MALZEME TEKNOLOJİLERİ STRATEJİSİ

VİZYON 2023 PROJESİ
MALZEME TEKNOLOJİLERİ STRATEJİ GRUBU

Ağustos 2004
ANKARA

Malzeme Teknolojileri Strateji Grubu Üyeleri

Koordinatör:

Doç.Dr. Tarık Baykara	MAM Malzeme ve Kimya Teknolojileri Enstitüsü

Üyeler:

Prof.Dr. Kerim Allahverdi	MAM Malzeme ve Kimya Teknolojileri Enstitüsü
Gamze Avcı	MAM Malzeme ve Kimya Teknolojileri Enstitüsü
Dr. Tahsin Bahar	MAM Malzeme ve Kimya Teknolojileri Enstitüsü
Doç.Dr. Şerafettin Eroğlu	MAM Malzeme ve Kimya Teknolojileri Enstitüsü
Doç.Dr. Volkan Günay	MAM Malzeme ve Kimya Teknolojileri Enstitüsü
Dr. Mehmet Güneş	MAM Malzeme ve Kimya Teknolojileri Enstitüsü
Dr. Baha Kuban	Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.
Doç.Dr. Emel Musluoğlu	MAM Malzeme ve Kimya Teknolojileri Enstitüsü
Dr. Elif Tahtasakal	MAM Malzeme ve Kimya Teknolojileri Enstitüsü
Refik Üreyen	TTGV, Danışman

İçindekiler

1. Giriş.....4
2. Bor Teknolojileri.....5
3. Polimerik Malzeme Teknolojileri.....7
4. Kompozit Malzeme Teknolojileri.....9
5. Hafif ve Yüksek Mukavemetli Malzeme Teknolojileri.....10
6. Akıllı Malzeme Teknolojileri.....11
7. Manyetik, Elektronik, Opto-Elektronik Malzeme Teknolojileri.....13

Ekler

Ek 1: Bor Teknolojileri Yol Haritası
Ek 2: Polimerik Malzeme Teknolojileri Yol Haritası
Ek 3: Kompozit Malzeme Teknolojileri Yol Haritası
Ek 4: Hafif ve Yüksek Mukavemetli Malzeme Teknolojileri Yol Haritası
Ek 5: Akıllı Malzeme Teknolojileri Yol Haritası
Ek 6: Manyetik, Elektronik, Opto-Elektronik Malzeme Teknolojileri Yol Haritası

1. GİRİŞ

Malzeme sektörü, ekonomide tüm faaliyetlere girdi sağlayan temel, yayılgan (jenerik) alanlardan biridir. Bu niteliği açısından mikro-elektronik, biyoteknoloji ve nanoteknoloji ile birlikte sınai üretimin karakterini dönüştürecek ana teknolojik alanlardan biri olarak kabul edilmektedir. Savunma, havacılık, mikro-elektronik, iletişim ve otomotiv sektörlerinde kullanılacak ileri malzemelerin ortaya çıkışı, malzeme biliminin bu gereksinimleri karşılayabilecek çokdisiplinli, proses ağırlıklı bir alana dönüşmesiyle birlikte ilerlemektedir. Bu bağlamda polimerik ve kompozit malzemeler, akıllı ve işlevsel malzemeler, opto-elektronik malzemeler gibi önümüzdeki yıllarda önemli çekim alanları oluşturacak ileri malzeme alanları, ülkemiz için de önemli fırsat alanlarıdır.

Bilindiği üzere bor minerali pek çok sektör ve teknolojiye girdi teşkil etmektedir. Tüm dünyaya yüzyıllarca yetebilecek bor cevherlerine sahip olan Türkiye'nin bu zenginliğini katma değeri yüksek ürünlere dönüştürme teknolojilerini de geliştirmesi şarttır.

Diğer taraftan Türkiye, olgunlaşmış teknolojilere sahip demir-çelik, seramik, cam ve çimento gibi geleneksel malzeme sektörlerinde uluslararası ölçekte rekabetçi durumdadır. Bugüne kadar Türkiye'nin ihracatına, diğer tüketim ve yatırım malı sektörlerinin rekabet gücüne ve istihdama tarihsel olarak ciddi bir katkısı olan bu sektörlerin ülke ekonomisindeki paylarının, önümüzdeki yıllarda da önemli olacağı öngörülmektedir. Bu malzeme gruplarındaki ürünlerin kullanıcı sektörlerin talepleri doğrultusunda çeşitlendirilmesinin yanı sıra, geleneksel malzemelerden yeni ve yüksek performanslı malzemeler geliştirilmesi ile Türkiye bölgesinde güç sahibi olabilir.

Bu yaklaşımla belirlenmiş olan malzeme kapsamındaki stratejik teknoloji alanları şunlardır:

- Bor Teknolojileri
- Polimerik Malzeme Teknolojileri
- Kompozit Malzeme Teknolojileri
- Hafif ve Yüksek Mukavemetli Malzeme Teknolojileri
- Akıllı Malzeme Teknolojileri
- Manyetik, Elektronik ve Opto-elektronik Malzeme Teknolojileri

2. BOR TEKNOLOJİLERİ

Bor minerallerinin insanlık tarihi boyunca kullanıldığını bilinmektedir (örnek: Eski Mısır Uygarlığında mumyalama işlemlerinde uzun dönemli koruma ve çürümeye karşı özellikleri dikkate alınarak farklı bor tuzlarının kullanıldığı tespit edilmiştir). Bugün, dünya ölçüsünde bilimsel ve teknolojik gelişmelerin getirdiği çağdaş uygulamalara baktığımızda bor ürünlerinin tekstil elyaflarından camlara, nükleer uygulamalardan yeni ve ileri mıknatıslara hatta gübrelere kadar çok büyük bir yelpazede kullanıldığını görmekteyiz. Bu bakımdan, bor mineralinden hammadde girdisi olarak başlayan uygulama ve etkinlikler pek çok sektör ve teknoloji alanını yakından ve doğrudan ilgilendiren bir "tekno-ekonomik" unsur haline gelmiştir. Ülkemizin sahip olduğu bor yatakları zenginliği göz önünde bulundurulduğunda bunun son derece önemli, hayati ve stratejik bir kaynak olarak değerlendirilmesi gereği açıkça görülmektedir.

Dünyada ve Türkiye'de bor yatakları, bor minerali üretimi, bor bileşikleri üretim yöntemleri, kullanım alanları, yeni teknolojiler, geleceğe damgasını vuracak ileri teknoloji uygulamaları ve pazar durumları incelendiğinde aşağıdaki sonuçlar çıkarılabilir:

- Bor yatakları dünyada birkaç bölgede yoğunlaşmıştır ve en önemli yataklar Türkiye'de bulunmaktadır.
- Bor bileşikleri, fiziksel ve kimyasal özellikleri, üretim yöntemleri, tüketim miktarı, teknoloji ve kullanım alanlarına göre iki ana grup kapsamında ele alınabilir. Bunlar şunlardır:
    A. Ticari Boratlar,
    B. Özellikli Bor Bileşikleri
- Türkiye maden konsantratörlerinin yanında, bu iki ana gruptan sadece birincisinde olmak üzere bazı ticari borat bileşikleri üreten tesislere sahiptir.
- Bu tesislerin kurulmasında Türkiye iyi teknolojileri temin edememiş, teknolojik sorunlarla uğraşarak geliştirme yapma durumunda kalmıştır. Bu bakımdan ülkemiz ticari boratlar kapsamında arzu edilen düzeye gelememiştir.
- Özellikli bor bileşikleri açısından bu durum daha da vahim bir görünüm arz etmekte ve bu alanda kesinlikle atılımlar yapılması gerekmektedir.
- Türkiye, dünya bor rezervlerinin üçte ikisine sahip olmasına rağmen, pazar payını ancak %20-30'lara artırabilmiştir.
- Ticari borat bileşikleri klasik kimyasal üretim teknolojileri ile üretilmekte, yaygın bir şekilde ve birbirinin yerine geçerek kullanılabilmektedir.
- Özellikli ürünler daha ileri üretim teknolojileri gerektirmekte, üretim miktarı sınırlı olmakta ve genellikle ileri teknoloji ürünlerinde kullanılmaktadır.

