

ÖLÇÜM SANATI ve SAYISALLAŞTIRMA ve RENK...

Çevremizde olan, gördüğümüz/görmediğimiz her şey istisnasız farklı özellikler ve yapılar içermektedir. Bu özellikler, fiziksel, kimyasal, elektriksel, işitsel, görsel, hacimsel, kütleli ve daha nice özelliklerden biri, birkaçı veya hepsini içeriyor olabilir. Bu özellikler genelde maddenin "Ayrıt Edici" özellikleri olarak orta ve lise eğitiminde en temel halleriyle öğretilir. Maddelerin veya biraz daha teknik adıyla malzemenin bazı özelliklerine bakarak, onun ne olduğunu anlayabilir ve ayır edebiliriz. İnsanoğlu, bu ayrıt edici özellikleri duyu organlarımızla (ses, dokunma, koku, görsel, tat) ayırt etmeye çabalamıştır. Ancak insan duyu organları her ne kadar hassas olsalar da çok büyük bir handikapa sahiptirler. Bu handikap, algılamanın (ses, ışık, tat, koku, dokunma hissi) subjektif olmasıdır. Yani kişiden kişiye göre çok geniş bir aralıkta değişebilir. Kimine acı gelen bir yiyecek diğerine normal gelebilir, kimine yüksek gelen ses diğerine normal veya alçak gelebilir, kimine kötü gelen koku başkasının hoşuna gidebilir.

Hatta, aynı kişi için bile bugün normal olan şey (ses, ışık, hız, koku vs) bir başka gün aynı kişiye anormal gelebilmektedir. Çünkü duyu organlarımızın **tekrarlama kabiliyeti** son derece kısıtlıdır. Bunun sebebi, sağlık, psikolojik durum, yorgunluk, stres, sinirlilik, mutluluk gündelik sorunlar gibi yüzlerce ve belki de binlerde ruhsal/psikolojik sebeplerin yanı sıra ortam ışığının değişkenliği, yüzeyin yapısı, bakış yönü ve açısı gibi teknik bir dizi sebeptir.

İşte bu sebeple, insanlar birbirleri ile olan ticari ve sosyal hayatlarında bir kaos ortamına sebep olmadan, objektif değerler üzerinden konuşma ihtiyacı hissetmişlerdir. Bunun içinde bunları tarafsız olarak ölçmenin yollarını aramışlardır. İlk başlarda bazı büyüklükleri, basit araçlar imal ederek ölçmüşlerdir. Örneğin sabit uzunlukta bir çubuğun üzerine yine sabit aralıklarla işaretler çizerek cetvel yapmışlar ve uzunlukları bununla ölçerek sayısallaştırmışlar. Bu sayede malzemenin fiziksel boyutlarını ölçerek herkes için aynı anlama gelen birimlerle konuşmaya başlamışlardır. Zamanla diğer büyüklükler için de ölçüm metotları ve aletleri geliştirmişler ve bununla 5 duyu organımız subjektifliğinden kurtulmaya çalışmışlardır.

Burada amaç, malzemenin belli bir özelliğini (ağırlık, boyut, renk, koku, sertlik, yoğunluk, kimyasal, yüzey, elektriksel vb) tarafsız, tekrarlanabilir ve hatasız olarak bir sayısal değere dönüştürmektir. Bu konuda dünya üzerindeki bir çok ülke bazı metotlar ve aletler geliştirmiş ve bu sorunu kendi içlerinde halletmişlerdir. Ancak globalleşen dünya sebebiyle, kendi ölçüm metotlarını kullanan bu ülkelerin birbirleri ile olan ilişkilerinde aslında aynı şeyi ifade eden ama farklı birimle sunulan bu büyüklükler sebebiyle karmaşa oluşmuş, bunun sonunda bazı ülkelerin metotları genel kabul görmüş diğerleri lokal olarak kalmış veya yok olmuştur. Artık endaze veya arşınla kumaş satmıyoruz veya okka ile marketten elma almıyoruz. Buna karşılık mil ve km hala kullanımda. Bu standartların oluşması ve türleri apayrı derya bir konu olması sebebiyle burada değinilmeyecektir.

