DERS ADI Elektrik ve Metal İşlerinde İSG
ÜNİTE ADI Temel Elektrik Enerjisi Bilgisi
ÜNİTE NO 1
YAZAR Dr.Öğr.Üyesi ÇAĞLAR DUMAN

TEMEL KAVRAMLAR

Bazı Elektriksel Büyüklükler ve Sembolleri Elektriksel büyüklükler çok büyük ve çok küçük değerler alabildikleri için genellikle birimleri yazılırken 10'un alt ve üst katlarının kısaltmaları ile birlikte yazılırlar. Elektrik Yükleri Protonlar, elektronlara aynı miktarda ancak zıt işaretli elektriksel yük taşıdığından, yüksüz bir atomdaki proton ve elektron sayıları eşittir. Bir ya da birkaç elektronun atomdan uzaklaştırılması durumunda atomdaki proton sayısı, elektron sayısından fazla olacağı için atom pozitif yüklenmiş olur. İletken, Yarıiletken ve Yalıtkan Dışarıdan uygulan enerji ile serbest duruma geçen elektronlar, serbest elektronlar olarak adlandırılırlar ve bu elektronların sayısı malzemenin iletkenliğini belirler. Son yörüngesindeki elektron sayısı dörtten büyük olan maddeler yalıtkan, dörtten küçük olan maddeler ise iletkendir. Yarıiletkenlerin son yörüngelerinde dört elektron bulunur. İletkenler, malzemelerde çok düşük miktarda enerji uygulanarak çok fazla sayıda serbest elektron elde edilebilir. Gerilim Zıt yükleri birbirinden ayırmak için gerekli olan enerji miktarı, yüklerde saklı olduğu kabul edilen potansiyel enerjiye eşit ya da daha yüksek olmalıdır. Yüklerde saklı olduğu kabul edilen potansiyel enerjinin yük miktarına oranı gerilim olarak adlandırılır ve birimi volttur. Gerilim kaynakları potansiyel enerji kaynakları olarak adlandırılabilirler. Elektrik Akımı Elektrik akımı, yüklü parçacıkların hareketiyle oluşur. Malzemeye gerilim kaynağı bağlanması ile serbest elektronlara kuvvet uygulanır ve gerilimin kaynağının eksi ucundan, artı ucuna doğru bir akış oluştururlar. Oluşan elektrik akımının yönü elektronların hareket yönünün tersi olan gerilim kaynağının pozitif ucundan, negatif ucuna doğrudur. Statik Elektrik İki madde sürtüldüğünde bir maddeden diğerine elektron geçişi oluşabilir ve elektron alan madde negatif, elektron veren madde pozitif yüklenir. Yüklü maddelerdeki aynı işaretli yükler birbirini ittiği için yükler birbirinden uzaklaşır ve maddenin uç noktalarına birikirler. Elektrik akımı oluşması veya elektrik boşalmasıyla, maddenin yük dengesi sağlanıncaya kadar madde yüklü olarak kalır. Yani statik elektrik ile yüklenir.

DİRENÇ, KONDANSATÖR, İNDÜKTÖR ve TRANSFORMATÖR

Direnç Malzemelerin elektron akışına karşı koyma özelliğine rezistans olarak tanımlanır. Dirençler, rezistans içeren elemanlardır ve akım sınırlamak, gerilim bölmek, ısı oluşturmak için kullanılırlar. Direnç birimi ohm (Ω)'dur ve elektrik devrelerin R harfi ile gösterilirler. Sabit değerli dirençli olduğu gibi değişken dirençler de mevcuttur. İletken Tellerin Direnci Bir iletken telden akım geçirildiğinde, tel akım geçişini zorlaştıracaktır, yani dirence sahiptir. Telin direnci telin uzunluğuna, akımın geçtiği kesit alanına ve telin türüne bağlıdır. Kondansatör Kondansatörler, aralarında yalıtkan bir malzeme iki iletken levhadan oluşur. Kondansatörün levhalarında yük depo etme yeteneği, kondansatörün kapasitesini ile ifade edilir. Kapasite, C harfiyle gösterilir ve birimi Farad'dır. Kondansatöre zamanla değişmeyen bir gerilim uygulanması durumunda, kondansatör üzerinden akım geçmeyecek yani sıfır olacaktır. Kondansatöre zamanla değişen bir gerilim uygulanması durumunda ise kondansatör akımı sıfırdan farklı olacak ve kapasite değeri ile doğru orantılı olacaktır. Kapasite yalnızca kondansatörlerde gözlemlenen bir özellik değildir. Bir yalıtkan malzeme ile birbirinden ayrılan iki iletken arasında da bir kapasite vardır. Oluşan bu kapasite kaçak kapasite olarak adlandırılır. İndüktör İndüktör, iletken bir telin sarılarak bobin haline getirilmesiyle elde edilir. İndüktör gerilimi ve akımı arasında türevsel bir ilişki vardır. İndüktöre zamanla değişmeyen bir akım uygulanması durumunda, indüktör üzerinki gerilimin sıfır olur. İndüktöre zamanla değişen bir akım uygulanması durumunda ise indüktör gerilimi sıfırdan farklı olacak ve indüktans değeri ile doğru orantılı olur. Transformatör Alternatif gerilim ve akımların genliklerinin kontrolü transformatör ya da trafo adı verilen cihazlarla gerçekleştirilebilir. Trafolar, iki iletken sargı ve bir demir çekirdekten (nüve) oluşurlar. İletken sargılar birincil (primer) ve ikincil (sekonder) sargılar olarak adlandırılırlar ve aralarında manyetik bağlaşım vardır. Primer sargı trafonun giriş ucunu, sekonder sargı ise trafonun çıkış ucunu oluşturur. Trafoların primer ve sekonder sargıları arasında elektriksel bir bağlantı yoktur ve sargıların sarım sayıları (spir sayıları) oranına bağlı olarak trafonun çıkış gerilimi ve akımı oluşur.

AKIM, GERİLİM, GÜÇ ve ENERJİ

Ohm Kanunu Direnç üzerinden geçen akımın oluşturacağı gerilim değeri Ohm kanunu ile bulunabilir. Bu kanuna göre, bir malzeme üzerindeki gerilimin akımla doğrusal olarak artar ya da azalır. Yani akım ve gerilim arasında da doğrusal bir ilişki vardır. Alüminyum, bakır, gümüş ve demir gibi metaller Ohm kanuna uyarlar. Ancak tungsten gibi Ohm kanuna uymayan metaller de mevcuttur. Güç ve Enerji Birim zamanda kullanılabilecek enerji miktarı, güç olarak ifade edilir. P sembolü ile

gösterilir ve güç birimi Watt'ır. Direnç üzerinden geçen akım, dirence enerji aktarır ve bu enerji direncin ısınmasına neden olur. Bir t1 zamanından t2 zamanına kadar geçen sürede direnç üzerinde harcanan toplam güç, enerji olarak ifade edilir. Enerjinin birimi olarak sıklıkla Joule yerine Watt-saniye, Watt-saat gibi birimlerin kullanılması tercih edilir. Amper-Saat Tanımı Akümülatörler, kimyasal yöntemlerle elektrik gücü üreten kaynakların kimyasal güçleri sınırlı olduğundan, ürettikleri gücü ancak belirli bir süre için çıkışlarına aktarabilirler. Bu nedenle akümülatörlerin kapasitelerini ifade etmek için amper-saat tanımı kullanılır.

DİRENÇ BAĞLANTILARI ve ELEKTRİK DEVRELERİ

Dirençlerin Seri ve Paralel Olarak Bağlanması Dirençler; birbirleriyle seri, paralel ya da karışık olarak bağlı olabilirler. İstenilen sayıda direncin art arda bağlanması ile seri bağlantı elde edilir. Seri olarak bağlanmış dirençler üzerinde aynı akım geçer. Ancak dirençlerin değerleri farklı olabileceği için dirençler üzerindeki gerilim değeri de aynı olmayabilir. Yine istenilen sayıda direnç, paralel olarak bağlanabilir. Paralel bağlı dirençler üzerindeki gerilimler eşittir. Ancak dirençlerin değeri farklı olabileceği için dirençler üzerinden geçen akımlar da farklı olabilir. Paralel bağlı dirençlerde direnç üzerinden geçen akım değeri ile direnç değeri ters orantılıdır. Paralel bağlı dirençler üzerinden geçen akımlar, Ohm kanunu kullanılarak hesaplanabilir. Birden fazla direncin bulunduğu devrelerde eş değer direnç hesaplanır ve devrede istenilen büyüklük (akım, gerilim vs.) hesaplanır. Seri bağlı dirençlerin eş değer direnci, dirençlerin toplamına eşittir. Hem seri hem de paralel bağlı dirençlerin birlikte bulunduğu bağlantı karışık bağlantı olarak isimlendirilir. Karışık bağlı dirençlerin eş değer direnç değeri hesaplanırken seri ve paralel bağlı dirençler ayrı ayrı düşünülerek hesaplama yapılmalıdır. Açık Devre ve Kısa Devre Bir elektrik devresinde akımın geçeceği iletken bir yolun olmaması durumu açık devre durumu olarak bilinir. Bir devrede iki noktanın kısa devre olması ise iki noktanın birbiri ile direk iletimde olması ile gerçekleşir. İletken tel, çok küçük değerde bir direnç oluşturur ve diğer direnç değerleri düşünüldüğünde iletken telin direncinin sıfır olarak düşünülebileceği görülür. Direnç üzerinden geçen akım ile direnç değeri ters orantılıdır ve akım, direnci sıfır olan iletken tel üzerinden geçer. Dolayısıyla, kısa devre yola paralel bağlı elemanlar üzerinki gerilim sıfırdır ve bu elemanlar üzerinden akım geçmez. Dirençlerde Gerilim Düşümü Bir elektrik devresinde üretici ve tüketici olmak üzere iki farklı tipte eleman vardır. Gerilim kaynakları, üretici devre elemanlarıdır. Tek gerilim kaynağı bulunan bir devrede, akım gerilim kaynağının pozitif ucundan başlar devreyi dolaşır ve kaynağın negatif ucuna ulaşır. Dolayısıyla akım, gerilim kaynağının üzerinden geçerken kaynağın negatif ucundan girip pozitif ucundan çıkar. Dirençler ise tüketici devre elemanlarıdır ve akımın dirence girdiği uç pozitif, çıktığı uç ise negatif polariteli bir gerilim düşümü oluşturur. Topraklama Potansiyel ve enerji gibi gerilim de izafi bir büyüklüktür ve gerilimin büyüklüğünden bahsedilirken bir referans belirtilmelidir. Elektrik devresinin bir noktasının iletken bir malzeme ile doğrudan toprağa (yeryüzüne) bağlanması topraklama olarak adlandırılır. Elektrik devrelerinde bir nokta, devre toprağı ya da şase toprağı olarak adlandırılabilir. Bu noktanın düşündüğümüz anlamda yeryüzüne bağlanması zorunlu değildir. Devrenin toprak noktası, devrenin diğer noktalarındaki gerilimi ifade etmek için referans yani sıfır gerilimli nokta olarak kabul edilir. Kirchhoff'un Gerilim ve Akım Yasası Kirchhoff'un gerilim yasası, kapalı bir devrede elemanlar üzerinde düşen gerilimlerin aritmetik toplamlarının sıfır olması gerektiğini belirtir. Gerilimler toplanırken elemanlar üzerindeki gerilim düşüm yönleri dikkate alınmalıdır. Kirchhoff'un akım yasası ise bir elektrik devresinin bir noktasına gelen akımların toplamının o noktadan ayrılan akımların toplamına eşit olduğunu belirtir.

GERİLİM KAYNAKLARI ve ÇOK FAZLI DEVRELER

Doğru Akım ve Alternatif Akım Kaynakları Doğru akım, zamanla yönü ve şiddeti değişmeyen akım ve gerilimlerdir. DC gerilim; genellikle piller, güneş pilleri ve dinamoları (doğru akım motoru) tarafından üretilirler. Bir devredeki tüm kaynaklar, DC gerilim ya da akım kaynaklarıysa devrenin tüm noktalarından ölçüler akım ve gerilimlerde DC biçimli olur. Alternatif akım zamanla yönü ve şiddeti değişen akım ve gerilimlerdir. Alternatif akım, AC olarak kısaltılır ve hem gerilim hem de akım AC olabilir. AC gerilim, genellikle alternatif akım jeneratörleri ile üretilir. Periyodik bir sinyal, belirli bir zaman aralığında kendini tekrar eden sinyallerdir. Bir sinyalin kendini tekrar ettiği zaman aralığı periyot olarak ifade edilir. Periyot, T sembolü ile gösterilir ve birimi saniyedir. Periyotun çarpmaya göre tersi sinyalin bir saniyede kendisini kaç kez tekrar ettiğini gösterir ve frekans olarak tanımlanır. Frekansın f harfi ile gösterilir ve birimi 1/Saniye yani Hertz'dir. AC bir sinyalin yönü ve değeri zamanla değiştiği için AC sinyallerin ortalama ve etkin (root mean square – rms) değerleri de hesaplamalarda sıklıkla kullanılır. Periyodik bir AC sinyalin ortalama değeri, AC sinyali ifade eden fonksiyonun tam bir periyodu üzerinden integralinin, sinyalin periyoda bölümüne eşittir. Sinüzoidal bir işaretinin pozitif ve negatif kısımlarının aynı büyüklükte olduğundan ortalama değeri sıfırdır. Sinüzoidal bir sinyalin etkin değeri ise bu sinyalin maksimum değerinin $\sqrt{2}$'e bölünmesi ya da sinyalin maksimum değerinin 0.707 ile çarpıyla hesaplanır. Üç Fazlı Devreler AC gerilim jeneratörleri, elektrik devrelerini beslemekte kullandığımız AC gerilimi üretirler. Bu jeneratörlerin oluşturduğu gerilim, jeneratörün yapısına bağlı olarak tek fazlı ya da çok fazlıdır. AC gerilim sistemlerinde

avantajları nedeniyle 3 fazlı AC gerilim kullanılır. Eğer üç sinüzoidal gerilimin genlikleri ve frekansları aynı ve fazları arasında 120° faz farkı varsa gerilimlerin dengeli olduğu söylenir. Dengeli kaynaklar için tüm fazların genlikleri eşittir, ancak faz gerilimleri arasında 120˚ faz farkı vardır. Ayrıca fazlar arasındaki gerilimler, hat (faz-faz arası) gerilimleri olarak adlandırılırlar. Hat gerilimlerinin genliği, faz geriliminin genliğinin √3 katıdır. Ayrıca hat gerilimlerinin fazları, ilgili faz geriliminin fazından 30˚ ileridedir.

DERS ADI Elektrik ve Metal İşlerinde İSG
ÜNİTE ADI Elektrik Enerjisinin Tehlikeleri ve Riskleri
ÜNİTE NO 2
YAZAR Doç.Dr. GÖKHAN ÖZTÜRK

ELEKTRİK ENERJİSİ

Bir malzemede serbest elektronların bir atomdan diğer atoma geçmesiyle oluşan enerji tipine elektik enerjisi denilir. Serbest elektronlar iletken olarak tanımlanan metallerde (bakır, demir, altın gibi) daha fazla bulunmaktadır. Metal atomlarında elektronlar, son yörüngelerine gevşek olarak bağlandığı için metal boyunca kolayca hareket etmektedir. Yalıtkan malzemelerde ise bu durum tam tersinedir. Yalıtkan malzemelerin atomlarında elektronlar, son yörüngelerine daha sıkı bağlı oldukları için kolay hareket edemezler. **ELEKTRİĞİN ZARARLI ETKİLERİ**

Elektrik, yaşamımızı kolaylaştıran tüm olumlu etkilerine rağmen yaşamı tehdit eden olumsuz sonuçlara da yol açabilmektedir. Özellikle elektriğin insan vücudu ile teması ciddi rahatsızlıklara hatta ölüme dahi yol açabilmektedir. Elektrik çarpması, insan sağlığı üzerinde doğrudan veya dolaylı yoldan tehlikelere yol açabilir. Doğrudan etkisi ile elektrik akımları insan vücudundan aktığı zaman ölüm ve yaralanmalar olabilir. Hatta 30mA'den daha az akım bile ölümlere sebep olabilir. Dolaylı olarak ise her ne kadar insan vücudundan geçen elektrik akımı gözle görülür yaralanmalara neden olmak için gereken değerlerin çok altında olsa bile, elektrik etkisine karşı insan reaksiyonu, merdivenlerden veya iskelelerden düşme veya tehlikeli olabilecek bir makinenin harekete geçmesi ile sonuçlanabilir. Bu tür reaksiyonlar, ciddi yaralanmalara veya ölüme neden olabilir. Elektriğin İnsan Vücudu Üzerindeki Zararlı Etkileri Bir insan vücudundan akan elektrik akımının etkileri; hiç fark edilmeyen etkiden, şok hissine, çoklu organ işlev bozukluğundan, ölüme kadar değişebilmektedir. Elektrik yaralanmaları, organlar ve sistemler üzerinde farklı etkiler oluşturabildiğinden, bu yapıların ayrı ayrı incelenmesine gereksinim vardır. Deri Elektrik ile temas durumunda akımın giriş noktası genellikle ellerdir. Akımın çıkış noktası başka bir ifade ile topraklanması ise genellikle ayaklardan olmaktadır. Elektrik akımı, vücutla temas durumunda öncelikle deri ile karşılaşmaktadır. Deri, insan vücudunda elektrik akımına karşı en yüksek direnci gösteren dokulardan biridir. Kas ve iskelet sistemi Kemik, herhangi bir vücut dokusunun en yüksek direncine sahip olduğundan, bir elektrik akımına maruz kaldığında en yüksek ısıyı üretir. Bu nedenle, en büyük termal yaralanma alanları genellikle uzun kemiklerin etrafındaki derin dokulardır ve potansiyel olarak yanıklar, kemiklerde hasara ve doku ölümlerine sebep olur. Elektrik çarpması kas sistemini refleks, elektriksel felç ve kalıcı hasar olmak üzere en az üç önemli şekilde etkileyebilmektedir. Sinir sistemi Sinir sistemi, bilgiyi insan vücudunun bir bölümünden diğerine iletmek için kullanılan elektriksel yolları içerir. Elektrik akımına maruz kalmak sinir sisteminin bu çalışma prensibini bozabilmektedir. Yüksek akımlara maruz kalmak ise sinir sisteminde kalıcı hasarlara neden olabilmektedir. Sinir sistemi söz konusu olduğunda, elektrik akımına bağlı olarak en az üç ana etki ortaya çıkabilir: Ağrı: Sinir sisteminin hasara uğradığına dair bir uyarı yöntemidir. Akım, sinirlerden aktığında acı hissi ortaya çıkabilir. Kontrol kaybı: Dışarıdan tatbik edilen bir akım, sinir sisteminin çalışma sistemini tam anlamıyla "değiştirebilir." Bu durum beynin, vücudun çeşitli bölümlerini kontrol etme yeteneğini kaybetmesine yol açabilir. Kalıcı hasar: Elektrik akımı devam ederse belirli bir süre sonra sinir sistemine kalıcı olarak zarar verebilir. Sinir sistemi, kasları kontrol etmek için kullanılan iletişim yolu olduğundan, bu tür hasarlar yaralanma tipine bağlı olarak duyu ve işlev kaybı ile sonuçlanabilir. Kalp Kalp, vücuda kan pompalamak için dönüşümlü olarak kasılır ve gevşer. Kalbin elektrik sistemi bunu mümkün kılan güç kaynağıdır. Bu sistem, kısa bir süreliğine bile kesilirse kalp atış hızı ve ritminde ölümcül olabilen değişiklikler meydana gelir. Kalbin elektrik sistemi, elektrik çarpmasından kaynaklanan bir dış akım gibi herhangi bir nedenden dolayı rahatsız edildiğinde, kalbin atım hızı ve ritmi değişir. Bu tür aksaklıklar, büyük oranda kalp ölümü ile sonuçlanır. Akciğer sistemi Vücudun orta kısmından geçen akım, solunum fonksiyonunu düzenleyen sistemi bozabilir. Bu bozulma düzensiz solunum fonksiyonlarına neden olabilir. Yüksek akımda akciğer sistemi tamamen felç olabilir. Beynin solunum kontrol merkezinde oluşan yaralanma da solunum durmasına neden olabilir. Gastrointestinal sistem Akımın hangi organlardan geçtiğine bağlı olarak şoktan sonraki haftalarda veya aylarda başka bozukluklar ortaya çıkabilir. Örneğin akım, gözlerin içinden geçtiğinde zamanla katarakt gelişebilir

ELEKTRİKLE ÇALIŞMALARDA ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLER

Elektrikle çalışmalarda çıkarılan mevzuatlar, kanunlar ve tüzüklere uygun hareket etmek ve gerekli güvenlik tedbirlerine özen göstermek bu risklerin en aza indirilmesini sağlar. İnsanları elektrik çarpmasından korumak için alınabilecek genel önlemler:

• Üzerinde durulan yerin yalıtılması

• Koruyucu yalıtma
• İzole kıyafetler giyinme
• Küçük gerilim kullanma
• Sıfırlama
• Topraklama
• Kaçak akım rölesidir. Üzerinde Durulan Yerin Yalıtılması Yerleri sabit olan elektrikli araçlar, makineler ve elektrik panoların taban kısımlarına lastik paspas ve tahta ızgara vb. konularak yapılan bir korunma yöntemidir. Bu korunma yöntemi, bir elektrik kaçağı oluştuğunda insanı toprağa karşı yalıttığı için elektik çarpması meydana gelmez. Koruyucu Yalıtım Normalde gerilim altında olmayan, fakat yalıtım hatası neticesinde elektriklenebilen parçaların izoleli yapılmasıdır. Bunun için elektrik devrelerinde yer alan iletkenler, yalıtkan koruyucular içine alınmalıdır. Elektrik işlerinde kullanılan tornavida ve pense gibi el aletleri uygun şekilde yalıtılmış olmalı, ayrıca süpürgelerin, yağdanlıkların, fırçaların ve diğer temizlik araçlarının tutma kısımları akım geçirmeyen malzemeden yapılmış olmalıdır. İzole Kıyafetler Giyinme Vücudu kontrol dışı elektrikten korumak amacıyla özellikle çıplak iletkenlerin bulunduğu ortamlarda izole kıyafetlerin kullanılması gerekmektedir. Elektrikle çalışılan alanlarda; izole önlük, izole eldiven, izole ayakkabı ve izole baret gibi ekipmanlar kullanmak elektrik kazalarından korumaktadır. Küçük Gerilim Kullanma Bir yalıtım hatası oluştuğunda elektrik çarpmasının insan vücuduna zarar vermemesi için, elektrikli araçların 42 voltluk gerilimle çalıştırılmasıdır. Sıfırlama İnsanları elektrikle çalışmalarda tehlikeli temaslardan korumak amacıyla elektrikli araçların akım devrelerinde yer almayan, ancak izolasyon hatası sonucunda gerilim altında kalan kısımların nötr iletkene bağlanmasıdır. Topraklama Elektrikle çalışmalarda insan hayatının korunması amacıyla alınan en etkili yöntemlerden biride topraklamadır. Topraklama, herhangi bir elektrikli makine ya da aletin gerilim altında olmayan ve üzerinden akım geçebilecek madeni kısımlarının toprak içerisine yerleştirilmiş bir iletken nesneye bağlanmasıdır. Bu sayede hem elektrikle çalışan kişilerin can güvenliği korunmuş olur hem de cihazların zarar görmesi engellenir. Kaçak Akım Rölesi Bir elektrik sistemine giren ve çıkan akım değerleri birbirine eşit olmadığında kaçak akım koruma rölesi, otomatik olarak devreyi kesmektedir. Yani elektriğin insan vücuduna geçtiği durumlarda giren ve çıkan akım birbirine denk olamamakta ve elektrik kesilmektedir. Statik Elektrik İletken bir bağlantı bulunmadan hareket ve sürtünme sonucu meydana gelen durgun elektriğe statik elektrik denilmektedir.

