

Otomotiv Sanayinde İleri Malzemelerin Kullanımına Yönelik Bir Uzgörü Çalışması

I N. Ünal Elbeyli¹ I M. Atilla Öner²

1. Giriş

Geleneksel üretim yapılarından farklı olarak yeni jenerik teknolojiler geleceğe yönelik yapılanmanın öncüsü konumundadır. Enformasyon teknolojileri, biyoteknoloji ve ileri malzeme teknolojileri bunların başında gelmektedir. İleri malzemeler için çok farklı tanımlamalar yapılmakta ve bu tanımlarda farklı ölçütler uygulanmaktadır. Malzemelerin niteliği (organik, inorganik; metal, metal dışı), ana uygulama alanları (elektronik, uzay ve havacılık malzemeleri, otomotiv), fonksiyonellik (yarı iletkenler, süper iletkenler, yapısal malzemeler) ve ana üretim yöntemleri (toz metalurjisi, enjeksiyon kalıplama, hızlı katılaştırma, vakum teknolojisi) bu ölçütlerden başlıcalarıdır. İleri malzemelerin tanımında karşılaşılan bir diğer zorluk da bu malzeme grubu ile geleneksel malzemeler arasındaki ayrımın her zaman net olarak ortaya konamamasıdır. Geleneksel malzeme teknolojilerinde yapılan yenilikler ile bu tür malzemeler de ileri malzemeler grubuna girebilecek nitelikler kazanabilmektedir. (TSPÖ, 1996) Yukarıda ifade edilen ölçütlere dayanarak ileri malzemeleri en geniş anlamda “yüksek saflıkta, yüksek teknolojik performansa ve yüksek bilgi içeriğine sahip ve dünya ekonomisine giderek artan bir ölçekte katkıda bulunan yüksek katma değerli malzemeler” olarak tanımlamak mümkündür. Bu malzemeler; ileri seramik, polimer, metal ve karma malzemeleri kapsamaktadır. Bu tanımdan yola çıkarak işlev ve uygulama alanlarına göre ileri malzemelerin sınıflandırması şu şekilde yapılabilir.

1. İleri metalik malzemeler
2. İleri seramikler
3. İleri polimer malzemeler
4. Karma malzemeler

1) Boğaziçi Üniversitesi, Mühendislik ve Teknoloji Yönetimi Programı

2) Yrd. Doç. Dr. Yeditepe Üniversitesi, İşletme Bölümü, İmalât ve Teknoloji Stratejileri Araştırma Grubu

- i. Polimer bazlı karma malzemeler
- ii. Metal bazlı karma malzemeler
- iii. Seramik bazlı karma malzemeler

Günümüz otomotiv endüstrisinde araç ağırlığının azaltılmasındaki temel hedefler; yakıt sarfiyatını ve çevreye olumsuz emisyonları azaltmak, araç performansını yükseltmek ve parça maliyetlerini en aza indirmek olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu bağlamda, otomotiv endüstrisinin ileri mühendislik malzemelerinin saha uygulamalarındaki lokomotif sektörü olarak değerlendirilmesi yanlış olmayacaktır. Otomotiv endüstrisi, temelini ileri malzeme teknolojilerinden alarak sanayileşmiş ülkelerde gözlenen teknolojik dönüşüme gerçek anlamda öncülük yapmıştır.

Makalenin üç temel amacı bulunmaktadır. Bilim ve teknoloji uzgörüsü yaklaşımı çerçevesinde ileri malzemelerin otomotiv sektöründe yarattığı katma değer, sektör içerisindeki yaygın kullanım alanlarından örnekler verilerek vurgulanması birinci amacı oluşturmaktadır. İkinci olarak, uluslararası düzeyde yürütülen ileri malzemeler teknoloji uzgörüsü çalışmalarının çıktılarını ile ulusal strateji ve politika önerileri karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiş; temel benzerlik ve farklılıklar ortaya konmuştur. Üçüncü temel amaç, Türkiye için Delphi yöntemiyle yapılan pilot uzgörü çalışması çıktılarının ışığı altında öncelik verilmesi gereken başlıkların belirlenerek ulusal ileri malzeme stratejilerinin oluşturulmasına yardımcı olabilecek görüşlerin ortaya konmasıdır.