İlk başlarda uzunluk , ağırlık, hız vs gibi temel unsurları sayısallaştırmakla başlayan bu serüven, gelişen teknoloji ile hemen her şeyi ölçüp sayısallaştırabilme sevdasına dalmış ve aklımıza dahi gelmeyecek şeylerin ölçümlerinin yapılması olanaklı hale gelmiştir. Bugün sadece tekstil materyallerinin analizleri için sayısız (belki binlerce tip) yöntem ve cihaz mevcuttur, kimyasal analizler için de aynı şey söz konusudur. Tekstil dışı diğer sektörleri de düşünürsek konunun ne seviyelerde olduğunu az çok tahmin edersiniz.

Bu yazımızda, gelişen teknolojinin sunduğu özel bir sayısallaştırma cihazından, yöntemlerinden ve bu konuda kabul görmüş standartlardan/birimlerden bahsedeceğiz.

Bu genel giriş vasıtasıyla niyetimizi açıkladıktan sonra sözü, yaklaşık 15 yıldır, renk fiziği alanında teknolojik ürünler üreten Artoksi Mühendislik Sanatları Merkezi'nin sahibi sayın Hakan Artoksi'ye bırakıyoruz.

RENK ÖLÇÜMÜ

Rengin ölçülebilir hale gelmesinin hikayesi, elektronik sanayindeki gelişmelere bağlı olarak başlamış ilk olarak. Ardından tıp devreye girmiş ve insan gözünün çalışma prensipleri ortaya çıkarılmış. Daha sonra ışığın davranışları konusunda bilimsel araştırmalar yapılmış . Bu üç bilim dalının birleşimi sayesinde de renk artık ölçülebilir hale gelmiş.

Elektronik dalındaki gelişmeler, fotodiyot veya fotoresistor adı verilen küçük devre elemanlarının üretilmesini sağlamıştır. Fotodiyot veya fotoresistor adı verilen bu elemanlar, üzerine düşen ışığın miktarına göre elektrik iletkenliği değişen elemanlardır. Konu hakkında daha sonraları bu fotodiyotlar sadece ışığın miktarına göre değil cinsine (dalga boyu) göre de tepki verecek hale getirilmiştir.

Bu sayede, ışık kaynağından çıkan beyaz ışık içerisinde bulunan her bir dalga boyundaki her ışın tipi için ayrı fotodiyotlar kullanılarak, yüzeyden yansıyan ışığın cinsi ölçülebilmüş ve sayısallaştırma olanağı elde edilmiştir. Fotodiyotlarda aynı tepkiyi yaratan iki numune renk olarak birbirine eşittir.

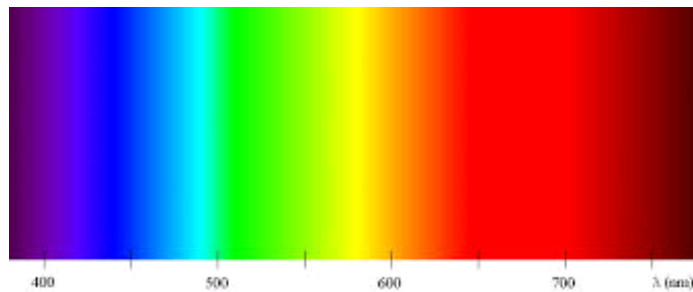
İnsan gözünün çalışma prensibi, bu prensibin cihaz içerisinde nasıl simüle edildiği gibi detayları başka bir yazı dizisine bırakıp, ışın kullanıcı tarafında lazım olacak temel detaylara geçmek daha anlamlı olacaktır. Eğer renk ölçüm cihazı üretmeyi düşünenler varsa, tıpkı Amerikalı dostlarımıza yaptığımız gibi onlara da bir know-how transferi yaparız elbet. Bildiğiniz üzere kendi marka (PenColorArt) ve know-how'ımız ile Amerika'da ürettirdiğimiz renk ölçüm cihazlarımız da vardır.