Statik elektriğin oluşmasını önlemek amacıyla kullanılan yöntemler
• Birbirine bağlama ve topraklama
• İyonizasyon
• Statik elektrik yükleri alma bileklikleri
• Statik elektrik yüklerini toprağa aktaran ayakkabılar Birbirine bağlama ve topraklama, iki ya da daha fazla iletken özellikteki cismi, bir iletken vasıtasıyla birbirine bağlayarak topraklamaktır. Hava normal şartlar altında iletken yapıda değildir. Bu yöntemde statik yükü ortadan kaldırmak amacıyla hava yeterli düzeyde iyonlaştırılır. Statik elektriğin cisimlerde birikmesini önlemek için etkili bir yöntemdir. Statik elektriğin önlenmesinde kullanılan bileklikler vücuttaki statik yükün %80'den daha fazlasını etkisizleştirir. Topraklamaya gerek duyulmadığından rahat hareket edilmesini sağlar. Ayrıca statik elektrik yüklerini toprağa aktaran ayakkabılar insan vücudunda biriken statik yüklerin toprağa aktarılmasını sağlarlar. Yıldırım Çarpmalarından Korunma Yöntemleri Yıldırım, hem canlı hem de cansız yapılar için olumsuz sonuçlara neden olabilen doğadaki en güçlü elektriksel boşalma olayıdır. Bulut ile yeryüzü arasında oluşan bu boşalmalar; yaralanmalara, ölümlere, yangınlara, patlamalara ve binalarda hasarlara yol açmaktadır. Binaları yıldırımdan korumada pasif yakalama ucu ve aktif yakalama ucu olmak üzere 2 temel sistem kullanılır. Genel olarak pasif yakalama ucu; franklin çubuğu ve faraday kafesinden, aktif yakalama ucu; ise paratonerden oluşmaktadır.

ELEKTRİK İÇ TESİSLERİNDE GÜVENLİK

Elektrik iç tesislerinde sıkça kullanılan elektrikli aksamlar ve güvenli kullanım şekilleri aşağıdaki gibi olmalıdır. Fiş-Priz Sistemleri Elektrik iç tesislerinde kullanılan fişler, farklı gerilimler için kullanılan prizlere uygun olmayacak şekilde seçilmelidir. Ara fiş ve prizler arasındaki düzeneklerin yalıtkan bölümleri uygun şekilde korunmalıdır. Üzerinde çatlak ya da kırık bulunan prizler ve fişler kullanılmamalıdır. Yüksek amperli prizler için ayrıca bir şalter bulundurulmalıdır. Aydınlatma Tesisleri Elektrik tesislerinde kullanılan aydınlatma araçları; ortamın yeterince aydınlanmasına olanak sağlamalı ve çalışanların sağlığına zarar verici keskin ve göz kamaştırıcı nitelikte olmamalıdır. Elektrikli Makinelerin Bağlantıları Elektrikli makinelerin korunma şekli, konuldukları yerin koşullarına uygun olarak belirlenmelidir. Gerilim Altındaki Bölümler Çalışma alanlarında gerilim altındaki kısımlar, dokunmaya karşı yalıtılmış olmalı ya da direk korunmalara karşı korunmuş olmalıdır. Sigortalar Kullanılan sigortalar, kapalı bir tablo içerisine yerleştirilmeli, en az bir anahtar ya da şalter ile kontrol altında tutulmalıdır. Tevzi Tabloları Tevzi tabloların iş yerlerinde kullanımında "Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği" uygulanmalıdır. Transformatörler ve Kondansatörler Transformatör ve kondansatörlerin bulunduğu çalışma alanlarının kapı ve duvarları yangına karşı dayanıklı olmalı ve

havalandırılması sağlanmalıdır. Akümülatör Tesisleri Akümülatörler, mümkün olduğunca doğal havalandırmanın yeterli olduğu alanlara yerleştirilmelidir. El Aletleri Elektrik işlerinde kullanılan tornavida, kargaburnu ve pense gibi el aletleri uygun şekilde yalıtılmış olmalıdır. Elektrikli el aletleri ise amaçları dışında ve kapasitelerinin üzerinde kullanılmamalıdır. Seyyar İletkenler Elektrik kazalarına karşı iş yerlerinde devamlı olarak seyyar iletkenlerin kullanımı doğru değildir. Elektrikle çalışmalarda inşaat şantiyeleri ve elektrik direkleri gibi dış mekânlarda da elektrik çarpmalarına karşı önlemler alınmalıdır. Direkler Bir ağaç direğe sağlam olduğuna tam emin olunmadan çıkılmamalıdır. Sağlamlık, dış gözlem ile anlaşılmayacağından, direğe çıkılmadan önce dip kısmına bir çekiçle vurularak tınlayan ve dolgun bir ses çıkarıp çıkarmadığı kontrol edilmelidir. Ayrıca dip kısım yaklaşık 20 cm kazılarak çürüme yönünden incelenmelidir. İnşaat Şantiyeleri İnşaat şantiyeleri ve diğer açık alanlarda kullanılan elektrikli aletlerde küçük akım tercih edilmeli ya da ayrı transformatörlerde elde edilen akım kullanılmalıdır. Bu iki yöntem dışında güvenlik açısından özel olarak üretilmiş çift yalıtkanla elektrikli el aletleri de tercih edilebilmektedir.

ELEKTRİK DEVRELERİNDE ÖLÇME

Elektrik devrelerinin gerektiği gibi çalışıp çalışmadığının anlaşılabilmesi, arızalı devre elemanlarının ve devre parçalarının bulunması gibi nedenlerle elektrik devrelerinde ölçümler yapılması gerekir. Ayrıca tüketilen elektrik enerjisinin ücretlendirilebilmesi, yine gerekli ölçümlerin yapılması ile mümkündür. Akım Ölçümü Akım ölçümü için ampermetreler kullanılır. Ampermetreler, devreye seri olarak yani ölçülmek istenen akım, ampermetre üzerinden geçecek şekilde bağlanır. Ampermetrelerin iç dirençleri çok küçük olduğu için devreye paralel bağlanmaları durumunda üzerlerinden yüksek akımlar geçebilir ve ampermetre zarar görebilir. Pens ampermetrelerde, mekanik olarak açılabilen pensli bir ağız bulunur. Pens ampermetre ile ölçüm yapılırken ölçü aletinin pensli ağzı açılarak akım taşıyan kablonun içeriye alınıp pens kapatılır. Pensli ağızın çevrelediği kabloda oluşan manyetik alanın büyüklüğüne bağlı olarak kablodan geçen AC akımı amper cinsinden gösterir. Gerilim Ölçümü Elektrik devrelerinde gerilim ölçümü, voltmetre ile gerçekleştirilir. Voltmetreler gerilimi ölçülmek istenen noktalar arasına ya da elemanlara paralel olarak bağlanmalıdır. Voltmetrelerin iç dirençleri, çok yüksek olduğu için devreye seri olarak bağlanmazlar. Temassız voltmetreler, ölçüm yapılacak iletkenlere temas ettirilmeden ölçüm yapabilirler. Bu cihazlar, elektrik potansiyelince oluşturulan elektrostatik alana bağlı olarak ölçüm yaparlar ve iletkenle temas etmeleri gerekmediğinden, iletken üzerinde yalıtkan bir malzeme olması durumunda da ölçüm yapabilirler. Elektrostatik kalkanlamaya sahip kabloların ölçülmesi durumunda temassız ölçü aletleri gerçek gerilim seviyesini gösteremezler. Bunun yerine gerilim olup olmadığını gösterirler. Voltmetrelerin ve ampermetrelerin AC ve DC ölçüm kademeleri vardır. AC gerilimler ve akımlar ölçülürken ölçü aleti AC kademeye ayarlanmalıdır. AC kademede, ölçü aletleri ölçülen sinyalin etkin değerini gösterirken DC kademede, ölçülen sinyalin ortalama değerini gösterir. Direnç, Kapasite ve İndüktans Ölçümü Direnç değerlerinin ölçülmesi için ohmmetreler kullanılır. Basitçe bir direncin iki ucuna, ölçü aletinin ilgili iki ucunun temas ettirilmesi ile ölçüm gerçekleştirilir. Ancak direnç ölçümü yapılırken direnç üzerinde gerilim olmaması gerekir. Bu nedenle bir devre üzerindeki tek bir direncin değeri ölçülerken devrenin enerjisi kesilmeli ve direncin en az bir ucu devreden ayrılmalıdır. Direncin en az bir ucunun devreden ayrılmaması durumunda ölçülmek istenilen direnç değeri yerine direncin bağlı olduğu uçlardaki eşdeğer direnç ölçülür. Kapasite ve indüktans ölçümü için sırasıyla indüktansmetre ve kapasitemetre kullanılır. Kapasite ve indüktans ölçümü direnç ölçümü gibi yapılır ve ölçülecek elemanlar üzerinde gerilim olmaması gerekir. AVO metre ve LCR metre Akım, gerilim ve direnç ölçümlerinin hepsini yapabilen ölçü aletleri AVO metre olarak adlandırılır. Bu ölçü aletleri, yapılacak ölçüme göre amper, volt ya da ohm kademesine getirilir ve yukarıdaki açıklamalar dikkate alınarak istenilen ölçüm yapılır. LCR metreler ise indüktans, kapasitans ve direnç ölçümü yapabilen ölçü aletleridir. Bu ölçü aletleri de yapılacak ölçüme göre indüktans, kapasitans ya da direnç ölçüm kademelerine sahiptir ve ölçüm yapılmadan önce LCR metrenin kademe ayarı yapılmalıdır. Ayrıca akım, gerilim, direnç, kapasite, sıcaklık gibi çeşitli büyüklükleri ölçebilen, pil ölçümü yapabilen, elektronik elemanları test edebilen ölçü aletleri de mevcuttur. Bu tip çok fonksiyonlu ölçü aletleri multimetre olarak isimlendirilirler. Güç Ölçümü Doğrudan güç ölçümü yapabilen wattmetre adı verilen ölçü aletleridir. AC güç ölçümlerini yapabilen güç ölçü aletleri, AC wattmetre ve DC güç ölçümlerini yapabilen güç ölçü aletleri ise DC wattmetre olarak isimlendirilirler. Hem DC hem de AC güç ölçebilen, güç ölçü aletleri ise AC-DC wattmetre olarak adlandırılırlar. Enerji Ölçümü Elektrik devrelerinde harcanan enerji, doğrudan ölçen aletleri elektrik sayacı olarak adlandırılırlar. Elektrik sayaçları ölçümlerini kilowattsaat (KWh) cinsinden yaparlar. Sayaçlar, tüketilen enerji miktarını ölçmek için akım bobinlerine ve gerilim bobinleri kullanırlar. Sayaçların akım bobinleri devreye seri, gerilim bobinleri ise paralel olarak bağlanır.

ÖLÇÜ TRANSFORMATÖRLERİ

Ölçü transformatörleri, yüksek gerilimlerin ve akımların güvenli biçimde ölçülebilecekleri bir seviyeye düşürülmesi için kullanılır. Ölçü transformatörlerinin çıkış (sekonder) uçlarına voltmetre, ampermetre, wattmetre, sayaç ve koruma röleleri bağlanır. Ölçü transformatörlerinin akım transformatörü ve gerilim transformatörü olmak üzere değişik türleri vardır. Aynı yere monte edilmiş akım ve gerilim transformatörlerine ise kombine ölçü transformatörü adı verilir. Akım Transformatörü Akım transformatörlerinin primer sargıları, kalın kesitli ve birkaç sarımlıyken sekonder sargıları, ince kesitli ve çok sarımlıdır. Akım transformatörleri etiket bilgilerindeki akım değerlerinin %20 fazlasına

kadar yüklenebilmektedir. Ayrıca akım transformatörlerin sekonder uçları hiçbir zaman bağlantısız bırakılmamalıdır yani akım transformatörleri boşta çalıştırılmamalıdır. Bu transformatörlerin sekonder uçlarına alıcı bağlı değilse bu uçlar kısa devre edilmelidir. Gerilim Transformatörü Gerilim transformatörü, alçak gerilimli sistemlerde kullanılmazlar. Orta ve yüksek gerilimli sistemlerde kullanılırlar. Gerilim transformatörleri, primerlerindeki yüksek gerilimi, sekonderlerinde 100 V – 120 V civarına düşürür. Gerilim transformatörleri, primer sargıları ince kesitli iletkenlerle, çok sarımlı olarak sekonder sargıları ise kalın kesitli iletkenle, az sarımlı olarak imal edilirler. Gerilim transformatörlerinde primer uçları enerjiliyken sekonder uçları kesinlikle kısa devre edilmemelidir.

KESİCİLER ve AYIRICILAR

Yüksek gerilimli ve büyük akımlı iletim hatlarının güvenli bir şekilde akımlarının kesilmesi veya tekrar enerjilendirilmeleri sırasında tehlikeli büyüklüklerde arklar oluşacaktır. Bu nedenler orta, yüksek ve çok yüksek gerilim sistemlerinin akımlarının kesilmesi ve yeniden enerjilendirilmeleri esnasında oluşacak arkları söndürebilme yeteneğine sahip ve çok hızlı hareket edebilen şalterler kullanılmalıdır. Bu amaçla kullanılan cihazlar, kesici olarak adlandırılır. Kesicilerde oluşan arkın söndürülmesi için kesicinin büyüklüğüne, tipine ve anma akımına göre değişik yöntemler kullanılır. Bu yöntemler, yağ ile ark söndürme, basınçlı hava üfleyerek ark söndürme, SF6 gazlı ile ark söndürme, vakum yöntemi ile ark söndürme ve manyetik üfleme ile ark söndürme olarak sıralanabilir. Kesicilerin üç temel bölüme sahip olması gerekir. Bunlar sabit ve hareketli kontaklar, ark söndürme hücresi ve işletme mekanizmasıdır. Kesici kontakları, kesici üzerinden akımın geçtiği, biri hareketli diğeri sabit olan kısımlardır. Ark söndürme hücreleri, kesici kontaklarının birbirinden ayrıldığı ve arkın oluştuğu ve söndürüldüğü kısımdır. Hareketli kontakları açma veya kapama görevini yerine getiren, yay ve mil gibi parçaların bulunduğu kesici bölümü ise kesicinin işletme mekanizmasını oluşturur. Ayırıcılar; orta, yüksek ve çok yüksek gerilim sistemlerinde akım yokken yani sistem gerilim altında değilken açma ve kapama yapabilen cihazlardır. Ayırıcılar, açık konumdayken gözle görülür bir ayırma aralığı oluştururlar. Yüksek gerilim altındaki sistemlerde açma ve kapama işlemlerinin ayırıcılar ile yapılması durumunda şiddetli ark oluşabilir ve ayırıcıyı açan veya kapatan kişi ve sistem zarar görebilir. Tipik bir ayırıcı; şasi, mesnet izolatörleri, sabit kontaklar, hareketli kontaklar, açama kapama işlemi yapan mekanik düzen, kilit tertibatı ve yaylardan oluşur.

ELEKTRİK KABLOLARI

Özel kablolar dışındaki kablolar genellikle iletken ve yalıtkan kısımlardan oluşur. Kabloların iletken kısımlarında bakır veya alüminyum kullanılır. İletkeni kaplayan ve yalıtkan kısım için ise lastik, termoplastik yalıtkan (PVC, PET) ve özel kâğıtlar kullanılır. Kullanılış amacına göre kablolar, sinyal ve kumanda kabloları, telefon kabloları ve enerji kabloları olarak gruplandırılırlar. Sinyal ve kumanda kablolarında küçük genlikli ve çok küçük güçteki sinyaller iletilir. Bina ve atölyelerdeki elektrik tesisatı ise tek iletkenli normal kablolarla yapılır. Elektrik santrallerinden elektrik enerjisinin taşınması içinse yalıtkan kaplaması olmayan çıplak iletkenler kullanılır. Enerji iletiminde kullanılan kablolarda iletken malzeme olarak genel olarak bakır veya alüminyum tercih edilir. Aynı uzunlukta ve kesitteki bakır telin direnci, alüminyum telden daha düşüktür. Bu nedenle enerji iletimi yapılırken bakır kablolar, alüminyum kablolara göre daha düşük kayıp oluştururlar. Ancak alüminyum kablolar, bakır kablolara nazaran daha ucuz ve hafiftir. Benzer şekildeki alüminyum kablonun direncinin bakır kablo direnci ile aynı olması istendiğinde, alüminyum telin kesitinin bakır tel kesitinin 1.6 katı olması gerekir. Bu nedenle alüminyum kablolar buz ve rüzgâr yükleri bakımından daha büyük zorlanmalara maruz kalır. Kablo Tipleri Elektrik sistemlerinde en çok kullanılan kablo tipleri; N, Y, F ve H tipi kablolardır. N kablolar, sabit döşenen iç döşeme kablolarıdır. Normal ve hafif işletme şartlarında kullanılırlar, sıva altı ya da sıva üstü olarak kullanılabilirler. Yer altına döşenemezler. Bina içi tesisatlar, bu tip kablolar kullanılarak tesis edilmektedir. 16 mm2 kesite kadar tek telli, daha büyük kesitli olanlar çok telli üretilirler. Y kablolar, elektrik enerjisinin iletim ve dağıtımında, havai ve yer altı hatlarda kullanılırlar. Anma gerilimlerine bağlı olarak Y tipi kablolar alçak, orta ve yüksek gerilim kablosu olarak üretilirler. Alçak ve orta gerilim yer altı kablolarında, yalıtım malzemesi olarak polivinil klorür (PVC) ve polierilen (PET) kullanılır. Yüksek gerilim hatlarında ise yalıtkan olarak kâğıt kullanılır. F kablolar, hareketli elektrik cihazlarında normal ve hafif işletme koşullarında kullanılırlar. Yer altında ve sıva altı kablosu olarak kullanılmazlar. F kablolarında iletken tel bakırdan üretilir. H kabloları ise sıva altı ve sıva üstünde kapalı ve kuru yerlerde, hareketli cihaz bağlantılarında kullanılırlar.

EL ALETLERİ El

aletleri ile bakım, onarım gibi işlemler yapılırken bu aletlerin yalıtımlarının yeterli olmadığı göz önünde bulundurulmalı ve yapılan işin niteliğine göre gerekli görülen tüm koruyucu önlemler alınmalıdır. Ayrıca el aletleri kullanılmadan önce incelenmeli kusurlu olduğu düşünülen aletler kesinlikle kullanılmamalıdır. Yetkinliği bulunmayan kişilerin el aletlerini kullanması tehlikeli sonuçlar doğurabilir. Kontrol ve Vida Sıkma Aletleri Kontrol kalemleri, sadece devrede gerilim olup olmadığının anlaşılması için kullanılırlar. Lambalı ve dijital kontrol kalemleri olmak üzere iki türü vardır. Kontrol kalemleri ile 220-380 V gibi gerilimlerin kontrolü gerçekleştirilebilir. 1 kV üzeri

gerilimlerin ölçülmesi için gerilim transformatörleri kullanılmaktadır. Tornavidalar, vidaların sökülmesinde ve sıkıştırılmasında kullanılırlar. Uç kısımları kullanılacakları vida türüne göre seçilmelidir. Basit Kesici Aletler Sıklıkla ihtiyaç duyulan el aletlerinden biri penselerdir. Parçaları bir arada tutma, bükme, çekme gibi işlemlerin yanı sıra kablo soyma ve kesme işlemlerini gerçekleştirmek için de kullanılırlar. İletkenleri kesmek için özel yapılmış el aletlerine yankeski denir. Penselerin sığamayacağı yerlerdeki parçaların tutulması ve şekillendirilmesi için penseye göre daha dar ağızlı kargaburunları kullanılır. Kabloların yalıtkan kısımlarını ayırmak için kablo soyma pensleri kullanılır. El ayarlamalı ve otomatik olmak üzere iki türdür. Lehim Malzemeleri Lehimleme, iki metal malzemenin daha düşük erime sıcaklığına sahip üçüncü bir metal malzemenin eritilmesi ile birleştirilmesidir. Lehim yapılırken, lehimlenecek bölge havya ile ısıtılır. Isıtılan bölgeye lehim tutulur ve lehim sıcaklığın etkisi ile eriyerek iletken bölgeyi kaplar. Lehim soğuduğunda işlem tamamlanmış olur. Havyaların tabanca, kalem ve ısısı ayarlanabilen türleri vardır.

ELEKTRİK TESİSLERİNDE GÜVENLİK

Elektrik, dikkatle ele alınması gereken güçlü ve kullanışlı bir enerji kaynağıdır. Aşırı yüklenmiş devreler ve hasar görmüş kablolar, yanlış kullanılan diğer elektrikli ürünlerin neden olduğu güvenli olmayan durumlar yangın ve elektrik çarpması gibi tehlikeleri meydana getirir. Elektrik çalışanlarının elektrik enerjisi ile çalışırken daha dikkatli olmaları gerekir. Elektrik ile temas etmek, elektrik çarpmasına yani elektrik akımının insan vücudundan geçmesine neden olabilir. Ciddi yaralanmalar ve hatta ölümler meydana gelebilir.

ELEKTRİK ENERJİSİNİN İNSAN ÜZERİNE ETKİLERİ

Elektriğin Neden Olduğu Tehlikeler

• Şok: Elektrik akımının doğrudan insan vücudundan geçtiği durumda, yaralanma veya ölüm meydana gelebilir. 30 mA değerindeki akım, solunum ve kan dolaşımı için sınır değer olarak kabul edilir. İnsan vücudundan geçen elektrik akımı, ciddi yaralanmalara veya ölümlere neden olabilir.
• Yanıklar: Elektrik kablolarına veya yanlış kullanılan veya muhafaza edilen cihazlara dokunulduğunda yanıklar ortaya çıkabilir. Genellikle bu tür yanık yaralanmaları ellerde ve kollarda görülür.
• Ark Patlaması: Ark patlamaları, havada yayılan yüksek amperli akımlar neticesinde oluşur. Bu anormal akım akışı (ark-patlaması), enerjili iki noktanın birbirine temas etmesi ile başlar. Yapılan araştırmalarda ark patlaması sıcaklığının 19000 Co'ye kadar yükseldiği görülmüştür. Bir ark patlaması ile ilişkili birincil tehlikeler şunlardır:
• Termal radyasyon: Çoğu durumda, yayılan termal enerji arkın toplam enerjinin yalnızca bir kısmıdır. Deri rengi, arka maruz kalan deri alanı, giysi tipi gibi çok sayıda faktörün yaralanma derecesine etkisi vardır. • Basınç dalgası: Yüksek enerjili ark arızası, önemli bir basınç dalgasına neden olabilir. Ek olarak böyle bir basınç dalgası hafif şoklar nedeniyle ciddi kulak hasarına ve hafıza kaybına neden olabilir.
• İtme etkisi: Basınç dalgası, çelik cıvataları koparmak ve sıradan inşaat duvarlarını yıkmak için yeterli kuvvete sahiptir.
• Patlama: Patlamalar, elektriğin atmosferdeki patlayıcı karışımlar için bir ateşleme kaynağı olmasıyla ortaya çıkar. Ateşleme, aşırı ısıtılmış iletkenler veya cihazlar ya da anahtarlama kontaklarının normal ark (kıvılcım) meydana getirmesi nedeniyle olabilir.
• Yangın: Evlerde ve iş yerlerinde yangının en yaygın nedenlerinden biri de elektriktir. Yüksek dirençli bağlantıya sahip arızalı veya yanlış kullanılan elektrikli cihazlar önemli bir nedendir. Elektriğin Etkilerini Belirleyen Faktörler Vücudun kas yapısı, daha az kas yapısına ve daha fazla yağa sahip insanların genellikle daha az akım değerlerinde benzer etkiler göstermeleri açısından da bir faktördür. Akım ve Gerilim Her ne kadar yüksek voltaj, çoğu zaman temas yerlerinde büyük miktarda doku tahribatına neden olsa da genel olarak elektrik çarpmasının zararlı etkilerinin aslında vücuttan geçen akımdan kaynaklandığı bilinir. 10 mA'dan daha büyük akımlar, ağrılı bir şekilde şiddetli şok üretme kabiliyetine sahip olsa da, 100 ila 200 mA arasındaki akımlar öldürücü olabilir. Direnç Araştırmalar, insan vücudunun elektrik direncinin; ciltteki nem miktarına, temas noktasına uygulanan basınca ve temas alanına göre değiştiğini göstermiştir. Vücuttan geçiş yolu Akımın gövdeden geçtiği yol yaralanma derecesini etkiler. Kalbin bir ucundan diğer ucuna geçen küçük bir akım bile ciddi yaralanma veya elektrik çarpmasına neden olabilir. Eden ayağa akım akışını sağlayan bir yol, hem kalbi hem de ciğerleri içerdiğinden, sonuçlar ölümcül olabilir. Şok süresi Şokun süresi, nihai sonuç üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Akım akış seviyesi, 100 mA'lik yaklaşık ventriküler fibrilasyon eşiğine ulaşırsa birkaç saniyelik bir şok süresi bile ölümcül olabilir. Normal şartlarda insan için tehlikesiz akım sınırı 20 mA ve ortalama insan vücudu toplam direnci 2500 ohm alınırsa temas gerilimi sınır değeri 50 volt olarak kabul edilebilir. Bu nedenle 50 voltun üzerindeki şebeke (50 Hz) gerilimi tehlikeli gerilim olarak kabul edilir. Elektrik Kazalarına Karşı Alınabilecek Genel Korunma Tedbirleri Elektrikle çalışırken güvenlik önlemleri almak hayati önem taşır. Güvenlikten ödün verilmemeli ve önce bazı temel kurallara uyulmalıdır. Aşağıda belgelenen elektriğin güvenli bir şekilde kullanılmasına ilişkin temel kurallar, elektrikle çalışırken size yardımcı olacaktır.
• Elektrikle çalışırken her zaman ıslaklıktan kaçınılmalıdır.
• Asla yıpranmış kablolar, hasar görmüş yalıtımlı ekipmanlar veya kırık fişli cihazlar kullanılmamalıdır.
• Çalışırken daima yalıtılmış aletler kullanılmalıdır.

