RF Anahtarli İSG Takip ve Denetim Tasarımı Önerisi

Serdar YILMAZ[1]

1- Öğr.Gör.Dr.; İstanbul Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Elektronik Teknolojisi. serdar.yilmaz@iuc.edu.tr ORCID No: 0000-0002-4316-3737

ÖZET

Bu kitap bölümünde, risk barındıran cihazların kullanımı sırasında operatör güvenliği ile bakım personeli güvenliğini artırmak ve yetkisiz erişimleri önlemek amaçlanmaktadır. Bu amaçla Radyo Frekansı ile Tanımlama (RFID) tabanlı kimlik doğrulama, rol tabanlı yetkilendirme; operatör, bakım, yetkisiz ve kilitleme mantığı; çalıştırma izni, güvenli duruş ve bakım kilidi bir arada ele alınmaktadır. RF etiketli kimlik kartları üzerinden cihazın kim tarafından, ne zaman ve hangi modda kullanıldığı kayıt altına alınarak loglama ve izlenebilirlik sağlanmakta; yetkisiz personelin tehlikeli bölgelere veya fonksiyonlara erişimi engellenmektedir. Böylece yalnızca doğru role sahip personelin cihazı çalıştırabilmesi, bakım süreçlerinde güvenli izolasyonun desteklenmesi ve denetim süreçlerinin sayısallaştırılması hedeflenmektedir. Sonuç olarak, olay gerçekleştikten sonra raporlama odaklı reaktif yaklaşım yerine proaktif güvenlik ve denetim anlayışı güçlendirilerek iş kazalarının önlenmesine katkı sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler – RF Anahtar, RFID-Elektronik Etiket, Güvenlik ve Denetim, Proaktif İSG, Yetkilendirme, İzlenebilirlik

GİRİŞ

Tehlikeli ve çok tehlikeli sınıfta yer alan çalışma ortamlarında iş kazalarının önemli bir bölümü; cihazların yetkisiz kişilerce çalıştırılması, bakım sırasında enerji izolasyonunun yetersizliği, vardiya/rol değişimlerinde yetki karmaşası ve yapılan işlemlerin yeterince izlenememesi gibi nedenlerden kaynaklanmaktadır. Bu riskler yalnızca iş kazası olasılığını artırmakla kalmamakta; olay sonrasında kök neden analizi, sorumluluk takibi ve iyileştirme faaliyetlerini de zorlaştırmaktadır. Bu nedenle İSG uygulamalarında, kişiye bağlı kontrol mekanizmalarını güçlendiren, kayıt altına alan ve denetlenebilir hale getiren teknolojik çözümler önem kazanmaktadır.

Dijitalleşmenin hızlanmasıyla birlikte Endüstri 4.0 çerçevesinde nesnelerin interneti, siber-fiziksel sistemler ve akıllı izleme yaklaşımları üretim ortamlarında yaygınlaşmış; güvenlik süreçlerinin de ölçülebilir ve izlenebilir biçimde yönetilmesine yönelik uygulamalar artmıştır. Bu kitap bölümünde, söz konusu dönüşümün İSG'ye yansıması olarak, RFID tabanlı

kimlik doğrulama ve erişim kontrolü ile RF anahtarlı güvenlik ve denetim yaklaşımı ele alınmaktadır.

Bölüm kapsamında önerilen yaklaşım; (i) operatör, bakım personeli ve yetkisiz personelin rollerine göre yetkilendirilmesi, (ii) cihazın çalışma–duruş–bakım kilidi gibi modlarda güvenli biçimde yönetilmesi ve (iii) tüm işlemlerin loglanarak izlenebilirliğin sağlanması temelleri üzerine kuruludur. Böylece denetim yalnızca kontrol listeleriyle değil, gerçek zamanlı veri ve kayıtlarla desteklenerek proaktif kaza önleme hedefi güçlendirilmektedir.

Endüstri 4.0, (Gobbo, J. A. 2018) üretim güvenliği ve çevre koruma araştırmacıları ve yöneticileri için yeni zorluklar ve fırsatlar sunmaktadır. Endüstri 4.0 kavramının ortaya çıkması ile çalışanların ve çevre güvenliğinin sağlanması konusunda otomasyon ve akıllı sistemler ile ilgili çalışmalar son on yıl içerisinde artmıştır. Bu kavram çerçevesinde değerlendirilmiş olan RF anahtarlı İSG takip ve denetim tasarımları sunulmuştur.

Ibukun Awolusi ve ekibi (Awolusia, I., 2018), inşaat alanında çalışanların denetim ve gözetimini sağlamak, çalışanların gerçek zamanlı bilgilerini değerlendirip analiz etmek amacıyla giyilebilir sistemler üzerine araştırmasını 2017 yılında yayınlamıştır. Çalışmada giyilebilir cihazlar ile emniyet performansı, yönetim sistemlerine uygulamaları tartışılıp analiz edilmiştir. İnşaat süreci, işle ilgili yaralanmaların ve ölümlerin sıklığı nedeniyle çok riskli bir alan olarak kabul edilmektedir. Güvenlik verilerinin toplanması ve analizi, ölçme ve iyileştirme stratejisinin geliştirilmesinde çok önem arz etmektedir. Giyilebilir teknolojinin benimsenmesi, inşaat personeline gerçek zamanlı bilgi sağlamak için sonuç odaklı veri toplama ve analiz yaklaşımı kaza önleme ve denetim mekanizması olarak dikkat çekidir. Giyilebilir teknolojinin özelliklerinin ve güvenlik performansını ve yönetim uygulamalarını tahmin edebileceği düşünülen güvenlik ölçümlerinin kapsamlı bir değerlendirmesi çalışmada yer almaktadır. İnceleme, güvenlik ve üretkenliği arttırmak için diğer endüstrilerde çok çeşitli giyilebilir teknolojilerin kullanıldığını ve inşaat sektöründe çok az sayıda uygulamanın gözlendiğini göstermiştir. Gerçekte olması gereken inşaat gibi tehlikeli çalışma alanlarına bu teknolojinin uyarlanmasıdır. Ayrıca, çalışmada tek gövdeli bir konumdan veri toplamak için çok modlu bir sensörün kullanılabildiği çoklu sensör tiplerine sahip giyilebilir cihazlar (yani, çok modlu tek konumlu) yapım aşamasında kullanılmak üzere önerilmiştir. Teknoloji geliştiricileri, vücudun nasıl hareket ettiği ya da birden fazla cihaz

ve sensör arasında nasıl hareket ettiği hakkında bütünsel bir bakış açısı sağlamak için giyilebilir bir cihaza entegre çoklu sensörlerden anlam çıkarma yollarına çalışmada yer verilmiştir.

