

TERMOTROPİK SIVI KRİSTALLER VE UYGULAMALARI

Erol GÜNDÜZ*

Termotropik Sıvı Kristaller (SK'ler), ortamdaki sıcaklık değişimine bağlı olarak bazı arafazlar gösterir. SK bir ortamdaki ince-uzun (çubuksu) yapıdaki moleküller, konumsal veya yönelimsel düzenlenmeler sergiler.

Şimdi bu arafazları kısaca incelemeye çalışalım:

NEMATİK SK'LER

"Nematik" adı, bu tür yapıların polarize bir mikroskop altında gösterdikleri ipliksi görünümünden dolayı, ilk kez Friedel tarafından iplik anlamına gelen Grekçe bir sözcükten türetilmiştir.

Nematik SK fazda, moleküller yaklaşık olarak belirli bir yön boyunca dizilirler. Ortamda bir yönelimsel düzen söz konusudur. Şekil 1 a'da nematik faz gösterilmektedir. Bilinen sıvılara benzer davranışlar gösteren nematik SK'ler, sıvılardan farklı olarak anizotrop özellikler de sergiler. Bir örnek olması bakımından, p-azoksianisol (PAA) bileşiği 117-137°C aralığında nematik SK faz gösterir. Bu maddenin viskozitesi 0,1 poise olup sıvılara benzer akışkanlık özellikleri taşır (Bir karşılaştırma olması bakımından, suyun oda sıcaklığındaki viskozitesi 0,01 poisedir). Oysa nematik SK'ler sıvılardan farklı olarak anizotrop özellikler de sergiler. Örneğin, PAA için optik eksen paralel ve dik doğrultuda ölçülen optik kırma indisleri arasındaki fark 117°C ta 0,268'dir.

KOLESTERİK SK'LER

"Kolesterik" adı, bu arafazın genel olarak kolesterol türevlerinde gözlenmesinden ileri gelir. Kolesterik SK'de moleküller, şekil 1 b'de görüldüğü gibi helisel bir periyodik dönme hareketi yapmaktadır. Şekilde işaretlenmiş helis dalgaboyu çoğu kez "helis adımı" olarak bilinir ve ortamdaki sıcaklık ve basınç değişimlerine, dışarıdan etkiyen elektrik ve manyetik alanlara son derece duyarlı olup, genellikle birkaç angström mertebesinde. Bu uzunluğun görünür bölgedeki ışığı dalgaboyu ile kıyaslanabilir olması nedeniyle, kolesterik SK'ler üzerine düşen ışığı yansıtarak bir renk değiştirme özelliği gösterirler. Kolesterik SK'lerin en belirgin özelliği, optik çevirme güçlerinin 6000 - 7000 °/mm gibi çok büyük değerlerde olmasıdır. Oysa diğer bilinen organik kristaller için bu değer en fazla 300 °/mm kadardır.

SİMEKTİK SK'LER

"Simektik" sözcüğü ilk kez Friedel tarafından bu tür maddelerin sabunlarınkine benzer özellikler göstermesi nedeniyle, sabunsu anlamındaki Grekçe bir sözcükten türetilmiştir. Simektik SK'de, moleküller

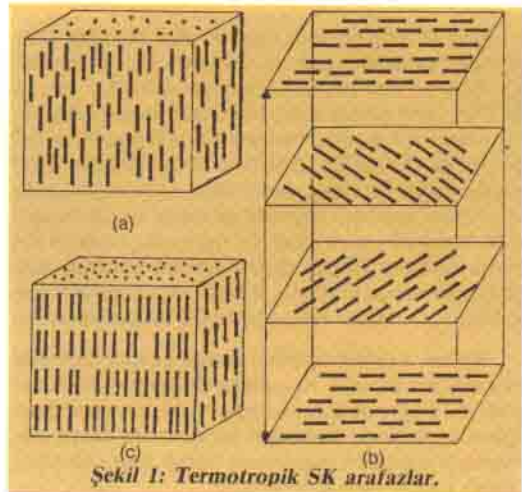
tabakalı bir yerleşim düzenine sahiptir. Şimdiye kadar, moleküllerin tabaka içindeki yerleşim düzenine bağlı olarak dokuz farklı tip simektik SK belirlenmiştir. Şekil 1 c'de simektik A tipi gösterilmektedir.