Özellikli bor bileşikleri üreticileri ise A.B.D., Japonya, Çin ve Avrupa'da bulunan çoğu çok uluslu ileri endüstriyel bilgiye sahip büyük şirketlerdir.

Bu ortamda;

- Türkiye, sahip olduğu cevher zenginliğini katma değeri yüksek ürünlere dönüştürebilmek için, teknolojisini mutlaka kendisi üretmek zorundadır. Diğer seçenek bu dev şirketlerin bir alt kuruluşu olmaktır.

- Türkiye tüm dünyaya yüz yıllarca yetecek cevhere sahiptir. Bu zenginliği bugünden paraya çevirebilmek için bor bileşiklerine yeni kullanım alanları ya da mevcut kullanım alanlarına yeni bor bileşikleri geliştirerek, dünyada bor bileşikleri kullanımını yaygın hale getirmek zorundadır.

- Dünya devlerinin bulunduğu bir alanda söz sahibi olabilmek için üretimin en ekonomik, çevreyi en az etkileyecek ve en iyi kalitede ürün verecek şekilde yapılması zorunludur.

- Türkiye, bor teknolojilerinde izleyici değil önder olmalıdır ki bu doğal zenginlik ülke refahına katkıya dönüşebilsin. Bu çalışmalar kıt ülke olanaklarını en iyi değerlendirecek şekilde tek elden ve tekrarlardan kaçınarak yürütülmek zorundadır. Bunun için sürekli iletişim ve etkileşim işlevi ile yaygın bir bilgilendirme de yapacak bir "Bor Ağyapısı"nın oluşturulması önem taşımaktadır.

- Tüm bu çalışmalar ancak uzman kadroların planlı ve sürekli bir şekilde çalışmasıyla gerçekleştirilebilir.

Bu nedenlerle borla ilgili özel bir araştırma kurumuna diğer bir deyişle "Bor Araştırma Enstitüsü'ne (BOREN)" gereksinim vardır. Kurulacak enstitünün kesin yapısı ancak "bor master planı" çalışmalarıyla ortaya koyulabilecekse de şimdiden söylenebilecek olmazsa olmazlar aşağıda kısaca verilmektedir:

- Türkiye'nin dünya bor pazarında, sahip olduğu cevher zenginliğine koşut bir konuma gelebilmesi için kısa, orta ve uzun dönem bor politika ve stratejileri ile ilgili kararları almaya ışık tutacak bilgileri oluşturmak;

- Bor ağyapısını tüm ülke çapında ve uluslararası etkinlikleri de gözeterek işletmek ve kurumsallaştırmak,

- Mevcut bor bileşikleri üretim teknolojilerini geliştirmek,

- Gerekli araştırma ve geliştirme çalışmalarını planlamak, programlamak, yürütmek ve koordine etmek,

- Yeni ve ileri üretim teknolojilerini bor bileşikleri üretimine uygulamak,

- Yeni bor ürünleri geliştirmek; bu konuda ayrıcalıklı (niche) pazar yaratabilecek ticari borat ve özellikli bor bileşikleri alanlarında özel stratejiler uygulamak,

- Bor bileşikleri için yeni kullanım alanları oluşturmak,

- Mevcut üretim tesislerinde kalite ve verim artırıcı, çevre kirliliğini azaltıcı iyileştirme çalışmalarını gerçekleştirmek ve darboğaz giderme çalışmalarını yapmak,

- Bu amaçlara uygun insan gücünü yetiştirmek,

- Bor cevheri envanterini oluşturmak,

- Düşük tenörlü cevher kaynaklarını ve birikmiş borlu atıkları değerlendirmek,

- Bor konusundaki çevresel etkileri irdelemek ve değerlendirmek,

- Borun insan sağlığına, bitki ve hayvanlara etkisini belirlemek.

Bor teknolojileri ile ilgili yol haritası yukarıda verilen hususlar çerçevesinde ortaya konulmuştur. Bunun yanı sıra BOREN'in kanunlaşarak resmen faaliyete geçmesi önemli bir aşama olarak değerlendirilmelidir.

3. POLİMERİK MALZEME TEKNOLOJİLERİ

Dünya petrokimya sektörünün imkan ve kapasitelerine dayalı olarak plastik sanayii içerisinde gelişen ileri plastik ve polimerik malzemeler çağdaş teknolojilerde yaygın kullanım alanı bulmaktadır. Tüketim plastikleri olarak bilinen ve yaygın olarak 1930'lu yıllardan beri kullanılan polietilen, polistiren ve polivinil klorür (PVC) gibi malzemelerin yanı sıra "Mühendislik Plastikleri" olarak tanımlanan asetaller (polioksimetilen), ABS (akrilonitril-butadien-stiren), polikarbonatlar, polifenilen eterler ve oksitler, poliamidler, termoplastik poliyesterler gibi malzemeler bulunmaktadır. Ayrıca polipropilen gibi plastikler de elektronik, ısıl, medikal ve kimyasal ortamlardaki yüksek teknoloji uygulamalarında kullanılmaktadır. "Yüksek Performans Mühendislik Polimerleri" olarak polifenilen sülfitler, polieterketonler, polisulfonlar, sıvı kristal polimerleri ve poliimidler bulunmaktadır. Bu malzemelerin genel olarak sınıflandırılması aşağıdaki tabloda verilmektedir.

Termoplastik polimerik malzemelerin sınıflandırılması

Kategori	Süreç	Maksimum kullanım sıcaklığı	Fiyat	Üretim hacmi	Örnekler
Yaygın kullanılan polimerler Yüksek miktarda üretilen, düşük maliyet ve kolay süreçler	Çok yüksek sıcaklık gerektirmez, esnek üretim şartları	70°C - 110-120°C	Düşük	> 1 milyon ton (bölge başına)	PVC, düşük yoğun polietilen, yüksek yoğun polietilen, polipropilen
Mühendislik Polimerleri Üstün ısıl dayanım, mukavemet, dayanıklılık, üstün korozyon dayanımı, elektriksel özellikler	Yüksek sıcaklık ekipmanı gerekli, sınırlı proses teknolojisi	130-140°C - 200°C	Orta ölçekte	40-100 bin ton (bölge başına)	Poliamidler, Poliasetaller, modifiye polifenilen oksit, polikarbonat, polietilen tereftalat,polibutilen tereftalat, ABS
Yüksek Performans Polimerleri Süper ısıl dayanım, çok üstün mukavemet, optik özellikler, elektriksel özellikler	Çok yüksek sıcaklık ekipmanı gerekli; Hassas proses teçhizatı; Polimerizasyon süreci kompleks;	>200°C	Yüksek Çok yüksek	0.1-10 bin ton (bölge başına)	Polifenilen sülfit, polisulfon, polieter-imid, poliamid-imid, polietereterketon, sıvı kristal polimerleri

Bu gruptaki malzemeler arasında ayrıca termosetler, fluoroplastikler ve üstün performans elastomerleri de gösterilebilir. Bu malzemeler grubunda hedef, otomotiv sektöründe yaygın kullanım alanları bulabilmektir.

