

AKILLI MALZEMELER ve HAVACILIK

Derleyen : İlke AYDINCAK
ODTÜ, Havacılık ve Uzay Mühendisliği Bölümü

"Akıllı malzemeler", biz farkında olmasak da, yıllardır kullandığımız eşyalarla mesela; kolumuzdaki saatte, artık dekoratif amaçla kullandığımız pikapta ya da çakmaklarımızda, sessiz sedasız hayatımızdalar. Bu türlerinin en basit örneklerinin Ağabeyleri sayılabilecek birçok yeni malzeme ise laboratuvarlardan yavaş yavaş gün ışığına çıkmaya ve hayatlarımıza ucuz ve kullanılabilir olarak girecekleri günleri beklemeye başladılar bile.

Peki bir malzemeyi akıllı yapan nedir? Laboratuvarında yapılan tüm deneyleri başarıyla geçtiği ve yüksek not ortalamasına sahip olduğu için mi akıllı denmiştir yoksa IQ testinde aldığı puandan dolayı mı ? Ya da karşılıklı oturup satranç oynanabilir mi bu "akıllı" malzemelerle? Ne yazık ki akıllı malzemeler ne yüksek not ortalamasına sahip, ne de satrançtan haberdarlar. Onları akıllı kılan, uygulanan harici "kuvvet" alanlarının etkisinde şekil değiştirip bu etki kalktığında tekrar eski hallerine dönebilmeleri.

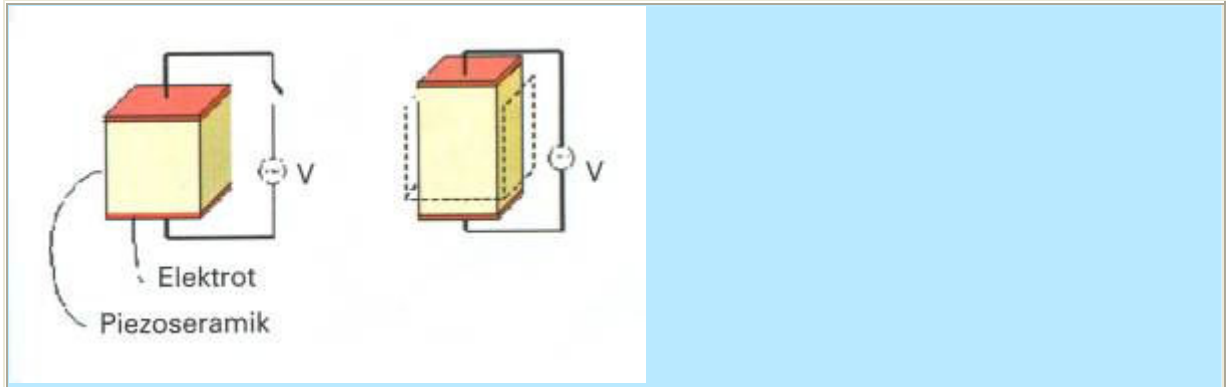
Akıllı malzeme alanında henüz sınırları kesin hatlarla çizilmiş akademik ya da ticari bir sınıflandırma sistemi bulunmamaktadır. Bu sebeple en geniş ölçekte olarak akıllı malzemeler 3 ana gruba bölünebilir:

- Piezoelektrik Malzemeler
- Şekil Hafızalı Alaşımlar (Shape Memory Alloys; SMAs)
- Magnetostriktif Malzemeler

Piezoelektrik Malzemeler:

Piezoelektrik etki ilk defa 1880'de Jaques ve Pierre Curie tarafından Rochelle tuzunda keşfedilmiştir. Temel olarak piezoelektrik etki, mekanik basınç altında bırakılan bazı yalıtkan kristallerin bir yüzünde pozitif, karşı yüzünde ise negatif elektrik yüklerinin ortaya çıkması şeklinde tanımlanır (Şekil-1). Bu durumun tersi de mümkündür, yani bir kristalin iki yüzüne bir potansiyel farkı uygulanması sonucunda kristalde mekanik biçim değişikliği görülmektedir.