• Herhangi bir elektrik devresinde çalışırken daima uygun koruyucu ekipmanlar kullanılmalıdır.
• Asla enerji verilmiş ekipman tamir edilmemeli ve bir test cihazı kullanarak her zaman önce enerjisinin kesilip kesilmediğini kontrol edilmelidir.
• Asla bir alüminyum veya çelik merdiven kullanılmamalıdır.
• Aşırı akım veya kısa devre arızalarından kaynaklanan herhangi bir yaralanmayı önlemek için aşırı akım koruma röleleri kullanılmalı ve belirli aralıklarla doğru çalıştığı test edilmelidir. Genel Güvenlik Amacıyla Yapılması Gerekenler: Elektriksel onarımlar, yalnızca nitelikli kişiler tarafından yapılmalıdır. Nitelikli olmayan bir kişinin elektriksel bir arızayı onarmaya çalışması tehlikelidir. Genel olarak personelin bazı sorumlulukları ve nitelikleri şunlardır:
• Çalışan kişilerin kalp durması ile neticelenen herhangi bir çarpılma durumunda, tam donanımlı sağlık personeli gelinceye kadar, kazazede çalışana kalp masajı (kardiyopulmoner resüsitasyon) yapabilme eğitimi almış olmaları gerekir. • Acil kapatma butonlarının yerleri hakkında ayrıntılı bilgi sahibi olunmalıdır.
• İzlenecek belirli çalışma prosedürleri ve yapılacak çalışmalar hakkında kapsamlı bilgi sahibi olunmalıdır. Enerjili Sistemler ve Ekipmanlarla Çalışma Şartları Enerji verilmiş elektrik sistemleri, parçaları ve ekipmanları üzerinde elektriksel onarım ve tadilat gibi işleri yapan kalifiye çalışanların dikkat etmeleri gereken önemli hususları aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:
• Herhangi bir elektriksel sistem üzerinde çalışmak için önce tüm devrelerin ve ekipmanların enerjileri kesilmeli ve doğru çalıştığı bilinen bir test (ölçme) cihazı ile test edilerek enerjinin kesilmiş olduğundan emin olunmalıdır.
• Sisteme ait devre şemaları gözden geçirilmeli ve bağlantılar kontrol edilmelidir.
• Arızalı kısmın başka bir kaynak tarafından enerjilendirilme olasılığı varsa veya kapasitif cihazların (kablolar dahil) bir enerji depolayabileceği durumlarda, devre topraklanmalı ve kısa devre yapılmalıdır. Topraklama ve kısa devre cihazı uygun standartlara göre seçilmeli ve kurulmalıdır.
• Çalışanın enerji altında çalışma zorunluluğu varsa çalışma alanındaki enerjili herhangi bir parça ile kazayla teması engellemeli ve bunlara karşı korunmalıdır.
• Enerjili devreler üzerinde çalışırken eldiven, ayakkabı, halı, uzatma çubuğu, paspas vb. yalıtımlı aletler ve yalıtılmış koruyucu donanımlar kullanılarak yeterli koruma sağlanmalıdır. Temel Güvenlik Endüstriyel alanlarda elektrik kazalarını önlemenin en iyi yollarından biri iş yerindeki elektrik tehlikelerinin farkında olmaktır. Tehlikeler tespit edildikten sonra, işaretlerle belirtilmeli ve uzman bir kişi tarafından uygun düzenlemeler yapılmalıdır. İş yerlerinin güvenliğini artırmak için aşağıdakiler uygulanmalıdır:
• Çalışma ortamında iyi derecede bakım ve temizlik sağlanmalıdır.
• Potansiyel tehlikeler, tanımlanmalı ve azaltılmalıdır (mümkünse tümüyle ortadan kaldırılmalıdır).
• Yapılacak olan çalışmalarda kesinlikle acele edilmemelidir.
• Bir projenin her adımında güvenlik planlanmalı ve analiz edilmelidir.
• Uygulanabilir acil durum prosedürleri, bilinmeli ve uygulanabilmelidir.
• Kardiyopulmoner resüsitasyon konusunda nitelikli olunmalı ve ilk yardım sertifikaları alınmalıdır.
• Uygun kişisel koruyucu ekipman kullanılmalıdır. İşveren ve Çalışanın Sorumlulukları Yaralanma, hastalık veya ölümle sonuçlanabilecek tehlikelerden arındırılmış bir iş yeri sağlamak ve devletin ilgili bakanlık ve müdürlükleri tarafından yayınlanan güvenlik ve sağlık standartlarına uymak işverenin sorumluluğundadır. İşveren; tüm çalışanlarının, sağlık ve güvenlik için hazırlanmış gerekliliklere ve düzenlemelere uymalarını bekler. Yaralanma ve hastalığın önlenmesi her iki tarafın da çaba göstermesini gerektirir. Çalışanlar, güvenli olmayan ve sağlıksız koşulların yönetime derhâl rapor edilmesi dâhil olmak üzere kendi eylem ve davranışlarına uygulanan iş güvenliği ve sağlığı yönetmeliklerine ve standartlarına uymakla sorumludurlar. İncelemeler ve Denetimler Mevcut tesis ve projelerdeki ve yeni tesislerdeki tüm değişiklikler denetime tabi tutulmalıdır. Tesis; çalışanların hayatı, ekipman veya mülk için bir tehlike içeriyorsa tehlikeyi azaltmak için mevcut standartlar ve kodlar kullanılmalıdır. Elektrik Çalışanlarının Kişisel Koruyucu Donanımları (KKD) Çalışanlar, elektrikle ilgili onarım veya sorun giderme işi yaparken elektrik kazalarını önlemek ve tehlikelerden sakınmakla sorumludurlar. Personel, kişisel koruyucu donanım ve güvenli çalışma performansı için uygun koruyucu kıyafetler giymeli veya kullanmalıdırlar. İşveren ise çalışanların görevlerine uygun kişisel koruyucu donanımın tedarik edilmesini ve çalışanlarının donanımların doğru kullanımları için eğitilmelerini sağlamalıdır. Çalışanlar, kendilerine temin edilen kişisel koruyucu donanımların bakımı, temizliği, korunması ve muhafazasından sorumludur. Bu sorumluluğu yerine getirirken kişisel koruyucu donanımların etiket (katalog) bilgileri göz önünde bulundurulmalıdır. Başlıca kişisel koruyucu donanım ve güvenlik giysileri İzole eldiven, asit eldiveni, asit gözlüğü, asit önlüğü, baret, vizörlü baret, gaz maskesi, gerilim dedektörü ve izole manevra çubuğu (stanka), göz duşu, ark ve aleve dayanıklı iş tulumu, izole ayakkabı, izole halı, SF6 gaz koruyucu tulum, topraklama teçhizatı ve manevra çubuğu (stanka). Elektrik Tesislerinde Güvenlik Aşırı akıma karşı koruma Bir ekipman (örneğin iletim hattı, trafo, jeneratör, motor), aşırı akım durumunda yeterince uzun süre çalışmaya devam ederse, cihazın ömründe azalma veya hasara neden olabilir. Bir arıza, tipik olarak ekipmanın derhâl enerjisinin

kesilmesini gerektiren ciddi bir anormallik anlamına gelir. Genellikle arızalar, oluşturdukları aşırı akım nedeniyle tehlikeli olarak kabul edilirler. Bu cihaza zarar verebilir ve insan güvenliğini tehlikeye atar. Sigortalar Sigorta, içinden akan akım ile ısıtılan ve kopan eriyebilir bir tel bulunan ve bir devreyi açan koruma cihazıdır. Genel olarak aşağıdaki çeşitleri mevcuttur:

• Buşonlu (diazed - D tipi) sigorta
• Bıçaklı (NH tipi) sigorta
• Otomatik sigorta Kaçak akım rölesi Bir arıza meydana geldiğinde faz ve nötr akımları eşleşmediğinden (arıza akımı akımın başka bir topraklama yolunu bulduğu için dengesizlik oluşur) hattın akım dengesi bozulur ve akım farkından dolayı oluşan akı, açtırma bobininde bir gerilim indükler. Böylece açtırma bobinine bağlı röle vasıtasıyla hat açılarak tehlike önlenmiş olur. 30 mA (sınır değerinde) ve üstündeki değerlerde devrenin enerjisini hızlı bir şekilde keserek güvenli bir koruma sağlar. Elektrik devrelerinde 300 mA'den daha büyük akımlarda aşırı ısınma nedeniyle yangın tehlikesi meydana gelir.

STATİK ELEKTRİK, YILDIRIMDAN KORUNMA VE TOPRAKLAMA

Statik Elektrik Elektronlarını kaybeden malzeme pozitif ve elektronları kazanmış olan malzeme negatif yüklenmiş olur. Bu olay için teknik terim, tribo-elektrifikasyondur (tribo-electrictrification) ve genellikle statik elektrik olarak bilinir. Yürüdüğümüzde, ayakkabı tabanımızla zemin arasındaki sürtünme statik bir yük oluşturur. Bu statik yük, bir şeye dokunana kadar vücudumuzun yüzeyinde kalır. Daha sonra bir kişiye veya nesneye dokunulduğu zaman yükler, o kişiye ve nesneye atlar veya deşarj olur. Yüklerin bu hareketine, elektrostatik boşalma denir. Herhangi bir cisim üzerinde birikebilecek elektrostatik yük miktarı, cismin yükü depolama kapasitesine bağlıdır. Q=C.V ifadesinden de görülebileceği gibi sabit bir kapasite değeri için yük arttıkça gerilim de artacaktır. Özellikle küçük kapasite değerine sahip cisimlere uygulanacak olan yükler nedeniyle çok yüksek gerilimler meydana gelebilir. Aynı cins yükler, birbirlerini ittiğinden, birbirlerinden uzaklaşmak için yüklü cismin uçlarına göç etme eğilimindedirler. Topraklanmış bir metal parçasına dokunduğunuzda, bu vücudunuzda oluşan yük için toprağa bir yol sağlar. Bu ani boşalma, parmağınız ve metal parça arasında hava yoluyla görünür ve duyulabilir bir kıvılcım meydana getirir. Bu nedenle, statik şarj, havada doğru yoğunlukta olmaları durumunda yanıcı maddelerin tutuşma kaynağı olabilir ve hatta patlamalarına neden olabilir. Hareketli gaz ve buhar da statik yük oluşturabilir. Bunun en bilinen hâli yıldırımdır. Elektrostatik Deşarj ve Korunma Elektrostatik deşarj, bir cisimde büyük miktarda yük birikimi ve hasara neden olma olasılığı olan ve başka bir cisme hızlı, kontrol edilemeyen bir deşarj türüdür. Standart elektrostatik, deşarj önleme işlemlerinin ögeleri aşağıda verilmiştir:

• İş istasyonları, iletken masa tablalarına sahip olmalı ve uygun şekilde topraklanmalıdır
• Personel tarafından giyilmesi gereken eldivenler ve giysiler elektrostatik yüklenme oluşturmayacak malzemeden yapılmış olmalıdır.
• İletken/antistatik zeminler ve uygun yer paspasları kullanılmalıdır.
• Ayakkabı bantları, bilek bantlarının kısıtlayıcı olabileceği alanlarda çalışan personel tarafından kullanılmalıdır.
• Ortam nemli hâle getirilerek statik elektrik birikimi engellenebilir. Bağıl nem %45 ila %60 arasında tutulmalıdır, çünkü nem azaldıkça statik elektrik üretimi katlanarak artar.
• Statik yükü nötralize etmek için uygun olan yerlerde iyonlaşma cihazları kullanılmalıdır. Havanın iyonize olması, havayı iletken hâle getirir ve statik elektriğin oluşması engellenebilir.
• Yarı iletken cihazların yakınındayken yüksek dielektrik malzemelerden kaçınılmalı veya uygun önlemler alınmalıdır.

YILDIRIMDAN KORUNMA

Yıldırım Nedir? Yıldırım, fırtınalı hava olaylarında meydana gelen ani bir elektrostatik boşalmadır. Bu boşalma, bir bulutun elektrik yüklü bölgeleri, iki bulut arasında veya bir bulut ve yer arasında meydana gelir. Statik yüklerin oluşturulması, genellikle yalıtılmış cisimlerin ayrılması veya bölünmesinin sonucudur ve bu durum fırtına bulutlarının yüklenmesi olayında da doğru görünmektedir. Yükselen sıcak hava, önce su buharının mikroskobik damlacıklara yoğunlaşmasıyla bulutu oluşturacak ve hava yükselmeye devam ettikçe su buharı, buz kristallerine dönüşecektir. Bu su damlacıkları ve buz parçacıkları daha sonra sırasıyla yağmur ve dolu oluşturmak için birleşirler. Bulutun ortasındaki sert yukarı doğru çekim, dolu parçaları yağmur damlaları içinden geçerek bulutun içine tekrar geri düşene kadar yükseldikçe yavaşlar. Bulutun elektrik yükünün bulut içindeki bir yağmur bölgesinden geçerken su damlacıklarını parçalayan dolu nedeniyle oluştuğuna inanılmaktadır. Genellikle buz parçalarının pozitif yüklendiği ve su parçacıklarının olduğu bölgelerin negatif yüklendiği kabul edilir. Bu nedenle, bulutun daha sıcak alt kısmı genellikle negatiftir. Her zamanki görünür yıldırım çarpması; bir buluttan toprağa, bir binaya veya bir ağaca olan deşarjdır. Bu deşarj, en yıkıcı formdur ve aşağıda daha ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Yıldırımın Gelişimi ve Özellikleri Bulut tabanında çok yüksek bir alan gücünün oluşmasıyla ilk aşama meydana gelir. Bu yoğun potansiyel gradyan, bulutun altındaki havanın iyonize olmasını sağlar ve bunun sonucunda bir korona bölgesi oluşur. Korona bölgesinin alt kısmından, flamalar şeklinde bir fırça deşarjı, yaklaşık 50 m'lik adımlarla kademeli olarak aşağı doğru uzar ve böylece iletken bölge kademeli bir şekilde yere yaklaşır. Bu bölge, birkaç metre çapında bir kıvılcımla aşağı doğru delinir. Yere yakın bu kıvılcım, yaklaşık 300 km/s'lik bir hızla hareket eder. Bulut içinde aşağı doğru inen öncü yükler, kalan hava boşluğunu delecek kadar az bir mesafeye yaklaşınca, yakında bulunan ağaç ve bina benzeri cisimlerden ters polariteli yükler, inen yük cephesine doğru yukarı yönlü

çekilirler. Böylece, buluttan yere doğru iletken bir yol tamamlanır ve ana veya geri dönüş vuruşu gerçekleşir. Bu deşarj anıdır ve sürecin ilk görünür kanıtıdır. Lider deşarj yükünü buluttan yere doğru boşaltır ve dönüş vuruşları bulutun alt kısımlarındaki tüm yük merkezlerini nötr hâle getirir. Yıldırımdan kaynaklanan büyük tehlikeler Yıldırımın yeryüzüne düştüğü yerde çok büyük tehlikeler ve hasarlar oluşabilir. Bunlardan bazıları aşağıda verilmiştir:
• Yangın: Yıldırımın bir yapıya verebileceği en büyük tehdit yangındır. Ahşap ve diğer yanıcı inşaat malzemeleri, yıldırım çarpmasının yüksek sıcaklığına maruz kaldığında kolayca patlayabilir ve yanabilir. Yıldırım akımı, kablolar ve boru hatları üzerinden akarken onların yanmasına ve binada büyük hasara neden olur.
• Güç dalgalanması: Yıldırım akımı, elektrik kablolarını birincil veya ikincil yol olarak seçerse patlayıcı dalgalanma, bağlı olduğu tüm cihazlara zarar verebilir.
• Şok dalgası: Yıldırım yıkıcı olabilecek şok dalgaları üretir. Bu şok dalgaları; beton, tuğla ve taş bacaları ciddi şekilde kırabilir. Yıldırımdan Korunma Yolları Hava durumu ve coğrafik şartlar yıldırımın oluşmasında çok önemlidir. Yüksek binalar, ağaçlar ve metal direkler gibi iyonlaştırıcı cisimler yıldırım oluşumu için uygun şartlar oluştururlar. Can ve mal kaybını en aza indirebilmek için aşağıda belirtilen hususlar dikkate alınmalıdır:
• Yüksek bina ve yapılarda paratoner (yıldırımsavar) kullanılmalıdır.
• Fırtınalı havalarda ağaç ve direkler gibi yüksek cisimlerden uzak durulmalıdır.
• Açık arazide bulunulmamalı ve eğer bulunuluyorsa hemen uzaklaşmalı veya yere çömelerek oturulmalıdır.
• Deniz, göl, havuz vb. gibi su alanlarındayken en kısa sürede karaya çıkmaya çalışılmalıdır.
• Şemsiye gibi sivri metal içeren eşyalar kullanılmamalıdır.
• Tepe üstleri ve yamaçlarda,
• Yapıların üstlerinde,
• Korumasız açık teknelerde,
• Elektrik ve su tesisatları yakınında,
• Kapı ve pencere yakınında,
• Gerilim farkı oluşmasını önlemek için ayaklar birleştirilmelidir.
• Yıldırımdan korunmak için sığınılabilecek bir bina veya üstü kapalı bir araç bulmaya çalışılmalıdır. Sığınılabilecek hiçbir yer bulunulamadığı takdirde yerdeki en yüksek cisimden uzak durulmalıdır.
• Etrafta dağınık şekilde birkaç tane ağaç bulunuyorsa en yakındaki ağaca, o ağacın yüksekliğinin iki katı kadar uzaklıkta bir yerde ve baş dizlerin arasına konulmak suretiyle yere çömelmelidir. Asla tek başına duran bir ağacın altına sığınılmamalıdır.
• Kamp araç ve gereçleri, balık oltası, golf sopası, kazma ve kürek gibi metal cisimler elde bulundurulmamalıdır. Bisiklet, motosiklet, traktör gibi üstü açık araçlar terk edilmelidir.
• Ayaklar bitişik olmalı, toprakla olabildiğince az temas sağlamaya dikkat edilmelidir. Başka hiçbir noktadan toprağa dokunulmamalı, giysiden yere sarkan herhangi bir aksesuar bulunmamalıdır.
• Çömelmeniz yerden yüksekliğinizi azalttığı için yıldırıma hedef olma olasılığınız azalacaktır. Yıldırım çarpmasına maruz kalmış kişi, elektriksel yük taşımaz. Dolayısıyla böyle bir kişiye güvenli bir şekilde ilk yardım uygulanabilir. Yıldırımdan Korunma Sistemleri Franklin çubuğu (yakalama ucu) ile yıldırıma karşı koruma Yakalama ucu, bir binanın tepesine monte edilmiş ve binaya yıldırım düşmesini engellemek için elektriksel olarak topraklanmış metal bir çubuk veya iletkendir. Yıldırım bir binaya çarpacağı zaman, tercihen çubuğa çarpacak ve yangına veya elektrik çarpmasına neden olabileceği binadan geçmek yerine, iletken çubuk ve tel üzerinden binaya zarar vermeden toprağa taşınacaktır. Yıldırım çubuğu, bir yıldırım koruma sisteminin tek bileşenidir. Faraday kafesi ile yıldırıma karşı koruma Bir yapının en yüksek kısımlarına düzenli aralıklarla yerleştirilen çubuklara ek olarak bir yıldırım koruma sistemi tipik olarak bir tavan üstü iletken ağı, çatıdan zemine çoklu iletken yollar, yapı içindeki metalik nesnelere bağlantı ve bir topraklama ağı içerir. Gerili hat ile yıldırıma karşı koruma Bu gerili tel sistemi, alışılmamış veya düzensiz bir mimariye sahip tekil binalar veya açık alanlarda kullanılır. Bu teknik çatılarda oluşturulan alanlarda bulan klima, yanıcı ve patlayıcı malzeme vs. bulunan depolar, askerî uygulamalar ve yüksek gerilim hatları için yıldırımdan korunmaya yardım eder.

TOPRAKLAMA

Bir elektrikli cihazın metalik gövdesini ve gerilim altında olmayan bütün tesisat kısımlarını veya tesisatlarını toprağa bağlamaya, topraklama denir. Başka bir deyişle, elektrik makinelerinin ve cihazlarının metalik gövdelerini nemli toprağa gömülmüş olan toprak plakasına veya toprak elektrotuna, güvenlik amacıyla çok düşük dirence sahip (büyük kesitli) bir iletken tel yardımıyla bağlamak topraklama olarak bilinir. Aşağıda topraklamanın temel amaçları verilmiştir:
• Elektrikli cihazlarda oluşabilecek kaçak akımdan insan hayatını korumak ve güvenlik sağlamak.
• Gerilimi uygun değerde sabit tutmak (herhangi bir fazda arıza olursa).
• Yıldırıma karşı elektrik sistemini ve binaları korumak.
• Elektrik tesisat sistemlerinde yangın riskini önlemek. Elektrikli cihazlar esas olarak normal şartlarda

akım taşımayan iki parçadan oluşurlar. Bunlar, sistemin nötrü ve elektrikli cihazın dış gövdesidir. Elektrik sisteminin bu iki akım taşımayan parçasının topraklaması ile topraklama genel olarak iki tipe ayrılabilir:
• Nötr Topraklama
• Ekipman Topraklama. Topraklamasız ve topraklamalı elektriksel sistemi, Şekil 7.12.'de gösterilmiştir. Topraklamasız sistemde arıza akımı, cihaza dokunan kişinin üzerinden toprağa akmakta olup topraklamalı sistemde akım toprak tesisatı üzerinden akmakta ve dokunan kişi zarar görmemektedir. Topraklama Çeşitleri Elektriksel sistemlerde yaygın olarak uygulanan üç çeşit topraklama yöntemi mevcuttur. Transformatör, jeneratör ve döner makine gibi elektriksel cihazların nötr (yıldız) noktalarının topraklanmasına işletme topraklaması, canlıları ve özellikle insanları tehlikeli dokunma gerilimlerine karşı koruma amacıyla yapılan ve elektrik cihazlarının akım taşımayan kısımlarının topraklandığı koruma topraklaması ve elektriksel bir sistemde kullanılan bazı elemanların fonksiyonlarını yerine getirebilmeleri için yapılan fonksiyon topraklaması yapılmaktadır. İşletme topraklaması Nötr noktası topraklamanın önemi Hem alçak hem de orta gerilim enerji sistemleri için, çeşitli nötr noktası topraklama seçenekleri mevcuttur. Transformatörlerin, jeneratörlerin ve döner makinelerin nötr noktalarının toprağa bağlanması, gerilim referans noktası (0 V) sağlar. Bu koruyucu önlem, topraklanmamış bir sisteme göre birçok avantaj sağlar:
• Geçici aşırı gerilimlerin genliklerinde azalma,
• Basitleştirilmiş toprak arıza yeri,
• Sistem ve cihazlar için gelişmiş arıza koruması,
• Azaltılmış bakım süresi ve masrafı,
• Personel için daha fazla güvenlik,
• Geliştirilmiş yıldırım koruması,
• Arıza sıklığında azalma. Nötr topraklama yöntemleri Nötr topraklama için beş yöntem vardır:
• Topraklamasız nötr sistem,
• Doğrudan bağlantılı nötr topraklama sistemi,
• Direnç üzerinden nötr topraklama sistemi,
• Rezonans nötr topraklama sistemi,
• Topraklama trafosu üzerinden topraklama. Koruma topraklaması Koruma topraklaması, canlıların istenmeyen dokunma gerilimlerine karşı korunması için elektriksel sistemin bir parçası olmayan metal bileşenlerin topraklanmasıdır. Fonksiyon topraklaması Bir iletim tesisinin veya bir işletme elemanının istenen fonksiyonu yerine getirmesi için yapılan topraklamadır. Yıldırım etkilerine karşı koruma, raylı sistem topraklaması, iletişim tesisleri işletme topraklaması fonksiyon topraklamalarıdır.