Rengi ölçmek demek, ölçümü yapılan yüzeyden hangi tip ışınların geri yansıdığını ve ne kadar yansıdığını ölçmek demektir. Doğal olarak yüzeye bir ışın demeti göndermeli ve bu yüzeyden geri yansıyan ışınların tiplerini ve miktarlarını fotodiyotlar vasıtası ile tepkilerini ölçmeliyiz. Zaten cihazların temel çalışma prensibi de budur.

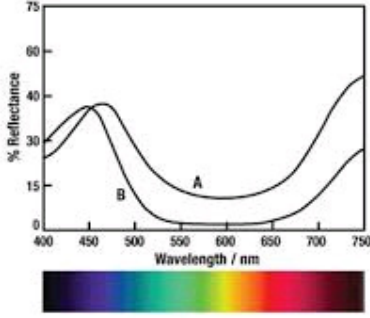
Yüzeye gönderilecek ışık, elbette ki, her türlü tip ışını, teknik ifadeyle her dalga boyunu ihtiva etmelidir. Buradaki "her" ifadesi aslında teorik olarak pek doğru değildir ama işi basitleştirmek için en uygun kelimedir. Aslında "her" ifadesi yerine "görünür bölgedeki her bir dalga boyunu ihtiva edecek" olarak değiştirmek daha doğrudur. Çünkü insan gözü, belirli bir dalga boyu aralığında tepki verir, yani her ışığı göremez. Örneğin röntgen ışınını göremeyiz, Ultraviyole, infrared vs gibi ışıkları da göremeyiz. Çünkü gözümüzün içindeki algılayıcı hücreler bu ışınlara tepki vermez. Bu ışınları görebilen doğada sayısız hayvan türü mevcuttur. Ayrıca insan, her frekandaki sesi de duyamaz. Ama çok alçak veya çok yüksek frekansları duyabilen canlılar doğada bol sayıda vardır. Neyse, doğa belgeselini bir kenara bırakalım ve konumuza geri dönelim.

İnsan gözü 400nm-700nm aralığındaki ışıkları görebilecek şekilde donımlıdır. Bu aralıktaki tüm ışınları eşit ve maksimum genlikte bir araya getirdiğimizde ortaya çıkan ışık bildiğiniz güneş ışığıdır ve beyaz ışık olarak temel kabul edilir. Beyaz floresanlarla karıştırmayınız lütfen.

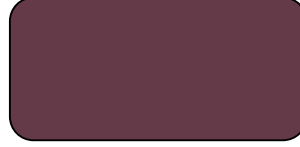
Bu beyaz ışık, bir yüzeye çarptığında yüzey üzerindeki renge göre bazı dalga boyları geri yansır bazı dalga boyları ise yüzey tarafından emilir. Bu gelen beyaz ışığın tamamı geri yansırsa biz o rengi beyaz, tamamı emilir ise de o rengi biz siyah olarak algılarız. 400 nanometre (nm) ile 700 nanometre (nm) arasındaki her bir dalga boyu farklı bir renge tekabül eder. Farklı dalga boyuna sahip ışınlar farklı frekanta ışınlar demektir ve farklı frekansdaki ışınlarında farklı kırılma indisleri vardır. Beyaz ışık tüm bu renklerin toplamından oluşan bir renk olduğunda, bu ışığı bir prizma ile kırarsak, her bir dalga boyu farklı kırılacağından yukarıdaki renk tayfını elde ederiz. Zaten bu da, yağmur damlalarının bazen doğada prizma/mercek gibi davranıp beyaz ışığı kırarak oluşturduğu gökkuşağının aynısıdır.