Bu prensipten yola çıkarak piezoelektrik özellik taşıyan malzemeler hem aktüatör olarak hem de sensör olarak kullanılabilirler. En yaygın olarak kullanılanlar kuvars kristalleri, Rochelle tuzu ve kurşun-zirconat-titanattır (Lead-zirconate-titanate; PZT)

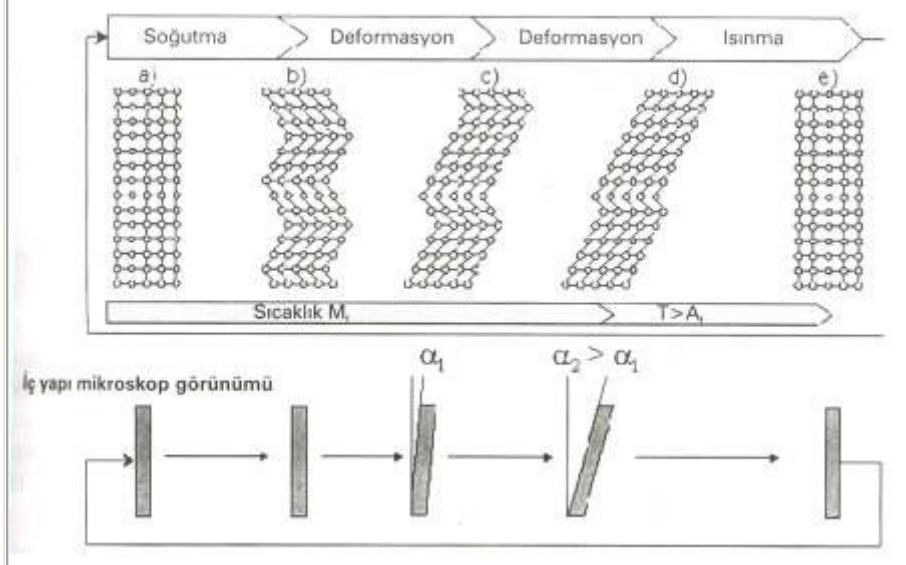


Şekil 1.

Şekil Hafızalı Alaşımlar: (Shape Memory Alloys) (SMA):

Bu alaşımlar, bir sıcaklık değişimine maruz kaldıkları zaman şekil değiştirmektedirler. Bu malzemeler bir sıcaklık farkı altında faz değişimine giderek hacimsel ve geometrik şekil değişiklikleri göstermektedir. Eğer doğru bir biçimde dizayn edilirse ve "eğitilirse", bu değişim tamamen tersinir kılınabilmekte ve bu alaşımlar aktüatör olarak kullanılabilir (Şekil-2).

SMA'lar piezoelektrik seramiklere göre daha güçlü olmalarına rağmen tepki hızları sıcaklık değişimiyle doğrudan ilintili olduğu için birçok uygulama için çok yavaş kalmaktadırlar.



Şekil 2.

Magnetostriktif Malzemeler:

Bu malzemeler ise manyetik alana tepki vermektedirler. Temel çalışma mantığı magnetostriktif malzemenin etrafına sarılan bobinden elektrik akımı geçirilerek oluşturulan manyetik alanın istenilen uzamayı vermesi şeklindedir. Halen birçok farklı alaşımdan magnetostriktif malzemeler geliştirilmeye çalışılmaktadır. Gelecekte güçlü aktüatörler olarak kullanılacakları öngörülmektedir.

	SMA.s	Magnetostriktif	Piezoelektrik
		Malzemeler	Seramikler
Avantajları	Yüksek enerji yoğunluğu	Yüksek çalışma frekansları	Geniş bant aralığı
	Yüksek mukavemet	Geniş çalışma sıcaklığı aralığı	Yüksek çalışma frekansları
	Yüksek Esneklik		Düşük güç ihtiyacı
Dezavantajları	Dar bant aralığı	Sınırlı uzama	Sınırlı uzama
	Dar çalışma sıcaklığı aralığı	Düşük mukavemet	Düşük mukavemet
	Düşük çalışma frekansları		Dar çalışma sıcaklığı aralığı

Yukarıda bahsi geçen üç ana gruba ilave olarak electroheological ve magnetorheological sıvılarda üzerinde araştırma yapılan akıllı malzemeler arasında sayılabilir. Bu sıvılar elektrik akımına ya da manyetik alana maruz kaldıklarında çok ciddi viskozite değişimleri göstermektedirler.

Havacılık ve Akıllı Malzemeler:

Havacılık alanında mevcut klasik sistemlerle aşılamayan birçok problemin geliştirilmekte olan akıllı malzemelerin maliyet ve ağırlık açısından kullanılabilir hale gelmesiyle çözüleceği düşünülmektedir.

