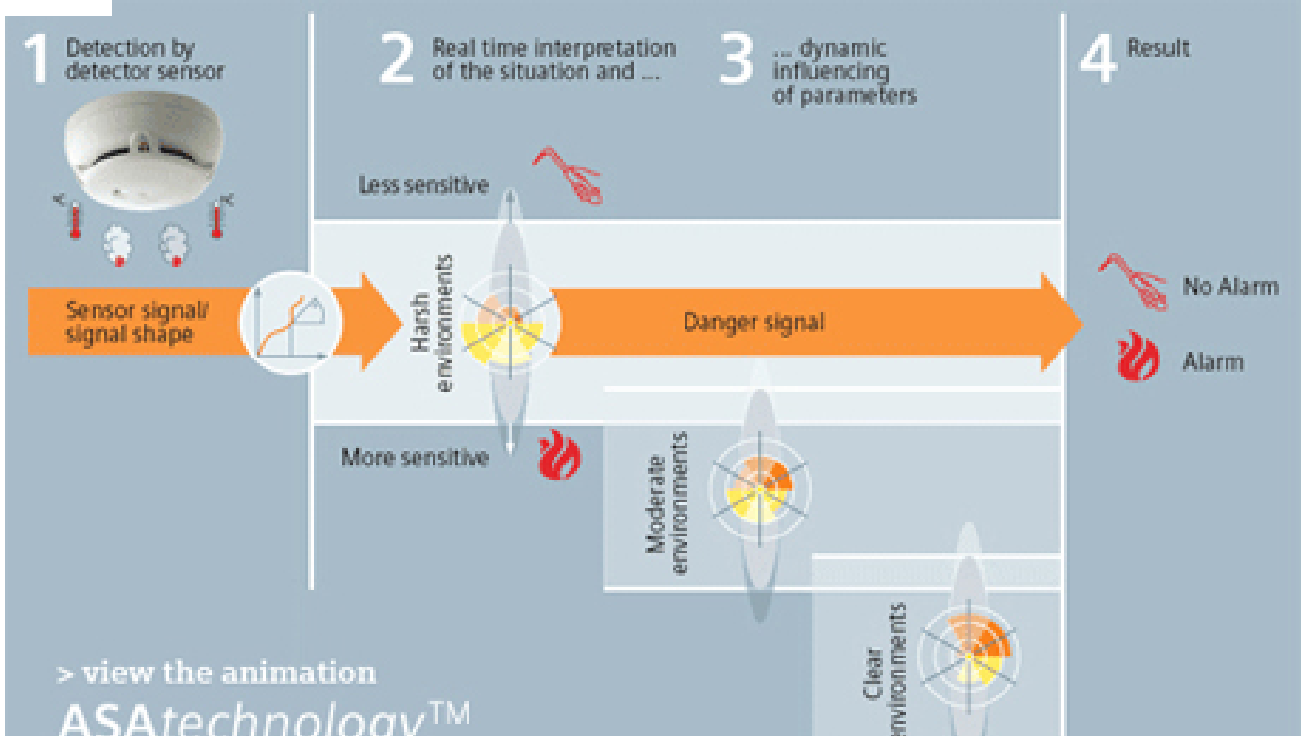


Makale, Siemens ASA yangın algılama teknolojisinin temel prensipleri



Makale, SIEMENS TÜRKİYE

Adem Çakır / Product Manager at Siemens

Bu yazıda Siemens'in ASA yangın algılama teknolojisinin temel prensipleri ortaya koyulacaktır. ASA, Gelişmiş Sinyal Analizi anlamına gelmekte olup, dedektörlerin kullanıldığı geniş uygulama alanları için güvenilir ve yanlış alarm karşı dayanıklı bir yangın algılama sistemi sağlar.

Saçılmış kızılötesi ışığın algılanması için iki farklı açının kullanılması, farklı yangın türlerinin birbirinden ayırt edilebilmesine imkan verir. Aynı muhafazanın içinde bulunan iki sıcaklık sensörü ve farklı bir ürün versiyonunda bulunan CO sensörü, anlık yangın tehditlerinin değerlendirilmesinde hep birlikte kullanılır. Sinyal işleme sırasında yangın emareleri gerçek zamanlı olarak tanınır ve dedektör yanıtının dinamik olarak belirlenmesi mümkün olur.