Aşağıda verilen diğer tabloda ise bu malzeme grubu ile ilgili uygulama örnekleri gösterilmektedir.

Yeni, ileri polimerik malzemeler; işlevler, örnek ve uygulamalar

İşlev	Örnek	Uygulama
Mekanik işlevler		
yüksek dayanım ve dayanıklılık	poliester, poliamid	yapısal elemanlar
elastiklik	sentetik lastik	yapısal elemanlar
şok ve ses sönümleme	köpük plastikler	yapısal elemanlar
yüzey koruma	kaplama filmler	kaplama elemanları,boya
yapışma	polikloropren	yapışkanlar
Isıl işlevler		
ısı dayanım	poliimid, silikon reçine	ısı dayanımlı eleman
düşük ısı dayanımı	silikon lastik	düşük sıcaklık uygulamaları
ısı yalıtım	köpük plastik	izolasyon
Elektriksel işlevler		
iletkenlik	poliasetilen	pil, tel
yalıtkanlık	poliimid, polietilen tereftalat	devre kartı, kondenser
enerji dönüşüm	polivinilidin florit, doplanmış poliasetilen	sensör,elektro akustik transdüser
Optik işlevler		
ışık geçirgenlik	polimetil metakrilat polikarbonat	optik fiber, plastik lens
fotoaktiflik	foto-set plastik	kopyalama
çift kırınım	sıvı kristal	ekran
Biyolojik işlevler		
kan uyumu	polietilen tereftalat	suni kan taşıyıcı, suni kalp
doku uyumu	silikon polimer	suni deri, organ ve kemik
Ayrıştırma işlevleri		
iyon değiştirici	stiren ve akril grupları	iyon değiştirici reçine
ayrıştırıcı	selülöz asetat grubu	ters osmosis membran
Kimyasal işlevler		
korozyon	polibütan-1, poliamid, neopren	çatı kaplama, deniz inşaat
kimyasal dayanım	polikloropren, butadien akrilonitril	depo, tank

Vizyon 2023 çalışmaları sonucu olarak önemi vurgulanan bu alanda, ülkemizde özellikle üniversitelerimizde önemli ölçüde yetenek, alt yapı ve yetkinlik bulunmaktadır. Bu bakımdan özellikle otomotiv, makine-imalat, boya, kaplama sektörlerini hedefleyen ve özgün polimerik malzeme tasarım ve sentezleme yeteneği kazanılarak, gelecek 10 yıllık süreçte dünya ölçeğinde rakebetçi olmak hedeflenmelidir. Burada özellikle, KOBİ niteliğinde ArGe yapabilecek çok sayıda firmanın yer aldığı endüstri bölgeleri yoluyla yaygın bir endüstriyel potansiyel yaratılabilir. Bu teknoloji geleceğe dönük olarak nanoteknolojik uygulamalar, akıllı tekstiller, iletken polimerler, akıllı-işlevsel kaplamalarda da önemli açılımlar gerçekleştirebilir.

Bunların yanı sıra:

- Üniversitelerimizdeki var olan yetenek ve bilgi birikimi yönlendirilmelidir; bunun için güdümlü proje programları oluşturulmalıdır.
- Malzeme ve ürünlerin geri dönüşümü önümüzdeki yıllarda büyük önem arz edecektir, bunun için özel programlara odaklanılmalıdır.
- Kompozit sektörü, ilgili teknolojilerle entegrasyon içinde ve birbirini tamamlayan çalışmalara yönlendirilmelidir.
- Öncelikli olarak savunma ve otomotiv sektörlerinee odaklanılmalıdır.
- Nanoteknolojik uygulamalar için güçlü temel bilimsel programlar oluşturulmalıdır.

4. KOMPOZİT MALZEME TEKNOLOJİLERİ

İleri plastik-polimer grubu matriks malzemelerin çoğunlukla elyaf formunda sert, dayanımlı malzemelerle takviye edilmeleri veya pekiştirmeleri ile kompozit malzemeler oluşur. En tipik örnek, artık günümüzde gelenekselleşmeye başlayan ve "fiberglas" olarak bilinen polyester esaslı reçinelerin cam elyaf ile takviyesiyle üretilen malzemelerdir. Ancak bugün ileri kompozitler grubunda daha üstün fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklere sahip elyaflar kullanılmaktadır. Bu malzemeler yüksek dayanım (çekme ve basma dayanımı), yüksek elastik modül ve yüksek tokluğa sahiptirler.

Kompozit malzemelerin üç ana elemanı bulunmaktadır. Bunlar:

1. Matriks: Termoset veya termoplastik polimer malzeme olarak sürekli fazı oluşturur. Termosetler grubunda ağırlıklı olarak poliyesterler kullanılır. Bunun yanı sıra vinil ester/bisfenol, epoksi reçine ve fenolik reçinelerin kullanımı da giderek yaygınlaşmaktadır. Termoplastik grubunda yaygın olarak poliamid ve polipropilen kullanımını görmekteyiz (yaklaşık % 68.3), bunların yanı sıra hibrid formda polietilen ve polibutilen tereftalat, polietereterketon ve polietersulfon kullanımı da dikkat çekmektedir.

2. Takviye: Aramid, karbon, grafit, boron, silisyum karbür (SiC), alümina, cam ve polietilen malzemelerin kısa veya uzun devamlı elyaf formunda kullanıldığı ve matriksi yaklaşık % 60 hacim oranında pekiştirici işlevi olan malzemelerdir.

3. Katkılar: Dolgular, kimyasallar ve diğer katkılar matrikse niteliklerine göre özelliklerin geliştirilmesi amacıyla ilave edilirler.

Bu gruptaki kompozit malzemeler uçak-uzay, savunma, yapı-inşaat, tüketim mallarında, korozyon dayanımı gerektiren uygulamalarda, elektrik-elektronik, denizcilik, kara taşıtlarında ve özel amaçlı uygulamalarda kullanılmaktadır. Özellikle otomotiv sektöründe giderek artan ve % 6'ya yaklaşan bir uygulama artış hızı görülmektedir.

Ülkemizde giderek güçlü bir şekilde gelişen plastik sektörü, tekstil sektörü, makine imalat (başta kalıpçılık olmak üzere) sektörlerindeki tecrübeye dayalı olarak, önümüzdeki 5-6 yıllık dönemde dünya ölçeğinde sıçramalar gerçekleştirilebilecektir. Burada tasarım, yenilikçilik ve uygulamaların yaygınlaştırması stratejik amaçlardır. Yapısal eleman uygulamaları açısından otomotiv ve son dönemde önemli gelişimler kaydeden gemi-inşa ve savunma sektörlerine odaklanılmalıdır.

Bor elyafı stratejik bir hedef olarak dünyada üstünlük sağlayabileceğimiz ve avantajlarımızla pazar payı alabileceğimiz bir alan olması nedeniyle ülkemiz için özel bir stratejik öneme sahiptir. Bunun yanı sıra Şişe Cam gibi bir dünya devi kuruluşumuzun gücü ile bu alanda önemli avantajlar yakalanabileceği öngörülmektedir.