2. Yazın Taraması

2.1. Uluslararası Alanda Bilim ve Teknoloji Uzgörüsü

Uzgörü kelimesi kavramsal olarak olası bir geleceğin belirlenmesi ve bu geleceğin gerçekleşmesi için gerekli

olan şartların bugünden sağlanması anlamını içerir. Kestirimsel bir yaklaşım olmadığı gibi öngörü olarak da değerlendirilemez. Aksine uzgörü, gelecek alternatiflerinin değerlendirilme ve seçiminde kullanılan sistematik bir yaklaşımın bütünüdür. (Alsan 2003) Diğer bir deyişle uzgörü, tek bir gelecek olmadığını; bugün bulunulacak faaliyetlerle birden fazla geleceğin mümkün olabileceğini kabul eder. Doğru gelecek seçiminin yapılması ve bunun gerçekleşmesi için atılması gereken adımlar ise teknoloji politikalarının temel hedefidir. Uzgörü, stratejik araştırma alanları ile sosyo-ekonomik anlamda en büyük katma değeri sağlayacak jenerik teknolojilerin tanımlanması sonrasında bilim, teknoloji, ekonomi ve toplumsal geleceğin belirlenmesinde kullanılan sistematik bir süreç olarak algılanmaktadır.

Grupp ve Linstone (1999) tarafından vurgulanmakta olduğu gibi uzgörü, geleceği şekillendiren temel etkenlerin anlaşılmasında önemli bir süreç oluşturmakla kalmayıp politika belirlemede, planlama ve karar verme mekanizmalarında da önemli bir temel oluşturmaktadır. Uzgörü süreci sistematik ve çok yönlü olmasının yanında geniş bir bilgi ağına içermeli, çoklu katılıma olanak yaratmalı ve her şeyden önemlisi kestirime yer vermemelidir. Bu kapsamda değerlendirilebilecek ve bugün gündemde olan politik konulardan biri, hükümet organlarının araştırma çalışmalarına doğrudan destek vermeleri veya dolaylı yollardan bu süreci destekleme yoluna gitmeleridir. Hükümet, sanayideki kritik Ar-Ge projelerini doğrudan destekleme yoluna gidebileceği gibi Ar-Ge faaliyetleri için vergi muafiyeti sağlamak veya bilim adamı ve nitelikli teknik personel istihdam eden kuruluşlara finansal destek vermek seçeneğini de değerlendirebilir. Teknoloji uzgürüsü, geleceğin teknolojilerinin bugünkü bilgi temeline dayanılarak kestirimini amaçlayan olasılık temelli yaklaşımlar yerine analiz ile geniş ölçekte uzman katılımını bütünleştiren bir süreç olarak algılanmalıdır. Bunlara ek olarak Grupp ve Linston (1999), modern bilim ve teknoloji politikalarından oluşmuş bir portföyün etkilerini algılamaya yönelik yapının karmaşıklığından bahsetmektedir. Farklı stratejilerden örülü bu yapı, yaşam kalitesine etkileri bakımından değişik yaklaşımları ve beraberinde bunlara bağlı çevresel, ekonomik ve toplumsal kaygıları da barındırmaktadır. Ancak, yine bu politikalar portföyünün temel hedefini sözkonusu sorunları çözümler nitelikte bir yenilikler sisteminin günlük hayata uygulanması oluşturmaktadır. Bu bağlamda, disiplinler arası etkileşimin artmakta olduğu; temel araştırma faaliyetlerinin her geçen gün biraz daha endüstriyel Ar-Ge ile bütünleştiği ve bilimsel yaklaşımın sanayide yaygın olarak kabul görmeye başladığı gözlenmektedir.