Bu yaklaşım, hem alevli (açık) hem de alevsiz yangınların algılanmasında, ancak ve ancak temel olarak birbirinden farklı ve daha az çevre dostu teknolojilerin bir arada kullanılmasıyla ulaşılabilecek denkleştirilmiş bir yanıt verilmesini sağlar.

GİRİŞ

Duman algılamada saçılmış ışık algılama halihazırda olgunlaşmış bir teknolojidir. 40 yıldan uzun süredir var olup sürekli olarak geliştirilmiş, daha doğru ve güvenilir dedektörlerin üretilmesine yol açmıştır. Ancak saçılmış ışık (fotoelektrik) dedektörleri günümüzde dahi en başında olduğu gibi tek

sensörlü ileri saçılımlı cihazlardır. Ucuz ev dedektörlerinden endüstriyel uygulamalarda kullanılan daha karmaşık ve pahalı dedektörlere kadar uzanan farklı ürünler kıyaslandığında, tüm bu cihazlarda ortak olarak sensör odacığına giren aerosollerin yol açtığı güçlü saçılım sinyallerini alan küçük sayılabilecek bir saçılım açısının (ileri saçılım) kullanıldığı görülmektedir. Saçılan ışığın erken algılama aşamasında nA mertebesinde akımlar ürettiği hesaba katıldığında, bu yaklaşımın foto amplifikatörlerin uygun maliyetli ve EMC açısından sağlam bir biçimde tasarlanmasına imkan verdiği aşikardır.

Tek sensörlü fotoelektrik dedektörlerin hassasiyeti, yürürlükteki standartların (ISO, EN, UL, FM ve hatta ulusal standartlar) test yangınlarına göre belirlenmektedir. Bunlar aynı fiziksel prensibi paylaştığı için, bu dedektörlerin aldatıcı kaynaklara olan hassasiyeti (buhar, toz, genellikle yangın kaynaklı olmayan aerosoller) üreticinin bilgi seviyesine ve yaratıcılığına bağlı olmaktadır. Algılama elemanının istenmeyen ışıktan koruma ve duman girişi özelliği arasında uygun bir dengenin sağlandığı optimize edilmiş bir mekanik tasarımın yapılması için bu konuda üst düzey uzmanlığa ve optik, aerodinamik, malzeme bilimi gibi çok sayıda farklı disiplin hakkında derinlemesine bilgi birikimine sahip olunması gerekmektedir.

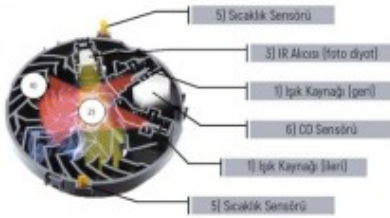
ASA teknolojisinin, tek saçılımlı ürün türevinde aldatıcı kaynaklara karşı direncin yükseltilmesi için yukarıda bahsi geçen uzmanlıklardan ve bazı ana ASA sinyal işleme özelliklerinden (medyan ve yanıt süresi filtresi gibi) faydalanılmaktadır.

Yukarıda tarif edilen fiziksel sınırların aşılması amacıyla, yaklaşık yirmi yıl önce yangın olaylarının algılanması için farklı fiziksel prensipler bir arada kullanılarak bu cihazın daha gelişmiş örnekleri olan çok sensörlü ve çok kriterli dedektörler geliştirilmiştir.

Bir ASA Dedektörünün Sensör Tasarımı

Sadece Gelişmiş Sinyal Analizi adına bakılarak, ASA'nın yangın algılama algoritmaları yani sinyal işleme için kullanıldığı söylenebilir. Ancak, güvenilir bir tehlike değerlendirmesinin ön koşulu sensörlerden gelen sinyallerin doğru ölçülmesidir.