ELEKTRİK İŞLERİNDE BAKIM VE ONARIM

Elektrikli cihaz arızaları, her yıl milyonlarca lira zarar ve iş kaybına neden olmaktadır. Bir ülkenin elektrik altyapısı yaşlandıkça, aktif adımlar atılmadığı sürece bu sorun daha da büyür. Rutin bir önleyici bakım programı ile elektrik sistemi arızalarının üçte ikisinden fazlası önlenebilir. Önleyici bir bakım programının parçası olmayan bileşenler için elektrikli ekipmanın arıza oranı, programa dâhil olan ekipmana göre üç kat daha yüksektir. Zamanında yapılmayan düzenli bakımların ve onarımların ileride daha da büyük olumsuzluklar ortaya çıkarması kaçınılmazdır. İş ekipmanlarının düzenli ve verimli bir şekilde çalışabilmesi ve iyi bir durumda muhafaza edilebilmesi için tüm elektrik tesisat ve sistemlerinin bakımlarının belirli periyotlarla yapılması gereklidir. Tehlikeli arızaları önceden tahmin etmek ve makul derecede uygulanabilir olduğu sürece meydana gelmemelerini sağlamak için bakım ve onarım yapılması gerekir. Bir tesis veya ekipmanın bir olay meydana gelinceye kadar ihmal edilmesinin ve bir olay geldikten sonra iyileştirici önlemlerin alınmasının önleyici bakım teşkil etmediği açıktır. Bakım Çeşitleri ve Tanımlamaları Planlı bir bakım sistemi, bozulma ve tehlikeli arızaları önlemek için elektrik tesisatının ve bağlı cihazın kontrol, test ve onarımı için bir prosedür içerir. En yaygın olarak cihazın denetlendiği ve gerekirse tehlikeli bir arızaya yol açması veya gelişmesi muhtemel olmadan önce test edilip onarıldığı önleyici bakım sistemi uygulanır. Durum temelli bakımın amacı, müdahalenin gerekip gerekmediğine karar vermek ve mevcut sistem durumlarını saptamak için derinlemesine olmayan teknikleri kullanmak ve kalan faydalı ömürlerini doğru bir şekilde tahmin etmektir. Durum temelli bakım, ortaya çıkan ekipman sorunlarını tespit ve teşhis etmek ve ekipmanın işletme amacına ne kadar etkili bir şekilde hizmet edebileceğini tahmin etmek için çeşitli sensör sistemleri kullanır. Bu teknik, geniş bir teknoloji yelpazesinde uygulanabilir, ancak elektrik alanında kısmi deşarj testi ve termografik görüntüleme gibi teknikler kullanılabilir. Kısmi deşarj testi, yüksek gerilim sistemlerinde yalıtımdaki herhangi bir boşluğun genellikle gazla dolması gerçeğinden yararlanır. Boşluğa dolan gaz iyonlaşacak ve yüksek elektrik alan kuvvetlerinden kaynaklanan boşalma aktivitesi gerçekleşecektir. Bu boşalma aktivitesi, radyo frekansı monitörleri tarafından tespit edilebilir. Bu aktivitenin tespit edilmesi, hem boşlukların varlığına hem de bir yalıtım arızası olasılığına dair bir gösterge verir. Termografik görüntüleme, zayıf ve gevşek bağlantılı iletkenlerde meydana gelebilecek yüksek direnç noktalarının veya hasar görmüş yalıtım noktalarının ve kaçak akımın olduğu yerlerin ısı üreteceği gerçeğini kullanır. Bu ısı, kızılötesi bantta görüntü üreten kameralar kullanılarak algılanabilir. Bu da 'sıcak noktaların' tespit edilmesine ve trajik bir arıza meydana gelmeden önce düzeltici önlemlerin alınmasına izin verir. Planlama Tesis kurulumunu ve bağlı ekipmanları ve bunların kullanımlarını bilen yetkin bir kişi, planlı bakım sistemini geliştirmek için en iyi konumdadır. Bakım departmanı olan daha büyük kuruluşlar için kıdemli bir elektrikçi bunu yapmalıdır. Bakım Şeması Devre ve cihaz tanımlaması Eğer mevcut değilse bir devre şeması veya tesisatın şeması hazırlanmalı ve şema üzerindeki devreler ve bağlı aletler tanımlanmalıdır. Devreler, anahtarlar, kontrol tertibatı ve aletler üzerindeki işaretli numaralar ve diğer tanımlayıcı etiketler, çizimlerdeki ve şemalardakilerle aynı olmalıdır. Kayıt Daha sonra, devrelerin ve aletlerin bir kaydı hazırlanmalıdır. Bu kayıt bir defter, bilgisayar veritabanı veya elektronik tablo biçimini alırsa muhtemelen en uygun durum olacaktır. Daha büyük tesislerde, önleyici bakım planlarını desteklemek için, mevcut birçok ticari yazılım paketinden birine yatırım yapmayı düşünmek gerekir. Bu kayıt sistemi, yeni ögeler eklemeyi, gerekli olmayanları çıkarmayı ve gerekli olan herhangi bir ürün için ilave kayıtlar eklemeyi kolaylaştıracaktır. Küçük tesisler Bu sistem, bir kaç ocak, su ısıtıcısı, aydınlatma ve tüketici ünitesinden beslenen prizlere sahip ev tipi konaklama yeri, küçük dükkânlar ve ofisler gibi küçük tesisler için basitleştirilebilir. Örneğin devre şeması mevcut değilse bir devre çizelgesi kullanılabilir ve ev tipi kurulumlar için beş ve on yıllık aralıklarla önerilen denetimler ve testler yapılabilir. Denetim sıklığı Denetim sıklığını artırmada hiçbir fayda yoktur. Gereksiz sökme işlemi, conta gibi parçalara zarar vererek sorun yaratabilir. Aralık uzunlukları periyodik olarak gözden geçirilmeli ve kullanımdaki değişikliklere, bozulma ve arıza raporlarına bağlı olarak deneyim ışığında ayarlanmalıdır. Ekipman Elektrik ekipmanı, elektrik tesisatı kadar muayene ve testlere tabi tutulmalıdır. Son yıllarda işverenlerin taşınabilir cihazlarını aşırı test etmeleri, ancak sabit ekipmanı ve kurulumu muayene ve test etme ihtiyacını görmezden gelme eğilimi olmuştur. Özel tesisler Bazı durumlarda bakım, özel zamanlarda yapılmalıdır. Sürekli çalışan tesisler, buna bir örnektir. Uzun süre çalıştırılırlar ve bakım ve değiştirme/yükseltme amacıyla sadece önceden belirlenmiş aralıklarla

kapatılırlar. Bazen tesisin çalışması için hayati önem taşıyan elektrik bileşenleri, aşınma bozulmasına maruz kalan herhangi bir parça, arızaya maruz kalmamak ve garanti sağlamak için erken değiştirilmelidir. Fırçalar, kontaktör kontakları ve kesici yağları vb. örnek olarak verilebilir. Program Şemasının Tanıtılması Yeni bir kurulum söz konusu olduğunda, ilk kurulumdaki sorunlar ve kurulumdaki küçük değişiklikler, her bir ögenin denetimlerini, muayene programını ciddi şekilde bozacak kadar zaman alıcı olmamalıdır. Daha önce var olmadığı ve bakım personelinin ihmali nedeniyle ortaya çıkan ardışık arızalarla başa çıkmanın gerektiği yerlerde bir muayene programı sunmak genellikle çok daha zordur. Bu zorluktan bir çıkış yolu, muayene personelinin denetimlere yoğunlaşabilmesi için personel sayısısnı geçici olarak arttırmaktır. Programda aksama Kurulumdaki genişletme ve değişiklikler, arızalar ve personel sıkıntısı, muayene programını sekteye uğratır. Denetimler gecikirse arıza oranının artması muhtemeldir ki, bu da programı daha da bozar ve bir kartopu etkisi yaratabilir ve bu personelin tüm zamanını sadece arıza onarımlarıyla geçirmesi ile sonuçlanabilir. Böyle bir olasılığın önlenmesi esastır. Bu nedenle kurulumda yeni bir iş veya değişiklik gerektiğinde, bakım programına ciddi bir müdahale olmaksızın yapılabiliyorsa, sadece bakım personeli tarafından yapılmalıdır. Hata raporları Denetimler arasında bazı donanımlar, arızalanabilir ve tehlikeli hâle gelebilir. Bu nedenle kullanıcılar, bu hataları önceden fark ettikleri anda, tercihen bir ön muayene işleminin bir parçası olarak bu tür hataları aramaya ve raporlamaya teşvik edilmelidirler. Arıza giderilene kadar ekipmanı kullanmayı bırakmalıdırlar. Eğitim Tasarlanan herhangi bir bakım planının başarısı, personelin becerisine ve özenli uygulamasına bağlıdır. İşi yürütecek yetkin kişilerin seçilmesinin yanı sıra kurum içi kurulum ve tasarlanan bakım planına aşina olmaları ve bu çalışmalara ilgiyi artırmak için kurum içi eğitim gerekmektedir. Bir eğitim kursu şunları içerebilir:

• İşletmenin kuruluşundan günümüze kadar olan tarihi ve hedefleri.
• Güç kaynaklarından bağlı ekipmana kadar tesisin devre şemaları.
• Ekonomik gerekçeleri de içeren planlı bir bakım şeması ve nedenleri.
• Yürürlükteki planın ayrıntılı bir açıklaması. Bakım elektrikçisinin görevi şunları içerir:
• Denetim için ekipmanın kapatılmasını düzenlemek,
• Kontrol listesinin kullanımı,
• Yapımcıların talimatlarının uygulanması,
• Başarısızlıkların nedenini araştırmak,
• Yanıtı tahmin etmek yerine, yöneticiden yardım alarak çözümsüz problemlerle uğraşmak, Zaman zaman, ortaya çıkan sorunlar, yeni cihazlar, uygulamadaki değişiklikler vb. hakkında personeli bilgilendirmek için eğitimlerine destek verilmelidir. Bu tür toplantılar, tüm çalışanların tam katılımının teşvik edildiği türde olmalıdır. İyi temizlik Cihazlar, temiz tutulmalı ve erişilebilir olması için yasal gereklilikler gözetilmelidir. Kir ve tıkanıklıklar kusurları gizleyebilir ve arızalı cihaza erişmek için zaman harcaması gereken bakım personelinin görevini zorlaştırabilir. Ekipman seçimi Bakımdan sorumlu mühendise, yeni ekipman satın alınmadan önce de danışılmalıdır, böylece ekipmanın sürdürülebilirliği konusunda tavsiyeler alınabilir. Kolay bakım için tasarlanmış kaliteli bir cihaz, bakımı daha zor olan daha düşük kaliteli bir cihazdan daha ekonomik olabilir. Yeni ekipmanların yerleştirilmesi Ekipmanın erişilebilir olduğundan ve bakım için sökülmeyi kolaylaştıracak yeterli alan olduğundan ve gerektiğinde yerinden kaldırma hükümlerini sağlamak için bakım mühendisine danışılmalıdır. Yerleştirmede, cihazlara çok yakın şekilde çalışan bakım personelinin güvenliğini tehlikeye atmamak için diğer cihazların yakınlığına da dikkat etmelidir. Uzman yardımı Bazı modern donanımlar, karmaşıktır ve sıradan bir elektrikçinin bir arıza bulup tamir etmesi çok zor olabilir. Örneğin bir güç presi üzerindeki foto-elektrik koruması arızalanırsa elektrikçi, ilgili limit anahtarlarını kontrol edebilir ve arızayı onarabilir ve yanan lambaları değiştirebilir, ancak hata elektronik devrelerde ise tercihen cihaz üreticisinden bir elektronik mühendisi çağırmak gerekli olabilir. Elektronik devrelerin üstünkörü tamiri veya presi tekrar üretime sokmak için onların atlatılması, güvenliği cihaz korumasının doğru çalışmasına bağlı olan pres operatörü için ciddi sonuçlar doğurabilir. Bunu güvenli hâle getirebilmek için yeterli elektronik cihazın olduğu yerlerde, uzman bir teknisyen çalıştırılabilir, ancak aksi hâlde uzman yardımı alınmalıdır. Koruyucu teçhizat rölelerine servis ve ayarlama yapmak, tedarikçiye veya diğer uzman yükleniciye sözleşmesi yapılabilecek bir başka unsurdur. Cihazların periyodik kalibrasyonu, üreticiler veya kalibrasyon laboratuvarını ilgilendiren bir konudur. Elektrikle ilgili yangınlar, yaygın bir durumdur. Elektrik yangınları nedeniyle maddi hasar ve/veya fiziksel yaralanmalar yıkıcı olabilir. Her yıl, elektrik yangınları yüzlerce ölüm, binlerce yaralanma ve yüzlerce milyon liralık maddi zararla sonuçlanmaktadır. Bazı yangınlar, hatalı ürünlerden kaynaklanırken çoğu; elektrikli ekipmanın yanlış kullanılması ve bakımlarının yanlış yapılması, yanlış monte edilmiş kablolama, aşırı yüklü devreler ve yanlış yerleştirilmiş uzatma kablolarından kaynaklanmaktadır. Etkili bir elektriksel koruyucu bakım programı aşağıdaki temel unsurlardan oluşmalıdır:

• Yönetim taahhüdü,
• Sorumlu ve kalifiye personel eğitimi,
• Düzenli olarak planlanan muayene,

• Programlanmış rutin denetimler ve uygun test,
• Muayenenin doğru analizi, böylece uygun düzeltici önlemler reçete edilebilir,
• Gelecekteki sorun alanlarını tahmin etmek için onarım ve arızaların değerlendirilmesi,
• Kritik bileşenler için yedek parça envanteri. Planınızın geliştirilmesi sırasında, bu temel adımlar atılmalıdır:
• Tüm ekipman ve sistemlerin bir listesini oluşturun,
• Hangi ekipman ve sistemin en kritik olduğunu belirleyin,
• İzleme için bir sistem geliştirin,
• Kesintiler, ekipman arızaları vb. ile başa çıkmak için bir acil durum planı geliştirin. Temel Bakım Prosedürleri Aşağıda, her tür tesis yardımcı program sistemine uygulanabilir temel bakım prosedürleri açıklanmaktadır:
• Muayene: Verimli çalışmayı önleyen mekanik kusurları veya koşulları tespit etmek ve düzeltmek için tesis personeli tarafından sürekli denetim yapılması gerekir. Aşağıdakiler sürekli olarak kontrol edilmelidir:
• Yağlama: Yağlama önleyici, bakımın önemli bir parçasıdır. Uygun yağlama, aşınma yüzeylerinin hasar görmesini önler, gerekli bakım ihtiyacını azaltır ve güç maliyetlerini ve cihaz kesintilerini azaltır. Yağlayıcılardaki kirleticiler, aşınma üretir ve yağlanmış ekipmanın son arızasına katkı sağlar. Uygulama için uygun yağlayıcı tipinin kullanılması, başarılı bakım sonuçları için kritik öneme sahiptir.
• Çalışma sıcaklıklarının ölçülmesi: Güvenli çalışma sıcaklığı sınırları bilinmediği sürece ekipman düzgün şekilde korunamaz. Çalışma sıcaklıklarının güvenli üst sınırları, üreticiler tarafından verilmektedir ve istek üzerine temin edilebilir.
• Boyama: Ekipmanın metal yüzeylerini korozyondan korumak için periyodik boyama gereklidir. Gereken boyama sıklığı, kullanılan boyanın türüne, uygulama yöntemine ve aşınma koşullarına bağlı olarak 1 ila 10 yıl arasında değişir. Korozyona maruz kalmadan önce ekipmanın hasar göreceği metal yüzeyleri daima boyanmalıdır.
• Bakım araçları: Bir şantiye hizmet sistemi bakım programının verimli bir şekilde yürütülebilmesi için yeterli miktarda araç temini gereklidir. Gereken araçların sayısı ve türü, sahada mevcut olan yardımcı sistem türlerine bağlı olarak değişecektir.

ELEKTRİK İÇ TESİSLERİNDE GÜVENLİK

Elektrik iç tesislerinde elektrik teçhizatı, Türk Standartları Enstitüsü ve Elektrik İç Tesisler Yönetmeliği'nde gösterilen usul ve kurallar göz önüne alınarak yapılmaktadır. Anahtarlar Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği'ne göre anahtarların kullanım şekilleri yönetmelikte belirtilmiştir. Yönetmeliğe göre anahtarlar, kullanıldığı anma akımının ve geriliminin üzerindeki anma akım ve gerilim değerlerinde kullanılmamalıdır. Aydınlatma Tesisleri Elektrik iç tesislerinde kullanılacak aydınlatma araçları uygun lümen hesabı yapılarak seçilmeli, aydınlatma ekipmanları göz kamaştırıcı ve insan sağlığına zarar vermeyen değerde olmalıdır. Aydınlatma tesislerinde kullanılan sortilerin kablo kalınlığı 1,5 mm2, linyelerin ise 2,5 mm2kalınlığında olmalı ve aydınlatma hattında doğru değerli sigorta kullanımı yapılmalıdır. Fiş ve Priz Tesisleri ve Güvenliği Elektrik iç tesislerde kullanılacak fiş ve prizler, yönetmelik ve standartlara uygun olarak seçilmelidir. Özel cihazlar için seçilen fiş ve prizlerin anma değeri çektiği akıma göre belirlenmelidir ve en az 16 A anma akım değerindeki fiş ve prizler kullanılmalıdır. Ayrıca fiş ve prizlerin topraklama kısımlarına koruma iletkenleri bağlanmalıdır. Sigortalar Sigortalar, elektrik hattını garanti altına alan, kısa devre veya arıza durumlarında hattan fazla miktarda akım geçtiği zaman hattın ve hatta bağlı olan cihazların zarar görmesini engelleyen elektrik devre elemanlarıdır. Kaçak Akım Rölesi Kaçak akım koruma rölesi; faz ve nötr iletkenleri arasında bir dengesizlik yani fark oluştuğunda devreyi açan anahtardır. Bir elektrik devresinde fazdan giren akım, nötrden çıkar. Elektrik iç tesisatında 300 mA ve üstü kaçak akımlar için yangından korunma amaçlı kaçak akım röleleri kullanılmaktadır. Topraklama Bir iletken tel kullanılarak elektrikli aletlerin toprakla birleştirilmesine topraklama denir. Elektrik devrelerinde topraklamanın amacı, elektrikli cihazlar üzerinden elektrik kaçak akımı aktığı zaman, bu akımın elektrik cihazlarına ve bu cihazlara temas hâlinde olan insanlara zarar vermeden toprak iletkeni üzerinden akmasını sağlamaktır. Koruma topraklaması İşletme tesislerinde çalışan insanları tehlikeli dokunma gerilimlerine karşı korumak için, normal şartlarda üzerinde gerilim taşımayan elektrikli cihazların aktif elektrik taşımayan kısımlarının topraklama iletkeni ile topraklanma işlemine koruma topraklaması denilir. İşletme topraklaması Elektrik devrelerinde işletme akım devresine ait cihazların elektrik taşıyan aktif kısımlarının topraklanması işlemine işletme topraklaması denilir. Fonksiyon topraklaması Topraklama yapılan cihazın veya işletmenin bir fonksiyonu yerine getirmesi için yapılan topraklamadır. Genellikle yıldırımdan korunmak için yapılır. Zayıf akım aletlerinin, raylı sistemlerin, parafudrların topraklaması fonksiyon topraklamasına örnek verilebilir. Elektrikli Makinelerin Bağlantıları Elektrikli makinelerin koruma tipi, yerleştirildikleri yerlerdeki şartlara uygun seçilmeli, fazla nem, buhar bulunan yerler ile yağlı yerlerdeki elektrik motorlarının gerilim altındaki kısımlarıyla bağlantıları uygun şekilde korunmuş olmalıdır.

ELEKTRİK İÇ TESİSLERİNDE ATEŞLEYİCİ ORTAMLAR

Patlayıcı Ortam Patlama riskine sahip gazların hava ile bir araya gelerek meydana getirdikleri ortama patlayıcı ortam denilmektedir. Yanma; kimyasal bir tepkime olup bu tepkimenin gerçekleşmesi için oksijen, patlayıcı madde ve enerjinin (örneğin bir kıvılcım) bir araya gelmesi gerekmektedir. Elektrik iç tesislerinde, patlama için uygun ortam şartlarını sağlayan ateşleyicilerin kaynağı; arklar, ekipmanların uzun süre ve yüksek akıma maruz kalmaları sonucu ısınan yüzeyler ve statik elektrik sebep olabilir. Arklar Elektrik tesislerinde şalterler açılıp kapandığında, elektrostatik olarak yüklü devre elemanları deşarj olduklarında, elektrik akımı geçen kablolar koptuklarında veya hasar gördüklerinde, kısa devre durumunda ortaya çıkan dengeleme akımları arklar ve kıvılcımları meydana gelebilir. Sıcak yüzeyler Üzerinden uzun süre elektrik akımı geçen kablolar ve uzun süre çalışan elektrikli aletlerin açık yüzeylerinin etrafında bulunan patlayıcı gazların kinetik enerjisini artırarak tehlikeli ortam oluşturabilir. Statik elektriklenme Patlayıcı ortamlarda tehlikeli ortamın oluşması için statik elektrik kaynakları en gizli ve gözden kaçırıldığı zaman belki de en tehlikeli sınıfta yer alırlar. Patlayıcı ortamlarda sürtünme ile elektriklenmeyen anti statik malzemeler tercih edilmelidir. Yıldırım düşmesi Elektrik yüklü bulutlar, metal kaplı depolarda (influenz olayı) elektrostatik yüklenmelere neden olur. İyi bir topraklama yapılarak metal yüzeylerin yeryüzü ile aynı potansiyelde olması sağlanır. Parazit akım, katodik Koruma Elektrikli raylar ve topraklı elektrik besleme akımı taşıyan elektrik tesislerinde, parazit akımları oluşur. Bu akımlar topraklama noktaları arası gerilim farkı yaratabilir ve bu gerilim farkı da ark çıkmasına neden olabilir.