İşte, bir yüzeye gelen beyaz ışığın içerisinde bulunan bazı dalga boyuna sahip bileşenler geri yansır, diğerleri emilir. Örneğin yüzeyden 600nm civarı ışınlar yansıtırsa biz o yüzeyi sarı görürüz. 700nm civarı yansıtırsa kırmızı tonları algılarız. Aynı şekilde 450 nm civarı yansıma varsa mavi algılarız. Tabii ki, doğada renkler bu kadar keskin noktasal yansıma yapmazlar. Her dalga boyundan biraz veya hepsi yansır. Bu sayede ana renkler dışında sonsuz sayıda ara renkler oluşur. İşte bu dalga boyuna göre yansıma miktarından bir grafik çizilebilir ve buna “Yansıma Grafiği” denir.



Örneğin yandaki grafikte görülen yansıma eğrisi, içerisinde ağırlıklı olarak mavi ve kırmızı barındıran buna karşılık yok denecek kadar az sarı ve nispeten az oranda yeşil nispeten az oranda içeren bir renge aittir. Bu yansıma eğrisine sahip bir renge baktığımızda ise göreceğimiz renk aşağıdadır.



Her bir dalga boyundan ne kadar ışın yansıdığını gösteren bu grafiği bir tablo haline getirirsek aşağıdaki grafiği aşağıdaki formata çevirmiş oluruz.

Dalga boyu	Yansıma miktarı