Çift saçılımlı ASA dedektörü aşağıdaki algılama bileşenlerinden meydana gelir:



Çift saçılımlı ASA dedektörü aşağıdaki algılama bileşenlerinden meydana gelir:

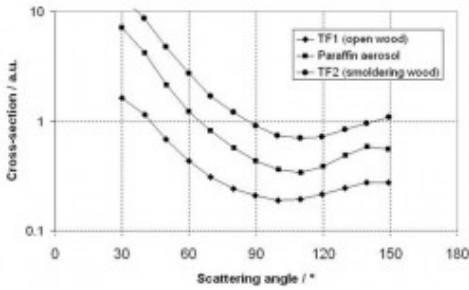
1. Yaklaşık 60° ileri saçılım ve yaklaşık 120° geri saçılım açıları elde edilecek şekilde alıcıya (3) göre konumlandırılan iki kızılötesi yarı iletken ışık kaynağı
2. Şekil 1'de, iki kaynaktan (1) çıkan kırmızı ışık konisi gösterilmiştir
3. Uzamsal özellikleri yeşil olarak gösterilmiş, iki kaynaktan gelen ışık konileriyle kesişen (2) ve saçılım hacmini meydana getiren kızılötesi ışık alıcısı
4. Dumanın saçmadığı ışıktan (harici kızılötesi radyasyon veya iki kaynaktan yansıyan ışık gibi) kaynaklanan alıcı elemanın ön beslemesini bastıran labirent veya ışık kapanı. Labirent, dumanın ölçüm hacmine penetre etmesine izin verecek kadar açık olmalı ve üniform bir yönlü yanıt verilmesini sağlamalıdır. Bu, algılamanın temel unsurlarından biridir [6].
5. İki sıcaklık sensörü ortam havasının sıcaklığını ölçer. Her yönden ölçülen sıcaklık değişimine denk bir yanıt verilmesini sağlayacak ve aynı zamanda düşük profilli bir algılamaya imkan verecek şekilde birbirinden 180° aralıkla yerleştirilirler.
6. CO sensörü (ayrı bir ürün modeli) ortam havasındaki karbonmonoksit konsantrasyonunu sub-ppm çözünürlükle anında ölçer. Seri üretimde %10'dan daha iyi hassas mutlak kalibrasyonla birlikte düşük

CO seviyelerinin algılanmasına imkan tanır, dedektörün yangına karşı hassasiyetini yanlış alarm oranını yükseltmeden artırır.

Yangın Türlerini Birbirinden Ayırt Etme Amaçlı Saçılmış Işık Algılama

1970'lerde ve 80'lerde farklı parçacık boyutlarına duyarlı duman algılaması için çeşitli saçılım açılarının ve/veya dalga boylarının kullanıldığı, farklı yangın tiplerine karşı daha dengeli bir yanıt sunan çok sayıda rapor ve patent başvurusu (örn. "WO 84/01650, ss.8-9, 26.04.1984" ve "DE2630632, 1972") düzenlenmiştir. Bu raporlar saçılım teknolojisi ile algılamayla ilgili gelişmelerin ilk örnekleri olup birçok teknoloji ve ürün bu yapı üzerine geliştirilmiştir.

Ancak, güvenilir ve uygun maliyetli ışık kaynaklarının ve algılama elemanlarının mevcut olması için zaman geçmesi gerekmiştir. Burada, sadece üretim anındaki değil yıllar boyunca kullanıldıktan sonraki algılama performanslarının öngörülebilmesi için elektro-optik bileşenlerin bozunmasının değerlendirilmesi önem arz etmektedir. Ayrıca seri üretime geçilebilmesi için uygun maliyetli bir kurulum ihtimalinin yanı sıra, hassas ancak zaman açısından verimli bir optik kalibrasyonun geliştirilmesinin gerekli olduğu da belirtilmelidir. Yukarıda bahsedilen yöntemler ürünün geniş uygulama alanlarında kullanım imkanı bulmasını sağlamakta, uygun maliyetli olmasını ve sadece özel uygulamalarda kullanılmamasını mümkün kılmaktadır.



Yangın Türlerini Birbirinden Ayırt Etme Amaçlı Saçılmış Işık Algılama

Yukarıdaki şekilde TF1 (alevli odun ateşi) ve TF2 (alevsiz odun) test yangınlarının EN54-7'den sonra ölçülen saçılım kesitlerinin CEN duman tüneline kullanılan parafin aerosol ile 523nm dalga boyunda karşılaştırılması grafiğini göstermektedir.

Şekil 2'de çok daha küçük parçacıklar üreten açık odun yangını gibi alevli yangınların alevsiz yangınlara göre çok daha küçük sinyaller oluşturduğu gösterilmektedir. Bu durum, saçılmış sinyal genliğinin çok çabuk tırmanmasından dolayıdır (dalga boyundan çok daha küçük olan parçacıklar için, parçacık çapının 4. kuvvetiyle). Ayrıca, ölçülen diferansiyel kesitlerin tercihen biri 90°'nin altında (ileri) ve biri 90°'nin üstünde (geri) olan farklı saçılım açılarındaki oranı (logaritmik ölçek kullanıldığına dikkat ediniz) alevli (TF1) ve alevsiz yangınlar (TF2) için farklıdır.