PATLAYICI ORTAMLARDA KORUMA TİPLERİ

Patlama riskli ortamlarda, sadece bu ortama uygun patlama korumalı cihazlar kullanılabilir. Patlayıcı ortamlarda kullanılan elektrikli aletlerin ortamı tehlikeye düşürmemesi için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntem ve metotlar, aletin yapısına göre farklıdır. Bu ortamlarda kullanılacak cihazlara alev sızdırmaz (Ex-Proof) cihaz denmektedir. D-Tipi Koruma (Alev Sızdırmaz Koruma) İlk uygulanan ve en geniş kullanılan koruma tipidir. Diğer koruma tipleri, daha sonra geliştirilmiştir. Potansiyel patlayıcı atmosferi ateşleyebilen kısımlar, içindeki patlama basıncına dayanan ve patlamanın kendisini çevreleyen atmosfere yayılmasını engelleyen muhafazanın içine yerleştirilmişlerdir. E-Tipi Koruma (Artırılmış Emniyet) Normal çalışma icabı ark çıkarmayan cihazlar kullanılan fakat buna ilave önlem alınan bir uygulama olup cihazın emniyeti daha da artırılmıştır. Bu koruma tipi kesici ve ayırıcı gibi ark çıkaran aletlerde kullanılmaz. P-Tipi Koruma (Alev Sızdırmaz Koruma) Basınçlı koruma anlamında olup patlayıcı gazdan korunmak istenen bölgenin gazdan muhafazası amaçlanmıştır. Korunmak istenen bölge belli bir basınç altında tutulur. N-Tipi Koruma (Ark Önleyici Koruma) Normal çalışmada elektrikli cihaza, ortamı kaplayan patlayıcı ortamı ateşlemeyeceği veya ateşlemeye sebep olabilecek bir arızanın meydana gelmesinin pek muhtemel olmadığı durumlarda uygulanan bir koruma tipidir. Q-Tipi Koruma (Ark Önleyici Koruma) Bu koruma çeşidinde; elektrikli cihazı içinde tutan muhafaza tamamı ile küçük parçacıklardan oluşan malzeme ile doldurulur. İ-Tipi Koruma (Kendinden Emniyetli Koruma Kendinden emniyetli korumada cihazın kullanılacak kısmından geçen enerji arıza veya doğal çalışma durumunda ark yapmayacak kadar zayıf olduğu için bu isim verilmiştir. Aydınlatma Aygıtları Patlama ortamında kullanılabilecek çeşitli aydınlatma armatürleri bulunmaktadır ve bunların korunma yöntemleri de ayrı ayrı aşağıdaki gibi verilmiştir. Akkor Flamalı Aydınlatma Armatörleri Akkor flamalı aydınlatma armatörlerinin ark çıkarmazlar. Ark çıkarabilecek kısımları, anahtar kısımları olabilir ki bu da anahtar kısmında koruma gerektirir. Bu armatörlerin patlamaya problem teşkil edebilecek kısımları sıcak yüzeyleridir. Ölçümlerle akkor flamanın sıcaklığının 2000 0C dereceye kadar çıktığı gözlemlenmiştir. D-tipi korumada aydınlatma armatörü, bir cam kutu içerisine yerleştirilir. Bu cam kutunun iç basıncı 10-15 atm değerleri arasında olduğu için bu basınca dayanımlı cam yüzey ile yapılmış özel ampuller kullanılmalıdır. Floresan Aydınlatma Armatörleri Floresan ampullerde, tıpkı akkor flamalı ampullerde olduğu gibi yüzey sıcaklığı ve ark yapabilecek starterler sorun teşkil etmektedir. Sıcak yüzeyler için özel olarak büyük cam yüzeyli olarak üretilirler. Bu koruma tipinde starter ve floresan, ayrı ayrı 10-15 atm arası basınca sahip bir cam kutu içerisine yerleştirilir. Bu tipi koruma daha yaygındır. Kablolar Patlayıcı ortamlarda kullanılacak elektrik aletleri, her ne kadar exproof imal edilmiş olsa da bu cihazların birbirleri ile bağlantıları elektrik kabloları ile yapılmaktadır. Elektrik kabloları ark çıkaran eleman değillerdir, fakat elektrik akımı geçen kabloların kopması veya aşınarak iletken ile temas etmesi ark ortamına zemin hazırlayabilir. Şalterler Şalterler ve devre kesici olarak kullanılan elektrik aletleri açıp kapanma sırasında ark yapabilen aletlerdir. Patlayıcı ortamlarda kullanılan bu elemanlarda öncelikle açma kapama esnasında temas yüzeyini küçük tutarak ark kapasitesi düşük tutulmaya çalışılmaktadır. Bu koruma tipinde ortam şartlarına göre devre kesici elemanın tamamı veya ark çıkaran kısmı d-tipi koruma yapılarak basınç altında tutulmuştur. Ark çıkarmayan kısımların e-tipi koruma ile korunduğu, ark çıkaran kısımların ise d-tipi koruma ile korunduğu durumlar da vardır. Fakat devre kesiciler için patlayıcı ortamlardaki en temel koruma yöntemi ark çıkaran kısmın d-tipi koruma altına alınmasıdır. Transformatörler Elektrik kapasitesinin belli bir güç üzerinde kullanıldığı ortamlarda işletme, zorunlu olarak özel trafo kullanmak zorunda olduğu patlayıcı ortam bakımından tehlikeli ortamlar için transformatörler de exproof özellik taşımalıdır. Özellikle maden ocakları gibi patlama riski yüksek tehlikeli ortamlarda transformatörler uzak yerlere konulup exproof kablolarla enerji taşınmaktadır. Zorunlu hâllerde transformatörler, tehlikeli ortama yakın yerlere konulabilmektedir. Böylesi ortamlarda kullanılan en temel koruma yağlı tip yerine kuru tip transformatörlerin kullanılmasıdır. Ayrıca transformatörlerin ark yapabilecek kısımları mevcut olduğu için patlama tehlikesi olan ortamlarda transformatörler d-tipi koruma altına alınmıştır. Elektrik Motorları Elektrik motorları yük bağlanıldığı zaman yüksek akım taşıyan, fırça kolektör yapısı gereği ark oluşturan ekipmanlar olduğu için patlayıcı ortamlarda kullanıldığı zaman, patlama tehlikesine karşı koruma yapılmış olmalıdır. Patlayıcı ortamlarda, genellikle fırça kolektör yapısı olmayan ve bir muhafaza ile dış ortamdan tamamen korunan sincap kafesli asenkron motorlar kullanılmaktadır. Doğru akım motorları veya bilezikli asenkron motorların kullanımının gerektirdiği özel durumlar olabilir.

• METAL SEKTÖRÜNDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİNE GENEL BAKIŞ

• Metal işlerinin yapıldığı işyerleri gerek yaptığı işin cinsi gerekse iş kapasitesiyle çok çeşitlidir. Metal işi önce malzemeyi kesme, devamında bunları birleştirme (perçin, kaynak, civata vb.) ve montaj aşamalarından oluşmaktadır. Bu aşamaların her birinin iş sağlığı ve güvenliği açısından çeşitli riskleri vardır. Burada kullanılan yöntemler ve iş tezgahları ön plandadır. Metal kesme işleminde metal testereleri, sac kesme makasları, giyotin, daire testere, kaynak makineleri kullanılır. Metalleri şekillendirmede sac bükme makineleri, sac kıvırma makineleri, zımpara taşları ve takım tezgahları gibi metal şekillendirme tezgahları kullanılır. Ayrıca metal yığma metoduyla imalat olan 3D yazıcılar da son yıllarda kullanılmaya başlamıştır. Bir imalat yönteminin kullandığı teknolojinin gelişmişliği İSG açısından çok önemlidir. İleri teknoloji daha az iş kazası anlamındadır ki bu yapılan istatistiklerin sonucudur. Örneğin, konvansiyonel takım tezgahlarında meydana gelen iş kazaları CNC tezgahlara göre çok yüksektir.

• Metal İşleri

• Metaller; ısı ve elektriği iyi ileten, kendine özgü parlaklığı olan, otomotiv sektöründen ev eşyalarına geniş bir kullanım alanı olan maddelerdir. Sanayi Devrimi'yle gelişen ürünlerin malzemelerinde ilk sırada yer almaktadır. Öyle ki, ülkelerin gelişmişliği tükettikleri enerji ve kullandıkları metal miktarıyla ölçülebilmektedir.

• Türkiye'de metal sanayi, sanayi kolları içinde, ekonomik büyüklük, barındırdığı iş gücü ve stratejik önemi ile Türkiye'nin en önemli sanayi sektörüdür. Bu büyük metal sanayinin içinde demir çelik, otomotiv, metal, beyaz eşya, savunma, otomotiv yedek parça gibi sanayinin olmazsa olmazlarını üreten, hatta insan hayatının artık vazgeçilmezlerini üreten sektörler bulunmaktadır. Kullanımın büyüklüğü yanında iş kazalarının çokluğu da gelmektedir.

• Neden en çok kaza metal sektöründe meydana gelmektedir sorusunun cevabı; kullanımının yaygınlığı, hemen hemen her yerleşim biriminde kullanılması, çoğunlukla küçük işletmelerde yapılmasıdır. İşletmelerin çalıştırdığı işçi sayısı ile kaza oranı ters orantılıdır. Yani elliden fazla işçi çalıştıran işyerlerinde diğerlerine oranla daha fazla kaza meydana gelmektedir. Bunun sebepleri çeşitlidir. Örneğin, küçük bir dökümhanede potalar insan gücüyle taşınmakta ve eriyik metal kazalarına sebep olmaktadır. Oysa büyük dökümhanelerde pota makine gücüyle taşınmakta ve döküm esnasında insanlar eriyik metalden uzak bir konumda bulunabilmektedirler.

• Metal İşleme Yöntemleri

• Metal işleme yöntemleri; cevher ve hurda eritme ve arıtma, dökümcülük, sıcak veya soğuk dövme, presleme, kaynakçılık ve metal kesme, sinterleme, talaşlı imalat (yontarak şekillendirme) ve 3D yazıcı (yığarak şekillendirme) yöntemleridir. Bunlardan her birinin İSG açısından çeşitli sorunları bulunmaktadır. Eritme ve arıtma işlemlerinde yanma tehlikesi ve kimyasal tehlikeler bulunmaktadır. Cevher hazırlamada toz ve kimyasallar, eritmede yanma tehlikesi gibi. Dökümhaneler, metal sektörünün en tehlikeli iş kollarından biridir. Burada toz, kimyasallar ve özellikle eriyik metalden kaynaklanan tehlikeler mevcuttur. Dövme işlerinde kullanılan şahmerdanlardan kaynaklanan gürültü, titreşim ve sıkışma-ezilme tehlikesi mevcuttur. Kaynak ve metal kesme işleri başlı başına tehlike olup kaynak işleri İSG'nin sembolü haline gelmiştir. Kullanılan iş güvenliği afişlerinde bunu görmek mümkündür. Sinterleme yine toz ve kimyasalların yanında presleme yöntemleri de risk oluşturabilmektedirler. Talaşlı imalat özellikle konvansiyonel takım tezgahları kullanıldığında iş güvenliği riski taşımaktadırlar. Ancak CNC tezgahlar ve 3D yazıcılar daha az risk taşımaktadırlar çünkü ileri teknoloji ürünleridir.

• Metal sektöründe İş Sağlığı ve Güvenliği

• Bu sektördeki iş kazalarının sebeplerinden birisi de kalifiye elaman bulunamaması veya işlerin acemi işçilerce gerçekleştirime çokluğudur. Şurası bir gerçektir ki, tecrübeli işçiler çoğunlukla büyük yerleşim yerlerinde ve büyük işletmelerdedir. Yapılan istatistikler, iş tecrübesi arttıkça kazanın azaldığını göstermektedir. Yine SGK'nın yıllık istatistiklerine bakıldığında, çalışan sayısı arttıkça iş kazası sayısının azaldığı görülmektedir.

• Metal sektörü çok çeşitli makinelerin kullanıldığı bir sektördür. Bu makinelerin güvenli kullanımı içim Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı makine emniyet yönetmeliği yayınlanmıştır. Bu yönetmeliğin amacı; makinaların, usulüne uygun şekilde kurulduğunda, bakımı yapıldığında ve kendinden beklenen amaçlar doğrultusunda kullanıldığında, insan sağlığına ve güvenliğine ve durumuna

göre evcil hayvanlara ve mallara zarar vermiyorsa piyasaya arz edilmelerini ve hizmete sunulmalarını teminen, tasarım ve imalat aşamasında uyulması gereken temel emniyet şartları ile takip edilmesi gereken uygunluk değerlendirme prosedürlerini ve uygunluk değerlendirmesi yapacak onaylanmış kuruluşların görevlendirilmesinde dikkate alınacak asgari kriterleri düzenlemektir.

• Türkiye'de kullanılacak makinelerle ilgili yasa; koruyucusu olmayan makinelerin satın alınması, hibe alınması gibi her türlü temini yasaklamaktadır.

• Metal sektöründe iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili sorunlardan birisi de iş deneyimidir. Özellikle küçük ölçekli atölyelerde çalışanların yeterince eğitim alamamaları ve iş deneyimlerinin azlığı kazalara neden olmaktadır. Bu konuda SGK yıllıkları her yıl istatistik sonuçları yayınlamaktadır. Ülkemizde çalışan sayısının elliden az olması İSG kurulu kurma zorunluluğu muafiyeti getirmektedir. İSG kurullarının iş sağlığı ve güvenliğine katkısı ortadadır. Bu istatistiklere göre işletmelerde çalışan sayısının azlığı kazaların artması sonucunu doğurmaktadır. Yine iş tecrübesinin azlığı kaza sebepleri arasında sayılmaktadır. Küçük yerleşim yerlerinde veya çalışan sayısının az olduğu işletmelerde işin çeşitliliği, gerekli önleme planlarının yapılmaması iş kazalarının artmasına neden olmaktadır. Yine küçük işletmelerde aydınlatma, termal konfor, gürültü, ergonomi gibi şartlar yeterince yerine getirilememektedir.

• Kısaca, küçük işletmelerde metal sektörü işleri yapılırken proaktif planlama yeterince yapılamamakta, bunun sonucunda iş kazaları ve meslek hastalıkları meydana gelmektedir.

İnsanlık tarihinin bilinen en eski ve en çok tercih edilen temel şekillendirme yöntemlerinden biri olan döküm işlemi; imalat sanayinin temel endüstrilerinin başında gelmekte olup, metallere sağlamış olduğu yüksek katma değer ile de ülkelerin kalkınmasına ve sanayilerinin sürdürülebilirliğine önemli bir etkisi bulunmaktadır. Döküm ile otomotivden havacılığa, inşaattan madenciliğe kadar birçok sektör için 1 gr'dan yüzlerce ton ağırlığa kadar değişik mamul veya yarı mamul ürünler üretilebilmektedir. Günlük hayatımızın içinde yer alan ev ve mutfak aletlerinden mobilyalara, aydınlatma ekipmanlarından boru ve vanalara, oyuncaklardan ağır sanayi makinelerine, her türlü hava, kara ve deniz ulaşım araçlarına kadar birçok ürün döküm yolu ile elde edilmektedir. Döküm sektöründe birçok çalışan istihdam edilmekte olup, çalışanların sağlık ve güvenlik yönünden uygun koşullarda faaliyetlerini yerine getirmeleri, hem iş sağlığı ve güvenliği açısından hem de işletmelerin iş verimi ve performans ölçütleri için büyük önem arz etmektedir.

DÖKÜM

Döküm; ham metal ve/veya hurda metal parçaların ergitilmesi, ergitilen bu sıvı metale alaşımların ilave edilmesi ve bu sıvı eriyik metalin daha önce hazırlanmış metal, kum ve/veya seramik kalıplar içerisine yerçekimi veya basınç uygulayarak dökülmesi ile bu kalıplar içerisinde katılaştırılması işlemidir. Bu teknik, metallerin sıvı eriyik halinde iken sahip olduğu yüksek şekil alma kabiliyetine dayanmaktadır. Döküm yöntemi yapılması zor, oldukça büyük ve karmaşık yapıya sahip parçalar ile küçük, içi boş, seri üretim yapılması gereken parçaların imal edilmesini mümkün kılar. Avantajları

• Seri üretime uygundur ve seri üretim sırasında ekonomiktir.
• Kompleks yapıya sahip hem çok büyük hem de çok küçük parçalar rahatlıkla üretilebilmektedir.
• Üretilen malzemelerin aşınma dayanımları iyidir.
• Dökme metalik malzemelerin gözenekli yapılarının titreşim sönümleme özellikleri iyidir.
• Genellikle bütün metal ve alaşımların dökümü yapılabilmektedir.

Dezavantajları

• Az sayıda küçük parçaların üretiminde ekonomik değildir.
• Ergime sıcaklığı çok yüksek olan malzemeler için uygun değildir.
• Çok ince kesitli parçaların elde edilmesi zordur.
• Çevre dostu değildir, çalışma ortamı kirlidir.

DÖKÜM YÖNTEMLERİ

Döküm yöntemleri döküme biçim veren kalıbın tekrar kullanılıp kullanılamayacağı esasına göre, harcanan kalıp kullanan döküm yöntemleri ve kalıcı kalıp kullanan döküm yöntemleri olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Harcanan Kalıp Kullanan Döküm Yöntemleri Bu döküm yöntemlerinde sıvı eriyik metalin boşaltıldığı kalıp malzemesi, katılaşma işlemi gerçekleştikten sonra parçalanmaktadır. Bunlar: Kum kalıba döküm En yaygın kullanılan döküm yöntemi olan kum kalıba dökümde, hemen hemen bütün metal ve alaşımların üretimleri gerçekleştirilebilmektedir. Bu yöntem ile 20-30 gr'dan yüzlerce ton ağırlığa sahip parçaların üretimi mümkündür. Genelde 1 ton döküm için yaklaşık 4-5 ton kum harcanmaktadır. En önemli avantajı; çelik, titanyum (Ti), nikel (Ni) gibi yüksek ergime sıcaklığına sahip metallerin dökümünün sağlanabilmesidir. Kum kalıba döküm yöntemi; kullanılan kalıbın cinsine göre, yaş kum kalıp ve kuru kum kalıp olmak üzere ikiye ayrılır. En yaygın kullanılanı ise yaş kum kalıba dökümdür. Kalıp malzemesinde bağlayıcı olarak %7-15 oranında su ile şişebilen doğal kil ile refrakter malzeme olarak da %90 oranında kuvars olarak bilinen Silis kumu (SiO_2) kullanılmaktadır. Demir döküm işlemi gerçekleştirilirken ise kalıp içerisine taş kömüründen elde edilen kömür tozları ilave edilmektedir. Kabuk kalıba döküm Bu yöntem kum kalıp yöntemi ile benzerlik göstermektedir. Bu yöntem ile bir kaç gr'dan 180 kg ağırlığa kadar hem demir hem de demir dışı alaşımların dökümü gerçekleştirilebilmektedir. Alçı kalıba döküm Kum kalıba döküm yöntemine benzerlik gösteren bu döküm yönteminde genellikle 0.6 mm kalınlığa ve 30 gr'dan 7kg ağırlığa kadar küçük ve orta büyüklükteki parçalar dökülebilmektedir. Döküm yönteminde kullanılan alçı; alçı taşı veya kalsiyum sülfat, talk, kum, asbest, sodyum silikat ve su karışımından elde edilmektedir. Hazırlanan alçı harcı modelin her iki yüzeyine püskürtülür ve kalıbın şeklini alabilmesi için 15 dakika bekletilir. Daha sonra modelden kontrollü bir şekilde alınan kalıp parçaları fırın içerisinde kurutularak hazır hâle getirilir. Genellikle alüminyum, magnezyum, bakır, çinko gibi düşük ergime sıcaklığına sahip metaller bu yöntem ile dökülebilmektedir. Seramik kalıba döküm Alçı kalıba benzeyen bu döküm yönteminin tek farkı, kalıp malzemesi olarak alçı yerine yüksek sıcaklıklara dayanıklı refrakter

malzeme (seramik) kullanılmasıdır. Plastik, kauçuk, ağaç veya alçı malzemeden yapılmış modellerin üzerine refrakter malzeme sürülerek kurumaya alınır. Daha sonra sertleşen seramik kalıplar modellerden ayrılarak 1000°C sıcaklıkta fırınlanırlar. Fırınlama işleminden sonra kurutulan kalıplara sıvı eriyik metal dökülerek döküm işlemi gerçekleştirilir. Dökme demir, dökme çelik ve yüksek sıcaklık alaşımları bu yöntem ile dökülmektedir. Hassas döküm Hassas dökümde yüksek ergime sıcaklığına sahip birçok metal ve alaşımının döküm işlemi gerçekleştirilebilmektedir. Mum ve benzeri yapıdaki modellerin seramik bir yapıyla kaplandıktan sonra elde edilen kalıplarda döküm işlemidir. Sıvı eriyik metal tek kullanımlık seramik kalıp içerisine dökülür. Katılaşma işlemi gerçekleştikten sonra parçalar kalıbın kırılması ile çıkartılır. Kalıcı Kalıp Kullanan Döküm Yöntemleri Bu döküm yöntemlerinde sıvı eriyik metalin boşaltıldığı kalıp malzemesi, katılaşma işlemi gerçekleştikten sonra ayrılmakta ve tekrar tekrar kullanılabilmektedir. Bunlar: Metal kalıba döküm Kokil kalıba döküm olarak da bilinen bu döküm yöntemi ile alüminyum, bakır, magnezyum, çinko esaslı alaşımlar ve hiperötektik gri dökme demirin döküm işlemleri gerçekleştirilmektedir. En önemli avantajı, seri üretime uygun olması ve kum kalıp döküme göre mukavemetinin iyi olmasıdır. Bu yöntem ile karmaşık yapıdaki parçalar ile yüksek boyut toleransına sahip parçalar dökülebilmektedir. Basınçlı döküm Bu yöntem, eriyik sıvı metalin yüksek basınç altında metalden oluşturulmuş bir kalıba doldurulması ve bu basıncın katılaşma gerçekleşinceye kadar uygulanması temeline dayanmaktadır. Uygulanan bu basınç yardımıyla çok sayıda ergimiş metalin kalıba hızlıca doldurulması sağlanır. Bu metot sayesinde kompleks yapıdaki parçaların dökümü gerçekleştirilebilmektedir. Savurma döküm Bu döküm yöntemi ile düşük alaşımlı çelik, paslanmaz çelik gibi demir alaşımları ile alüminyum, magnezyum, bakır, bronz gibi demir dışı metal ve alaşımların dökümü gerçekleştirilebilmektedir. Ergimiş metal, bir eksenin etrafında yatay veya düşey olarak dönen kalıplar içine boşaltılır ve merkezkaç kuvvetinin oluşturduğu basıncın etkisiyle şekillendirme işlemi gerçekleştirilir. Bu yöntem ile silindir veya disk gibi aynı eksende ve simetrik olan parçaların üretilmesi sağlanmaktadır. Sürekli döküm Sürekli döküm yöntemi, ergimiş metalin dış yüzeyi suyla soğutulan iki ucu açık bir kalıp içerisinden geçirilip katılaşmasını sağlayan döküm yöntemidir. Bu metot dolu veya içi boş kare veya dikdörtgen şeklindeki sac, şerit, levha tipi uzun parçaların dökülmesinde uygulanmaktadır.

DÖKÜM İŞLEMİNDE KULLANILAN ERGİTME OCAKLARI

Döküm işleminde metal ve alaşımları, demir esaslı ve demir dışı olarak sınıflandırılmaktadır. 1400°C - 1650°C ergime sıcaklığına sahip çelik ve dökme demir, demir esaslı döküm alaşımlarını oluştururken; 419°C - 660°C ergime sıcaklığına sahip alüminyum, bakır, çinko, magnezyum, nikel vb. alaşımlar ise demir dışı döküm alaşımlarını oluşturmaktadır. Döküm işlerinde ham metal ve/veya hurda metali ergitmek için kupol, potalı ve elektrik ocakları olmak üzere üç çeşit ergitme ocağı kullanılmaktadır. Kupol Ocakları Dökme demir (pik) ergitilmesinde en çok tercih edilen ergitme ocağı olup, tabanına yakın yerde sıvı haldeki metali almak için döküm ağzı (metal alma deliği) olan dikey silindirik ve ısıtılmamış (soğuk) hava ile çalışan ocaklardır. Ergitme işleminin gerçekleştirmek için ısı kaynağı olarak kok kömürü kullanılmaktadır. Kok kömürü ile birlikte ham veya hurda dökme demir ve kireç taşı belirli oranlarda karıştırılarak (Şarj) ocağın üst tarafındaki yükleme odasından ocak içerisine belirli aralıklar ile aktarılır. Ergimiş metal belirli aralıklarla döküm ağzından döküm potalarına alınır. Ergime sırasında açığa çıkan cüruflar ise cüruf alma deliğinden cüruf potalarına alınır. Pota Ocakları Ergitme ocaklarının en eski tipi olan bu ocaklar; çelik, dökme demir, bakır, alüminyum, magnezyum gibi demir dışı metal ve alaşımların ergitilmesinde kullanılmaktadır. Bu ocakların içi yüksek sıcaklığa dayanıklı refrakter tuğla ile örülmüş ve tuğlaların üzeri özel harç ile kaplanmış çelik kaplamalı silindirik yapıdadır. Çelik sac, grafit veya dökme demirden imal edilen potalar ocak tabanına yerleştirilerek ergitme işlemi gerçekleştirilmektedir. Bu ocaklarda ergitme esnasında çoğunlukla mazot, fuel-oil vb. gibi sıvı yakıtlar kullanılmaktadır. Az da olsa elektrik rezistans ile çalışan potalar bulunmaktadır. Elektrik Ocakları Genelde her çeşit metal ve alaşımlar için kullanılan bu ocaklarda 3000°C-3500°C arasında yüksek sıcaklıklar elde edilebilmekte olup, sıcaklık ayarları ve kontrolü de oldukça kolaydır. Temizdirler ve metal kayıpları oldukça azdır. Üç çeşit elektrik ocağı bulunmaktadır. Bunlar: Elektrik ark ocakları Dökme demir ve çelik üretilmesinde kullanılan ocaklardır. Ergitme işlemi ocağın içerisine yerleştirilen grafit yapıdaki elektrot çubuklara bir potansiyel fark uygulanarak elektrik arkının oluşturulması ve bu arklar sayesinde açığa çıkan yüksek ısı yardımıyla ocak içerisine yerleştirilen metalin ergitilmesi prensibine dayanmaktadır. Yüksek ergitme kapasitelerine sahiptirler. Tek dezavantajı, yüksek gürültüde çalışmalarıdır. Direnç ocakları Bu ocaklarda ergitme işlemi; pota dışına sarılan, yüksek sıcaklığa dayanıklı ve oksitlenmez yapıdaki direnç tellerine uygulanan potansiyel fark ile yüksek ısının üretilmesi ve bu ısı enerjisi ile pota içerisine yerleştirilen metalin ergitilmesi prensibine dayanmaktadır. Genellikle 1100°C den yüksek olmayan düşük sıcaklıkta ergiyen alaşımlarda kullanılmaktadır. İndiksüyon ocakları Hem demir hem de demir dışı metal ve alaşımlarının ergitilmesinde kullanılan, en önemli ve en yaygın elektrik ocağıdır. Bu ocaklarda ergitme işlemi pota dışında bulunan indiksiyon bobininden geçirilen alternatif akımın (Ac) sürekli yön değiştiren elektromanyetik alanlar oluşturması, bu manyetik alanların pota içerisindeki malzemelerin öz direncini vasıtası ile ısı enerjisine dönüşmesi prensibine dayanır.