400	16.78
410	18.22
420	21.32
.	.
.	.
.	.
680	44.51
690	48.91
700	52.67

İki farklı rengin ölçülmesi ile ortaya çıkan bu tablodaki değerleri birbirleri ile karşılaştırarak, iki rengin arasında farkın hangi dalga boylarından kaynaklandığını ve miktarını görebiliriz.

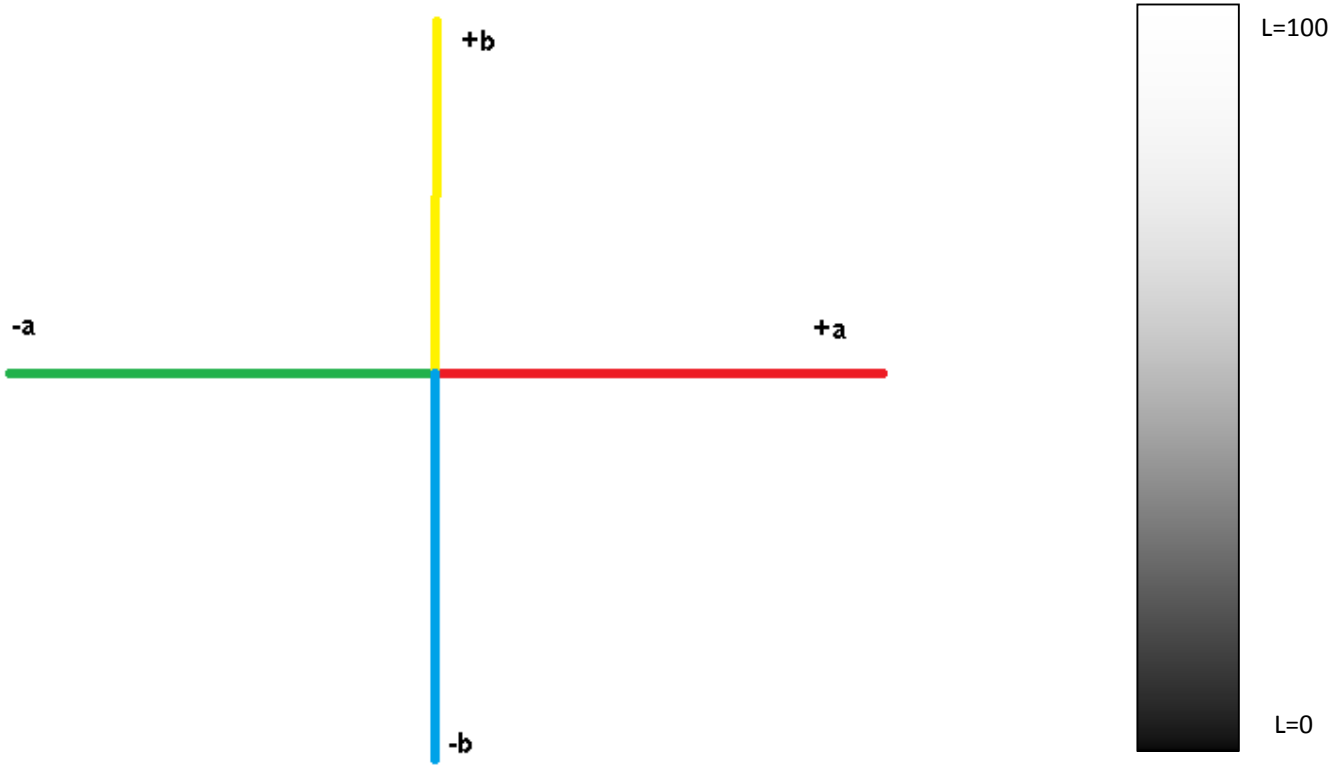
İşin ARGE kısmında çalışan bilim adamları, bu bir sürü sayısal değeri tek tek karşılaştırmak gibi zahmetli bir işin yerine geçecek daha pratik bir metod arayışına girmişler ve matematiksel bir metod geliştirerek, yukarıdaki tabloda yer alan değerleri bir dizi matematiksel işlemlerden geçirerek, rengi sadece 3 sayı ile ifade edebilecek bir yöntem geliştirmişlerdir. Bu üç sayıya L, a ve b isimlerini vermişlerdir. CIE isimli bir enstitü tarafından finanse edilen bu çalışmada elde edilen bu metoda CIELab metodu, daha havalı bir ifade ile “CIELab Renk Uzayı” demişlerdir. Bugün bu yöntem dünyada genel kabul görmüş renk ölçüm standartlarının en bilinenidir. L, a ve b değerlerini hesaplamak için geliştirilen matematiksel yöntem aşağıdaki formüllerle ifade edilir.