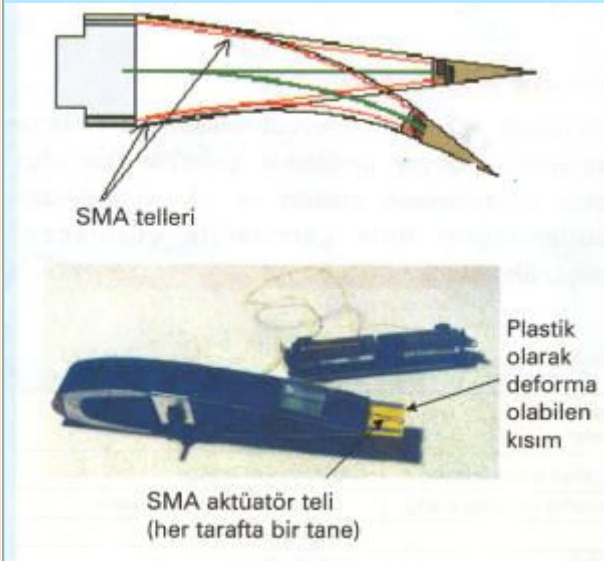


Şekil

3.

MIT laboratuvarlarında geliştirilen bir magnetorheological "sıvı"

Akıllı malzemelerin ilk etapta kullanılması planlanan yer kontrol yüzeyleridir. Mevcut menteşeli sistemin yerine SMA kullanılarak menteşesiz, kanadın devamı olarak gelen kontrol yüzeyleri geliştirilmektedir. (Şekil 4) Bu sayede uçağın hava direnci düşürülerek performans artışı sağlanacaktır.



Şekil-4

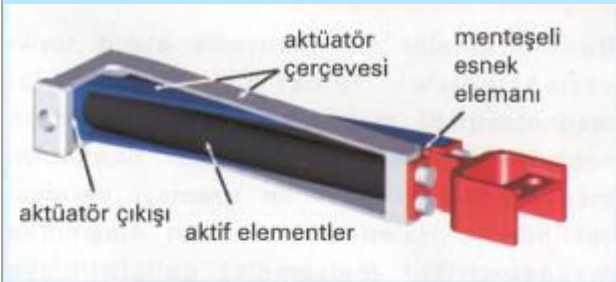
SMA Tellerinin Aktüatör Olarak Kullanımı

Bunun bir sonraki adımı ise tümüyle akıllı malzeme kullanılarak yapılmış kanatlar olacak. Bu sayede uçağın uçuş şartlarına göre aerodinamik kayıpları minimize ederek en verimli kanat profiliyle uçması mümkün olacaktır. Bilindiği üzere düşük hızlarda ihtiyacı karşılayan bir kanat yüksek hızlarda karşılayamamakta, yüksek hızlarda başarılı olan bir kanat ise aynı başarıyı düşük hızlarda gösterememektedir. Bu problemi çözmek için F-14 ve B-1 uçakları gibi mekanik olarak kanat geometrisini değiştirebilen uçaklar tasarlanmış fakat bu mekanik sistemlerin ağırlıkları ve

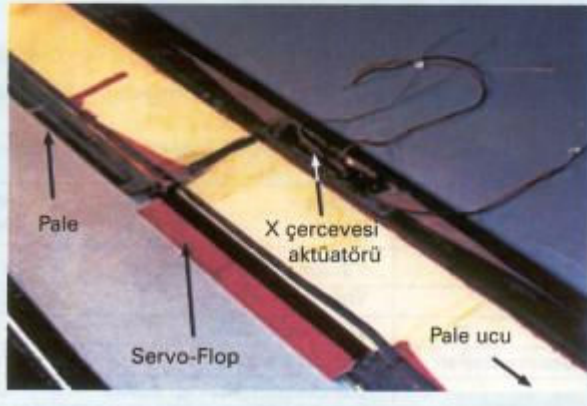
sistemin radikal değişikliklere olanak tanımaması bu sistemlerin yaygınlaşmasına engel teşkil etmiştir.

Uçaklarda yaşanan bu problemi helikopterlerde de görmek mümkün. Askı durumuyla, ileri uçuş şartlarının gerektirdiği pal yapısı birbirlerinden farklı olduğu için rotor titreşimi, gürültü ve verim kaybı gibi sıkıntıları engellemek mümkün olamamakta. Burada da yine akıllı malzemelerin kullanımı çok yakın bir gelecekte bu sıkıntıların aşılmasında yarar sağlayabilir.