2013 yılında yayınlanan bir çalışmada (Kelm, A. 2013) kişisel koruyucu donanımların (KKD) giyilmesi ve uygun kullanımı konusunda RF anahtarlama yöntemi ile takip edilmesi gerçekleştirilmiştir. KKD için tasarlanan pasif RF etiketler uygun maliyet imkânı sunmaktadır. Etiketlenen KKD'lar çalışma sahası içerisinde takip edilebilmekte ve çalışanların düzenli kullanımı kolaylıkla denetim altına alınabilmektedir. İnşaat sahalarında çalışanların Sağlık ve Güvenliğinin takibi ve gözetiminin sağlanması adına ciddi kazanımlar sağlamaktadır. İnşaat sahasında çalışanların KKD kullanması zorunludur. Çalışanların KKD kullanması takibi için kontrol kapıları oluşturulmuştur. Giriş ve çıkışlarda KKD'lerin çalışanlarında üzerinde olması durumu takip edilmiştir. Bu anlamda eksik yönleri olsa dahi sahada çalışanların KKD kullanması konusunda otomasyon sistemi olarak ilk adımları atan bir çalışma olmuştur. Çalışma şantiyelerdeki otomatik ve hızlı KKD kontrolünü mümkün kılan teknolojiye ilişkin detayları vermekte ve takiben Pasif Radyo Frekans (RF) anahtar kullanılmasının yararları ve sınırlamaları; personel tanımlaması, nesne RFID (Radyo Frekanslı Identification) etiketlemesi ve kontrol yöntemleri; uyumluluk kontrolü, eğitim ve öğrenme için kullanıcı ara yüzü ve teknikleri; güvenlik verilerini ölçmek için veri kayıt ve işleme yetenekleri; ve son olarak, mevcut emniyet yönetimi ve iş süreçlerine entegrasyon konularını içermektedir.

RF anahtar sistemleri ticari olarak pazar hacmine sahiptir. Hatta bu alanda Honeywell markalı ESP RF anahtar sistemi, saha denetim ve gözetimi konusunda bilgi yönetimi için gerçek zamanlı veri sunmaktadır. Bu sistem gerçek zamanlı izleme kontrolü ve güvenlik gözetimi ve yönetimi için web tabanlı bir bilgi yönetimi yazılımı hizmetini sunmaktadır. Bu uygulama için radyo frekansı tanımlama (RFID) özellikle düşme ekipmanları desteği vermektedir. İzleme ve yönetme maliyetlerini ve karmaşıklıklarını büyük oranda azaltan sistem %99 güvenilirliğe sahip yazılımı ile eğitim ve uyumluluk verilerini azaltmasına da olanak vermektedir. Sistem üzerinde mevcut çalışan kimlik kartlarının uyumlu olduğu ve Web tabanlı iletişime olanak sağlayan donanımlarda bulunmaktadır. Kartların karşılığında bir veri sisteminin olması personele ait eğitim, sağlık ve çalışma denetim

durumlarının takip edilmesine, farklı çalışma bölgeleri için denetim ve güvenlik operasyonlarının yapılmasına olanak sunmaktadır.

Ruoyu Jin tarafından yapılan ve 2019 yılında yayınlanan makalede (Jin, R. 2019), inşaat güvenliğinde araştırma geliştirme hakkında daha derin bir anlayış kazandırılması düşünülmüştür. Örneğin, benzetim ve yüksek düşme ile ilgili konulardan çalışılan makaleler değerlendirilmiştir. İnşaat güvenliği alanında hem akademik topluma hem de pratik alanlara birden fazla temada hizmet edebilecek bir çerçeve ve gelecekteki araştırma yönergeleri önerilmiştir. Bu öneriler kapsamında: 1- Uyarlanabilir bir emniyet iklimi ve güvenlik kültürü modeli 2- prototipler, sürekli gelişim ve bilgi teknolojilerinin emniyet yönetiminde uygulanmasına hazır olma 3- bilişsel işçi güvenliği algı ve davranış modellerine bağlı alt gruplar 4- güvenlik programı yönetimine yapay zeka ve akıllı teknolojiler anlatılmış ve değerlendirilmiştir.

İş Sahasında çalışanların güvenliği alanında yayınlana (Niu, Y. 2019) bir araştırma, inşaat iş sağlığı ve güvenliği (İSG) yönetimindeki akıllı yeteneklerine odaklanan akıllı inşaat nesnelerinin derinlemesine değerlendirmesini sunmaktadır. Güvenlik teknolojileri kullanan veya bir güvenlik kültürü geliştiren İSG yönetimi konusundaki geleneksel araştırmalardan farklı olarak inşaatta durağan İSG yönetimini iyileştirmede yapay zeka kullanım ve uygulamasını savunmaktadır. Mevcut inşaat kaynaklarını bilinçlendirme, özerklik ve iletişimini içeren temel akıllı özelliklerle arttırarak, tehlikeli durumların yönetiminde izleme, görselleştirme, uyarma ve önlem alma gibi entegre bir yapı sunmaktadır. Bir kule vincinin çalışmasını hedefleyen otomasyon sistemi etkin olduğu İSG yönetim çerçevesi ve sistemi laboratuvar araştırmaları ile küçük boyutta denenmiştir. Nihayetinde önerilen sistemin saha içi pratiğe uygulanmasının uygulanabilirliğini gösteren sonuçlar elde edilmiştir.