Böylelikle açığa çıkan ısı enerjisi ile ergitme işlemi gerçekleştirilmiş olunur. Metal, ısıtıcı elemanlarla temas halinde olmadığından, yüksek kalitede ve saflıkta erimiş metaller üretmek mümkündür. Döküm Yönteminin İş Sağlığı ve Güvenliği Yönünden Değerlendirilmesi Döküm sektörü İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin Tehlike Sınıfları Listesi Tebliği'ne göre "çok tehlikeli" sınıfta yer almaktadır. Metal döküm üretim yönteminin sanayi kodu, Ekonomik Faaliyetlerin Uluslararası Standart Sanayi Sınıflandırması (International Standard for Industrial Classification) ISIC Rev.4'te 243, Avrupa Birliği Ekonomik Faaliyetlerin İstatistiksel Olarak Sınıflandırılması (Nomenclature générale des Activités Economiques dans les Communautés Européennes) NACE Rev.2'de ise Kod 24 ile sınıflandırılmıştır. Döküm sektörü; sıcaklık, toz, duman, buhar, kimyasallar ve katkı maddelerinin neden olduğu birçok risk etmenini barındırmaktadır. Ayrıca fırınlar, elektrik tehlikeleri, gürültü, titreşim ile sıvı eriyik metalden kaynaklanan parlama, kızılötesi ve UV ışınları, radyasyon ve sistemin olgusu gereği oluşabilen kas-iskelet yapısı hasarları bu sektörün en önemli tehlikeleri arasında yer almaktadır. Döküm İşlerinde Kullanılan Kişisel Koruyucu ve Donanımlar Döküm sektöründe risklerin iş organizasyonu ve çalışma yöntemleriyle önlenemediği veya tam olarak sınırlandırılamadığı, toplu korunmayı sağlayacak teknik önlemlerin yetersiz olduğu durumlarda kişisel koruyucu donanımlar (KKD) kullanılmaktadır. KKD'ler, çalışanlara ücretsiz verilir ve işveren tarafından hiçbir şekilde ücret talep edilemez veya maaş kesintisi yapılamaz. İşveren KKD'lerin bakım-onarım ve periyodik kontrollerini imalatçının vermiş olduğu kullanım kılavuzuna uygun olarak yapmakla, gerek duyulan parçaları değiştirmekle, hijyenik şartlarda muhafaza etmekle ve kullanıma hazır bulundurmakla yükümlüdür. Ayrıca işveren hangi KKD'lerin hangi risklerde kullanılacağına dair çalışanlarını eğitmek ve bilgilendirmekle de yükümlüdür.

SICAK VE SOĞUK ŞEKİLLENDİRME İŞLEMLERİNDE İSG

Endüstrinin farklı iş kollarında, farklı şekil ve boyutta, sayılarda ve özelliklerde kullanım ihtiyacı duyulan metal ve alaşımlarına, farklı üretim yöntemleri ile deformasyon uygulanarak istenilen özellikteki iş parçalarının üretimi sağlanmaktadır. Deformasyon, malzemeye uygulanan kuvvet etkisiyle malzemede meydana gelen şekil değişimi olarak tanımlanır. Eğer deformasyon geçici ise yani kuvvet kaldırıldıktan sonra parça eski halini alıyorsa elastik; deformasyon kalıcı ise yani kuvvet kaldırıldıktan sonra parça eski hâlini almıyor, kalıcı bir şekil değişimine uğruyor ise plastik deformasyon olarak adlandırılmaktadır. Plastik şekil verme yöntemleri ise kendi aralarında malzemenin ergime sıcaklığını 0.3 katının altında bir sıcaklıkta gerçekleşen soğuk deformasyon (soğuk şekillendirme) ve malzemenin ergime sıcaklığının 0.5 – 0.6 katının üstünde bir sıcaklıkta gerçekleşen sıcak deformasyon (sıcak şekillendirme) mekanizmaları olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Sıcak ve Soğuk Şekillendirme Yöntemleri Uygulanan gerilmenin yönü ve biçimine göre genellikle "kütlesel şekillendirme" ve "sac şekillendirme" olarak iki ayrı bölüme ayrılmaktadır. Kütlesel şekillendirme de malzeme her üç yönde de şekil değişimine uğramaktadır. Sac şekillendirmede ise şekillendirme işlemi genellikle 5 mm'den daha ince sac malzemelere gerçekleştirilmektedir. Kütlesel Şekillendirme Yöntemleri Kütlesel şekillendirme de malzeme her üç yönde çok büyük oranlarda şekil değişimine uğramaktadır. İşleme başlarken malzemeler genellikle silindirik veya kare-dikdörtgen kesitli, hacimce büyük parçalar olmaktadır. Bu yöntemler: Haddeleme Haddeleme; iş parçasının, birbirine karşı zıt yönde dönen ve belirli bir bası kuvveti uygulayan iki merdane arasından geçirilmesi ile kesit alanının daraltılıp boyunun uzatılması işlemidir. Sıcak haddeleme ve soğuk haddeleme olmak üzere ikiye ayrılmaktadırlar. Bu yöntem ile yuvarlak, yassı, kare, ray, köşebent, U demiri vb. metalik malzemelerin üretimi gerçekleştirilebilmektedir. Dövme Metallere çekiç, şahmerdan, pres vb. takım ve makinelerin yardımıyla uygulanan bası kuvvetinin etkisiyle sıcak, yarı sıcak ve soğuk olarak gerçekleştirilen şekil verme yöntemidir. Bu yöntem ile cıvatalar, perçinler, çubuklar, el aletleri, dişliler vb. ürünler elde edilmektedir. Dövme işlemleri "açık kalıpta dövme" ve "kapalı kalıpta dövme " olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Ekstrüzyon Bir kovan içerisine yerleştirilmiş metalik malzemenin yüksek bası kuvvetiyle bir kalıp içerisinden çıkacak şekilde akmaya zorlanması ile gerçekleştirilen şekil verme işlemidir. Basit olarak diş macununun bulunduğu tüpten dışarı çıkartılması işlemine benzemektedir. Bu yöntemde dolu kesitli parçalar, tüp veya boru gibi içi boş ürünler elde edilebilmektedir. Tel ve çubuk çekme Kalın kesitli tel veya çubuğun, bir kalıp içerisinden geçirilerek kesitinin küçültülüp boyunun uzatılması işlemidir. Prensip olarak ekstrüzyon işlemine benzemektedir. Aralarındaki tek fark, tel ve çubuk çekme işleminde ürünün kalıptan bası kuvveti yerine çekme kuvveti uygulanarak çıkartılmasıdır. Sac Şekillendirme Yöntemleri Genellikle soğuk olarak gerçekleştirilen bu yöntemler ile beyaz eşya, ofis mobilyası, mutfak eşyaları, inşaat ekipmanları ile otomotiv ve havacılık sektörlerinde kullanılmakta olan sac ve/veya levha malzemeler üretilmektedir. Bu yöntemler başlıca dört çeşittir. Kesme İşlem; biri sabit diğeri hareketli (zımba) olan iki kalıp arasında yerleştirilen bir metalin, kalıbın kesici kenarları arasında makaslama işlemi ile ayrılması olarak tanımlanabilir. Bükme Bir eksen etrafında malzemeye uygulanan kuvvetlerin etkisi ile malzemenin iç yüzeyinde oluşan bası kuvvetiyle dış yüzeyinde oluşan çeki kuvveti tarafından oluşmaktadır. Boru, kutu, kap, tank gibi ürünler bu yöntem ile elde edilmektedir. Derin Çekme Sac metal şekillendirme işlemleri içerisinde en karmaşık yapıya sahip olan derin çekme işlemi ile düz sac metalden, silindirik, dikdörtgen, kare vb. içi boş kap ve kutu gibi parçalar elde edilmektedir. İşlem genellikle soğuk olarak gerçekleştirilir Diğer Sac Şekillendirme Yöntemleri Kesme, bükme ve derin çekme işlemleri dışında yer alan diğer sac şekillendirme yöntemleridir. Bunlar: Germe Germe işleminde, sac malzeme uç kısımlarından çeneler vasıtasıyla tutularak gerdirilir ve parçanın hareket etmesine izin verilmez. Daha sonra bir kalıp vasıtasıyla gerilen saca baskı uygulanır ve eğilme mekanizması devreye girerek sac malzemenin kalıbın şeklini alması sağlanır. Sıvama Sıvama işleminde, dönen sıvama tezgahına yerleştirilen kalıbın üzerine eksenel simetriye sahip sac malzeme bir baskı aparatı yardımıyla bastırılarak sabitlenir. Dönme işlemi başladıktan sonra sacın üzerine bir makara veya sıvama kalemi ile bası kuvveti uygulanarak sacın kabın şeklini alması sağlanır. Hidromekanik Şekillendirme Temel olarak metal sac veya tüp şeklindeki malzemenin kapalı bir kap içerisindeki basınçlı sıvı akışkan içerisinde zımbanın hareketi ile şekillendirilmesi işlemidir. Merdanelerle Şekillendirme Merdaneler yardımıyla sürekli veya kademeli olarak gerçekleştirilen şekil verme yöntemidir. Şekillendirme

sırasında elde edilecek profile bağlı olarak çok sayıda merdanenin kullanılması mümkündür. Sıcak ve Soğuk Şekillendirme İşlemlerinin İSG Açısından Değerlendirilmesi Sıcak ve soğuk metal şekillendirme işlemleri, ısıtıcılara ve sıcak parçalara yakın çalışma, rahatsız edici seviyede gürültülü ve tozlu ortamda çalışma, mekanik ve hidrolik makinalar ile çalışma gibi iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini gerektiren risk etmenleri ile mesleğin icrası esnasında oluşabilecek kaza ve yaralanma risklerini barındırmaktadır. Fiziksel Risk Etmenleri Fiziksel risk etmenleri; çalışılan ortamın sıcaklık, nem, aydınlatma, gürültü, titreşim, basınç vb. fiziksel özellikleri ile çalışanların sağlığını önemli ölçüde etkileme ihtimali olan fiziksel faktörlerdir. Gürültü Metal şekillendirme işlemlerinde gürültü, çalışanlar üzerinde fizyolojik ve psikolojik etkiler oluşturmakta, iş verimini olumsuz yönde etkilemekte ve insan kulağı üzerinde kalıcı veya geçici işitme kayıpları meydana getirebilmektedir. Çalışanların gürültü ile ilgili risklerden korunmalarına dair yönetmeliğe göre; En düşük maruziyet eylem değeri: (LEX, 8saat) = 80 dB(A) En yüksek maruziyet eylem değerleri: (LEX, 8saat) = 85 dB (A) Maruziyet sınır değerleri: (LEX, 8saat) = 87 dB(A)'dir. Bu iş kollarında çalışanları gürültüden korumak amacıyla;

• Gürültü ölçümü yaptırılmalı ve bu ölçümler periyodik olarak tekrarlanmalıdır.
• Preslerin çalışma alanındaki gürültü düzeyi ortalama 90-110 desibel aralığında olmalıdır.
• Hava yoluyla yayılan gürültünün; perdeleme, kapatma, gürültü emici örtüler ve benzeri yöntemlerle azaltılmalıdır.
• Yapı elemanları yoluyla iletilen gürültü; yalıtım, sönümleme ve benzeri yöntemlerle azaltılmalıdır.
• Maruziyet süresi ve düzeyi sınırlandırılmalıdır.
• Çalışanlara uygun kulaklıkların verilmesi ve doğru kullanımının sağlanması gerekmektedir. Titreşim Titreşim çalışanlara, titreşen bir yüzeyin üzerinde veya titreşen bir ekipmanın yakınında çalışmanın gerçekleştiği koşullarda etkimektedir. Metal şekillendirme işlemlerinde çalışanlar el-kol ve bütün vücut titreşimine maruz kalabilmektedirler. Çalışanların titreşimle ilgili risklerden korunmalarına dair yönetmeliğe göre;

a) Sekiz saatlik çalışma süresi için el-kol titreşiminin;
1) Günlük maruziyet sınır değeri: 5 m/s2,
2) Günlük maruziyet eylem değeri: 2,5 m/s2.
b) Sekiz saatlik çalışma süresi için bütün vücut titreşiminin;
1) Günlük maruziyet sınır değeri: 1,15 m/s2,
2) Günlük maruziyet eylem değeri: 0,5 m/s2 olarak belirlenmiştir.

Çalışanları titreşimin etkilerinden koruyabilmek için;

• Titreşim ölçümü yaptırılmalı ve bu ölçümler periyodik olarak tekrarlanmalıdır.
• Titreşimi kaynaktan kesmeye çalışmalıdır.
• Titreşimin yalıtım yoluyla yayılması engellenmelidir. Termal Konfor Termal konfor şartlarının olumsuz olması durumunda dolaşım bozuklukları, el becerilerinin azalması, soğuk algınlığı, üşüme, kas ve eklem hastalıkları, genel bezginlik ve iş hevesi kayıpları gibi olumsuz etkiler oluşabilmektedir. Çalışanları bu tür olumsuzluklardan koruyabilmek için;
• Belirli aralıklarda ortam ölçümleri yapılmalı ve çalışanlara uygun dinlenme süreleri verilmelidir.
• İşin niteliğine uygun olarak oluşan sıcaklardan çalışanların korunması için uygun havalandırma sistemi kurulmalıdır.
• Tezgahların bulunduğu yerler genel ya da lokal havalandırma ile rahatlatılmalıdır. Aydınlatma Metal şekillendirme işlemlerinin gerçekleştiği çalışma alanlarında yetersiz veya yanlış aydınlatma sistemleri; parlama, renk karşıtlığı ve kötü aydınlatma olarak karşımıza çıkmaktadır. Çalışanları olumsuz etkilerden koruyabilmek için;
• Aydınlatma ölçümü yaptırılmalı ve bu ölçümler periyodik olarak tekrarlanmalıdır.
• Metal şekillendirme işlemi yapılan tezgâhlar en az 200 lüks (lux) ile aydınlatılmalıdır.
• Aydınlatmalar kolayca görmeyi sağlayacak derecede parlak olmalı; ama aşırı parlak olmamalıdır. Kimyasal Risk Etmenleri Sıcak ve soğuk metal şekillendirme işlemlerinde çalışanlar özellikle, presler yardımı ile gerçekleştirilen dövme işlemi ile tel ve çubuk çekme işlemlerinde kimyasal risk etmenleri ile karşı karşıya kalmaktadır. Çalışanların bu olumsuz etkilerden korunabilmesi için;
• Çalışılan ortamda havalandırmanın düzenli ve düşük hızlarda yapılmalı ve çalışanlara "P2 özel" standardına sahip maskeler verilmelidir.
• Kullanılacak olan yüz ve göz koruyucuları TS 5560 EN 166 standardına sahip olması gerekmektedir.
• Çalışan kimyasal risklere maruz kalınan bir alanda çalışıyorsa TS EN 374 standardına uygun eldiven kullanmalıdır. Ergonomik Risk Faktörleri Metal şekillendirme işlemlerinde; çalışmaların uzun süre ayakta gerçekleştirilmesi, kaldırma-indirme işlemlerinin mekanik ekipmanlar yerine elle gerçekleştirilmesi ve operatörlerin uygun olmayan yardımcı ekipmanlar ile işlemlerini gerçekleştirmesi çalışanlarda bel incinmeleri, kas ve iskelet sistemi rahatsızlıkları gibi olumsuzlukları meydana getirmektedir. Bu olumsuzlukları önleyebilmek amacıyla;
• Çalışanlara elle taşıma ve yükleme konusunda eğitimler verilmelidir.
• Uzun süreli ayakta çalışmanın gerçekleştiği bölümlerde kısa süreli molalar verilmeli ve yere ayaklık

konularak çalışanların ayak değişiminin yapılması sağlanmalıdır.
• Makinelerin boyutları operatörlere uyumlu olmalıdır.
• Operatörlerin kullandığı sandalye/koltuk küçük olmamalı, 5 ayaklı, koltuk yüksekliği ile dikliği ayarlanabilir şekilde ve arkalık kısmı bel dâhil tüm sırtı kaplayacak büyüklükte olmalıdır. Kullanılan Kişisel Koruyucu Donanımlar (KKD'ler) Metal şekillendirme işlemlerinde kullanılan KKD'ler, çalışanlara ücretsiz verilir ve işveren tarafından hiçbir şekilde ücret talep edilemez veya maaş kesintisi yapılamaz. İşveren KKD'lerin bakım-onarım ve periyodik kontrollerini imalatçının vermiş olduğu kullanım kılavuzuna uygun olarak yapmakla, gerek duyulan parçaları değiştirmekle, hijyenik şartlarda muhafaza etmekle ve kullanıma hazır bulundurmakla yükümlüdür. Sıcak-soğuk metal şekillendirme işlemlerinde kullanılan KKD'ler ve özellikleri: El-kol koruyucu donanımların; çalışanın keskin metal yüzey ve kenarlara temas etmesi gereken durumlarda TS EN 388 standardına, kimyasal risklere maruz kalınan bir alanda çalışılıyorsa TS EN 374 standardına, ısıl risklere maruz kalınan çalışma ortamlarında çalışılıyor ise TS EN 407 standardına uygun, işin gerektirdiği performans seviyelerine sahip olması gerekmektedir. Solunum koruyucu donanımlar için ortam ve kişisel maruziyet ölçüm değerlerine göre uygun koruma seviyesi belirlenmeli, buna göre tek kullanımlık ya da tekrar kullanılabilir maskeler seçilmeli ve ilgili standartlara uygun filtre secimi yapılarak tam ya da yarım yüz maskesi kullanılmalıdır. Göz ve yüz koruyucu donanımları, TS 5560 EN 166 standardında belirtilen temel performans gerekliliklerini karşılaması gerekmektedir. Ayak ve bacak koruyucu donanımları için; emniyet ayakkabıları TS EN ISO 20345, koruyucu ayakkabılar TS EN ISO 20346, iş ayakkabıları TS EN ISO 20347, diz koruyucuları TS EN 14404 standardına uygun olarak seçilmelidir. Koruyucu giyecekler; ısıya, aleve, ergimiş metallerin sıçramalarına karşı koruma sağlayan TS EN ISO 11612 standardına sahip koruyucu elbiseler ve/veya hareketli araçların yanında ve karanlık alanlarda kolayca fark edilmek amacı ile TS EN ISO 20471 standardına uygun koruyucu elbiseler olmalıdır. Baş koruyucu donanımlar; çalışanları çarpma ve darbelerden, metal sıçramalarından, elektrik çarpmaları ve yanma gibi baş yaralanmalarına neden olabilecek durumlardan koruyabilmek amacıyla endüstriyel baretler TS EN 397 ve yüksek performanslı endüstriyel baretler TS EN 14052 standardına uygun olmalıdır. İşitme koruyucu donanımlar gürültünün seviyesine göre; TS EN 352-1 standardına uygun kulaklıklar, TS EN 352-2 standardına uygun kulak tıkaçlar veya TS EN 352-3 standardına uygun barete takılabilir kulaklıkların verilmesi gerekmektedir.

TOZ METALURJİSİNDE (SİNTERLEME) İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

Toz metalürjisi, nano ya da mikro yapıdaki tozların sinterlenmesi ve ardından basınç ve sıcaklık altında preslenmesi işlemidir. Sinterleme işlemi, toz metalürji parçaları ve seramik bileşenlerin üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Toz metalürjisinde üretim sürecine giren kimyasal maddeler, iş ekipmanı, araç ve gereçler; insan sağlığı ve güvenliği, işyeri güvenliği, çevre sağlığı ve güvenliği için tehdit oluşturmaktadır. Bu tehditler iş kazalarına ve meslek hastalıklarına sebep olmakta ve insan hayatı ve sağlığı tehlike altına girmektedir.

1. TOZ METALURJİSİ (SİNTERLEME)

Sinterleme, bir nesnenin dayanımını ve bütünlüğünü arttırmak için toz metalürjisinde yaygın olarak kullanılan bir ısıl işlemdir. Toz metalürjisi ise metal tozlarının üretimi ve bunların makine parçalarının üretiminde kullanılmasıdır. Ancak üretim yolu, porozitenin türü ve miktarı bu yöntemde çok önemli parametrelerdir. Toz metalürjisi teknikleri, örneğin sermetlerde olduğu gibi metal olmayanlarla kombinasyon halinde metaller, alaşımlar veya metallerden oluşan çok çeşitli ürünler üretmek için kullanılır. Tozlardaki parçacıklar genellikle 100-200 µm boyutlarındadır; ancak ince parçacıklar (1-10 µm) ve ultra ince parçacıklar (1-100nm) da kullanılır. Büyük nesneler üretmek için metal tozları karıştırılır ve bir kayganlaştırıcı (metal stearat, parafin, molibden disülfür) ilave edilir. Karışım daha sonra ısı ve/veya basınç (soğuk izostatik presleme veya sıcak izostatik presleme) uygulamasıyla birleştirildiği bir kalıba geçirilir. Daha sonra, kompakt nesne malzemeye bağlı olarak 760 °C ila 2400 °C arasında değişen sıcaklıklarda sinterlenir.

2. TEHLİKELER

Toz metalürjisinde en önemli mesleki tehlike, toza maruz kalmaktır. Tozların üretimi ve karıştırılması sırasında ve birleştirilmiş veya sinterlenmiş nesnelerin taşlanması sırasında havada toz oluşabilir. Küçük parçacıklar, oda sıcaklığında cam kap içerisinde korunsalar bile, bir sene içinde 3000 ile 4000 ppm miktarında oksijen alarak oksitlenir. Herhangi bir koruma olmadan, küçük tozlar havada yanabilir ve 2 MPa (20 atmosfer) veya daha yüksek yanma basınçlarına yol açan potansiyel patlayıcı özelliği gösterebilir. Ayrıca ince ve çok ince tozların kullanılması soluma riskini arttırır. 10 mikron üzeri parçacıklar akciğerlere ulaşmadan genizdeki mukoza tarafından yakalanır. Ancak 10 mikrondan daha küçük parçacıklar akciğerlere ulaşarak vücut içinde çözünebilir. Bu tür bir çözünmenin olası sonuçları tozun bileşimine bağlıdır.