Hükümetler uzgörü sonuçlarını çeşitli şekillerde kullanabilmektedir. İngiltere’de Bilim Bakanlığı’nın da desteğiyle Ar-Ge fonlarının büyük bölümünün uzgörü çalışmaları sonucunda yüksek öncelikli olarak tanımlanmış alanlarda kullanımı sözkonusu olmaktadır. Almanya’da ise yalnız federal hükümet değil, eyalet hükümetleri de bilim ve teknoloji politikalarını uzgörü sonuçlarına göre şekillendirme yoluna gitmektedirler. Almanya Federal Bilim, Eğitim, Araştırma ve Teknoloji Bakanlığı gözetiminde yapılan bütçe paylaşımında da ulusal ve uluslararası uzgörü çalışmalarının sonuçları gözönünde bulundurulmaktadır.

Grupp ve Linstone’un (1999) da belirtmekte olduğu gibi teknoloji uzgürüsünden elde edilen sonuçların değerlendirilmesinde unutulmaması gereken husus; bu sonuçların, her ne kadar bilimsel uzmanlıkları tartışılmasa bile katılımcıların öznel görüş ve değerlendirmelerini yansıttığı olmasıdır. Delphi yaklaşımı gelecekle ilgili mutlak gerçek olarak değerlendirilecek sonuçlara ulaşmak yerine güvenilir bir veritabanı oluşturma süreci olarak algılanmalıdır. Gelecek ise ancak yenilikler süreci içerisinde devinimsel olarak şekillenecektir.

Avustralya Bilim ve Teknoloji Konseyi Raporu (ASTCR 1994)’nda da belirtildiği gibi uzgörü sürecinden mutlak bir başarı elde edilebilmesi için özel sektörün katılımı ve katkısı şarttır. Bu etkileşim iki yönlü olup özel sektörün uzgörü tekniklerini daha iyi algılaması, diğer odak gruplarla iletişimini geliştirmesi, mevcut ve geleceğe dönük ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik teknoloji uzgürüsü kavramlarını özümsemesi ve araştırmanın önemini daha iyi kavraması açısından da fayda sağlamaktadır. Ancak, ticari açıdan duyulan kaygılar sebebiyle teknolojik bulguların paylaşılmaması da sözkonusu olabilmektedir. Günümüzde İngiltere’de uygulanmakta olan ulusal uzgörü programı, pratik bir yaklaşım içerisinde iktisadi sonuçlara odaklanmış bulunmaktadır. Uzgörü öncesi düzenlenen seminerler küçük ve orta ölçekli sanayi sektöründen geniş katılım görmekle kalmamış, yeni bir iktisadi pazar olgusunun oluşumuna da başlangıç oluşturmuştur. (ASTCR 1994)

Benzer şekilde Amerika Birleşik Devletleri’nde Ticaret Bakanlığı’nın temel sorumluluğunu; büyük ölçekli pazar potansiyeline sahip yeni ürün ve sanayi kolları yaratacak, üretkenliği artırıcı, yeni nesil Ar-Ge faaliyetlerine temel oluşturacak veya tamamen yeni uygulamalara yönelik teknolojilerin tanımlanması oluşturmaktadır. (ASTCR 1994)

Hollanda’da ise Ekonomi Bakanlığı’nın temel görevlerinin başında uzgörü çalışmalarından elde edilmiş olan bulguların küçük ve orta ölçekli firmalarla paylaşılması gelmektedir.

Ancak, Hollanda’da bulunan çokuluslu şirketlerin büyük ölçekli ve yoğun Ar-Ge faaliyetleri yanında bu firmaların kayda değer bir Ar-Ge kapsamının bulunmaması da uzgörü sonuçlarının hayata geçirilmesi sürecinde çelişkili bir durum yaratmaktadır. (ASTCR 1994)

