Occupational Safety and Health Administration, <https://www.osha.gov>, son erişim tarihi: 20.01.2019.



7. **Özkılıç, Ö.** 2016. Makine Emniyeti Yönetmeliği ve İş Ekipmanları Yönetmeliği Çerçevesinde Makine Risk Değerlendirmesi, Otomasyon, 20-24.
8. Press Brake Safety Guide, Amada, 2016.
9. Oregon Occupational Safety and Health Administration U.S. Department of Labor 2006, Machine Safeguarding at the Point of Operation, Craig Hamelund
10. **Pehlivan, T.** 2013. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Bakımından Denetim Planlamasında Şirketlerde Web Tabanlı Uygulama, Gazi Üniversitesi, Ankara.
11. **Pouliquen, M., Bernard, A., Marsot, J., Chodorge, L.** 2006. Virtual Hands and Virtual Reality Multimodal Platform to Design Safer Industrial Systems, Computer in Industry, c. 58, p. 46-56.
12. **Fournier, R., Fournier, S.** 1989. Sheet metal handbook.
13. Introducing Xpert Tool Changer. The Set-up Accelerator!, <https://www.bystronicusa.com>, son erişim tarihi: 19.01.2019.
14. Metal Teknolojisi CNC Abkantta Bükme, T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara, 2011.
15. Safety Light Curtains, <http://www.fiessler.de>, son erişim tarihi: 20.01.2019.
16. DSP Lazer Kit (5 Nokta), <http://www.rfmakine.com>, son erişim tarihi: 20.01.2019.
17. Uğurlu Makine | NC Serisi Hidrolik Abkant Pres, <http://www.ugurlumakina.com>, son erişim tarihi: 20.01.2019.
18. AD-R Serisi Abkant Pres Durmazlar, <https://www.sandikcilar.net>, son erişim tarihi: 20.01.2019.
19. Abkant Güvenlik Sistemleri, <http://dener.com>, son erişim tarihi: 20.01.2019.
20. Arka Dayama Seçenekleri, <http://www.baykal.com.tr>, son erişim tarihi: 20.01.2019.
21. LFSS Makina | Bursa, <http://lfss-sahin.com>, son erişim tarihi: 13.11.2017.
22. Safety Systems, <http://www.axiscontrols.co.uk>, son erişim tarihi: 20.01.2019.
23. 17 Mayıs 1983 Tarihli Makina Koruyucuları Yönetmeliği.
24. CE İşareti, <https://www.ekonomi.gov.tr>, son erişim tarihi: 20.01.2019.
25. Makine Emniyeti Direktif Kılavuzu, <http://www.standartkalite.com>, son erişim tarihi: 20.01.2019.