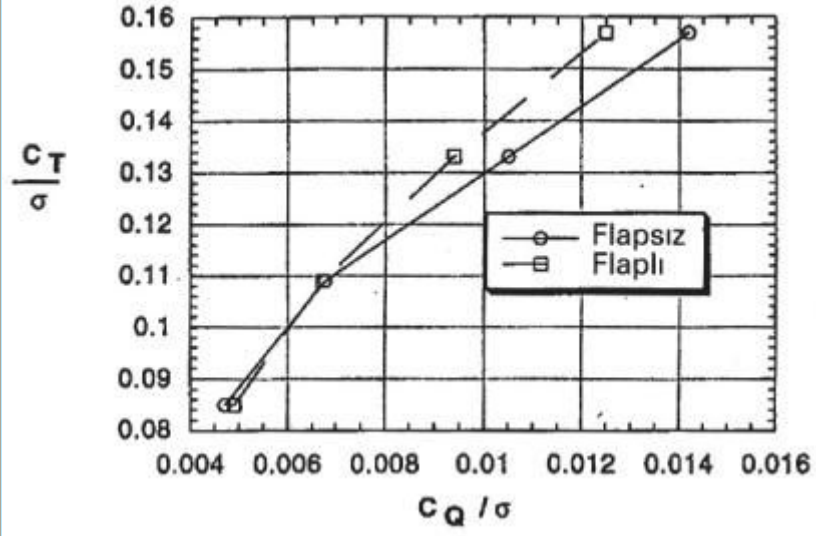
Şekil 5'de görülen akıllı malzeme kullanılarak Midé Şirketi tarafından "Phase I DARPA" programı için üretilmiş aktüatör, helikopter rotor pali flap aktüatörü olarak minimum ağırlıkla çözüm sağlamıştır. Şekil 6 ise bu aktüatörün pal üzerinde yerleşimi görülmekte.



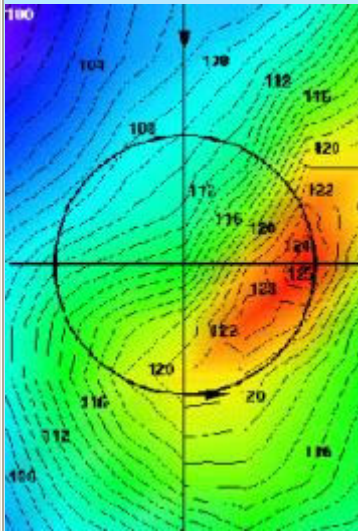
Şekil 5.



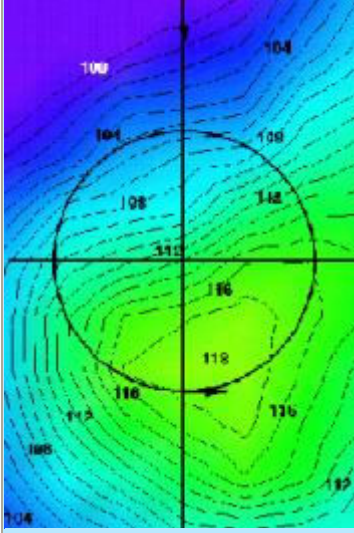
Şekil-6



Şekil-7 Flaplı ve Flâpsız Pallerin Performansları



Şekil-8-a
Rotorun Bir Rotor Çapı Altındaki Gürültü Seviyeleri (desibel)



Şekil-8-b

Yürütülen bir diğer çalışma ise yine SMA'ların kullanımıyla alçalmakta olan bir helikopterin pal-vorteks etkileşimi gürültüsünün azaltılmasını amaçlamakta. Şekil-8-a 'da normal rotor kullanılırken çıkan gürültü seviyeleri, Şekil-8-b'de ise SMA kullanılmış rotorun gürültü seviyeleri görülmekte.



Şekil-9

Sonuç olarak, akıllı malzeme teknolojisinin önümüzdeki yıllarda havacılık alanında büyük atılım ve gelişmelere yol açacağını söylemek yanlış olmaz. Eğer gelişmeler bu hızda devam ederse 20-30 yıl gibi bir süre içerisinde tamamen akıllı malzeme kullanılarak imal edilmiş uçakları, helikopterleri gökyüzünde görmek hiç de şaşırtıcı olmayacak.

Kaynakça:

- <http://www.smartmaterials.info>
- <http://www.nasa.gov>

- http://www.continuum-dynamics.com/research/topics/bvi_noise_mitigation/index.html
- <http://www.continuum-dynamics.com/research/topics/vttr/index.html>
- Application of Magnetic Smart Materials to Aerospace Motion Control Chad H. Joshi¹ and Bruce R. Bent Energen, Inc., Billerica, MA2
- "How Smart Are Smart Materials?" Jennifer Ouellette, The Industrial Physicist