Türkiye ve diğer ülkeler arasında bilim ve teknoloji politikaları temelinde bir karşılaştırma yapılırken ulusal anlamda benzerlik ve farklılık yaratan faktörler gözönünde bulundurulmalıdır. Bu faktörler arasında nüfus ve GSMH önemli yer tutmaktadır. Bunlar bir ülkedeki bilim sahasının büyüklüğünü, desteklenen araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin içerik ve çeşitliliğini, bilim ve teknoloji sektörünün kamu ve özel sektör tarafından oluşturulmuş karma yapısı ile finansal kaynaklarını ve en önemlisi bir ülkedeki Ar-Ge kültürünü şekillendirmeleri sebebiyle en önemli iki faktör olarak değerlendirilmelidir. Türkiye’de 2001 – 2003 yılları arasında tamamlanmış ve uzgörü metodolojisi ve pilot uygulamalarını içeren çok sayıda çalışma bulunmaktadır. (Alsan 2003, Yavuz 2003, Güler 2002, Sundu 2002, Şayan 2001, Köşker 2001, Kabak 2001, Sönmez 2001, Amcaoğlu 2001, Turan 2000, Kök 2000)

2.2. Dünyada ve Türkiye’de Otomotiv Sektörünün Önemi

Tezer (2002)’e göre otomotiv sanayii; yarattığı katma değer, doğrudan ve dolaylı olarak istihdama katkısı ve teknolojik gelişmeye öncülük etmesi açısından ülkelerin kalkınmasında önemli bir rol oynamaktadır. Sanayi; demir-çelik, lastik ve plastik, tekstil, cam, boya, elektrik ve elektronik gibi birçok sektörden girdi alması ve pazarlama, tamir, bakım ve yedek parça satışları, finansman ve sigortacılık hizmetlerinde yarattığı geniş iş hacmi nedeniyle de ekonomilerde sürükleyici bir özelliğe sahiptir. Otomotiv sanayii için 20. Yüzyıl “dünya ekonomisinin lokomotif” veya “sanayilerin

sanayii” denilmektedir. Sanayileşmiş ülkelerin tamamına yakınında otomotiv sanayii firmaları büyük şirketler sıralamasında ilk sıralarda yer almakta; otomotiv sektörü de üretim büyüklüğü ve yarattığı katma değer itibarıyla toplam imalat sanayii üretimi içerisinde yine ilk sıralarda yer almaktadır. Örneğin, 1914 yılında A. B. D. imalat sanayii içerisinde 14. sırada bulunan otomotiv sanayii, yüzyılın ilk çeyreğinden sonra birinci sıraya yükselmiş ve bu durumunu uzun yıllar sürdürmüştür. Değişik ülkelerde otomotiv sanayiinin katkıları şu şekilde özetlenebilir:

A. B. D.

- Üretim büyüklüğü itibarıyla ülkenin en büyük sektörü olup özel sektör tarafından yaratılan yurtiçi katma değer %5’inden fazlası,
- Tarım ürünleri dışı ihracatın %12’si,
- Ana sanayinde 620.000 kişinin istihdamı otomotiv sanayiince sağlanmaktadır.

Ayrıca, 1998 yılı Ar-Ge yatırımı 18.4 milyar Amerikan doları olup Ar-Ge’ye en fazla kaynak aktarılan sektör konumundadır.