$$L=116(Y/Y_0)^{1/3}-16$$

$$a=500[(X/X_0)^{1/3} - (Y/Y_0)^{1/3}]$$

$$b=200[(Y/Y_0)^{1/3} - (Z/Z_0)^{1/3}]$$

Aslında bu bulunan L, a ve b değerleri bizlere ortaokul çağlarında öğretilen x, y, z koordinat sisteminden başka bir şey değildir. Sadece eksenlerin adları x,y, z değil L, a, b olarak isimlendirilmiştir. Ekranda üç boyutlu bir koordinat sistemini göstermenin algıda hataya yol açması ihtimali sebebiyle L ayrı bir eksen, a ve b birlikte ayrı bir eksenle çizilir.



Yukarıdaki çizimden de anlaşılacağı üzere a'nın negatif değerleri yeşile kaçışı, pozitif değerleri kızıla kaçışı ifade eder. Aynı şekilde b'nin pozitif değerleri sarıya kaçışı, negatif değerleri de maviye kaçışı ifade eder. L değeri ise açıklık koyuluk değeri olarak bilinir ve 0-100 aralığında değişir. Bu değer 100'e yaklaştıkça renk açılır, 0'a yaklaştıkça koyulur.

Ölçülen iki renk arasındaki L, a ve b değerlerinin farklarının karelerinin toplamının karekökü şeklinde bir hesap yaparak, elde edilen sonuca DeltaE (ΔE) adını vermişlerdir. Tanıdık geldi mi. Formülü böyle yazıyla yazınca karışık gelmiş olabilir. Matematiksel olarak yazarsak belki daha anlaşılır olacaktır.

$$\Delta E = \text{KAREKÖK} [(L_2 - L_1)^2 + (a_2 - a_1)^2 + (b_2 - b_1)^2]$$

$\Delta E = 0$ demek birbirinin tıpa tıp aynı iki renk demektir. ΔE değeri sıfırdan yukarı doğru büyüdükçe iki renk arasındaki farkta büyümeğe başlar. Yüzeyin veya rengin uygulanışına bağlı olarak değişmekle birlikte, $\Delta E = 0.6$ eşik değeri civarı insan gözünün fark edeceği renk farklılıklarına denk gelir. Elbetteki ölçülen yüzeyin pürüzsüzlüğü bu sınır değeri değiştirir. Kumaş gibi nonuniform yüzeylerde bu sınır $\Delta E = 1$ civarındadır, iplikte daha yüksektir. İç/dış cephe boyamalarında ΔE değeri daha düşük alınmalıdır. Bu sınır değerine dair karar müşterinin yani siparişi verenin karar vereceği bir durumdur. Genellikle siparişi veren kişi, kuruluş, kurum kabul standartları arasında renk fark değeri için bir üst sınır ΔE değeri belirtir.

CIE Lab renk uzayının keşfinden sonra, başka bazı major ülkeler de, standartlardaki belirleyicilik özelliklerini korumak adına farklı metodlar geliştirmişlerdir. Örneğin CMC adı verilen bu standart yani klasik ifadeyle CMC Renk Uzayı da bunlardan biridir. CMC renk uzayı daha sonra revize edilerek ikinci bir versiyonu türetilmiştir. Birinci yöntem CMC 1:1 ikinci yöntem CMC 2:1 adı verilmiştir. Aslında gerek CIE Lab ve gerekse CMC renk uzayı aynı şeyi ifade eder ama farklı birimlerle. Aynı kilometre ile mil gibi, kilogramla ons gibi.

Elbetteki renk ölçüm cihazı kullanıcılarının bu hesapları bilmesi beklenmez. Bunun içinde bu hesapları yapan, sonuçta rengin geçer/kalır kararının verilmesine yardımcı olan bilgisayar yazılımları mevcuttur. Bu yazılımlar son derece gelişmiş bir matematiksel alt yapıya sahip yazılımlardır. Bu tarz yazılımlar iki ana gruba ayrılırlar. Yukarıda anlatılan hesapları yapabilen

ve iki renk arasındaki farkı hesaplayan yazılımlar “Kalite Kontrol” yazılımları denir. Diğer gurup ise, ölçülen renk için “boyarmadde” (Pigment/pasta/Boya/Masterbatch vs) hesaplama yazılımlarıdır.

Biz, Artoksi Mühendislik olarak yaklaşık 16 yıldır bu tarz yazılımlar üretmekte ve yurt dışına know-how transferleri yapmaktayız. Klasik reçete yazılımlarının yanında, hemen her sektör için ayrı olarak geliştirilmiş reçete tespit yazılımlarımızda mevcuttur. Kalite kontrol konusunda yazılım örnekleri dünya üzerinde çok olmasına rağmen, reçete tespit yazılımları üreten firma sayısı tüm dünyada bir elin parmaklarını geçmez. Bizler de bu bir avuç üreticiden biri olmanın gururunu yaşıyoruz.

ShadeArt markası ile piyasaya sunulan bu yazılımlar temel kalite kontrolden tutunda karmaşık reçete hesaplama yazılımlarına kadar geniş bir yelpazeye sahiptir. Hatta dünyada pek örneği olmayan, Melanj reçetesi için bile çözümlerimiz mevcuttur. Detaylar için www.artoksi.com üzerinden “Renk Ölçüm” bölümünü incelemenizi öneririz.

Aslında, konu hakkında yazılacak o kadar çok şey var ki. Ancak biz de, TV’deki açık oturum sunucuları gibi, “Efendim, konuşacak çok var ama bize ayrılan süre maalesef bitti” demek durumundayız. Sizlerden gelen talepler bizleri motive edecektir.