UYGULAMA ALANLARI

1968'den önce, SK'ler yalnızca üzerinde deney yapılan maddeler idi. O tarihten sonra, Sıvı Kristalli Display (SK) lerin geliştirilmesi üzerine tüm dünyada yoğun bir çaba harcanmaya başlandı. SKD'ler şimdi örneğine kol saatlerinde, hesaplayıcılarda ve bilgisayar ekranlarında rastlanılan birçok uygulama alanına sahiptir. Düşük güç kayıpları ve düşük voltajlarda çalışma özellikleri nedeniyle oldukça avantajları olan bir sayısal SKD'de oda ışığında bile sayılar kolayca görülebilir.

Bir SKD elde etmek için birkaç yöntem vardır. En çok bilineni "büklümlü nematik SK" yöntemidir. Bu yöntemde, nematik SK madde iki cam levha arasına konularak bir nematik SK hücre elde edilir (şekil 2 a). Cam levhalardan biri diğerine göre 90° döndürülür. Bu durumda, üst levha yakınındaki moleküller levhalara paralel, alt levha yakınındakiler ise dik olarak dizilirler. Nematik SK hücrenin kalınlığı (20 - 100µm), optik dalgaboylarından çok büyük olduğundan, moleküllerin hücre içinde yönelimsel hareketi sonucu, SK hücre üzerine düşen polarize ışığın polarizasyon düzleminin 90° dönmesine neden olur. Eğer nematik SK hücre pozitif anizotropiye sahipse, uygulanan voltajın belirli bir eşik değerini (1 volt) aşması ile nematik SK ortamdaki moleküller şekil 2 b'deki konumu alacak biçimde uygulanan alan doğrultusunda dizilirler.

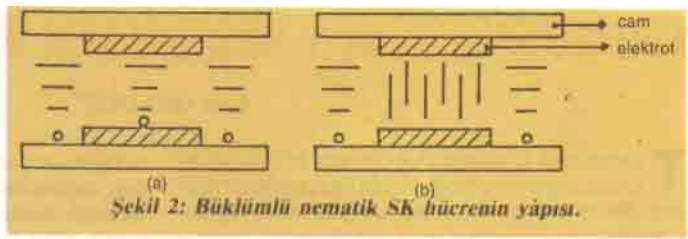
Büklümlü nematik SK hücre kullanılarak elde edilen bir SKD'in şematik gösterimi şekil 3'te veriliyor.



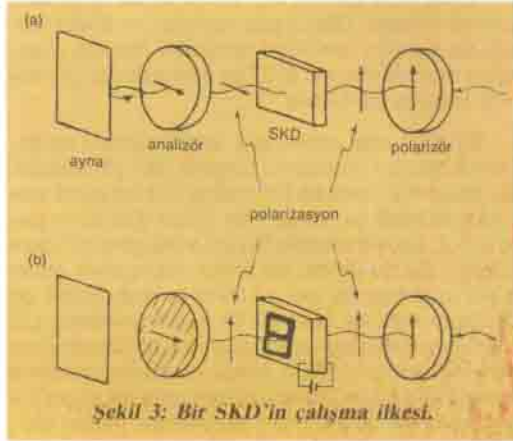
Şekil 1: Termotropik SK arafazlar.

* Prof.Dr., Ege Üniv. Fen Fak. Fizik Bölümü.