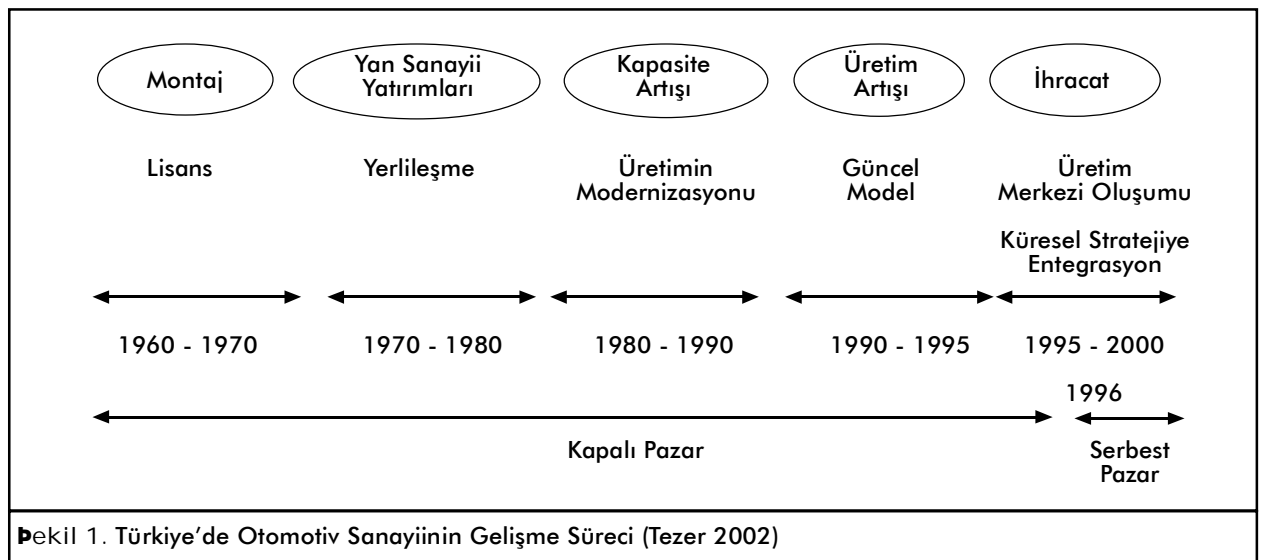
Avrupa Birliği

- Doğrudan yaratılan istihdam 1.904.000 kişi olup imalat sanayii istihdamının %8.2’si,
- İmalat sanayii katma değerinin %9.3’ü,
- AB içerisinde yaratılan toplam katma değer %1.61’i otomotiv sanayiince oluşturulmaktadır.

Japonya

- İmalat sanayii üretiminin %10’undan fazlası,
- 1998 yılında 77 milyar Amerikan doları ihracat seviyesiyle toplam ihracatın %20’si,
- 750.000 kişilik doğrudan istihdam otomotiv sektöründe sağlanmaktadır.

Otomotiv sanayiince yaratılan toplam istihdam hakkında ülkeler itibarıyla çeşitli çalışmalar yapılmakta ve otomotiv



ana sanayiindeki bir kişinin otomotiv sanayiine ve yedek parça piyasasına parça üreten yan sanayide beş kişiye istihdam yarattığı genel kabul görmektedir (Tezer 2002).

Türkiye’ de Otomotiv Sanayii

Tezer (2002), Türkiye’ de otomotiv sektöründeki ilk üretimin, tarım sektörünün ihtiyacını karşılamak üzere 1954 yılında Ankara’da Minneapolis Moline traktörünün montajı ile başladığını ifade etmektedir. “İthal İkamesi” politikaları kapsamında lisans anlaşmaları çerçevesinde daha sonra kamyon ve otobüs üretimi ile devam eden bu gelişme, 1970’li yıllarda otomobil üretimi ve yan sanayi yatırımları ile devam etmiştir. 1980’li yıllarda kapasite artışı ile üretimin modernizasyonuna yönelik yatırımların öncelik aldığı görülmektedir. Daha önce yüksek ithalat vergisi oranları ile korunmuş pazarda tümü ile iç pazara yönelik üretim süreci, 1990’lı yıllarda rekabete açılan pazar koşullarında köklü değişimler yaşamıştır. Bu değişimler; çağdaş üretim ve yönetim alanlarında yoğun insan gücü eğitimi, üretim teknolojilerine yönelik yatırımlar, güncel modellere geçiş, ortaklık yapısının değişimi ve ihracata yönelme olarak özetlenebilir (Şekil 1).

Bu değişim 1990 – 2000 yıllarında sık sık yaşanan ekonomik krizlere rağmen devam etmiş ve 2000’li yılların başında “ortakların küresel stratejilerine entegrasyon” sonucu mevcut kurulu tesisler “dünya pazarları için üretim merkezleri”ne dönüşmüştür. Bu dönemin diğer belirgin özelliği Türkiye’deki otomotiv sanayiinde Ar-Ge ve Özgün Ürün Geliştirme Süreci’nin başlaması ve kurumsallaşmasıdır. Türk otomotiv sanayii, geliştirdiği yerel imkan ve kabiliyetleri ile rekabet üstünlüklerini kullanarak küresel otomotiv sanayiine entegrasyonuna devam etmektedir. (Tezer 2002)

