

KIZILÖTESİ KAMERA: KARANLIKTA NASIL ÇALIŞIYOR?

Görünür dalga boyu bölgesindeki ışığa gereksinim duymadan görüntüleme yapabilen kızılötesi kameranın temeli 200 yıl önceye uzanır. Bu kameranın keşfedilmesinde çok eski buluşların payı vardır. Sir W. Herschel, 1800’de güneş ışığını prizmayla renklerine ayırdı ve her ışının sıcaklığını ölçtü. Termometreyi, kırmızı ışının biraz uzağına (görünür dalga boyu aralığının dışında olacak şekilde) koyunca oradaki sıcaklığın en yüksek olduğunu gördü. Gözün göremediği bu ışına, Latince ‘kızıl altı’ anlamına gelen infrared denildi. J. Seebeck 1821’de farklı metallere yapılmış iki teli uçlarından birbirine kaynatarak bir halka oluşturdu. Halkanın ek noktalarından birini ısıtınca telin çevresinde manyetik alan oluştuğunu, yani ısıyla telde elektrik üretildiğini keşfetti. Bu yöntemle, sıcaklığı uzaktan ölçülebilen termokupl (ısı çift) geliştirildi. L. Nobili ve M. Melloni tarafından, 1933’te çok sayıda termokupl seri bağlanarak 10 metre uzaktaki insanın sıcaklığı ölçülebildi. Diğer önemli buluş, 1880’de S. Langley’in geliştirdiği bolometredir. Langley, iki platin folyoyu siyahlaştırıp Wheatstone köprüsüne bağladı. Folyolardan birine kızılötesi ışın yansıtı. Kızılötesi ışınını emen folyonun direnciyle, ışını görmeyen folyonun direnci arasındaki farkı ölçerek uzaktaki objelerin sıcaklığını hesapladı. Bolometre, zamanla geliştirildi ve 1901’de 400 metre uzaktaki bir sığınırın sıcaklığı ölçülebildi. Bu keşiflerle kızılötesi kameralarının önü açıldı.



Sir William Herschel

Kızılötesi kameralar

K. Tihanyi 1929’da ilk kızılötesi kamerayı geliştirdi. Texas Instruments, 1947’de objeyi çizgiler halinde tarayarak objenin sıcak ve soğuk bölgelerini fotoğraflayan kamerayı üretti. Kamera, kızılötesi fotoğrafı bir saatte çekebiliyordu. Modern kızılötesi algılayıcılarla elde edilen veriler; genellikle dijital fotoğraf makinelerinde kullanılan CCD ve CMOS teknolojileriyle görüntüye dönüştürülür. Kızılötesi kameralarla objelerdeki sıcaklık dağılımı, farklı renklerde izlenebilir. Kızılötesi

kameralarda; dijital fotoğraf makinelerine benzer şekilde, yüzbinlerce mikroskobik boyutta algılayıcının yan yana dizildiği bir elektronik yonga vardır. Uzaktaki objeden gelen kızılötesi ışınlar, kameranın özel merceğinden geçip birkaç santimetrekare boyutundaki yonganın yüzbinlerce algılayıcısının üzerine odaklanır. Algılayıcıların her biri; objenin farklı sıcaklıklardaki noktalarından gelen kızılötesi ışınların etkisiyle oluşan elektriksel verileri işlemciye aktarır. İşlemci, verileri işleyip görüntüyü sayısal olarak depolar. Sayısal veriler elektronik devrelerle ekrana görüntü olarak yansıtılır. Modern kızılötesi kameralar iki temel gruba ayrılır. Foton algılayıcısı kullanılan kameralarda; objeden gelen kızılötesi ışınlarını oluşturan fotonlar, bu ışınla etkileşebilen malzemelerle (genellikle yarı iletkenler) üretilen mikro algılayıcıların karakteristiklerinde değişiklik oluşturur. Bu değişiklikler elektriksel sinyaller üretir. Üretilen elektriksel sinyaller işlenip görüntüye dönüştürülür. Değişik kızılötesi bantlarında çalışan algılayıcılar, cisimlerin insan gözünün ayırt edemediği farklı özelliklerini yansıtan kızılötesi görüntüler oluştururlar. Örneğin; 3 mikrometre üzerindeki dalga boylarıyla etkileşebilen algılayıcılar, oda sıcaklığındaki cisimlerin termal görüntüsünü oluşturabilir. Oda sıcaklığı civarındaki cisimler insan gözünün algılayamadığı bu dalga boylarında algılayıcıların duyarlı olabildiği seviyede radyasyon yayar. Bu algılayıcılar; cisimlerin (sıcaklıklarına bağlı olarak) yaydıkları radyasyonu algılayarak, zifiri karanlıkta bile görüntüleme yapabilir. Ayrıca cisimlerin sıcaklık dağılımları da görüntülenebilir. Kısa dalga boyu kızılötesi bandında (1-3 mikrometre dalga boyu aralığı) algılama yapabilen algılayıcılar ise insan gözünün göremediği dalga boylarındaki ışığın cisimlerden yansımalarını kullanır. Bu sayede, görünür bölgedeki ışığın az olduğu durumlarda gece koşullarında görüntü sağlanır. Foton algılayıcılarının duyarlılığı oda sıcaklığında çalıştırıldıklarında yetersiz olduğu için bu kameralarda sıcaklığı -200 derece civarına düşüren soğutucular vardır. Bolometre gibi termal algılayıcıların kullanıldığı diğer tür kameralarda; objeden gelen kızılötesi ışınların fotonları, mikroskobik boyutlardaki algılayıcıların sıcaklıklarını çok az da olsa artırır. Mikro boyuttaki yüzbinlerce bolometrenin (veya diğer tür termal algılayıcıların) yan yana dizilmesinden oluşan elektronik yonganın farklı pikselleri, üzerlerine düşen radyasyon miktarına bağlı olarak, farklı miktarda ısınır. Bu tür algılayıcıların elektriksel özellikleri sıcaklıkla değiştiği için her bir mikro algılayıcının değişen elektriksel verisi, işlemcide işlendikten sonra görüntüye dönüştürülür. Termal algılayıcıların kullanıldığı kameraların soğutulmasına gerek yoktur. ODTÜ K. A. Nanofotonik Laboratuvarı'nda foton algılayıcıları, ODTÜ MEMS Merkezi'nde ise bolometre algılayıcıları üretilerek çok hassas kızılötesi kameralar geliştirilmiştir.

Prof. Dr. Ural Akbulut
ODTÜ Kimya Bölümü