İSG çalışma alanından farklı olarak (Haddara, M., 2018) 2018 yılında yayınlanan bir çalışmada hastaların sağlık ve güvenlik denetimleri için Radyo Frekansı etiketli (RFID), izleme ve veri toplama için yeni nesil bir teknoloji sağlık hizmetlerinde bir sonraki dikkat çekici yenilik olarak görülmektedir. Hasta kayıtları, personelin ve gerekli donanımların etiketlenerek operasyonel verimlilik ve maliyet tasarrufu için çeşitli fırsatlar sunduğu görülmüştür. Literatür taraması yoluyla, bu makale sağlık güvenliğinde RFID'nin benimsenmesinin zorluklarını araştırmaya ve hasta güvenliğine odaklanmaya çalışmıştır. Çalışma bulguları uyum sağlamanın yüksek maliyetlerinin,

güvenlik ve mahremiyetle ilgili endişelerin ve insan güvenliği risklerinin önündeki başlıca engeller olduğunu göstermektedir. Her ne kadar RFID sağlık sektörü için çeşitli faydalar vaat etse de sağlık sektöründe RFID teknolojisinin benimsenmesi beklendiği kadar çarpıcı olmamıştır ve diğer sektörlere kıyasla hala geride kalmaktadır.

İnşaat işçilerinin güvensiz davranış ve hareketleri üzerine gerçekleştirilen bir çalışmada (Yantao, Y. 2017) inşaat işçilerinin güvensiz davranışlarını gerçek zamanlı olarak tanımlamak için görüntü iskeletine dayalı parametre eştirilmiş bir yöntem önerilmiştir. Ön testle teorik bir çerçeve geliştirilmiştir, ancak geçerliliğini doğrulamak için, özellikle de güvenli olmayan davranış türlerinin tanınmasında hala kapsamlı saha araştırmaları için daha çok teorik bir çerçeve sunmaktadır. Çalışmanın tamamlanması ve saha uygulamaları sonrasında başarı kazanacağı konusunda şüphe olmadığına yer verilmiştir. Bu araştırma fizibilite ve doğruluğunu incelemek için üç tür güvensiz davranış içeren bir dizi deney tasarlamış ve gerçekleştirmiştir. Deney sonuçları, güvensiz davranışları gerçek zamanlı olarak tanımlayabilmekte ve ayırt etmektedir. Sınırlamaları olduğu gibi, saha uygulanabilirliğini, verimliliğini yayında anlatılmış ve başarılı bulunmuştur. Bu araştırma, metodun inşaat güvenliği yönetiminde kapsamlı bir şekilde uygulanmasına fayda sağlamakla kalmayıp, gelecekteki ilgili araştırma odakları belirleyerek güvenlik yönetimin etkinliğini ve verimliliğini de arttıracak olmasıdır. Bu nedenle, bu makale pratiğin yanı sıra inşaat güvenliği yönetimi bilgi birikimine de katkı sağladığına yer verilmiştir.

Sivil inşaat sahaları potansiyel birçok tehlikenin ortaya çıkabileceği en riskli ortamlardan biri olarak kabul edilmektedir. Bu durumu göz önünde bulunduran bir çalışmada (Kanan, R., 2018) inşaat işçilerini korumak ve bu tür bölgelerdeki kazaları önlemek için, tehlikeli bölgelerde bulunan saha çalışanlarını izleyen, yerelleştiren ve uyaran özerk bir sistem için yeni bir tasarım önerisinde bulunmuştur. Önerilen sistem kullanıcı dostudur ve mimarisi nesnelerin interneti teknolojisine dayanmaktadır. Bu mimarinin heterojen bileşenleri, bir ara katman arka uç çevrimiçi sunucusuna sorunsuz bir şekilde entegre edilmiştir. İnşaat işçilerini doğru bir şekilde tespit etmek ve tanımlamak için önerilen sistem üç kombine teknik kullanmaktadır. Bunlar 1- 868 MHz radyo frekansı, 2- yönlü antenler ve 3- 40 kHz ultrason dalgalarıdır. Kullanılacak olan tasarım cihaz; arka kısmı, çalışanlar için giyilebilir bir cihazla birlikte iyi koruma sağlayan bir algılama ünitesi ile

sabitlenmiştir. Giyilebilir cihazın tasarımı, bir radyo alıcı-verici (verici / alıcı), bir uyandırma sensörü, bir alarm çalıştırıcısı ve bir GPRS modülü olan bir dizi bileşen içerir. Giyilebilir cihaz, 3V gerilim ve 0,5μA akım üreten düşük güç tasarrufu düzenine sahiptir; RF yakınlık sensörü ile aktif olan cihaz, bir radyo frekansı (RF) alanının varlığına kadar derin uyku modunda kaldığı hibrit (aktif / pasif) bir yapıya sahip olarak tasarlanmıştır. Sonuç olarak, şarj edilebilir pilin ömrü şarj edilmeden önce 2 güne kadar kullanılabilir. Önerilen sistem, inşaat sahalarına sorunsuz bir şekilde uyum sağlamak, gerçek zamanlı olarak çalışmak ve normal inşaat sahalarının faaliyetlerini engellemeden güvenlik iş akışlarının izlenmesini kolaylaştırmak için tasarlanmıştır. Yayının sonucunda tasarımın düşük sermaye ile işletme maliyetleri ve şantiye kazaları riskini azalttığını göstermiştir.

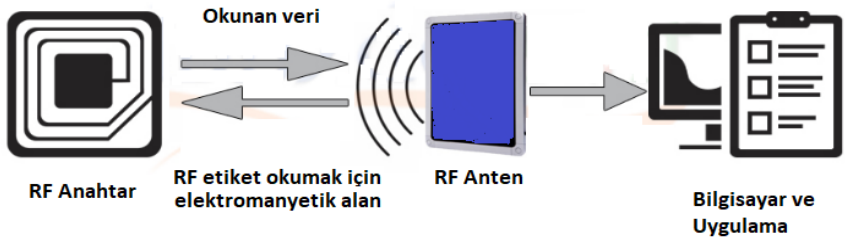
İnşaat alanındaki risklerin fazla olması nedeniyle RF anahtarlı, otomasyon ve yerel ağ teknolojilerini barındıran proaktif güvenlik sistemleri özellikle bu alanlarda uygulama ve çalışma imkanı bulmuştur. İnşaat sektöründen yıllık on binleri bulan zaman, yaralanma ve ölüm kayıpları bildirilmektedir. Bunların büyük bir kısmı çalışanların şantiyelerde hareketli araçlar tarafından gerçekleşen kazalardan kaynaklanmaktadır (Zhu, Z.). Bu sitenin güvenlik sorununu ele almak için proaktif uyarı sistemlerinin sağlanması gerekmektedir. Bu tür sistemlerdeki kritik kısımlardan biri, sahadaki çalışanların ve hareketli mobil ekipmanların mevcut pozisyonlarını bulmak ve aynı zamanda ani çarpışmaları önlemek için gelecekteki pozisyonlarını tahmin etmektir. Yayınlanan bu çalışmada işçilerin ve mobil ekipmanların inşaat sahalarındaki hareketlerini tahmin etmek için yeni Kalman filtreleri önermektedir. Filtreler, ekipmanın ve çalışanların birçok video kameradan girdi olarak tahmin edilen pozisyonlarını alır ve gelecekteki pozisyonlarına karşılık gelen tahminleri verir. Ayrıca, filtreler işçi veya ekipmanın önceki hareketlerine dayanarak tahminlerini ayarlayabilir. Filtrelerin etkinliği gerçek site videoları ile test edilmiştir ve sonuçlar filtrelerin yüksek tahmin doğruluğunu gösterecek şekilde makalede verilmiştir.