2.3. Otomotiv Endüstrisinde Yeni Malzemeler

Motorlu kara taşıtlarında özellikle son 15 yıl içerisinde gözlenen ve %15 – 20 oranlarına varan ağırlık artışı, araç

performansını korumak kaygısıyla %6 – 10 seviyelerinde yakıt sarfiyatında artışı da beraberinde getirmiştir. Ağırlık artışına kaynak teşkil eden unsurlar aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- araç üzerine eklenmiş ilave özellikler ve aksesuarlar,
- geliştirilmiş aktif ve pasif araç güvenliği,
- iyileştirilmiş akustik ve titreşim sönümlemesi,
- gürültü, egzost emisyonları, pasif güvenlik gibi güncel standart ve yönetmeliklere uyum zorunluluğu,
- geliştirilmiş araç güvenilirliği.

Her geçen gün artan müşteri beklentileri ile şartları ağırlaşan standart ve yönetmelik gerekliliklerini karşılamak ihtiyacı, araç ağırlığını artırmaya devam etmektedir. Bu bağlamda, araç performansını aynen korumak şartıyla ağırlık azaltımının yollarını belirlemek ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Bu amaçla da yeni ve hafif malzemelerin otomotiv sektöründe teknik ve ekonomik açıdan uygulanabilirliğini araştırmak ve doğrulamak büyük önem kazanmaktadır.

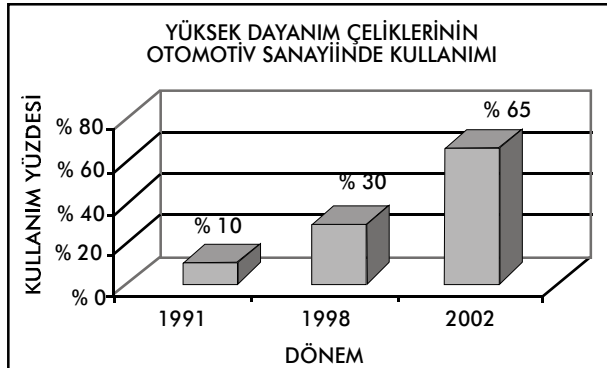
Langdon, Mann ve Helps (1997) ile Mann (1998) yapmış oldukları çalışmalarında otomotiv sanayiinde yaygın kullanım alanı bulmuş yeni malzemeleri aşağıdaki şekilde sıralamaktadırlar.

Yüksek Dayanım Çelikleri: Akma mukavemet değerleri 210 MPa’dan başlayıp 500 MPa üzerine kadar çıkabilen çeliklerdir. Bu malzemelerin otomotiv endüstrisinde her geçen sene artan kullanımı Şekil 2’de görülmektedir.

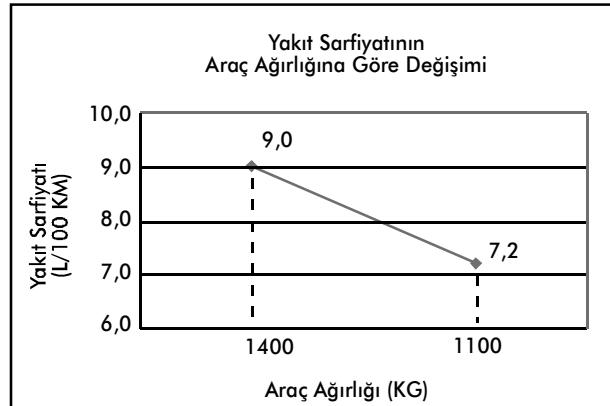
Demir döküm: Kontrollü ortamlarda gaz altı veya vakum ortamında yapılan döküm teknikleri dizel ve benzinli motor parçalarının üretiminde önemli yer tutmaktadır.

Alüminyum: Alüminyum alaşımlarının sağladığı hafiflik ve beraberinde getirdiği yakıt sarfiyatındaki azalma Şekil 3 ve Şekil 4’te görülmektedir. Yüksek dayanım/ağırlık oranı ile alüminyum alaşımları, çeliğe denk bir mukavemet sağlarken araç ağırlığında %60’ lara varan bir hafiflemeyi de beraberinde getirmektedir.