Bu bilgi, farklı yangın tiplerinin (tanınmasını sağlayan algoritmaların tasarlanmasında) kullanılmaktadır. Şekil 2'den ileriden geriye saçılımda oranlardaki en büyük farklılığa daha küçük ileri saçılımda ulaşılacağı çıkarılabilmekle beraber, deney veritabanımız, ikili optik dedektörde 60° ve 120° açı kombinasyonunun yangın aerosollerine duyarlılık ve aldatici aerosollere (çoğunlukla büyük parçacıklar) az duyarlılık açısından çok iyi bir denge sağladığını göstermiştir.

Halihazırda belirtilmiş olduğu gibi, çift saçılım sisteminde farklı yangın aerosollerine karşı istenilen hassaslığa ulaşılabilmesi için hassas bir optik kalibrasyona (tipik olarak %10'dan iyi) ihtiyaç duyulur, ancak bunun yanı sıra ileri ve geri saçılım sinyallerinin de birlikte eşleştirilebilmesi için özellikle dikkat edilmesi gerekmektedir. Üretim sahasından ayrılan her dedektör için bu ikincisi mümkün olmuyorsa, o halde sahada doğru bir yangın tipi ayırt etme işleminin gerçekleştirilmesi garanti edilemez.

EP1630759B1 (2008) ve EP1630758B1 (2007)'de tarif edildiği üzere (ASA sinyal işleme sürecinin detaylı bir tarifini sunan patentler) anlaşılmaktadır ki, bir yangın olayında duman gelişimi sırasında dedektör sürekli olarak hem saçılım sinyallerini takip etmekte hem de farklı yangın tiplerine karşı neredeyse denkleştirilmiş bir hassaslık sağlamak amacıyla ileriden geriye saçılım sinyali oranına dayalı olarak aşağıdaki denklemde verilen genel formülde birlikte uygun bir doğrusal kombinasyonu gerçek zamanlı olarak seçmektedir:

$$S = k1 \cdot (FW + BW) + k2 \cdot (FW - BW)$$

Bu denklem sonucunda elde edilen S büyüklüğü, parçacık dumanından kaynaklanan tehlike seviyesinin anlık ölçümünü temsil etmektedir. S değeri uygun bir şekilde ağırlıklandırılarak aynı dedektörle farklı uygulamalar için farklı hassaslıklara ulaşılabilir.

Geniş Uygulama Alanları için Çoklu Sensörlü/Çoklu Kriterli Algılama

Yukarıda tarif edilen ileri ve geri saçılım sinyallerinin kombinasyonu ASA dedektörlerinde hem statik hem de diferansiyel sıcaklık ölçümleri ile bir araya getirilmektedir. Bu kombinasyon yeni değildir ancak parçacık boyutuna duyarlılık açısından hem yangının daha hızlı algılanması hem de rahatsız edici sinyallerin bastırılması için yararlı ek bilgiler sunmaktadır.

ASA teknolojisi özel konseptinden, yani devam eden bir yangın olayını (veya yangın dışı olayı) karakterize eden anlık genlik, eğim, kısa vadeli varyasyonlar vb. gibi büyüklüklerin değerlerinden faydalanır ve dedektörün yanıt süresiyle hassaslığını dinamik bir şekilde uyarlar. En önemli özellikleri ve bunların etkilerinin bir özeti Tablo 1'de sunulmuştur.