5. HAFİF ve YÜKSEK MUKAVEMETLİ MALZEME TEKNOLOJİLERİ

Polimer bazlı kompozitler, mühendislik plastikleri ve ileri seramiklerin hafiflik, dayanım ve düşük maliyette üretim gibi avantajları nedeniyle, demir, aluminyum, nikel, kurşun, çinko, bakır ve kalay gibi geleneksel metalik malzemelerin dünya kullanımlarında, 1980'li yıllardan itibaren sürekli düşüşler kaydedilmektedir. Ancak, bu düşüşü durdurarak metalik malzemelerin rekabet gücünü artırmak amacıyla geliştirilen çağdaş üretim süreç teknolojileri sayesinde, bu malzemelerin geleneksel standart özelliklerinin iyileştirilmesi ve geliştirilmesinde önemli atılımlar kaydedilmiştir. Bu atılımların en önemlileri hafif ve yüksek mukavemetli metal ve alaşımlarda gözlenmektedir.

Son yıllarda giderek artan çevre duyarlılığı ile ekolojik dengeyi bozan atık gazları ve yakıt tüketimini azaltacak teknolojileri geliştirmek zorunluluğu, otomobil üreticilerini yeni arayışlara yöneltmiştir. Kyoto Protokolüne göre bir binek otomobilinin CO_2 emisyonları, 2008 yılına kadar %25 oranında azaltılarak, 140 g/km seviyelerine düşürülmek durumundadır (bugünkü seviyesi 186 g/km). Bunu sağlamak için yapılabilecekler üç grupta toplanabilir:

- Tahrik mekanizmasının iyileştirilmesi (hibrid-motor sistemler, dizel motorlarda direkt enjeksiyon, motor ve çalıştırma mekanizmalarının optimizasyonu v.b),
- Uygun fiziksel, mekanik ve kimyasal özelliklerde malzeme seçenekleri geliştirilerek konstrüksiyonların hafifleştirilmesi ve taşıt ölü ağırlıklarının azaltılması,
- Taşıtların aerodinamik yapılarının ve yeni imalat tekniklerinin geliştirilmesi.

Daha az yakıt tüketecek, çevre-dostu bir otomobil daha hafif olmalıdır. Çünkü, taşıt toplam ağırlığındaki her % 10'luk azalma % 5-10 oranında yakıt tasarrufu sağlamaktadır. Tasarım değişiklikleri dışında bunu sağlayabilmenin tek yolu, otomobil imalatında daha hafif malzemeler kullanmaktır. Güvenlikten ödün vermeden, konfordan vazgeçmeden, daha az yakıt tüketen otomobiller için daha hafif, fakat daha mukavemetli malzemelere duyulan gereksinim, otomotiv uygulamaları için malzeme üreten firmalar arasında büyük bir rekabete yol açmıştır.

Günümüzün çağdaş teknikleri malzeme bilimcilerin, malzeme iç yapısına atomik düzeylerde bile müdahale edebilmelerini sağlamaktadır. Böylelikle malzeme kristal düzlemlerindeki hata ve dislokasyonların rollerinin daha iyi anlaşılması mümkün olabilmekte ve buna bağlı olarak özel niteliklere sahip alaşımlar geliştirilebilmektedir. Bu sayede metalik malzemelerin tokluk, düşük kırılganlık, hafiflik ve yüksek sıcaklık korozyon özelliklerinde önemli atılımlar gerçekleşmekte ve sürekli olarak üstün performanslı yeni metalik malzemeler kullanıma sunulmaktadır. Ayrıca, varolan metalik malzemelerin hafiflik, mukavemet ve yüksek sıcaklık dayanımlarında da yapısal kontrol ve modifikasyon yoluyla büyük gelişmeler kaydedilmektedir.

Son yıllarda bu kapsamda, titanyum, magnezyum ve alüminyum gibi "hafif alaşım" olarak da bilinen metal ve alaşımları üzerinde yapılan çalışmalar dikkati çekmektedir. Tipik olarak geleneksel malzemeler sınıfında olan bu malzemelerin endüstriyel pazarlarda doyum noktasına ulaşmaları, maliyetler ve diğer malzemelerin rekabeti nedenleriyle, bu alanda da özellikle süreç teknolojileri açısından önemli gelişmeler yaşanmıştır. Alüminyum malzemesinin otomotiv sektöründe daha fazla kullanım alanı bulması, bu gelişmelerin bir sonucudur. Alüminyumdan daha hafif olması nedeniyle, magnezyum alaşımları, otomotiv sektöründe önemle üzerinde durulan diğer bir konudur. Ayrıca, geliştirilen son derece düşük yoğunluktaki alüminyum-lityum alaşımlarının uçak sanayiinde kullanılması önemli açılımlar sağlamıştır.

Ülkemizin geleneksel metal eşya, alaşım geliştirme ve dökümcülük alanlarındaki yaygın tecrübe ve bilgi birikimi, bu alanda geleceğe dönük bir vizyon ve buna bağlı yol haritaları oluşturmada önemli bir avantaj olarak görülmelidir. Doğrudan otomotiv sektörü hedeflenerek AB çapında en yüksek kapasitede tasarım, yenilikçi ürün ve üretim geliştirme konularında liderlik pozisyonu mümkün görülmektedir. Buradaki ana strateji var olan güçlü döküm sektörüne odaklanmak olmalıdır. Bunun yanı sıra eğitim, tasarım yetkinliklerinin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması, odaklanmış güdümlü projeler ve KOBİ'lere dayalı stratejilerin önemli olduğu değerlendirilmektedir.

6. AKILLI MALZEME TEKNOLOJİLERİ

1980'li yılların başından itibaren "akıllı malzemeler", "zeki yapılar" veya benzeri terimler çağdaş bilim ve teknoloji sözlüklerine girmiş bulunuyor. "Akıllı malzemeleri" kısaca şu şekilde tanımlamak mümkün: kendi içinde ve çevresindeki değişimlere tepki vererek belirli işlevleri anında ve sürekli olarak yerine getirebilen malzemeler, "akıllı" malzemeler kapsamında değerlendirilmektedir. Cansız maddeler olarak "malzeme"yi "akıllı", "zeki" gibi sıfatlarla tanımlamak hiç kuşkusuz ki pek çok tartışmayı da beraberinde getirmştir. Ancak, aşağıda sıralanan çağdaş uygulama örnekleri, hem bu tartışmalara açıklı getirmekte hem de günümüzde yoğun araştırmaların yapıldığı alanları gözler önüne sermektedir:

- "Akıllı" bir malzeme ile yapılan uçak kanatları, herhangi bir çatlak veya hasar anında renk değiştirerek uyarıda bulunmalı ve hatta bu hasarı tamir ve "tedavi" edebilmelidir.
- Otomobil camı, çok parlak güneşli havalarda koyulaşarak ve bulutlu havalarda ise daha berraklaşarak sürücünün görüşüne destek olmalıdır.

- “Akıllı” tuğla ya da yapı taşlarından inşa edilmiş bir evde ısı yalıtımı, dışarısının iklim koşullarına göre değişerek azami enerji tasarrufunu sağlayabilmelidir.