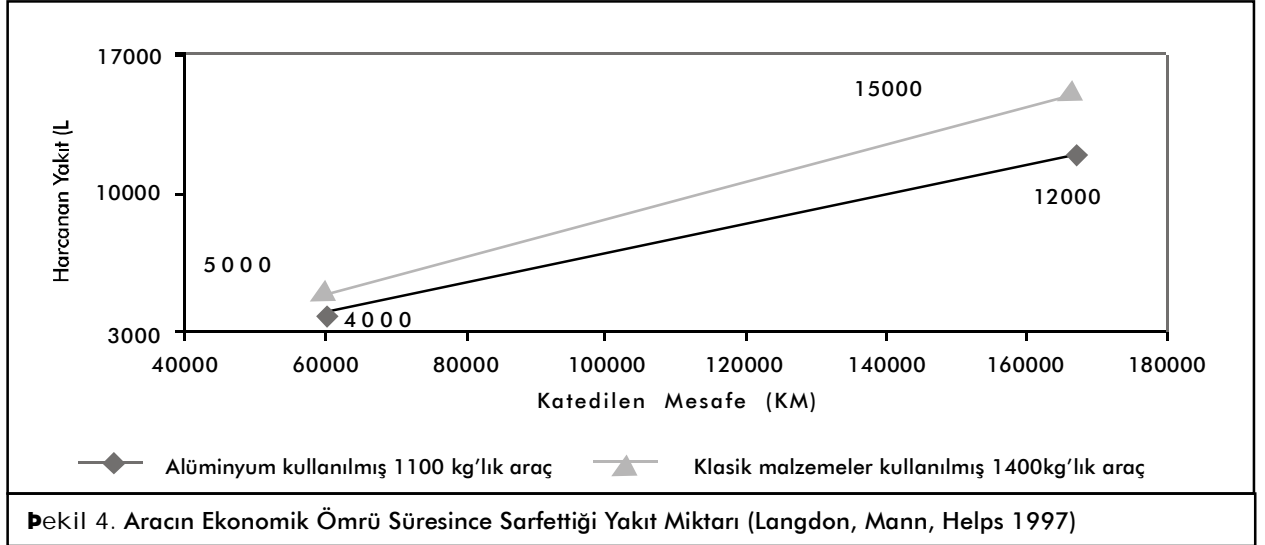
Bugün Avrupa’da araç başına ortalama olarak 65 kg



Şekil 2. Otomobil Üretiminde Yüksek Dayanım Çeliklerinin Kullanım Oranı [Langdon, Mann, Helps 1997; Mann 1998]



Şekil 3. Yakıt Sarfiyatı – Araç Ağırlığı Karşılaştırması (Langdon, Mann, Helps 1997)



alüminyum kullanılmaktadır; ki bu, yaklaşık 1300 kg'lara varan araç ağırlığında %5'lik bir orana denk gelmektedir. Kimberley (2000) alüminyum alaşımlarının araç ağırlığının %37'sini teşkil eden motor ve güç aktarma organlarında kullanımını özellikle vurgulamaktadır. Diğer yandan, şasi ve tekerleklerde 17 kg, karoserde 9 kg, geçiş yüzeylerinde ise 2 kg kullanım miktarı vardır.

Langdon, Mann ve Helps (1997) ile Mann (1998) alüminyumun yaygın kullanımındaki kısıtlamanın fiyatı olduğu yönünde hemfikir olmuşlardır. Saf alüminyum çok yüksek bir enerji girdisi gerektirirken geri kazanılmış alüminyum bu ihtiyacın ancak %5'ine ihtiyaç duymaktadır. Alüminyum geri kazanılabilir bir malzeme olmasına rağmen çeliktekinin aksine farklı ve yabancı alaşımların bünyesine girmemesi için üretim sürecinde yüksek düzeyde kontrol gerektirmektedir. Özellikle silis ve silis içermeyen alaşımların ayrılmış olmasına dikkat edilmelidir. Magnezyum: Alüminyumla kıyaslandığında daha hafif olması (magnezyumun yoğunluğu 1.8 g/cm³, alüminyumun yoğunluğu 2.7 g/cm³'tür) magnezyumu araç üreticileri için cazip hale getirmektedir. Ayrıca, magnezyumun titreşim sönümlenme özelliği alüminyum ve çeliğe kıyasla daha iyidir. (Mann 1997)