Bu alanda yapılan araştırmalarda da görüldüğü gibi İSG alanında tehlikeli risk sınıfında ve daha üstünde bulunana alanlarda RF anahtarlı güvenlik ve denetim sistemleri oluşturulabilir. Bu alanda yapılacak olan her türlü çalışmanın önem arz ettiğini ve gelecekte geliştirilip gerçek zamanlı olarak kullanılacak olan İSG güvenlik otomasyon sistemlerinin alt yapısını oluşturacağı açıktır. Bu amaca yönelik olarak çalışmamda RF anahtar ve etiket

sistemlerini ve gerçekleştirilebilecek olan güvenlik ve denetim sistemi tasarımından bahsedeceğim.

RF Anahtar Güvenlik ve Denetim Sistemi

RF anahtarın temel yapısı ilk olarak 1973 yılında Mario Cardullo tarafından patent altına alınmıştır. RF anahtarı (etiketi) ve okuyucusu olmak üzere tüm donanım temel olarak iki parçadan oluşmaktadır. Hali hazırda kullandığımız Hızlı Geçiş Sistemleri (HGS) RF etiket ve bu etiketi okuyan bir yapıdan ibarettir. RF anahtar ve okuyucu kısma ait model Şekil 1'de verilmektedir. Bu bölümde her iki kısma ait detaylı bilgi anlatılacaktır.



Şekil 1: RF Anahtar ve Okuyucu Sistem

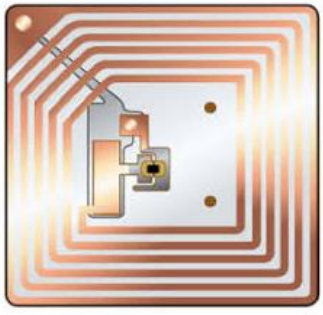
RF Anahtar

Radyo frekansı (RF) anahtar, nesnelere iliştirilmiş etiketleri otomatik olarak tanımlamak ve izlemek için elektromanyetik alanlar kullanan fiziksel pasif bir elektronik etikettir. Etiketler elektronik olarak depolanan bilgileri içerir. Pasif etiketler, yakındaki bir RF okuyucunun sorgulayıcı radyo dalgalarından enerji alarak aktif hale gelir. Ayrıca kendinden enerjili aktif etiket yapıları da bulunmaktadır. Yapısal olarak yerel bir güç kaynağına aktif etiketler RF okuyucusundan yüzlerce metre uzakta dahi çalışabilirler. Barkod okuyuculu etiket sistemlerinden farklı olarak etiketin okuyucunun görüş alanı içinde olmasına gerek yoktur. Bu nedenle yapısal olarak bir nesne içerisine monte edilebilir veya gömülebilir. Bu nedenledir ki; RF anahtarlı sistemler birçok kullanım alanına sahiptirler. Üretim hatlarında hat üzerindeki montaj için gelen parçaların takibi yapılabilir. Örneğin bir otomobil şasesine bağlanan bir RF etiketi, montaj hattındaki ilerleyişini izlemek için kullanılabilir. RF anahtarlar merkezi bilgi işlem sistemlerinden takip edilebilir. Ayrıca hayvanlara ve evcil hayvanlara RF mikroçipleri yerleştirerek, hayvanlara ait kimlik olarak kullanılması mümkündür. Bu konuda uygulamalarda

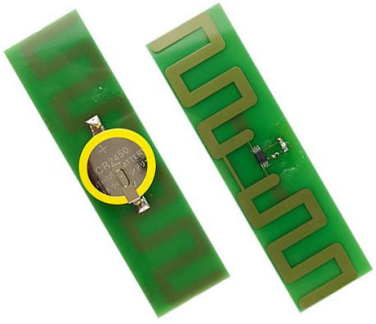
yapılmaktadır. Diğer taraftan birçok ticari ürünün taşınmasında ve market satışlarında RF etiketlerin kullanılması yaygın hale gelmiştir.

RF etiketleri (Angell, I. 2013) nakit paraya, kıyafetlere ve eşyalara eklenebildiğinden veya hayvanlara ve insanlara yerleştirilebildiğinden, kişisel olarak bağlanmış bilgilerin izinsiz olarak okunma olasılığı ciddi gizlilik endişeleri doğurmaktadır. Bu endişeler gizlilik ve güvenlik konularını ele alan standartlar geliştirilmesi ile sonuçlanmıştır. Geliştirilen standartlar çerçevesinde RF anahtarların bilgiyi şifreli olarak okuyucuya göndermesi mümkün olabilmektedir.

RF anahtarlar aktif ve pasif yapılı olmak üzere temelde iki farklı tasarıma sahiptir (Şekil 2). RF anahtar pasif, aktif veya pil destekli pasif olabilir. Genellikle pasif yapılı RF anahtar, tanımlanacak nesnelere iliştirilmiş etiket olarak kullanır. İki yollu radyo alıcısı ve vericisi tarafından okunurlar. Radyo vericisi gönderdiği sinyal ile RF etiketi aktif hale getirir ve radyo alıcısı RF etiketin gönderilen sinyale olan tepkisini okuyarak etiketi tanımlar. RF etiket veya anahtarlar kendinden enerjili ve aktif yapılı olabilirler. Bu durumda gönderilen sinyale karşılık tepki sinyalini daha uzun mesafelerden cevap olarak gönderebilirler.