- “Zeki” yapılarda kullanılan bir diğer akıllı malzeme ise “şekil-hafızalı alaşımlar”dır. Çoğunlukla nikel-titanyum alaşımlarından oluşan bu malzemeler, kristal yapılarında martensitik fazdan östenitik faza dönüşümlerin etkisi ile “önceki şeklini hatırlayabilen ve ısıtıldığı zaman önceki şekline tekrar dönebilen” bir özelliğe sahiptir. Bu malzemelerde “önceki şekline” dönme sürecinde engelleyiciler konursa 700 MPa’ya varan yüksek gerilimler oluşur ve malzeme adeta “kas gibi” hareket etmeye başlar ve bu özelliğiyle biyomedikal uygulamalarda kullanılabilir. Hafızalı alaşımlar, medikal uygulamaların yanı sıra, uçak hidrolik sistemlerinde, yarıiletken gaz tüp bağlantılarında, diş düzeltme komponentlerinde, otomotivde radyatör pervanelerinde, egsoz çıkış kontrollerinde, uydu sistemlerinde, termostatik cihazlarda kullanılmaktadır.

- Dünyada ilk şekil hafızalı alaşımı, nikel-titanyum alaşımı olarak 1965 yılında ABD Donanma Silah Laboratuvarlarında bulundu ve Nitinol adıyla patentlendi. Günümüzde Nitinol telleri endüstriyel robotlarda kas fiberleri olarak kullanılmaktadır. Bugün şekil hafızalı alaşımlar artık, orijinal şekillerini “hatırlayıp” bu şekle dönebilmelerinin yanı sıra, yeni yeni şekiller de “öğrenebilmekte”dirler. Martensitik halde tekrar tekrar deforme edilerek ve ısıtılarak istenilen şekilde östenit haline getirilen alaşım, bu süreç esnasında soğutulduğunda yeni şekle adapte olabilmektedir.

- Teknolojik uygulamalar için çoğu zaman malzemenin kendisinin “akıllı” özelliklere sahip olması yeterli olmayabilir. Bu tip malzemelerin kullanıldıkları sistemin kendisinin de “zeki yapı” niteliklerine sahip olması gerekir. “Zeki” bir yapı içerisinde “akıllı” malzeme, algılayıcılar (sensör), sinyal süreçleri (algılayıcılardan ulaşan bilgiye dayalı karar verebilmek için) ve başlatıcı mekanizmalardan (yapının tepki göstermesini başlatan) oluşan bir ağ içerisinde işlev görür. Ancak bu şekilde, kompleks ve sistem olarak “zeki” ya da “akıllı” yapı oluşur.

Dünya ölçeğine başta ABD ve Japonya ve son dönemde de AB’nin öncelikli bilim ve teknoloji hedefleri arasında yer alan akıllı malzemeler alanı ülkemiz için de stratejik önem taşıyan bir sıçrama alanı olarak değerlendirilmelidir. Özellikle otomotiv, medikal uygulamalar, savunma, elektrik-elektronik-mikroelektronik ve ölçme aygıtları sektörleri hedeflenerek tasarım, yenilik, ürün geliştirme odaklı, ağırlıklı olarak KOBİ’lerden müteşekkil ve teknokent ve teknopark alanlarında yeşerecek güçlü ve yetkin “Türk silikon vadileri” yaratılması ile dünya ölçeğinde rekabetçi olunabilir.

Bunların yanı sıra:

- Üniversitelerde, temel bilim alanlarında güçlü programların yaratılması;
- KOBİ, teknokent, teknoloji bölgesi gibi çağdaş kavramlarla bütünleşmiş oluşumlara odaklanılması;
- Ulusal programlar oluşturularak güçlü, sürdürülebilir ve orta-uzun döneme odaklanmış güdümlü projelerden oluşan bilgi ve yetenek odakları geliştirilmesi;
- Konunun savunma yeteneğimiz içerisinde özel ulusal bir program haline getirilmesi;
- Tüm bu faaliyetlerde tasarım, ürün geliştirme ve sistem entegrasyonu alanlarına özel bir önem verilmesi gerekmektedir.

7. MANYETİK, ELEKTRONİK, OPTO-ELEKTRONİK MALZEME TEKNOLOJİLERİ

Bu gruba giren malzemeler üst düzeyde performans özellikleri ile teknolojik sistemlerin içerisinde önemli işlevsel roller oynarlar ve otomotiv başta olmak üzere elektrik, elektronik, mikroelektronik, mekatronik ve savunma sistemleri gibi alanlarda yaygın olarak kullanılırlar. Bunların en önde gelen örnekleri sensörler ve MEMS gibi uygulamalarda görülmektedir.

Bu grupta bulunan manyetik malzemeler özellikle son 20 yıllık süreçte çok önemli gelişimlere sahne olmuştur. Pek çok teknolojik gelişim, elektrik ve elektronik teçhizatlarda yaygın olarak kullanılan manyetik malzemeler olmasaydı gerçekleşmeyecekti. Burada en önemli gelişim Nd-Fe-B (neodimyum-demir-bor) magnetlerinin daha üstün manyetik özellikleri ve düşük maliyetleriyle, SmCo(samaryum-kobalt) ve AlNiCo (alüminyum-nikel-kobalt) malzemelerin yerini almasıyla gerçekleşmiştir. Diğer yandan seramik ferritler halen büyük bir pazar payına sahiptir.

Esas itibariyle “bilgi çağı”nın teknolojik uygulamalarında “bilgi”nin işlenmesi, depolanması ve iletilmesi büyük önem taşımaktadır ve burada malzeme bilim ve teknolojileri son derece stratejik bir rol oynar. Elektronik ve fotonik malzemeler bilgi ve iletişim teknolojilerinde giderek artan işlevsellikte yer almaktadır. Mikroelektronik, nanoelektronik ve telekominükasyon sistemlerinde elektrik sinyallerin üretilmesi, iletilmesi, kontrol edilmesi, yükseltilmesi ve anahtarlanması gibi tüm işlemlerde bu malzemeler kullanılmaktadır. Silika esaslı optik kablo teknolojisi, lazer teknolojisi, ultra-hızda işlem yapan devreler, iletken ve yarıiletkenler, optik sensörler, fotovoltaikler, sıvı kristal teknolojisi bu alanların başında gelmektedir. Bu yüzyılda en önemli gelişmeler bu saydığımız alanların “nanoteknolojik” uygulamaları ile gerçekleşecektir.

Son dönemde özellikle otomotiv sektöründe ve elektro-mekanikle ilgili sektörlerde görülen canlanma ve ihracat artışı, ülkemizde bu alanlarla ilgili önemli bir potansiyelin varlığı görülmektedir. Hazırlanan yol haritasında, teknopark, teknokent, teknoloji bölgelerinde, üniversite ile işbirliği imkanlarından yararlanılarak ve KOBİ ağırlıklı firmaların önderliğinde yürütülecek 10 yıllık bir gelecek perspektifi ortaya konmuştur. Böyle bir stratejik yaklaşım şunları kapsamalıdır:

- Üniversitelerde güçlü programların oluşturulması;
- Otomotiv ve savunma sektörlerine odaklanılması;
- Komponent tasarım ve üretimi ve sistem entegrasyonu yeteneği kazanılması;
- Ulusal programların hedeflenmesi;
- Nanoteknolojik hedeflerle entegrasyon;
- Teknokent, teknopark uygulamaları;
- Uluslararası işbirliği programları.