3. YANGIN VE PATLAMA

Yangın durumunda, üç bileşene ihtiyaç vardır: Bir yakıt (toz), atmosferde yeterli oksijen ve bir kıvılcım. Öte yandan patlama, tozun toz bulutu olarak bulunmasını gerektirir. Bir fabrika veya tesisteki toz ve tozun patlaması tipik olarak iki aşamada meydana gelir: Birincisi, bir miktar tozun ilk tutuşması ve patlamasıdır. Bunun, genellikle binalara ve personele etkisi göreceli olarak düşük olması sebebiyle, zararı (söz konusu toz miktarına bağlı olarak) sınırlı boyuttadır. Bununla birlikte, bunun yarattığı şok dalgaları tesis içindeki toz birikintilerinin (çıkıntılar, kirişler, ekipmanların üst kısımları vb.) havaya salınmasına neden olabilir ve bu, ilk alev için hazır bir yakıt kaynağı sağlar. İkinci aşama ise birinci aşama sonucu havaya salınan toz birikintilerinin yakıt kaynağı olması sonucu çıkan patlamadır. Toz parçacık büyüklüğü önemli bir faktördür ve genel olarak bunun bir patlamanın başlaması için 420 µm' den küçük olması gerektiği düşünülmektedir. Toz parçacığının boyutu 420 µm'den büyükse, kütle bir ısı emici olarak hareket etmek için yeterli hâle gelir ve tutuşmaya neden olması zorlaşır.

4. TOZ KARAKTERİZASYONU

Kullanılan tozu karakterize etmek, olası yangın veya patlama risklerini anlamak için önemli bir araçtır. Toz karakterizasyonunda en önemli parametreler; toz büyüklük aralığı, minimum patlama konsantrasyonu, minimum ateşleme enerjisi, minimum ateşleme sıcaklığı, minimum otomatik ateşleme sıcaklığı ve tozun patlama endeksidir. Parçacık Boyutu Daha önce belirtildiği gibi, bir patlamaya neden olacak maksimum parçacık büyüklüğünün 420 µm olduğunu belirten pratik bir kılavuz vardır. Bununla birlikte, bu ebat küçüldükçe reaktivite belirgin şekilde artar. Minimum Patlama Konsantrasyonu Minimum patlama konsantrasyonu, belirli test koşullarında patlamaya neden olabilecek havada asılı olan en küçük toz miktarı olarak tanımlanır. Minimum Ateşleme Enerjisi Minimum ateşleme enerjisi, bir toz bulutunun elektrik ve elektrostatik boşalmalarla tutuşma kolaylığını ölçer. Test, ilgili standartta ayrıntılı olarak verilen spesifik koşullar altında yapılmalıdır. Minimum Ateşleme ve Otomatik Ateşleme Sıcaklığı Minimum ateşleme sıcaklığı, bir toz bulutu şeklinde

dağılmış tozu veya tozu tutuşturabilen en düşük yüzey sıcaklığıdır. Nem Etkisi Nemin varlığı, zirkonyum için gösterildiği gibi minimum ateşleme sıcaklığını arttırabilir. Bunun ışığında, zirkonyum ve hafniyum için güvenlik kuralları, bu tozların kuru olduğunda veya nem içeriği ağırlıkça yüzde 10-25'in altında olduğunda kullanılmaması gerekmektedir.

5. SAĞLIK RİSKLERİ

Metal tozlarına maruz kalmanın işçinin sağlığı üzerinde etkisi olabilir ve toza maruz kalma süresi arttıkça sorun teşkil edebilir. Belirli bir tozun sağlık üzerindeki etkilerini anlamak zordur; çünkü bireysel hassasiyetler değişkendir ve belirli bir hastalık için yatkınlıklar bir kişide tetiklenirken, diğerleri etkilenmez. Tozların vücutla etkileşime girmesinin üç yolu vardır:

• Bir tür tahrişe veya alerjik reaksiyona (örn. Dermatit) neden olabilen cilt teması. Nano tozlarda partiküller cilde nüfuz edebilir ve beyin de dâhil olmak üzere vücudun çeşitli bölgelerinde hücrelere emilebilir.

• Gözle temas, mekanik tahrişe neden olur ve hasara neden olur.

• Solunması ve yutulması veya akciğerlere girmesi ile yutulması, olası solunum problemleriyle sonuçlanır.

6. TOZ METALÜRJİSİNDE KULLANILAN TOZLARIN ETKİLERİ

Zirkonyum Zirkonyum bilinen bir biyolojik role sahip değildir ve zirkonyum bileşikleri düşük toksisiteye sahiptir. Zirkonyum tozuna kısa süreli maruz kalma tahrişe neden olabilir; ancak yalnızca gözlerle temas tıbbi yardım gerektirir. Tantalyum Tantalyum genellikle toksik olarak kabul edilmez; ancak bir çalışma tantalyumun çok özel olmayan bir yüzey kanserojen olabileceğini göstermiştir (hayvan çalışmalarına dayanarak). Hafniyum Hafniyum metalinin kimyasal, fiziksel ve toksikolojik özellikleri tam olarak araştırılmamıştır. Hafniyum, henüz tanımlanmamış bir zehirdir; ancak suda çözünürlüğünün düşük olması nedeniyle yutulması ile etkili bir şekilde vücutta emilmez. Niyobyum Niyobyum, hayvanlarda plasenta bariyerini geçer. Solunduğunda mukoza zarının tahriş olmasına neden olabilir. Gözlerde geçici mekanik tahrişe neden olabilir.

7. POTANSİYEL RİSKLERİN ÖNLENMESİ

Yangın/patlama ve sağlık risklerini önlemek veya en azından en aza indirgemek için prosedürlerin belirlenmesine rehberlik etmesi gereken dört genel prensip vardır. Bunlar aşağıdaki bölümlerde ele alınmıştır:

1. Toz parçacıklarının havadaki süspansiyonunu önleyin.
2. Toz işleme alanlarındaki tüm tutuşma kaynaklarını ortadan kaldırın.
3. Yangın veya patlama boyutunu sınırlayın.
4. Personeli patlamadan koruyun.

8. YANGINLA MÜCADELE PROSEDÜRLERİ

Toz metalürjisinin kullanıldığı yerlerde yangın ve patlama riskinden dolayı tesiste "Yangınla Mücadele Prosedürleri" oluşturulmalıdır. Belirli bir tesise uygun detaylı prosedürler profesyonel itfaiyeciler tarafından istenmelidir.

Talaşlı işlem denince akla takım tezgahları gelir. Takım tezgahları, imalatta çok önemli bir yere sahiptir. Mevcut imalat teknolojilerinde, uygulamada malzemelere şekil vermek için kullanılan yöntemler; yekpare üretim (kalıba döküm), parça kaldırarak şekillendirme (talaşlı imalat ve yığma ile şekillendirme (3D yazıcılar) şeklindedir. Talaşlı imalat yönteminin tarihi bir hayli uzun bir geçmişe sahiptir. Önceleri insan ve hayvan gücüyle yapılan talaşlı imalat, buharın imalatta kullanımıyla hızlı bir ivme kazanmış, yirminci yüzyılda insanlık tarihinin kaderini değiştirmiştir. Bu yüzyılda talaşlı imalat yapan takım tezgahlarının gelişim hızı, yöntemi fabrika yapan fabrikalar gibi nadide bir isimle anılır hâle getirmiştir. Takım tezgahları önem derecesine göre sınıflanırsa, ilk sırada tornalama ve ilgili işlemler gelmektedir. Bunu sırasıyla, delme ve ilgili işlemler, frezeleme işlemleri, vargel ve planya işlemleri, talaş kaldırma merkezleri ve tornalama merkezleri CNC (Bilgisayar Nümerik Kontrol), Yüksek hızlı talaş kaldırma, diğer talaş kaldırma yöntemleri (Taşlama, alet bileme, eğeleme vb.) izler. 18. yüzyılın ortalarında başlayıp, 20. yüzyılın sonlarına kadar devam eden Sanayi Devrimi, dünyada makineleşme oranı oldukça artmıştır. Makineleşme oranının artmasıyla çalışma hayatında birçok sorun ortaya çıkmıştır. Bunlar arasında en önemlisi, İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG)'dir. Geçmişten günümüze makineleşme ve teknolojinin gelişmesiyle çalışma saatleri düzenlenmiş olsa da çalışanların iş güvenliklerinin sağlanması sorun olmaktan çıkamamıştır. Çalışanların iş güvenliklerinin sağlanamamasıyla birlikte birçok iş kazası meydana gelmiştir. Dünyada, çalışma hayatının düzenlenmesi ve çalışanların belirli bir standartta çalışmaları için 1919 yılında Dünya Çalışma Örgütü (ILO) kurulmuş, 1946 yılında ise Birleşmiş Milletler'in uzman bir kuruluşu olmuştur. Türkiye'de cumhuriyetin ilanıyla başlayan çalışmalar, 24 Ekim 1945 yılında Birleşmiş Milletler üyesi olmasıyla birlikte Dünya Çalışma Örgütü'nün almış olduğu kararlara uyma yükümlülüğü ile devam etmiştir. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı (ÇSGB) bünyesinde bulunan İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü (İSGGM) ve İş Teftiş Kurulu Başkanlığı Türkiye'de iş güvenliği çalışmalarını yürütmekte, gerekli yasaları ve yönetmelikleri çıkarmakta ve iş yerlerini denetlemektedir. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (BSTB) Makine Emniyeti Yönetmeliğini hazırlamıştır. Makinelerin; usulüne uygun şekilde kurulmasını, bakımlarının yapılmasını, insan sağlığına ve güvenliğine uygun şekilde tasarlanmasını, imal edilmesini ve temel emniyet şartlarının sağlanmasını amaçlamaktadır. Piyasaya çıkacak makinelerin, önce Ekonomi Bakanlığı tarafından hazırlanan Ürünlerin Piyasaya Gözetimi ve Denetimine Dair Yönetmeliğe uygun olması gerekmektedir. Bu yönetmeliğin amacı, ürünlerin piyasaya arzı ve dağıtımı aşamasında veya ürünler piyasada iken ilgili teknik düzenlemeye uygun ve güvenli olup olmadığının gözetimi ve denetimini, piyasa gözetimi ve denetimi konularında yetkili kuruluşlar arasında koordinasyonun sağlanmasını ve tavsiye niteliğinde kararlar alınmasını sağlamaktır. Piyasaya çıkacak olan ürün, kalite ve kullanılabilirlik açısından kullanışlı olsa da güvenlik yönüyle de yeterli olmalıdır. Makine imalatçıları, yasalar ve yönetmeliklerde belirtilen güvenlik kurallarına uymakla yükümlüdür. Dünya'da İş Güvenliği Avrupa'da ve Amerika Birleşik Devletleri'nde makineleşme oranının artmasıyla birlikte "Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü" (OSHA) kurulmuştur. Amacı, iş yerlerinin güvenliğini ve çalışanların sağlığını sağlamak, gerekli yasal düzenlemeleri ve mevzuatları çıkartmaktır. Avrupa Birliği'ne üye olan ülkelerde, çalışma ortamlarının daha sağlıklı ve güvenli hâle gelebilmesi için gerekli çalışmalarda bulunmaktadır. OSHA, her ülkenin gelişimine göre iş güvenliği ile ilgili bilgi paylaşmaktadır. Devlet temsilcisi, işveren ve işçiden oluşan üç grubun temsilcilerini bir araya getirir. Türkiye, OSHA'ya gözlemci aday ülke statüsünde katılmaktadır. Türkiye'de İş Güvenliği Ülkemizde çalışanların çalışma şartları, süreleri, iş yükümlülükleri ve çalışma hakları ve işverenin yükümlülükleri 4857 sayılı İş Hukuku Kanunu ile belirlenmiştir. Avrupa Birliği uyum yasalarıyla birlikte 2012 yılında 6331 sayılı Yasa çıkartılmıştır. Bu yasa, Avrupa Birliği'nin (AB) kullanmış olduğu OSHA-EU'da ki iş güvenliği yasaları ve kuralları dikkate alınarak hazırlanmıştır. Bu kanunun amacı, iş yerlerinde İSG'nin sağlanması ve mevcut sağlık ve güvenlik şartlarının iyileştirilmesi için işveren ve çalışanların görev, yetki, sorumluluk, hak ve yükümlülüklerini düzenlemektir. İşveren ile çalışanların görev, yetki ve yükümlülükleri bu yasa tarafından belirlenmiştir. İş yerinde meydana gelebilecek her türlü iş kazasından işveren sorumlu bulunmaktadır. İşveren, çalışan sayısına göre iş yerinde değişkenlik gösterecek sayıda iş güvenliği uzmanı ve işyeri hekimi bulundurmak zorundadır. İşveren, eğer bu hizmetleri kendisi sağlayamıyorsa Ortak Sağlık Güvenlik Birimlerinden (OSGB) hizmet alımına gidebilmektedir. Türkiye yasal anlamda ileri ülkelerle birlikte hareket etmektedir. Örneğin; TS 18001

kabul edilmiş devamında OHSAS 18001 ISO'ya uymadığı için ISO 45001 çıkarılmış, Türk Standartları Enstitüsü (TSE) TSE ISO 45001 çevirisini yaparak uygulamaya koymuştur. Talaşlı işlem, malzemeleri yontarak şekillendirme işlemidir. Burada malzemenin geometrisine göre, silindirik, düzlemsel ve levha (Kalınlığı diğer boyutlarına göre küçük) parçalar olarak üç ana guruba ayrılabilir. Silindirik parçalar torna tezgahlarında; düzlemsel parçalar freze, vargel ve planya tezgahlarında işlenmektedir. Parçaları kesmek için testere ve kaynak yöntemleri, delikler için matkap tezgahları kullanılmaktadır. Özellikle farklı boyut ve yüzey kalitelerine ihtiyaç gün geçtikçe artmış, daha düşük hata paylarında, daha düzgün yüzey ihtiyacı taşlama gibi farklı tezgahların ortaya çıkmasına sebep olmuş, devamında takım tezgahları için NC (Nümerik Kontrol) tezgahlar ve devamında bilgisayarın hayatımızın ayrılmaz bir parçası olmasıyla CNC (Computer Numeric Control) tezgahlar ile devam etmiştir. Bahsedilen bu tezgahlar en çok kullanılandan başlayarak sırasıyla ele alınacaktır. Ancak konumuz İSG olduğuna göre bu tezgahları çalışan sağlığı ve güvenliği açısından birer risk oldukları açıktır. Burada şunu söylemekle yetinebiliriz. İmalat yöntemlerinde daha ileri teknoloji daha az iş kazası ve meslek hastalığı anlamına gelmektedir. Fabrika yapan fabrikalar isimlendirmesiyle ünlenmiş takım tezgahları, talaşlı işlemin temel tezgahlarıdır. Güvenli kullanıldıklarında insanlığa ne kadar yararlı olduğu ortadadır. Ancak tüm iş kollarında olduğu gibi, talaşlı işlem işlerinde de kanıksama, iş kazalarının en önemli etkenidir. Tekdüze iş yapan operatörler tehlike körlüğüne dolayısıyla kazaya sebep olmaktadırlar. Talaşlı işlemde kullanılan takım tezgahları Makine Emniyeti Yönetmeliği esasına göre çalıştırılır. Bu yönetmelik İSG açısından güvenli çalışmayı içine alacak şekilde, makinelerin; usulüne uygun şekilde kurulmasını, bakımlarının yapılmasını ve kendinden beklenen amaçlar doğrultusunda kullanıldığında, insan sağlığına ve güvenliğine (ve durumuna göre evcil hayvanlara ve mallara) zarar vermiyorsa piyasaya arz edilmelerini düzenlemektedir. Aynı zamanda, tasarım ve imalat aşamasında uyulması gereken temel emniyet şartları ile takip edilmesi gereken uygunluk değerlendirme prosedürlerini ve uygunluk değerlendirmesi yapacak onaylanmış kuruşların görevlendirmesinde dikkate alınacak asgari kriterleri belirlemektedir. Makinelerin tasarımı ve imalatı ile ilgili temel sağlık ve güvenlik kuralları; "Makine imalatçıları, makinelere uygulanacak olan sağlık ve güvenlik kurallarını belirlemek için risk değerlendirmesi yapmalıdır. Değerlendirme sonucunda, meydana gelen risklere yönelik olarak makineler tasarlanmalı ve imal edilmelidir." şeklinde düzenlenmiştir. Çalışma hayatının tarafları olan işveren ve çalışanların yükümlülükleri 6331 sayılı Yasa ile belirlenmiştir. İş hayatını düzenleyen 4857 sayılı İş Kanunu'na destek amacıyla 2012 yılında çıkarılan 6331 sayılı İş sağlığı ve Güvenliği Yasası, iş hayatında çalışma kurallarının yanında İSG kurallarını da getirmiştir. Özellikle bu kanunun 30. maddesine dayanılarak çıkarılan yönetmelikler, kanunun uygulanmasında ve oluşabilecek itilafların çözümünde kilit rol üslenmektedir. 6331 sayılı Kanun proaktif bir yaklaşımı esas alır. Yani yapılacak iş planlanırken, oluşabilecek tehlikeler ve meslek hastalıkları öngörülerek, bunlara karşı önlemleri de beraberinde getirecek risk değerlendirmelerini de içine almaktadır.

KAYNAK VE METAL (SICAK-SOĞUK) KESME İŞLEMLERİNDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

Metalik malzemeler; endüstriyel ürünler, uzay ve havacılık, taşıt ve takımların üretimi gibi pek çok alanda tercih edilen önemli mühendislik malzemelerinden biridir. Bu nedenle oldukça geniş bir kullanım alanına sahip olan metallerin işlenmesi önemli bir konu olarak ele alınmalıdır. Her geçen gün teknolojik olarak gelişen yöntemlerin etkisi ile metal işleme sektörü de bu gelişmeye ayak uydurup büyük bir iş hacmine kavuşmuştur. Milyonlarca kişinin istihdam edildiği bu büyük hacmin varlığı beraberinde pek çok problemi de getirmektedir. Bu sektörün en çok dikkat çeken problemlerinden biri, insan sağlığı ve iş güvenliğidir. Metal teknolojisi; metalik malzemelere sıcak ya da soğuk şekillendirme işleminin yapıldığı, bu malzemelere ısıl işlem uygulandığı, birleştirme-sabitleme yapmak amacıyla çeşitli yerlerden kaynak, perçin veya cıvata kullanıldığı ve çelik konstrüksiyon işlerinin yapıldığı geniş çalışma hacmine sahip bir alandır. Metal işletmeciliği sektörü ağır sanayi koşullarını da içinde barındırmaktadır. Bu nedenle de metal işletmeciliğinin en önemli parametrelerinden biri, insan faktörüdür. Teknolojide meydana gelen gelişmeler beraberinde robotik üretim prosesinin artmasına sebep olmuştur. Fakat bu gelişmelere rağmen, üretim prosesinde insan gücüne olan ihtiyaç hala varlığını sürdürmektedir. Bu nedenle insanın bu sistemin bir parçası olması, beraberinde pek çok riski de getirmektedir. Beşeri unsurlarının rol aldığı işlemlerin tamamında azami dikkat ve kurallara olan itaat, maksimum iş ve işçi sağlığı/güvenliğinin teminine zemin hazırlar. Bu kapsamda, kaynak ve metal (sıcak-soğuk) kesme işlemlerinde iş sağlığı ve güvenliği konu başlığı altında özellikle kaynak işlemleri açısından iş sağlığı ve güvenliği ele alınacaktır.

1. KAYNAK İŞLEMİ

Kaynak işlemi, iş sağlığı ve güvenliği açısından ele alındığında, metal dışı malzemelerin insan sağlığına ve çevreye verebileceği zarar, metalik malzemelerin verebileceği zarardan oldukça düşüktür. Bu nedenle bu bölümde metal kaynağı ağırlıkla ele alınmıştır. Kaynak Metotları Kaynak, uygulanacak malzemenin cinsine bağlı olarak metalik malzeme kaynağı ve plastik malzeme kaynağı olmak üzere iki gruba ayrılır. Metalik malzeme kaynağı; malzemeye ısı, basınç ya da her iki uygulamanın birden kullanıldığı aynı cins ve erime aralığına sahip malzemelerin, aralarına herhangi bir malzeme ilave ederek ya da ilave edilmeden yapılan birleştirme işlemi olarak tanımlanır. Basınç Kaynağı Basınç kaynağı, sıcaklık ve sıkıştırma işleminin birleşimi olan bir kaynak çeşididir. Basınç kaynağı belli fiziksel olaylara (sürtünme, elektrik vs.) bağlı olarak gerçekleşir. Elektrik direnç olayını esas alan basınç kaynağı en çok tercih edilen basınç kaynağıdır. Sisteme elektrik akımı gönderilmesi ile birlikte elektrotlar parçalarda basma kuvveti meydana getirir. Böylece parçalar arasında ısı meydana gelir. Oluşan ısı enerjisi sayesinde malzeme bağı meydana gelir. Ergitme Kaynağı Ergitme kaynağı, kaynak yapılması istenen parçalara, ısı ve ilave metal uygulanarak gerçekleştirilen birleştirme işlemidir. Kaynak işlem sırasında kullanılan enerjinin kaynağına göre isimlendirilir. Ülkemizde bulunan ve atölyelerde yaygın olarak elektrik ark ve gaz kaynağı kullanılmaktadır.

2. KAYNAK İŞLERİNDE OLUŞAN TEHLİKELER VE ÇALIŞANLARA ETKİLERİ

Toz, Gaz ve Dumanlar Kaynak yapılan atölyelerde ortama yayılan gaz, toz ve dumanlar vücuda solunum yoluyla girerler ve bu gazlardan bazıları kronik (uzun dönemde) rahatsızlıklara, bazıları ise akut (ani-birdenbire) rahatsızlıklara da neden olabilmektedir. Örnek olarak, metal dumanı ateşi kaynakçılarda görülen rahatsızlıklardandır. Metal dumanı ateşi geçici bir hastalıktır; fakat bir takım kronik rahatsızlıkların ilerlemesine neden olur. Çinko, magnezyum, bakır gibi elementlerin içerisinde bulunduğu metal buharını içerisine çeken (soluyan) kişi, metal buharı ateşi (metal fume fever) hastalığına yakalanabilir. Kaynak ve kesme işlemlerini gerçekleştiren bireylerin akciğer kanserine yakalanma riski oldukça yüksektir. Ayrıca kaynakçılarda kronik solunum sistemi hastalıklarına (zatürree, bronşit, astım gibi) rastlanılmaktadır. Kaynak ve lehimleme işlerinde kullanılan dekopan ve örtü malzemeleri içeriğinde bulunan florür bileşeni göz, burun ve boğazlarda tahriş meydana getirmektedir ve deride kaşıntıya sebep olmaktadır. Toz, Gaz ve Dumanlardan Korunma Yöntemleri

- Mümkün olduğunca tehlikesi daha az olan madde seçilmeli,
- Kanserojen madde içeren malzeme için uyarıcı etiketler kullanılmalı,
- Meydana gelen tehlikeye göre solunum koruyucu kullanılmalı,
- Eğer kanserojen var ise kesinlikle respiratörler kullanılmalı,
- İşlem sırasında ortam için yeterli havalandırma yapılmalı,

• İşlem gerçekleştirilirken mutlaka maske kullanılmalıdır. Kullanılan maske yüze sürekli taze hava taşımalıdır. Işınlar Kaynak kullanılan imalathanelerde ikinci önemli risk, ışınlardır. Kaynak sırasında oluşan ark enerjisinin %15'i ışın olarak çalışma ortamına yayılır ve bu ışınların yaklaşık %10'u morötesi, %30'u parlak ve %60'ı kızılötesi ışınlardır. Kaynak ve kesmede açığa çıkan ışınlardan en fazla gözlerimiz etkilenmektedir. Gözü takiben de cildimiz. Gürültü Kaynak işlemi sırasında kullanılan motor, matkap, testere gibi yardımcı ekipmanlar çok sese yol açarlar. Kaynak işlemi sırasında ortalama 85 ile 105 dB (desibel) arasında gürültü oluşmaktadır. Ark ve plazma kaynağı diğer kaynak yöntemlerine kıyasla en gürültülü kaynak yöntemidir. Yangın Kaynak işlemi sırasında yangınların nedenleri, kaynak çapakları ve küçük kıvılcımlardır. Çalışma anında takılan siperlik, gözlük vb. koruyucu ekipmanlar nedeniyle kaynakçı etrafı göremediğinden sıçrayan kıvılcımlar, döşeme üzerinde bulunan çatlaklar veya aralıklara girer ve içerde yanma meydana getirir. Patlama Gaz kaynağında yanma hızı gaz çıkış hızından fazla olması sonucu şaloma ucundaki alev geri teperek şaloma içine doğru girer.