Yangın Tipi	Özellikler	Yangın Durumu
Yavaş	Ağırlıklı parçacıklı, yoğunluğu düşük	Daha yavaş yanıt, rahatsız eden tepkiler de içerir
Yangın tipi değişken	Yangın tipi ateşli ve ateşsiz bölge değişimi	Daha hızlı yanıt*
Hızlı	Hızlı ateşli yangın tipi ateşli	Daha hızlı yanıt
Morötren yavaşlama	Optik sensörler ateşli durumda yavaşlar	Daha hızlı yanıt
Rahatsız edici gazlar	Daha az rahatsız edici gazlar ve ışık kısıtlı alanlar için duyarlıdır	Daha yavaş yanıt
Özellikler	Özellikler yavaşlama sırasında okunabilir, açık yangın için duyarlıdır	Daha hızlı yanıt
Yeterli DZ**	Düzenli şekilde DZ seviyesi	Daha duyarlı ve daha hızlı

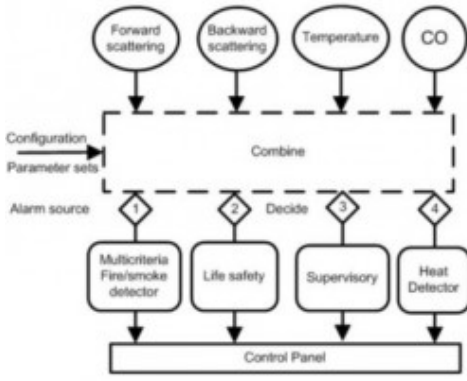
Geniş Uygulama Alanları için Çoklu Sensörlü/Çoklu Kriterli Algılama

* Parametre seçimine bağlıdır. ** Sadece UL tip dedektörlerde

Bu özellikler ASA dedektörlerinde farklı biçimlerde bir araya getirilir: ör. daha hızlı yanıt, denkleştirilmiş yanıt için tüm özellikler dengelidir - alevli yangın için daha hızlı ve aldatıcı kaynakları için daha yavaş, aldatıcı kaynaklar için çok yavaş ve/veya duyarsız ancak yine de yürürlükteki standartların limitleri içinde vb. gibi.

Bu şekilde, iki farklı sıcaklık değeri Denklem 1'deki S için optik duyarlılık ayarı ile bir araya getirilerek ve buna farklı özellik kombinasyonlarından biri ve çok sayıda diğer yardımcı kriter de eklenerek uygulamaya özgü bir parametre kümesi oluşturulabilir. Yoğun deneyler ve saha deneyimi, çok sayıda farklı uygulama için geçerli olan ve temelde birbirinden farklı kombine parametre kümelerinin kullanılmasını mümkün kılmıştır.

Bazı durumlarda, belirli bir uygulama için bir parametre kümesinin tanımlanması, oda geometrisi, yangın riski, aldatıcı kaynaklar, değer konsantrasyonu veya hayati tehlike gibi lokal kriterler hesaba katılarak sahadaki ölçümlerle mümkün olabilmektedir. Elde edilen tanımlanmış parametre kümesi bir ASA dedektörüne yüklenebilir ve sadece bu özel duruma özgü kullanılabilir. (Bu özellik dedektör seviyesinde mevcuttur ve sistem seviyesinde geliştirilmektedir. Bu parametre kümelerinin onay (liste) uygunluklarının sağlanması için tek tek analiz edilmeleri gerekir.)



Control Paneli

Ayrıca, çok sayıda algılama unsuru bulundurulduğunda, aynı muhafazanın içinde bulunan tekli sensör sinyallerine dayalı olarak farklı alarm tipleri oluşturulması, dolayısıyla farklı dedektörlerin tek bir muhafazaya entegre edilmesi mümkün olmaktadır. UL onaylı optik-termal-CO dedektöründe bir dedektör UL521 (Alarm Kanalı 4, ısı), UL268 (Alarm kaynağı 1, çoklu kriterli veya duman) ve UL2075 (Alarm kaynağı 2, CO) veya Denetim (alarm kaynağı 3, CO/sıcaklık) uyarınca ayrı ayrı alarmları aynı anda desteklemektedir. EN'e göre düzenlenen ülkelerde EN54-7, EN54-5, CEA 4021 vb. standartlarına uygun benzer dedektörler listelenmiştir.

EN ve UL bazlı dedektörler arasında çok sayıda ortak özellik bulunmakla beraber, standartlar yine de dedektör yanıtında önemli farklılıklara yol açabilmektedir. Örneğin yangın deneylerinin doğası nedeniyle, EN54-7 standardı genel olarak daha uzun tepki sürelerine izin vermekte ancak UL268 test yangınlarında daha fazla dinamik bulunduğundan bunlar genellikle daha sınırlayıcı olmakta ve tipik olarak %25 daha kısa tepki süresini şart koşarak yangın özelliklerinin değerlendirilmesi nedeniyle daha az varyasyona izin vermektedir.