Pasif Yapılı RF Anahtar İç Yapısı



Aktif Yapılı RF Anahtar İç Yapısı

Şekil 2: Pasif ve Aktif Yapılı RF Anahtar

Aktif bir etiket yerleşik bataryaya sahiptir ve düzenli aralıklarla ID sinyalini iletir. Bir batarya destekli pasif anahtarda küçük bir batarya bulunur ve bir RF okuyucusu bulunduğunda etkinleşir. Pasif bir etiket daha ucuz ve daha küçüktür çünkü pili yoktur; bunun yerine, etiket okuyucu tarafından iletilen radyo enerjisini kullanır. Bununla birlikte, pasif bir etiketi çalıştırmak

için, sinyal aktarımından yaklaşık bin kat daha güçlü bir güç seviyesi ile uyarılmalıdır.

Anahtarlar veri tabanında fabrika tarafından atanmış bir seri numarasına sahip, salt okunur olabilir veya nesneye özgü verilerin, sistem kullanıcısı tarafından anahtara yazıcı istasyon tarafından okunabilir veya yazılabilir. Alan programlanabilir etiketler bir defa yazılabilir, birden fazla okunabilir; "boş" etiketler kullanıcı tarafından bir elektronik ürün koduyla yazılarak aktif hale getirilerek veri tabanında tanımlanabilir.

RF anahtarlar üç bölüm içermektedir. Entegre bölümü; bilgiyi depolayan ve işleyen ve radyo frekansı (RF) sinyallerini modüle eden ve demodüle eden bölümdür. Okuyucudan gelen sinyali doğru akım (DC) gücü toplamayan güç katı bölümü ve son olarak ta sinyali almak ve iletmek için bir anten bölümünden oluşmaktadır. RF anahtarın etiket bilgisi geçici bir hafızaya kaydedilir. RF etiketi, sırasıyla iletim ve sensör verilerinin işlenmesi için sabit veya programlanabilir elektronik mantık yapısı içerir.

Bir RF okuyucu, etiketi sorgulamak için şifreli bir radyo sinyali iletir. RF etiketi mesajı alır ve ardından kimliğini ve diğer bilgilerini okuyucuya gönderir. Bu yalnızca benzersiz bir etiket seri numarası olabilir veya farklı bilgiler içerebilir. Etiketler bireysel seri numaralarına sahip olduğundan, RF okuyucu sistem tasarımı, RF okuyucusu aralığında olabilecek çeşitli etiketler arasında ayrım yapabilir ve bunları aynı anda okuyabilir.

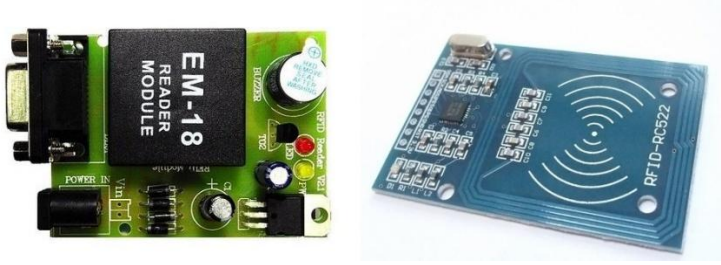
RF Anahtar Okuyucu Sistem

RF okuyucu sistemleri, etiket ve okuyucu türüne göre sınıflandırılabilir. Pasif okuyucu aktif etiket sistemi, sadece aktif etiketlerden radyo sinyallerini alan pasif bir okuyucuya sahiptir. Pasif okuyucu aktif etiket sistemi sistem okuyucusunun alım aralığı, koruma ve denetimi gibi uygulamalarda esneklik sağlayarak 0 - 600 m arasında düzenlenebilir. Aktif Okuyucu Pasif Etiket sistemi, sorgulayıcı sinyalleri ileten ve ayrıca pasif etiketlerden kimlik doğrulama yanıtları alan aktif bir okuyucuya sahiptir. Aktif Okuyucu Aktif Etiket sistemi, aktif okuyucudan gelen sorgulayıcı sinyali ile uyandırılmış aktif etiketleri kullanır. Bu sistemin bir varyasyonu, pasif bir etiket gibi davranan ancak etiketin geri bildirim sinyalini beslemek için küçük bir bataryaya sahip olan bir Pil Destekli Pasif (PDP) etiketi de kullanabilir.

Sabit okuyucular, sıkı bir şekilde kontrol edilebilecek belirli bir sorgulama bölgesi oluşturmak için kurulmuştur. Bu, etiketlerin sorgulama

alanına girip çıktığı zaman için oldukça tanımlanmış bir okuma alanına izin verir. Mobil okuyucular el arabalarında veya el arabalarında veya araçlarda monte edilebilir.

Okuyucu ve etiket arasındaki sinyal, etiket tarafından kullanılan frekans bandına bağlı olarak, birkaç farklı yolla yapılır. Düşük frekans (LF) ve yüksek frekans (HF) bantları üzerinde çalışan etiketler, radyo dalga boyu açısından, okuyucu antene çok yakındır, çünkü sadece küçük bir dalga boyunun küçük bir yüzdesidir. Bu yakın alan bölgesinde, etiket okuyucudaki vericiyle elektriksel olarak yakından bağlantılıdır. Etiket, etiketin temsil ettiği elektrik yükünü değiştirerek okuyucu tarafından üretilen alanı değiştirebilir. Daha düşük ve daha yüksek bağıl yükler arasında geçiş yaparak, etiket okuyucunun tespit edebileceği bir değişiklik üretir. Çok yüksek frekanslı (UHF) ve daha yüksek frekanslarda, etiket okuyucudan uzakta birden fazla radyo dalga boyu olup, farklı bir yaklaşım gerektirir. Etiket bir sinyali geri saçabilir. Aktif etiketler, fonksiyonel olarak ayrılmış vericileri ve alıcıları içerebilir ve etiketin okuyucunun sorgulama sinyaliyle ilgili bir frekansta yanıt vermesi gerekmez. Şekil 3'te örnek olarak RF etiket okuyucu kartlar gösterilmektedir.