Ekler

Ek 1: Bor Teknolojileri Yol Haritası

Ek 2: Polimerik Malzeme Teknolojileri Yol Haritası

Ek 3: Kompozit Malzeme Teknolojileri Yol Haritası

Ek 4: Hafif ve Yüksek Mukavemetli Malzeme Teknolojileri Yol Haritası

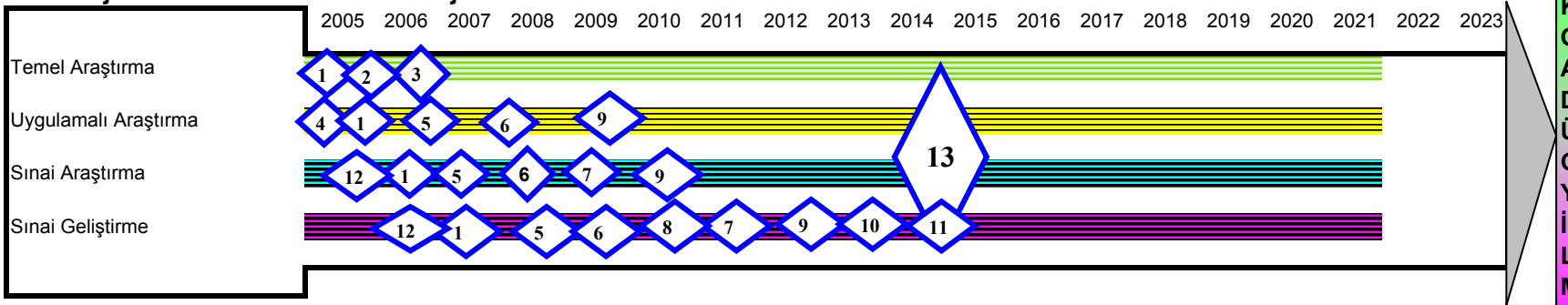
Ek 5: Akıllı Malzeme Teknolojileri Yol Haritası

Ek 6: Manyetik, Elektronik, Opto-Elektronik Malzeme Teknolojileri Yol Haritası

MALZEME TEKNOLOJİLERİ

TEKNOLOJİLER	POLİTİKA, STRATEJİ VE HEDEFLER	STRATEJİK AMAÇLAR

Teknoloji Alanı: **Bor Teknolojileri**



13- HAMMADDE KAYNAKLARINA SAHİP OLMANIN VERDİĞİ AVANTAJLA KATMA DEĞERİ YÜKSEK BOR UÇ ÜRÜNLERİNDE TASARIM, GELİŞTİRME, YENİLİKÇİLİK VE ÜRETİM İLE DÜNYA ÖLÇÜSÜNDE LİDERLİK VE YILDA 1 MİLYAR USD DÜZEYLERİNDE İHRACAT

1- Boren faaliyetlerinin başlaması ve güdümlü projelerin başlatılması

2- Bor ve bor bileşikleri kapsamında temel fizilksel ve kimyasal araştırmalar ve

3- Üniversitelerde bor ve bor bileşikleri kapsamında temel araştırma ve eğitim programları

4- Bor ve bor bileşiklerinin enerji uygulamaları:Na-B Hidrür güdümlü projesinin başlatılması

5- Hidrojen taşıma ve jenerasyonu patentlenmesi ve uygulamaları

6- yakıt pili uygulamaları

7- Araç ve evsel enerji kaynağı uygulamaları

8- Kobi'lerle birlikte bor uç ürünü tasarlayabilen, geliştiren, yenilikçilik yapabilen 100 firmanın teknoparklarda başlaması

9- Savunma sistemlerinde bor ve bor bileşikleri uygulamaları

10- Yalıtım sektörü için yaygın bor elyaflı ürünler ve dünya pazarlarında liderlik

11- Bor uç ürünleri tasarım, üretim, yenilikçilik ve geliştirme yeteneği ile yılda 1milyar USD ihracat kapasitesi

12- Ulusal bor teknolojileri ve uygulamaları programı: temel, uygulamalı, stratejik ve geleceğe dönük değerlendirme programları

Strateji1:Boren kanalı ile güdümlü projeler

Strateji 2:Kobi'ler ve girişimcilere destek ve teknopark uygulamalarının yaygınlaştırılması

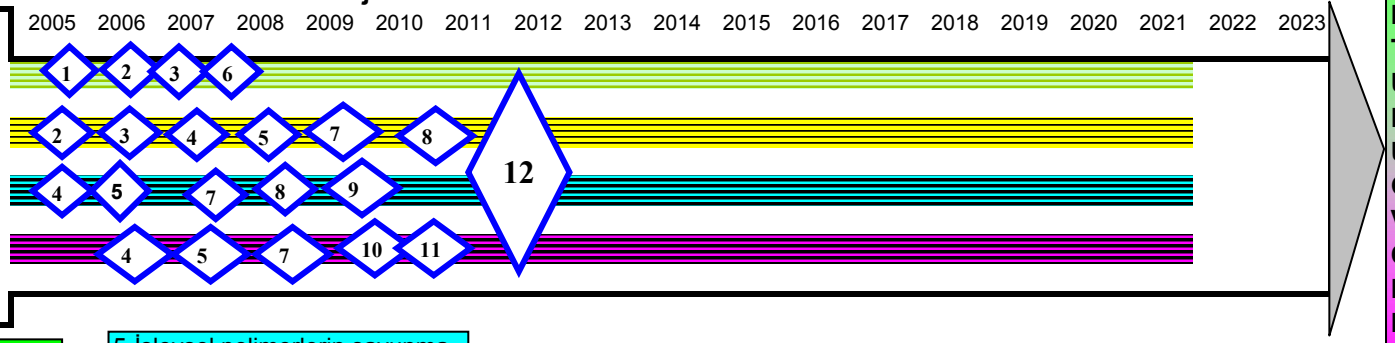
Strateji:3 Etibank'ın üretim kapasitesinin desteklenmesi

Strateji:4 Üniversitelerde özel programlar: MSc, Phd

MALZEME TEKNOLOJİLERİ

TEKNOLOJİLER	POLİTİKA, STRATEJİ VE HEDEFLER	STRATEJİK AMAÇLAR

Teknoloji Alanı: **Polimerik Malzeme Teknolojileri**



12. ÖZGÜN POLİMERİK MALZEME SENTEZİ, TASARIMI, İMALATI VE ÜRÜN-GELİŞTİRME KONUSUNDA YAYGIN UYGULAMALAR GERÇEKLEŞTİREBİLEN VE DÜNYA ÖLÇÜSÜNDE ÖNDER SANAYİİ BÖLGELERİYLE REKABETÇİ BİR SEKTÖR YARATMAK

1- Polimer sentezi ve sentez süreçleri konusunda temel araştırmalar

2- Özgün, yeni ve işlevsel polimer tasarımı ve sentezi yetkinliği

3-İşlevsel tasarlanmış ileri polimer sentezi ve üretimi

4-Kaplama, boya, otomotiv, makine-elektrinik sektörlerinde ileri uygulamalar

5-İşlevsel polimerlerin savunma sektöründe uygulanması

6-Nano-teknolojik temel araştırmalarda işlevsel nano-polimer sentezi ve uygulamaları

7-İşlevsel, özgün ileri polimer teknolojisinin tekstilde akıllı tekstil, teknik tekstil uygulamaları

8-Kompozit malzeme teknolojisi için özgün tasarlanmış ileri işlevsel polimerik reçine geliştirme ve uygulamaları

9-Polimer test, analiz, tanımlama ve standardizasyon yeteneği kazanılması

10-Kobi ağırlıklı sanayii bölgelerinde odaklanmış polimer sentezi, tasarımı ve ürün-geliştirme yapabilen firmaların teşvik edilmesi