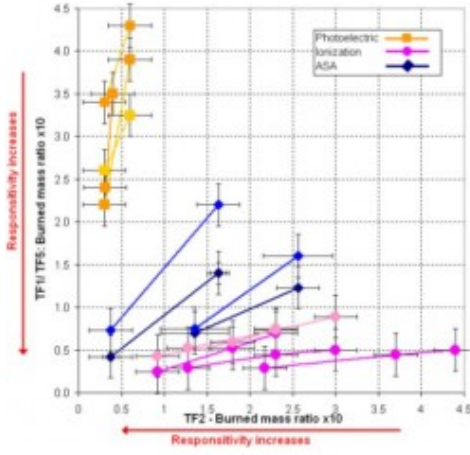
Yeni teknolojilerin uygulanabilirliği açısından günümüzün yangın algılama standartlarının sınırlayıcı özelliğini gösteren bir başka örnek de, EN54-7 ve UL268 standartlarındaki referans hassaslık ölçümü sistemlerinde ASA dedektörü yanıtının karşılaştırılmasıdır. Özetle, CEN duman tüneline EN54-7'de tanımlandığı üzere maksimum parçacık dağılımı 500nm ve 1000nm arasında olan, kırılım indisi 1.4 olan çok dağılımlı bir aerosol kullanılmaktadır. Bu tür bir aerosolün üretiminde parafin yağı kullanılır. Ayrıca, tükenme ölçümü 900 nm'de yapılır.

Öte yandan, UL 268'de tanımlandığı üzere duman kutusunda hem çok küçük parçacıkları hem de büyük parçacıkları bir arada bulduran ve bir açık yangının parçacık-duman özelliğini taşıyan bir pamuk lamba fitili kullanılır (veya alternatif olarak aerosol). Tükenme ölçümü 530 nm'de yapılır. EN standartlarına ek olarak, UL268 standardında kesin ölçümler gereklidir - dedektör hassaslığı %0.5/ft ve %4/ft arasında olmalıdır.

Her iki standartta da dedektör hassasiyetini ifade etmek üzere aynı fiziksel büyüklük kullanılmaktadır: %/ft veya %/m'de (ya da alternatif olarak dB/m) tükenme. Ancak aerosollerdeki ve dalga boyundaki farklılıklardan dolayı teorik bazda yapılan yeniden hesaplamalar hatalı sonuçlara yol açmaktadır. Doğru korelasyon için kullanılacak tek yöntem ölçüm yöntemidir. Bu da önceden belirtildiği gibi ASA dedektörlerinin parçacık boyutuna hassasiyetinden ve UL268'de belirtilen mutlak limitlerden dolayı aerosol stabilitesinin optik özellikleri açısından kontrolü (hem kısa hem de uzun vadede) için ek yöntemler anlamına gelmekte ve yeni ürünlerin ne zaman geliştiğinin öngörülmesi açısından zorluklara yol açmaktadır.

Alevsiz ve Açık Yangınların Algılanma Performansı

Günümüzde yangın (duman) dedektörlerinin optimum performansı geniş bir tartışma konusudur. Bu bağlamda, "optimum performans" ifadesi güvenilir yangın algılamayla birlikte yanlış alarmlara karşı da dayanıklı olmayı gerektirmektedir. NFPA iyonizasyon ve fotoelektrik (optik) dedektörlerin birlikte kullanımının güvenilir duman algılama için daha iyi bir performans sunduğunu ileri sürmüştür: "Çifte alarmlar genellikle alevsiz yangınlarda iyonizasyon alarmlarından önce, alevli yangınlarda ise fotoelektrik alarmlardan önce yanıt vermektedir". Diğer araştırmacılar ise yanlış alarma karşı dayanıklılık boyutunu da ele alarak sıcaklık ve CO sinyallerinin de bu kombinasyona dahil edilmesinin daha ideal bir çözüm sunduğu fikrini ortaya atmışlardır.



İki tek sensörlü duman algılama teknolojisi birbiriyle karşılaştırılmıştır

Şekil 4'te iki tek sensörlü duman algılama teknolojisi birbiriyle karşılaştırılmıştır: iki saçılan ışıklı fotoelektrik (saçılan ışık) ve iki ısı sensörü (Şekil 1'le kıyaslanarak, CO sensörsüz). Bu karşılaştırma, ilgili dedektör tipi için geçerli duyarlılık aralığının tamamına dayalı olarak yapılmıştır. Hata çubukları değerlendirilen numuneler için istatistiksel hataları göstermektedir. Sadece tek bir değer kullanıldığı yerlerde 0.25'lik ortalama standart sapma uygulanmıştır.