Şekil 3: RF Anahtar Okuyucu

RF Anahtar ile Güvenlik ve Denetim Sistemi

RF anahtar sistemi ile herhangi bir nesne, nesneye ait envanter, insanlar ve benzeri şekilde farklı canlıları takip etmek için kullanılabilir. Kullanım kolaylığı ve gelişen teknolojinin farklı olanaklar sunması nedeniyle birçok kullanım alanı ortaya çıkmıştır. RF etiketlerinin üretim ve dağıtımı birim maliyet fiyatlarını da aşağı çekmiş ve daha yaygın kullanım alanlarının oluşmasını sağlamıştır.

Bu kitap bölümü için RF anahtar kullanarak çalışanların, operatörlerin ve servis elemanlarının güvenli koşullarda çalışması imkânı hedeflenmiştir. Temelde sistem her çalışanın RF anahtar özelliği olan bir kimlik taşımasını

önermektedir. Çalışanların sahip oldukları anahtar, çalışanların izin bölgelerinde çalışmalarına takip imkânı sağlayacağı gibi kaza, iş yeri güvenlik denetim ve gözetim imkânı da sunmaktadır. Özet ve Giriş bölümlerinde anlatılan, çalışmada tasarım ve sonrasında kullanılacak olan sistem farklı uygulamalara da imkân tanımaktadır.

Önerilen kitap bölümü içerisinde RF anahtarlı güvenlik ve denetim sistemi aşağıdaki kazanımlara ulaşılmasını sağlayacaktır.

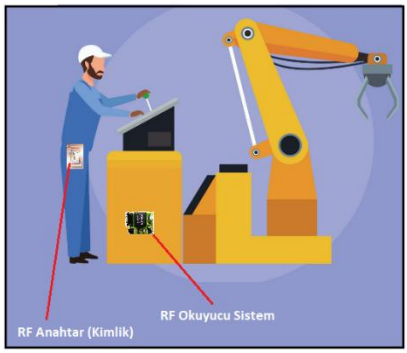
1- Yetkili personel araç izin otomasyon sistemi: RF anahtarlı elektronik kartlar ile tehlikeli araçlar; vinçler, kamyonlar, üretim bandı üzerindeki presler, hareketli yapıya sahip sabit büyük üretim makinaları, sadece yetkili personel tarafından kullanılıp çalıştırılabilecektir.
2- Bakım ve servis personeli güvenlik-etiketleme sistemi: Bakım personelinin cihaz üzerinde gerekli bakım ve tamir işlemlerini yerine getirebilmesi için, araç ve donanım üzerinde otomasyon izni ile gerekli işlemleri sürdürmesi sağlanacaktır.
3- Çalışanların yetki bölgesi takibi: Çalışanların yetki ve izne sahip olmadıkları tehlikeli bölgelere giriş-çıkışlarının takibinin yapılması sağlanacaktır.

Yukarıda verilen maddelerin detayları bu bölüm içerisinde ilgili alt başlıklarda örneklendirerek anlatılmaktadır.

RF Anahtar ile Araç Kullanım İzni

RF anahtarlar kullanılacak olan endüstriyel alana göre uygun şekilde aktif veya pasif olarak seçilebilir. Ayrıca bir çalışma grubu için aktif anahtar kullanımı mümkün iken diğer bir grup için pasif yapılı RF anahtarlar kullanılabilir.

Şekil 4 üzerinde görüldüğü gibi yetkili anahtara sahip olan çalışan veya personel kendi izni dahilinde olan araçları kullanabilecektir. Yetki anahtarı olmayan personelin aracı çalıştırması mümkün olmayacaktır. Böylelikle araçların izin sistemi dışında herhangi bir personel tarafından kullanılması engellenmiş olacaktır.



Şekil 4: RF Anahtar Okuyuculu Yetkili Operatör Araç Kullanımı

Endüstriyel alanda bulunan birçok makine ve cihaz kullanıcılar için tehlikeler oluşturmakta, kazalara ve hatta ölümlü kazalara yol açmaktadır. Bu nedenle yüksek tehlike oluşturan mekanik ve hareketli parçalara sahip cihazların çalışanlar ve operatörler tarafından kullanılması RF anahtarlı sistemler ile daha güvenli hale getirilebilir. Çalışma alanında operatörün ve diğer çalışanların konumları takip edilerek proaktif bir kaza önleme sistemi ortaya konmuş olur.

Şekil 4'te verilen sistem operatörün bulunduğu yer konumunu tahmin ederek aracın kullanıcı personel için kazaya sebep olmayacak şekilde kendisini otomatik olarak kapatması mümkün olacaktır. Benzer güvenlik sistemleri cihazları kullanan operatörler için tasarlanan cihazların elektrik anahtarları ile devre kesme mekanizmaları cihaz üzerine kullanım şekline göre düzenlenmektedir. Fakat operatörün hareketini duyarlı proaktif bir yapıda RF anahtar güvenlik sistemi çalışanların kazalara sebep olmasını engelleyecektir.

Şekil 5'te verilen hareketli ve mekanik donanıma sahip cihazlar, kapalı sistemler ile kullanıcı arasında güvenlik sağlamaktadır. Fakat kullanıcı operatörlerin bu gibi sistemleri by-pass edip devre dışı bırakması mümkün olabilmektedir.


Şekil 5: RF Anahtar Okuyuculu Yetkili Operatör Araç Kullanımı

Şekil 6 üzerinde gösterilen yüksek tonajlı makinaları için çift el ile presin kapanması sağlanmakta ve operatörün kaza emniyeti amaçlanmaktadır. Fakat bir çok operatör anlamsız gerekçeler ile çift el anahtarlı sistemleri devre dışı bırakarak yüksek tonajlı presleri çalıştırmaktadır. Aynı şekilde bu ve benzeri yüksek tonajlı preslere entegre edilecek olan RF anahtarlı güvenlik ve denetim sistemi ile cihazların üzerinde kaza önleme ve uygun koşullarda çalıştırma imkanı oluşturulabilir. Örneğin; operatörlerin eldivenlerinde bulunacak olan RF etiket ile pres aktif veya deaktif olarak programlanabilir.

Şekil 6'da verilen pres örneğinde olduğu gibi RF etiketler ile yetkili personelin cihazları çalıştırması, mekanik-elektronik güvenlik anahtarlarını devre dışı bırakması mümkün olmayacaktır. Çünkü RF anahtarlı elektronik sistemler sadece yetkili elektronik RF anahtara sahip kişiler için çalışacaktır. Ayrıca güvenlik sistemi mekanik olarak devre dışı bırakılması mümkün olmayacaktır.