11-Geri dönüşüm prosesi için uygulamalı ve sınai projeler: Biyo-bozunur, geri dönüşümlü polimerik malzeme sentez ve teknolojileri

Strateji1: Üniversitelerimizde var olan yeteneğe dayalı güçlü tasarım, sentez temel araştırmalarının işlevsel ve ileri polimerler üzerine yöneltilmesi

Strateji 2: Kobi ağırlıklı sanayii bölgelerinde rekabetçi ve dinamik endüstri bölgeleri yaratılması

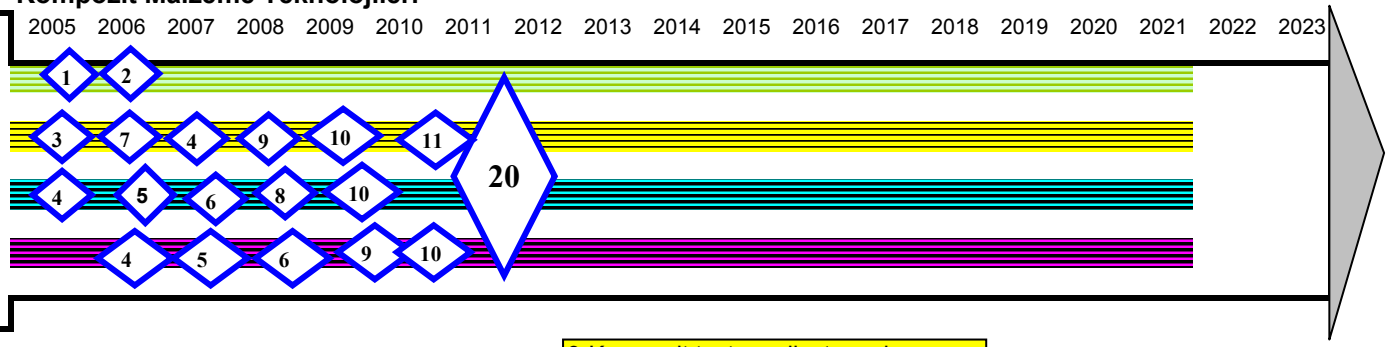
Strateji:3 Güdümlü projeler

Strateji:4 Kompozit sektörü ile işbirliği; buna bağlı olarak otomotiv, savunma ve gemi,inşa alanlarına odaklanma

MALZEME TEKNOLOJİLERİ

TEKNOLOJİLER	POLİTİKA, STRATEJİ VE HEDEFLER	STRATEJİK AMAÇLAR

Teknoloji Alanı: **Kompozit Malzeme Teknolojileri**



12- Bor başta olmak üzere rekabetçi nitelikte elyaf ve matriks malzemeleri ile Dünya ölçüsünde önder tasarım, geliştirme, yenilikçilik, üretim ve yaygınlaştırma liderliği

1-Elyaf, mtariks arayüzey, bağlayıcı, katkı ve diğer kimyasallarla ilgili temel

2-Bor elyaf üretim programı

3-Yapısal eleman olarak kompozit teknolojisi uygulamaları

4-Otomotivde yaygın kompozit teknolojisi uygulamaları

5-Gemi inşa sektöründe yaygın kompozit uygulamaları

6-Savunma uygulamalarında yaygın kompozit uygulamaları

7-Kompozit proses ve üretim teknolojileri için yetkinlik

8-Kompozit uygulamaları için tasarım yeteneğinin yaygınlaştırılması ve etkinleştirilmesi

9-Kompozit test, analiz, tanımlama ve standardizasyon yeteneği kazanılması

10-Boren'in etkinleşerek yaygın güdümlü proje programları geliştirmesi

11-Geri dönüşüm prosesi için uygulamalı ve sınai projeler

Strateji1: Boren destekli bor elyafı için temel araştırma ve uygulamalı araştırmalar

Strateji 2:Büyük cam üreticilerinin kompozit uygulaları için teşvik edilmesi

Strateji:3 Güdümlü projeler

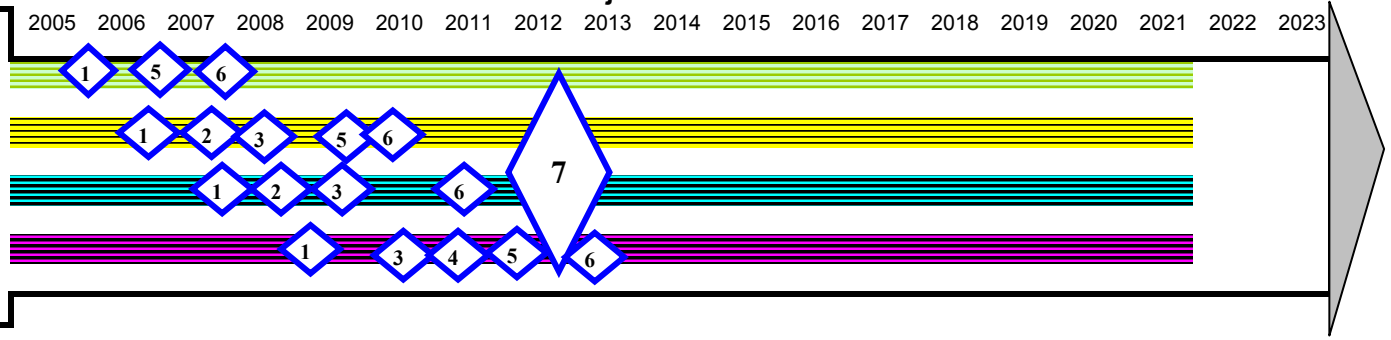
Strateji:4 Kobi ve küçük girişimci tasarım firmalarının proses ve üretimde

Strateji:5 İlgi yönetmelik ve diğer idari düzenlemelerle özendirilmesi

MALZEME TEKNOLOJİLERİ

TEKNOLOJİLER	POLİTİKA, STRATEJİ VE HEDEFLER	STRATEJİK AMAÇLAR

Teknoloji Alanı: **Hafif ve Yüksek Mukavemetli Malzeme Teknolojileri**



7- DÜŞÜK EMİSYONA UYGUN, HAFİFLETİLMİŞ TAŞIT ARAÇLARI (OTOMOTİV, DEMİRYOLU, UZAY-UÇAK) SEKTÖRÜNDE AB'NİN EN YÜKSEK KAPASİTELİ TASARIM, GELİŞTİRME VE ÜRETİM GÜCÜNE ULAŞMAK

1-Hafif metal alaşımlama, döküm yeteneğinin kazanılması

2-İşleme, Birleştirme ve Kaynak, Şekillendirme, Isıl İşlem Teknolojileri için Teknoloji Geliştirme

3-Ortak tasarım yeteneği kazanılması

4-Yeni nesil demiryolu, binek oto, toplu taşıma araçları ve UAV'de kullanım yeteneği

5- Köpük metal teknolojisi temel araştırma ve uygulamaları

6- İnce taneli, süper-elastik ve nano-yapılı malzeme geliştirme ve uygulama temel araştırmaları; uygulamalı araştırmalar