Şekil 3 a'da polarize olmuş ışık, bükümlü nematik SK hücreyi geçerken 90° dönecek ve analizörden geçip yansıtıcı aynadan yansıyıp aynı yolu izleyerek geri dönecektir. Bu durumda ortam aydınlık görülür. Eğer voltaj uygulanırsa, moleküllerin yönelimi değişecek ve uygulanan alan yönünde dizileceklerdir. Bu durumda, polarize olmuş ışık analizörden geçemeyecek ve sonuçta nematik hücre karanlık görünecektir (şekil 3 b). Nematik SK hücrenin elektrotlarından biri sekiz rakamı biçiminde şekillendirilirse, voltaj uygulandığında sayısal bir display görünecektir. Polarizör ve analizörün doğrultusu uygun seçilerek, siyah zemin üzerinde beyaz görülen bir sayı elde edilebilir.



Şekil 2: Bükümlü nematik SK hücrenin yapısı.



Şekil 3: Bir SKD'in çalışma ilkesi.

SKD'lerde kullanılan bir diğer yöntem, bazı yönleri ile yukarıdaki olaya benzeyen "kolesterik-nematik faz geçişi" olayıdır. Kolesterik bir SK hücreye elektrik alanı uygulanır. Uygulanan alanın belirli bir eşik değerini aşması ile kolesterik SK'in helis adımı değişir ve bu nedenle bir renk değişimi gözlenir. Bu özellikten yararlanarak SKD elde edilir.

Son yıllarda oldukça popüler olan bir diğer yöntem de "dinamik saçılma" olayıdır. Bu yöntemde, SK hücre hazırlanması oldukça kolaydır; ancak SKD'in yanıt süresi biraz büyüktür. Negatif dielektrik anizotropiye sahip nematik SK hücreye voltaj uygulanırsa, moleküller uygulanan alana dik olarak dizilirler. Diğer taraftan, elektriksel iletim bu moleküllerin dizilimi bozacak biçimde davranır ve bir düzensizlik hareketi ortaya çıkar. Bu durumda, nematik SK hücre üzerine düşen ışığı kuvvetle saçarak süt-beyazı bir renge dönüşür. Amaca uygun şekilde hazırlanan elektrotlar kullanılarak bir SKD elde edilir.

SK'ler, sıcaklık sensörü olarak yaygın bir kullanım alanına sahiptir. Kolesterik SK'lerin sıcaklık değişimine bağlı olarak renk değişimi göstermeleri özelliğine dayanarak, elektronik bir devrede devre elemanlarının sıcaklık dağılımı ve bozuk devre elemanlarının tespiti yapılabilmektedir.

Areodinamikte, uçak yüzeylerine kaplanan kolesterik SK bir maddeyle yüzeye vuran şok dalgalarının etkisi analiz edilmektedir. Bu teknik, uzay araçlarının yapılarının termal testleri sırasında kullanılmaktadır.

Tıpta, hastalıklı dokuların teşhisinde SK'li sensörler yaygın olarak kullanılır. Deri sıcaklığındaki değişimlerini gözleyerek, sinir ve damar yollarının açık olup olmadığı hekim tarafından belirlenebilir. Deri enfeksiyonları ve tümörlerinin sıcaklığı, bunları çevreleyen derinin sıcaklığından iki üç derece daha büyüktür. Bu sıcaklık farkı SK'li sensörle tespit edilebilmektedir.

SK'ler gün geçtikçe laboratuvar masalarından çok çeşitli uygulama alanlarına hızlı bir geçiş yapmakta, temel bilimcilerin olduğu kadar, mühendislerin ve tıp araştırmacılarının yoğun ilgisine neden olmaktadır.

Gelecek günler, SK'ler için kuşkusuz daha ilginç ve heyecanlı olasılıklarla doludur.

KAYNAKLAR

- G.H.BROWN-J.W.DOANE, Appl. Phys., 4, 1-15, (1974).
- H.KELKER, Mol. Cryst. Liq. Cryst., 165, 1-43, (1988).
- P.G. de GENNES, The Physics of Liquid Crystals, Oxford University Press (1974).
- E.P. RAYNES, Phil. Trans. R. Soc. Lond., A309, 97-108, (1983).
- E.GÜNDÜZ, Doğa Fiz. Astrofiz. Dergisi, 11, 54-64, (1987).