Şekil 6: Yüksek Tonajlı Ve Operatör İçin Tehlike Oluşturan Makinalar

Bakım ve Servis Personeli Güvenlik-Etiketleme Sistemi

Şekil 7, elektrik panosu üzerinde kilitleme örneklerini göstermektedir. Bu örneklerde görüldüğü üzere, cihaz bakım ve onarımını yapacak olan personel elektrik panoları üzerinde kilitleme yapmaktadırlar. Çünkü yetkisiz personelin sigortaları açması sonrasında, bakım ve onarım işleri gerçekleştiren personelin yaralanma, ölümlü kaza geçirme durumları olasıdır. Bu çalışmada önerilmiş olan RF anahtarlı sistem ile elektrik panolarında kilitleme ve açma işlemi sadece yetkili personel tarafından yürütülebilir.



Şekil 7: Örnek Mekanik Anahtarlar Ve Servis Çalışması

Çalışmalar otomasyon sistemi tarafından izlenebilir. Bakım ve onarım işlerinde otomasyon sayesinde iş tamamlanma süresi azalabilir. Üretim yapan ve çalışan makinaların devreye alınması daha hızlı olarak sağlanabilir. Ayrıca bakım ve onarım yapan personelin üzerindeki RF anahtarlar ile elektrik panosundan elektrik verilse dahi hareketli makine ve cihazların her koşulda elektronik olarak devre dışı kalması sağlanabilir.

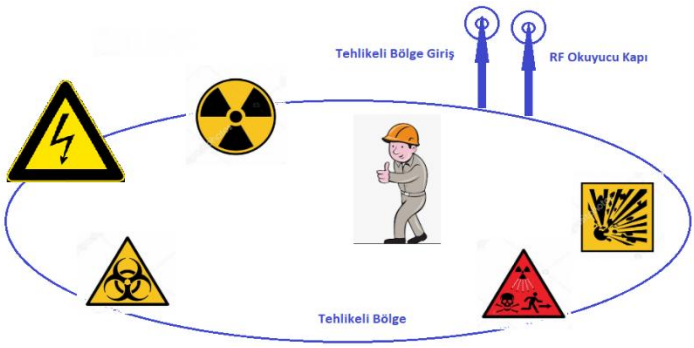
Çalışanların Yetki Bölgesi Takibi

Çalışan yetki bölgesi takibi tehlikeli çalışma alanları içerisinde önem arz etmektedir. Özellikle yetki izni olmayan personelin hata ile tehlikeli bölgelerde çalışması kazaya sebebiyet verebilmektedir. Yetkili olmayan personelin tehlike bölgesinde uygun olmayan KKD ile veya yetkisi olmayan cihaz kullanımları veya yetkisi olmadığı sistemlere yaklaşması yaralanmalara ve ölümlere sebep olmaktadır. Bu ve benzeri durumların önüne geçebilmek için RF anahtarlı sistemler kullanılabilir. Yetkili ve yetkisiz personelin çalışma alanları otomasyon sistemi üzerinden takip edilebilir.

Endüstriyel alanda denetim ve gözetimin zor olması, örneğin inşaat sahalarının tehlikeli bölgelerinin olması, bu nedenle sadece yetkili çalışanların tehlikeli alanlardan izinli çalışması denetimi sağlanabilir.

Çalışma bölgelerindeki izin takip sistemleri yazılı olabileceği gibi RF anahtarlı sistemler sayesinde elektronik olarak yerel ağ üzerinden takip edilebilir.

Şekil 8'de anlatılmaya çalışıldığı gibi yetkisiz personelin RF anahtarlı kimliği ile çalışma bölgesinin takibi mümkün olacaktır.



Şekil 8: Çalışan Yetki Bölgesi Takibi

SONUÇ

Bu kitap bölümü önerisinde, çalışan personelin emniyet ve güvenliğinin sağlanması ve denetlemesi amacıyla proaktif bir sistem önerilmiştir. Sistemin kurulması ve alt yapısının oluşturulması mevcut teknolojik imkanlar açısından zorluk göstermemektedir. Bununla birlikte var olan teknolojik alt yapının kullanılarak gerekli düzenlemelerin, çalışan, çalışma alanları-saha ve cihazlar açısından otomasyon ile sağlanması gerekmektedir. Gelecekte nesnelerin interneti, sensör yapılı ağlar vb. gelişmeler yeni kaza önleme sistemlerinin kullanılmasında kolaylıklar sağlayacaktır.

Bu doğrultuda kazanımlar sağlaması için Radyo Frekansı (RF) anahtarlar ile yetkili yetkisiz operatör denetimi, tehlikeli mekanik cihazlar için operatör güvenliği, bakım-onarım personel güvenliği, tehlikeli bölge çalışma izinleri ve takibi konularında öneriler ve çözümler sunmaktadır.

Bu çalışmada önerilen proje kapsamında tüm çalışan personelin saha üzerinde özellikle inşaat şantiyesi ve benzeri çalışma alanları üzerinde izlenmesi ve takip edilmesi de mümkün olabilmektedir. Personelin üzerinde bulunması gereken kimlik kartlarının RF etiketli olarak düzenlenmesi yeterlidir. Çalışanların RF anahtarlar ile şantiye sahasında RF okuyucu kapılardan geçmeleri sonucunda çalışma alanındaki yerleri kolaylıkla takip edilebilecektir. Böylece çalışan tüm personellerin takibi ve izlenmesi sağlanarak proaktif bir yaklaşım ile emniyet ve kaza önleme gerçekleştirilmiş olacaktır.

RF anahtar ve etiketleme sistemi, uygun fiyat, tasarımlarındaki esneklik ve güvenlik, kullanım kolaylığı nedeniyle birçok alanda uygulama imkanı sunmaktadır. Çalışmamızda kısmen yer verdiğimiz çalışma alanlarından bahsedilmektedir. RF anahtarlı ve etiket sistemleri; güvenlik girişlerinde yetkili personel girişleri için, taşımacılık ve lojistik sektöründe ürün takibi için, pasaport ve kimliklerde elektronik güvenlik için, toplu taşımada elektronik bilet uygulaması olarak, hastane ve sağlık hizmetlerinde hasta

kimliklendirme ve takibi için, kütüphanelerde, müzelerde ve daha birçok alanda uygulama imkanına sahiptir. Gelişen teknoloji ile uygulama alanlarındaki kabiliyetleri artacağı gibi farklı alanlarda da kendisine yer edinecektir. Bu nedenledir ki; RF anahtarlı sistemlerin inşaat sahaları gibi tehlikeli çalışma alanlarında güvenlik ve denetim amacıyla kullanılması mümkündür. Zaman içerisinde de yaygınlaşarak gelişeceği de açıktır.