Karşılaştırma bir tarafta alevsiz odun (TF2), diğer tarafta da açık alevli (TF5) ve açık odun (TF1) yangınları olacak şekilde yapılmıştır. Dedektörün yanıtı, başlangıçtaki yakıt kütesine göre normalleştirilmiş yanan kütle oranı cinsinden ifade edilmiştir (dedektör yanıtının verildiği anda yanan malzemenin oranı). Bu da dedektör ne kadar hassassa, alarm anında o kadar az yanan kütle oranı elde edileceği anlamına gelmektedir (Şekil 4'te %100 yanan kütle oranı 10 üniteye karşılık gelmektedir). EN54-9 test yangınlarının parçacık boyutu sınırlarını temsil ettikleri için TF2 ve TF1/TF5 yangınları seçilmiştir.

Şekil 4'te, fotoelektrik ve iyonizasyon dedektörlerinin yanıtları arasında, bunların farklı fiziksel algılama prensiplerine dayanan açık bir ayrım olduğu görülmektedir. Bu teknolojilerin her ikisi de ağırlıklı olarak yangın türlerinin birine karşı tepki göstermektedir. TF1'in standart ileri saçılımlı dedektör için zorluk oluşturduğu ve iyonizasyon dedektörünün daha üstün bir performans gösterdiği bilinmektedir. Ancak iyonizasyon dedektörünün alevsiz yangınlara karşı hassaslığı da düşüktür. Çok kriterli dedektörler için yeni EN standartlarında (örn. 54-29 ve -31) TF1 yine zorunlu test olarak sunulmaktadır. Tekli saçılımlı fotoelektrik ve iyonizasyon dedektörlerinin kombinasyon halinde kullanımının şüphesiz oldukça geniş bir yangın aerosolü spektrumunu kapsadığı sonucuna varılabilir. Isı algılamanın da yardımıyla çift saçılım prensibi, iyonizasyon teknolojisinin performansı ile kıyaslandığında ASA dedektörlerini açık yangınların algılanmasında çok daha duyarlı hale getirmektedir. Buna benzer olarak ASA dedektörleri aynı temel prensibi paylaştığından dolayı tek sensörlü fotoelektrik dedektörlerinin alevsiz yangınlara olan duyarlılığını korumaktadır. Bu yüzden çoğu yangın türüne verdikleri yanıtlar da denk hale gelmekte, ideal algılama performansı sunmaktadır. Ayrıca, uygulamaya özgü parametreler seçilerek diğer yangın olaylarına verilen yanıtlar da aktif olarak kontrol edilebilmektedir (Şekil 4'te diyagonal eksen üzerindeki hareket gibi).

SONUÇ

Bu yazıda, yangın algılamada ASA teknolojisinin temel prensipleri sunulmuş, ileri ve geri algılama prensiplerinin kullanılması ve bunların farklı yangın tiplerini algılamadaki performansı üzerine odaklanılmıştır.

Bu dedektörlerin ısı sensörleri ile birlikte kullanılmasıyla açık (alevli) yangınlara karşı yüksek duyarlılığa ulaşılmakta, aynı zamanda saçılan ışık algılama prensibi nedeniyle alevsiz yangınlara karşı hassaslık da korunabilmektedir. Bu şekilde ideal yangın algılama sağlanabilmektedir. Ayrıca, ayrı bir ürün modelinde CO sensörü de kullanılarak toz ve buhar gibi aldatıcı faktörlerden kaynaklanan yanlış alarm oranları yükseltilmeden bundan daha da yüksek yangın duyarlılığına ulaşılması mümkün olabilmektedir.

Güvenilir sensör sinyallerine dayalı ASA sinyal işleme süreci dedektörün farklı yangın tiplerine karşı olduğu gibi farklı ortamlara ve uygulamalara göre de dinamik ve adapte olabilen bir yanıt geliştirebilmesini mümkün kılmaktadır.

Makale: Adem Çakır / Product Manager at Siemens

Kaynak: Siemens AG (Aleksandar Duric)