3. KAYNAK İŞLERİNDE ALINACAK İŞ GÜVENLİĞİ ÖNLEMLERİ

Kaynak İşlerinin Yapıldığı Yerlerde Alınacak Önlemler Kaynak atölyesinde, kaynak yapılan yere yakın olan kapı ve pencereler mümkün olduğu kadar demir gibi yanmaz malzemeden yapılmalıdır. Elektrik kaynağı yapılan yerler, diğer çalışılan kısımlardan bölmelerle ayrılmalıdır. Açık atölyelerin bir bölümünde çalışılması gerektiği takdirde kaynak mahalli, başka işçilerin çalıştığı yerlerden en az 2 m yükseklikte, ışık geçirmeyen sabit veya seyyar paravanlarla ayrılmalıdır. Açık ortamda gerçekleştirilen kaynak işlemlerinde kaynakçı, rüzgârın yönünü mutlaka hesaba katmalı ve daima rüzgârı arkasına alarak çalışmalıdır. Gaz Kaynağında Alınması Gereken Tedbirler Kaynak işlemi gerçekleştirilen ortamlar sürekli olarak havalandırılmalıdır. Kapalı ortamlarda gerçekleştirilen işlemlerde ortama yayılan gaz, buhar ve duman bir aspiratör yardımıyla emilmelidir. Kaynak yaparken, yapılacak kaynak türüne göre koruyucu gözlüklü maske, başlık, koruyucu elbise, güvenlik ayakkabısı, deri önlük, koruyucu tozluk ve deri eldiven gibi malzemelerden gerekli olanlar mutlaka kullanılmalıdır. Yangın tehlikesinin azaltılması için çalışma ortamında sadece kaynak yapılacak gaz türüne göre gaz tüpleri bulundurulur. Yapılan kaynak işinin uzun süreli durması halinde boş geçen sürede ve geceleri, cihazla suyu geri tepme emniyet tertibatı arasındaki gaz musluğu kapatılmalıdır. Kışın donan kaynak cihazının çözülmesi için alev ya da ateşle ısıtmak tehlikelidir. Kazan ile üfleç arasına emniyet tertibatı bağlanır. Bu emniyet tertibatının bütün aksanlarının iyi çalışıp çalışmadığı kontrol edilmelidir. Elektrik Ark Kaynağında Alınması Gereken Tedbirler Elektrik ark kaynağında en büyük tehlike, kaynak makinesi boşta çalışırken elektrik çarpma olayıdır. Kaynak yapılırken gerilime dayanıklı eldiven kullanılmalıdır. Akımı geçirmeyen kaynak pensleri kullanılmalıdır. Kazan, tank gibi dar ve kapalı alanlarda yapılan elektrik ark kaynağında doğru akım kullanılmalıdır. Kapalı ve nemli yerlerde yapılan kaynak işleminde lastik veya tahta altlık kullanılmalıdır. Kaynak makinesinin boşta çalıştığı zamanlarda, elektrot pensesi asla koltuk altına veya omuza koyulmamalıdır. Tesisatın topraklaması iyi yapılmalıdır. Duy ile ekipman arasındaki kabloyu topraklama kablosu olarak kullanma yanlışlığı yapılmamalıdır. Kablo çapları doğru seçilmelidir.

KAYNAK İŞLERİNDE KULLANILAN KİŞİSEL KORUYUCULAR

Ateşe dayanıklı bir şekilde üretilmiş eldivenler kullanılmalıdır. Ateşe, radyant ısıya dayanıklı önlük ve tozluklar kullanılmalıdır. Uzun konçlu ayakkabılar sıcak olan çapağın ayakkabıya girmesinin önlenmesi için kullanılmalıdır. Malzeme düşmelerine karşı korunmak için ise burun kısmı çelik olan ayakkabılar kullanılmalıdır. Eğer baş üstü çalışması varsa deri başlık ve omuzluk kullanılmalıdır. Çalışılan ortamda ağır ve keskin malzemelerin başa düşmesini önlemek için baret giyilmelidir. İş elbiseleri koyu renkte, kalın ve yünden dikilmeli, pamuk kullanılmamalı ve çok dar olmamalıdır. İş elbiselerin kolları ile pantolonların paçaları düğmeli veya lastikli olmalı, toz birikmelerine karşı cepsiz dikilmelidir.

4. METALLERDE SICAK VE SOĞUK KESME İŞLEMLERİ

Parçaları, istenilen şekil ve ölçülerde çeşitli metotlarla iki veya daha fazla parçaya ayırma işlemine kesme denir. Kesme işlemi, sıcak ve soğuk kesme işlemi olarak iki farklı şekilde yapılabilir. Sıcak Kesme İşlemleri Tavlama işlemi görmüş parçaları saplı keski kullanarak 2 ya da daha fazla parçaya ayırma işlemidir. Sıcak kesme işleminde; tav fırını, çekiç, saplı keski, cetvel, kıskaç, tel fırça, örs pabucu gibi takımlar kullanılmaktadır. Soğuk Kesme İşlemleri Talaşlı Kesme işlemi Üretimde kullanılan iş parçalarının kesilme şekillerinden biri de talaş kaldırılarak yapılan kesme işlemidir. Talaş kaldırma işleminde testere kalınlığına her zaman dikkat edilmelidir. Talaşsız Kesme işlemi Talaş kaldırmadan, malzemelerin istenilen ölçüde kesilmesidir. Talaşsız kesme işlem **makaslar ve kollu makaslar ile yapılır.**

5. KESME İŞLERİNDE ALINACAK İŞ GÜVENLİĞİ ÖNLEMLERİ

Sıcak Delme İşleminde Alınabilecek Önlemler Sivri uca ya da keskin köşelere sahip aletler cepte taşınmamalıdır. Kesme işlemi yapılırken malzeme yüzeyinden kopan parçalardan korunmak için ısıya dayanıklı elbise giyilmelidir. Aynı şekilde ayakları korumak adına çelik burun ayakkabı giyilmelidir. Zımba, çivi, murç gibi baş kısımlarına vurularak işlem yapılan aletlerin baş kısımları belli

periyotlarda zımparalanarak çapak fırlamalarına engel olunmalıdır. İşlem yapılacak malzemenin sıcaklığından korunmak için yüksek sıcaklıklara dayanıklı eldiven kullanılmalıdır. Kullanılacak balyoz, çekiç gibi aletlerin saplarının sağlamlığı işlem yapılmadan önce kontrol edilmelidir. Kullanılacak aletlerin sapları yağlı veya kaygan olmamalıdır. Oksijenle Kesme İşleminde Alınabilecek Önlemler Kesme işlemine başlamadan önce gazların kontrolleri yapılmalıdır. Gazlar bağlı bir şekilde tutulmalıdır. Yakıcı ya da yanıcı gazların bulunduğu ortamda kesme işlemi yapılmamalıdır. Kesme işleminin yapılacak yerin altında kum ile doldurulmuş kaplar bulundurulmalıdır. Kesme işlemi yapılacak ortamda mutlaka yangın tüpü bulundurulmalıdır. Kesme işlemi gerçekleştirilirken gözlük takılmalı ve uygun tulum giyilmelidir. Kesme işlemi yapılırken etrafta yanıcı maddeler mevcut ve uzaklaştırılamıyorsa, üzerlerine yanmaz branda örtülmelidir. Talaşlı Kesme İşleminde Alınabilecek Önlemler İş için uygun olmayan aletler ortamda bulundurulmamalı ve kullanılmamalıdır. Talaşlı kesme aleti olan keski ile kesme işlemi sırasında karşınızda kimsenin olmaması gerekir. Gerekli görülürse paravan kullanılmalıdır. Kesme işlemi yapılırken kullanılan keskilerin uçları zamanla aşınır. Bu tür keskiler düzeltilmeden kullanılmamalıdır. Testere ile kesme işlemi sırasında dönen testere ağzına dokunulmamalıdır. Kesme işlemi yapılırken fırlayan talaşlara ve parçalara karşı korunmak için gözlük kullanılmalıdır. Testerenin kullanıldığı kesme işlemlerinde parmaklara dikkat edilmeli ve eldiven kullanılmalıdır. Talaşsız Kesme İşleminde Alınabilecek Önlemler El makası kullanılarak yapılan kesme işlemlerinde parça kesilmeden önce markalama işlemi yapılmalıdır. Markalama çizgileri görülebilecek şekilde kesme işlemi yapılmalıdır. Talaşsız kesme işlemi yapılırken kullanılan makasın altına elini, kolunu, parmağını sokmadan kesme işlemi yapılmalıdır. Testere ile kesme işlemi yapılırken mutlaka eldiven kullanılmalıdır. Talaşsız kesme işleminde mutlaka iş eldiveni giyilmelidir. Baskı pabuçlarının altına el sokulmamalıdır. Ekip halinde çalışıldığı durumda pedala basmadan önce ya da kesmeye başlamadan önce karşı taraf ikaz edilmelidir. Makas ile 6 mm'den daha kalın malzemeler kesilmemelidir. Makasın arkasında biriken artık parçaların dayamaya zarar vermemesi için makasın arkası sık sık temizlenmelidir.

Metalik Malzemelerin Yüzeylerine Yapılan İşlemlerde İSG

Metallerin, farklı endüstriyel uygulamalar için hizmet ömürlerini ve güvenilirliklerini arttırmak için yüzey özelliklerinin iyileştirilmesi gerekir. Yüzey temizleme işlemleri, termal işlemler, termokimyasal işlemler ve kaplama işlemleri gibi yüzey işlemleri bir malzemenin yüzey özelliklerini iyileştirme işlemleridir. Bu işlemlerin her birinde farklı değişkenlerin (kimyasal, aşındırıcı, elektrik, ısı, vakum, lazer vb.) kullanılması, bu değişkenlerin yol açtığı tehlikeleri beraberinde getirir. Oluşan bu tehlikeler gerekli önlemler alınmadığı takdirde ciddi sağlık ve güvenlik problemlerine neden olur. Yüzey işlemleri, bu işlemlerin oluşturduğu tehlikeler ve hastalıklar ile alınması gereken önlemler aşağıda özetlenmiştir. Yüzey Temizleme İşlemlerinde İSG Kimyasal Temizleme Yöntemleri Kimyasal temizleme işlemleri; alkali, asit, çözücü, emülsiyon, elektrolitik ve ultrasonik temizleme yöntemlerini içerir. Çeşitli kimyasallar (asitler, çözeltiler, alkaliler vb.) kullanılarak yapılan kimyasal temizleme işlemlerinde, bu kimyasalların göz, cilt ve solunum sistemi üzerindeki etkileri sonucu gerekli önlemler alınmazsa merkezî sinir sisteminin toksisitesi, karaciğer ve böbrek hasarı, dermatit, bronşit, pnömonit ve hatta potansiyel ölümcül pulmoner ödem, solunum felci ve ölüm riskleri ortaya çıkabilir. Elektrolitle temizleme işleminde kimyasallarla birlikte uygulanan gerilim yanıklar ve tahrişlere, ultrasonik işlemlerde ise kimyasalların etkisinin yanı sıra kullanılan titreşim dalgaları eklem dokularına zarar verir ve uzun süreli artrit koşullarına neden olur. Mekanik Temizleme Yöntemleri Mekanik temizleme işlemleri çeşitli aşındırıcıların ve mekanik işlemlerin kullanıldığı; elektrikli fırçalama, aşındırıcı püskürtme, taşlama, zımparalama ve parlatma işlemlerini içerir. Tüm bu işlemlerde ortaya çıkan ortak tehlike, tozlardan kaynaklanmaktadır. Tozlar göz için bir tehlike oluşturmanın yanında, solunması halinde çeşitli akciğer hastalıklarına yol açmaktadır. Aşındırıcı püskürtme işleminde oluşan gürültü işitme kayıplarına neden olabilir. Taşlama disklerinin kullanımında disklerin patlama ihtimaline karşı taşınması, depolanması ve kullanımı esnasında çeşitli önlemler alınmalıdır. Tutuşmaya elverişli malzemeler taşlama, zımparlama ve parlatma işlemlerinde yangın tehlikelerine neden olabilir. Ayrıca özellikle taşlama makinelerinde oluşan titreşim el-kol titreşim sendromuna (HAVS) yol açabilir. Termal İşlemlerde İSG Termal işlemler; katı halde bir metalin veya alaşımının özelliklerini değiştirmek amacıyla fırın içinde ısıtılması ve farklı ortamlarda (fırın, hava, su ve yağ) soğutulmasını içerir. Tavlama, yaşlanma sertleşmesi, su verme ile sertleştirme ve temperleme işlemleri yaygın kullanılan termal işlemlerdir. Termal işlemlerden kaynaklanan tehlikelerin başında, fırın atmosferlerinde kullanılan zehirli gazların (amonyak, karbonmonoksit, metanol ve karbondioksit) neden olabileceği hastalıklar gelmektedir. Bu gazlar; körlük, cilt ve burun tahrişi, öksürük, bronşiyal spazm, akut akciğer ödemi, baş dönmesi, baş ağrısı, bulantı, sinirlilik, artan solunum, kalp çarpıntısı, halsizlik, yorgunluk, dermatit, kusma ve siyanoz gibi bir dizi hastalığın yanı sıra asfiksi ve anoksiden kaynaklı ölümlere neden olabilir. Termal işlemler yapılırken sıcak nesnelere, yüzeylere ve alevlere maruz kalma ciddi yanıklara yol açabilir. Ayrıca eğer gerekli önlemler alınmazsa ve standartlara uygun prosedürler uygulanmazsa termal işlemler yapılırken çeşitli nedenlerle oluşabilecek yangın, ciddi bir tehlike oluşturur. Termokimyasal İşlemlerde İSG Termokimyasal işlem olarak; metallerin yüzeylerini sertleştirmek amacıyla yüzeye karbonun difüze edildiği karbürleme (Paket, gaz ve sıvı karbürleme gibi yöntemleri içerir.) ve azotun difüze edildiği nitrürleme işlemleri (Plazma ve sıvı nitrürleme yöntemlerini içerir.) yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu işlemler çeşitli gazların (amonyak, propan vb.) kullanıldığı fırın atmosferlerinde ya da çeşitli tuzların (siyanür, baryum klorür vb.) kullanıldığı eritilmiş tuz banyolarında gerçekleştirilebilir. Gaz karbürleme esnasında fırınlarda kullanılan gazlarla ilgili tehlike oluşturabilecek kaçaklar ve sızıntıları önlemek için önlemler (fırınların sıkı bir şekilde kapatılması, seyreltme havalandırmasının kurulması, fırın kapılarına alev perdeleri takılması vb.) alınmalı, ayrıca operatörler kişisel solunum cihazları kullanmalıdır. Sıkıştırılmış gazların kullanıldığı plazma nitrürleme işleminde gaz tüplerinin dikkatli ve uygun bir şekilde kullanılmaması ve depolanması patlamalara neden olabilir. Özellikle amonyak gibi toksik özelliğe sahip gazların sızması zehirlenme ve ölüme yol açabilir. Ayrıca plazma nitrürleme işleminde mekanik, elektrik, termal ve radyasyon kaynaklı tehlikeler ortaya çıkmaktadır. Erimiş tuz banyolarında çalışan operatörler kullandıkları tuzlar hakkında bilgi sahibi olmalı, gözlük, eldiven, maske gibi kişisel koruyucu donanımları kullanmalı, bu banyolarla çalışırken kullanılan tozların zehirli ve tehlikeli olması nedeniyle gerekli tüm güvenlik önlemlerini (havalandırma, otomotik kapanma, yağmurlama sistemleri vb.) ve hijyeni sağlamalıdır.

Özellikle siyanür tuzlarının kullanımı cilt ve gözde tahrişin yanı sıra, guatr, tiroid bozuklukları, baş ağrısı, baş dönmesi ve histotoksik anoksiye neden olabilmektedir. Kaplama İşlemlerinde İSG Kaplama işlemleri, malzemelerin istenilen belirli özelliklerini (aşınma direnci, korozyon dayanımı, biyouyumluluk vb.) iyileştirmek amacıyla malzemelerin yüzeylerinde bir tabaka büyütme işlemlerini içerir. Birçok kaplama yöntemi mevcuttur. Bunlar arasında en yaygın kullanılanları; fiziksel buhar kaplama (PVD), kimyasal buhar kaplama (CVD), termal püskürtme ve lazer kaplamadır. Fiziksel Buhar Kaplama (PVD) PVD, vakum altında, katı bir malzemenin atomizasyon (sıçratılması) veya buharlaştırılması ile taban malzeme üzerine biriktirilmesi işlemidir. PVD işlemlerinde kullanılan yüksek elektrik, elektromanyetik radyasyon, vakum, ağır bileşen ve toksik madde/gaz potansiyel sağlık ve güvenlik riskleri oluşturur. Elektrik, şok ve yangınlara neden olabilir. İşlemde kullanılan radyasyon kaynakları ve olası bir radyasyon sızıntısı operatörler için sağlık ve güvenlik tehlikelerine yol açabilir. UV ışınları cilde zarar verebilirken, RF radyasyonu yaralanmalara, yüksek miktarda maruziyet ise körlük ve daha ciddi sağlık problemlerine neden olabilir. Ayrıca sistemde vakumlama anında bazı güvenlik tehlikeleri oluşabilir. Sistemde gazlar/malzemeler kullanılır ve kaplama esnasında farklı gazlar/malzemeler ortaya çıkar. Ortaya çıkan bu gazlar/malzemeler toksik olabilir. Herhangi bir gaz sızıntısını engellemek için vakum hattı ve vakum pompaları düzenli bir şekilde izlenmeli, vakum pompasının egzozu oda havasına bırakılmamalıdır. Kimyasal Buhar Kaplama CVD işleminde kaplanacak materyali içeren gazlar vakum altındaki bir reaksiyon odasına verilir ve kaplama oluşturmak için bu gazlar taban malzeme üzerinde yoğuşturulur. CVD işlemleri; tehlikeli öncü gazlar, toksik yan ürün gazları ve dumanlar, elektrik, vakum, radyasyon, nanoparçacık ve termal tehlikeler gibi potansiyel sağlık ve güvenlik risklerini içerir. CVD esaslı işlemlerde kullanılan öncü gazların çoğu (arsin, fosfin vb.) neme karşı hassastır, yüksek derecede toksik, aşındırıcı, kanserojen ve asfiksidir. Bu nedenle her zaman dikkatli bir şekilde kullanılmalı ve depolanmalıdır. Ayrıca CVD işleminden sonra vakum odası temizliğinde kullanılan toksik, oksitleyici ve reaktif (flor gibi) gazların kullanımına dikkat edilmelidir. Reaksiyona girmemiş öncüleri çıkarmak için uygun bir ekstraksiyon sistemi mevcut olmalıdır. Yan ürünler olarak çıkan nanopartiküllerin büyüklüğü 100 nm'den küçük olduğunda operatör için sağlık ve güvenlik riskleri oluşturur. Bu riskleri azaltmak için iş yerinde bu nanopartiküllere maruz kalma kontrol edilmelidir. Potansiyel sağlık ve güvenlik riskleri arasında radyasyon da bulunmaktadır. Radyasyona uzun süre maruz kalmak operatör için güvenlik riskleri oluşturur. Bu nedenle, maruz kalma seviyeleri düzenli olarak izlenmeli, korunmak için uygun yöntemler kullanılmalıdır. Önlem olarak, radyasyon tespit edildiğinde, CVD sistemi derhal kapatılmalıdır. Termal Püskürtme Termal püskürtme işleminde, kaplama malzemesi ergimiş veya yarı ergimiş hale gelmek için bir ısıtma bölgesine (yanma bölgesi) beslenir, ergimiş partiküller daha sonra püskürtme tabancasının memesinden dışarı çıkarılır ve bir taban malzeme üzerine gönderilir. Kaplama malzemesini ergitmek için kullanılan termal enerji, elektrik ve alev ısıtma ile elde edilebilir. Yüksek hızlı oksijen yakıtı kullanan (HVOF) termal püskürtme ve plazma püskürtme yaygın kullanılan termal püskürtme işlemleridir. HVOF'da; tanımlanmış bir basınçta oksijen ve yakıt gazı bir karıştırma bölgesinde karıştırılır, daha sonra kaplama malzemesi ile birlikte yanma veya ısıtma bölgesine doğru yüksek hızda iletilerek burada taban malzeme üzerine biriktirilir. İşlemde; hidrojen, propilen, asetilen, doğal gaz ve sıvı propan vb. bir dizi yakıt gazı kullanılabilir. Plazma püskürtme işleminde, elektrotlar arasına yüksek voltaj uygulandığında bir ark oluşur. Plazma oluşturucu gazlar (genellikle argon/hidrojen veya argon/helyumun bir karışımı olan) ark tarafından ısıtılır, daha sonra genleşir ve son olarak bir nozül yardımıyla hızlandırılır. Nozül içerisinde kaplama malzemesi ve taşıyıcı gaz+toz ergitildikten sonra dışarı çıkarılır ve bir kaplama katmanı oluşturmalarına izin verecek şekilde taban malzemeye doğru gönderilir. Her iki yöntemde yüksek sıcaklık, yüksek basınç, elektrik, plazma, ark ve toksik maddeler/gazlar içerdiğinden, işlemlerden önce tüm sağlık ve güvenlik riskleri değerlendirilmelidir. HVOF işleminden kaynaklanan ana tehlikeler yangın ve patlama, yüksek sıcaklık, tehlikeli gazlar, gürültü, toz ve radyasyondur. Yanma bölgesinde kullanılan gazlar HVOF da tehlikelere neden olur. Oksijen gazı yanmaya ve yüksek basınçlı yakıt gazı (asetilen gibi) yanma, patlama ve boğulmalara neden olabilir. Ayrıca yakıt gaz tüplerinin ve aparatlarının kullanımı, taşınması ve depolanması sırasında gerekli güvenlik tedbirleri alınmalıdır. HVOF işleminde kullanılan farklı tipte ultra ince tozlar yangına, patlamaya ve toksik etkiye neden olur. Bu tozların solunması tehlikelidir. Tozları ortamdan uzaklaştırmak için HVOF püskürtme kabinine; yeterli miktarda egzoz havalandırması, toz toplama ve üfleme ekipmanı yerleştirilmelidir. HVOF işlemindeki yüksek gürültü işitme hasarlarına neden olabileceğinden püskürtme ekipmanı ses yalıtımlı bir kabin içine yerleştirilmelidir. Plazma püskürtmede toz, gürültü, yangın ve patlama gibi tehlikelerin yanı sıra, elektrik kaynaklı elektrik çarpması ve UV radyasyonundan kaynaklı göz ve cilt hasarı ortaya çıkabilir. Lazer kaplama Lazer kaplama işleminde, bir lazer (bir ısı kaynağı olarak) ve toz enjeksiyonu veya tel besleme (ince film için kaynak malzemesi olarak) kullanılarak hareketli bir taban malzeme üzerine ince bir malzeme tabakası kaplanır. Lazer kaplama sırasında, toz ve taban malzeme ısıtılır, toz buharlaştırılır ve lazer ışını tarafından kimyasal olarak dönüştürülür. Lazer kaynağının yüksek gücü, kaplama tozu, radyasyon ve yüksek işlem gaz hacmi insan sağlığı için tehlikeli olabilir. İşlem

solunması halinde sağlık riski oluşturan tehlikeli gazlar veya aerosoller üretir. Aerosol emisyonunu kontrol etmek için lazer kaplama işlemine uygun bir egzoz ve filtrasyon sistemi entegre edilmelidir. Lazer kaplama işlemindeki potansiyel radyasyon tehlikesi veya seviyesi, güç yoğunluğuna, dalga boyuna ve lazer radyasyonuna maruz kalma süresine bağlıdır. Ayrıca sıcak metal parçacıklarıyla teması önlemek için önlemler alınmalıdır. Lazer kaplama esnasında lazer kaynağından kaynaklı cilt ve gözde doku hasarları meydana gelebilir.