Bu alanda yayınlanan çalışmalar incelendiğinde RF anahtar kullanılarak gerçekleştirilen çalışmaların azlığı dikkat çekmektedir. Doğal olarak çok farklı alanlarda uygulaması yapılmış olan RF anahtarlı güvenlik ve denetim sistemlerinin, İSG alanında da yaygın olarak kullanılacağı görülmektedir. Bu nedenledir ki akademik olarak yapılacak öneri ve çalışmalar zaman içinde ciddi değer kazanacaktır.

Literatür incelemesinde de görüldüğü gibi tehlikeli çalışma alanlarında özellikle inşaat ve benzeri şantiye alanlarında çalışan denetimleri zorluk içermektedir. Özellikle büyük çalışma alanları, tehlikelerin çokluğu, izin denetim sistemlerinin büyük alanlar nedeniyle zorlaşması; tehlike ve güvenlik risklerini ortaya çıkarmaktadır. Bunun sonucu olarak, insan denetimini otomasyon sistemlerine aktarmak, kaza ve yaralanma istatistiklerinde düşüşe neden olabilir. Literatür çalışmalarında görüldüğü üzere RF anahtarlı sistemler ile çalışan denetimi yayınları bulunmaktadır. Aynı şekilde mevcut teknolojik alt yapılar kullanılarak çalışanların emniyet ve güvenliğinin sağlanması için RF anahtarlı denetim sağlanabilir. Bu denetim geliştirilecek olan yerel ağ yapısı ile merkezi bir otomasyon programı üzerinden takip edilebilir. Geleceğe yönelik olarak literatür çalışmalarında da yer alan yenilikler bu otomasyon sistemine kolaylıkla uyarlanabilir. Örneğin, çalışanların sağlık durumlarının takip edilmesi, çalışanların sahada bulundukları bölgelerin sebep olacağı, fiziksel, kimyasal etkiler ile meslek hastalıkları çıkarımlarında bulunulabilir.

Çok farklı uygulamalara imkan sağlayacak olan esneklikteki RF anahtarlı sistemler uluslararası markette yerini almaya başlamıştır. Her ne kadar RF anahtarlı Güvenlik ve Denetim sistemleri yeni olsa dahi bu alanda çok hızla kendisine yer bulacaktır. Özellikle elektronik cihaz ve ağ teknolojilerine bağlı sistem üreten firmaların, bu pazarda ürünleri olduğunu görmekteyiz. Çalışanların, İş Sağlığı ve Güvenliği kapsamında otomasyon sistemi pazarlayan kurumsal firmaların sayısının da hızla artacağını düşünmemiz gerekir.

Gelecekte daha fazla proaktif ve otomasyon temelli çalışma alanları ve şantiyelerin oluşturulacağı kesindir. Bu nedenle henüz yeni bir alan olan çalışma sahalarındaki kaza önleme ve denetim sistemlerinin otomasyon sistem ve ağlarına dahil edilmesi konusunda çalışmalar artacaktır.

SİMGE ve KISALTMALAR

RF	Radyo Frekansı
İSG	İş Sağlığı ve Güvenliği
KKD	Kişisel Koruyucu Donanımlar
RFID	Radyo Frekans Etiket (Identification)
HGS	Hızlı Geçiş Sistemi
ID	(Identification) Kimlik
DC	Doğru Akım
PDP	Pil Destekli Pasif
LF	Düşük frekans
HF	Yüksek frekans
UHF	Çok yüksek frekanslı

REFERANSLAR

Angell, I., Kietzmann, J., RFID and the end of cash. Communications of the ACM. 49 (12): 90–96. doi:10.1145/1183236.1183237. Archived from the original (PDF) on 2014-02-24. Retrieved 9 November 2013.

Awolusia, I., Marks, E., Hallowell, M., Wearable technology for personalized construction safety monitoring and trending: Review of applicable devices. Automation in Construction Volume 85, January 2018, Pages 96-106.

Gobbo, J. A., Making the links among environmental protection, process safety, and industry 4.0. Process Safety and Environmental Protection, Volume 117, July 2018, Pages 372-382.

Haddara M., Staaby A.. RFID Applications and Adoptions in Healthcare: A Review on Patient Safety. Procedia Computer Science, Volume 138, 2018, Pages 80-88.

https://www.ohscanada.com/products/the-new-honeywell-esp-rfid-system-and-miller-fall-protection-deliver-real-time-data-for-inspection-inventory-control-and-information-management/.

Jin, R., Zou, P. X. W., Piroozfar, P., Wood, H., Yang, Y., Yan, L., Han, Y., A science mapping approach based review of construction safety research. Safety Science, Volume 113, March 2019, Pages 285-297

Kanan, R., Elhassan, O., Bensalem, R. An IoT-based autonomous system for workers' safety in construction sites with real-time alarming, monitoring, and positioning strategies. Automation in Construction Volume 88, April 2018, Pages 73-86.

Kelm, A., Laubat, L., Meins-Becker, A., Platz, D., Khazaee, M.J., Costin, A. M., Helmus, M., Teizer, J., Mobile passive Radio Frequency Identification (RFID)

portal for automated and rapid control of Personal Protective Equipment (PPE) on construction sites. Automation in Construction 36 (2013) 38–52.
Niu, Y., Lu, W., Xue, F., Liu, D., Chen, K., Fang, D., Anumba, C., Towards the “third wave”: An SCO-enabled occupational health and safety management system for construction. Safety Science, Volume 111, January 2019, Pages 213-223
Yu, Y., Guo, H., Ding, Q., Li, H., Skitmore, M., An experimental study of real-time identification of construction workers' unsafe behaviors Volume 82, October 2017, Pages 193-206.
Zhu, Z., Park, M.W., Koch, C., Soltani, M., Hammad, Davari, K., Predicting movements of onsite workers and mobile equipment for enhancing construction site safety. Automation in Construction 68 (2016) 95–101.