Strateji1: Döküm sektörünün, yan ve destek sektörlerin desteklenmesi

Strateji 2:Uygulamalı eğitim ve tasarım merkezleri kurulması

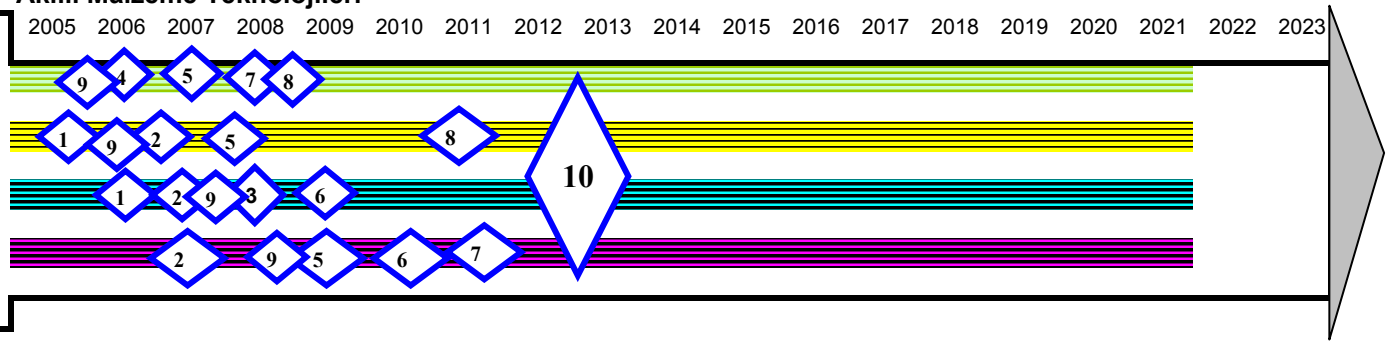
Strateji:3 Güdümlü projeler

Strateji:4 KOBİ'lere, girişimci tasarım şirketlerine destek olmak

MALZEME TEKNOLOJİLERİ

TEKNOLOJİLER	POLİTİKA, STRATEJİ VE HEDEFLER	STRATEJİK AMAÇLAR

Teknoloji Alanı: **Akıllı Malzeme Teknolojileri**



10-Türkiye'yi: Otomotiv, medikal, savunma, ölçme aygıtlarında üretim, tasarım ve geliştirme yapabilen, yenilikçilikte Dünya'da önder bir düzeye getirmek

1- Otomotiv, beyaz eşya, makine imalat sektörlerinde akıllı sistem tasarım yeteneği geliştirilmesi

2-Akıllı sistemler için geliştirme ve üretim yeteneği geliştirilmesi

3-Akıllı sistemler için test, ölçüm ve standart geliştirme yeteneği geliştirilmesi

4- Reolojik sıvılarda temel arge

5- Akıllı cam: Isıl, opt,k ve elektrik değişkenlerle işlevsel kaplama ve geliştirme

6- Savunma amaçlı akıllı sistemler tasarımı, geliştirilmesi ve uygulanması

7- İnce filme teknikleri, temel arge, geliştirme ve uygulamaları; akıllı sistemlere entegrasyonu ve tasarım

8- Medikal, biyomedikal uygulamalr için akıllı sistem tasarımı, geliştirme ve uygulamaları

9- Akıllı malzeme teknolojileri ana ulusal programı oluşturularak aktive edilmesi

Strateji1:Üniversitelerde temel araştırmaların desteklenmesi

Strateji 2:Kobi'ler ve girişimcilere destek ve teknopark uygulamalarının yaygınlaştırılması

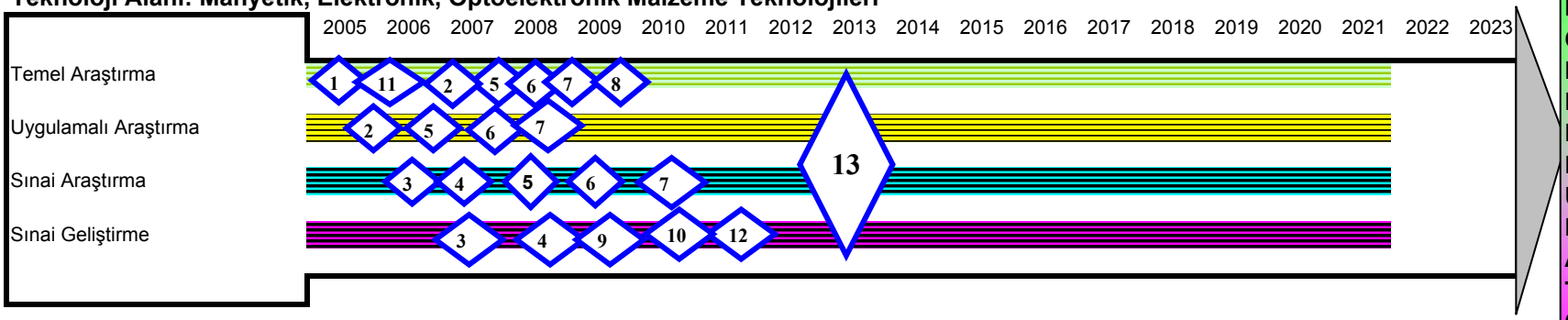
Strateji:3 Güdümlü arge projeleri

Strateji:4 Uluslar arası işbirliği

MALZEME TEKNOLOJİLERİ

TEKNOLOJİLER	POLİTİKA, STRATEJİ VE HEDEFLER	STRATEJİK AMAÇLAR

Teknoloji Alanı: Manyetik, Elektronik, Optoelektronik Malzeme Teknolojileri



13.KOBİ AĞIRLIKLI İMALATÇI FİRMALARIN ÖNDERLİĞİNDE DÜNYA'DA OPTİK, ELEKTRONİK, OPTO-ELEKTRONİK KOMPONENT TASARIMI, ÜRETİMİ, ENTEGRASYONU ALANINDA ÖNDER TEKNOPARKLARDAN OLUŞMUŞ "SİLİKON VADİLERİ" YARATMAK

1- Üniversitelerde manyetik, elektronik, optik malzemeler alanında temel araştırma programlarının başlatılması

2. Üniversite, araştırma merkezleri ve sanayiinin yer aldığı uygulamalı büyük araştırma projeleri: manyetik, optik, elektronik, opto-elektronik malzemeler alanlarında

3- Otomotiv sektörü için kobi ve teknokent bazlı sınai Ar-Ge programları

4- Savunma uygulamaları için sınai ar-ge programlarının başlatılması

5.Ulusal program: Optik teknolojisi ve opto-elektronik malzemeler

6.Ulusal program: Manyetik Malzemeler

7.Ulusal program: Sensör malzemeleri teknolojisi

8.Temel araştırma programlarında nano-teknoloji ile manyetik, elektronik, optik, opto-elektronik malzeme teknolojileri

9.Çeşitli teknokentlerin pilot uygulama alanları olarak belirlenmeleri ve eylem planları

10.Makine, Elektrik-elektronik İmalat sektörleri için kobilere dönük özel teşvik ve uygulamalar

11.Üniversite ve araştırma merkezlerinin bu alanlarda AB projelerinde aktif olarak yer almaları için planlamalar

12.Geliştirilen teknolojilerin doğrudan otomotiv sektörü binek, minbüs, otobüs ve diğer toplu taşım araçlarında sınai uygulamaları ve testleri

Strateji1:Üniversiteler esas alınarak büyük ve odaklanmış temel araştırmalar

Strateji 2:Kobi'ler ve girişimcilere destek ve teknopark uygulamalarının yaygınlaştırılması

Strateji:3 Otomotiv ve savunma sektörünün odak sektörler olarak hedeflenmesi

Strateji:4 Üniversitelerde özel programlar: MSc, Phd

Strateji:5 Uluslar arası işbirliği