Titanium: Yüksek dayanım ve hafifliği aynı anda sağlıyor olması açısından titanyum yaygın kullanım alanı bulan malzemeler arasındadır. Çelik ile karşılaştırıldığında aynı mukavemeti ağırlıkta yarı yarıya bir tasarrufla sağladığı görülmektedir. Korozyon direnci açısından da tercih edilir bir malzemedir. Ancak, cevher halinden işlenmesi zor olduğundan pahalı bir alternatif olmayı sürdürmektedir. (Mann 1997)

Pelagagge (1999) titanyum alaşımlarının otomobil süspansiyon sistemlerinde kullanılmasıyla birlikte elastik performanstan ödün vermeksizin toplam araç ağırlığında

hafifleme sağlanabileceğini ifade etmektedir. Yine de kullanımı, pahalı bir malzeme olması itibarıyla yalnız ileri teknoloji uygulamaları ile sınırlı kalmaktadır. Metal Bazlı Karma Malzemeler: Alüminyum veya magnezyum bazlı, toz veya kırılmış lif takviyeli karma malzemeler günümüzde otomotiv sanayiinde bilinen ve yaygın kullanılan malzemeler olmasına karşın sürekli yapıda lif içeren karma malzemelerin ticari kullanımı henüz yeterince yaygınlaşmamıştır. Metal bazlı karma malzemeler fren diskleri ile fren kampanalarında, fren pabuçlarında, piston, şaft ve tekerlek bilyonlarında kullanım alanı bulmaya başlamıştır. (Mann 1998)

Polimer ve Polimer Bazlı Karma Malzemeler: Son yıllarda polimer malzemelerin toplam araç ağırlığı içerisinde bulunduğu kullanım oranı % 12'ye ulaşmıştır. Langdon, Mann ve Helps (1997)'in de belirttiği üzere plastiklerin bu denli yaygın kullanım sahası bulmuş olmalarının temel sebepleri:

- hafiflik,
- birden çok fonksiyonun tek parça üzerinde birleştirilebilmesi,
- parça tasarımında serbestliktir.

Geniş kullanım alanı bulmuş plastik karma malzemeler arasında termosetler, SMC (sheet molding compound) ve PU-RRIM (reinforced reaction injection molded polyurethane) ön sırada gelmektedir. Ancak, bu malzemelerin geri kazanım süreci termoplastik malzemelere kıyasla daha pahalıdır.

Çevresel kaygılar termoplastik malzemelere olan ilgiyi artırmaktadır. Maxwell (1994) cam lif takviyeli karma malzemelerin yaygın kullanıldığını; özellikle, otomobil gövde panellerinde tercih edildiğini belirtmektedir. Buna ek olarak; korozyon direncinin yüksek, gürültü seviyelerinin düşük olması, birden fazla parçanın tek bir formda

toplanarak montaj kolaylığı sağlaması ve bakım maliyetlerinin azlığı, bu malzemelerin motor parçalarında da yaygın kullanımını beraberinde getirmiştir. Bununla birlikte lif takviyeli karma malzemelerin üretim süreci emek yoğun, yavaş ve pahalı olmaktadır. Alternatif üretim yöntemleri üzerinde yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Bunlara örnek olarak Ahrens, Mallick ve Parfrey (1998)'in otomotiv ve havacılık sanayiinde yaygın kullanım sahası bulacak ve ileri düzeyde otomasyon içeren bir termoplastik lif yerleştirme prosesi tanımlamaları gösterilebilir.

2.4. Sanayi ve Teknolojideki Gelişmeler Bağlamında İleri Malzemeler

Geçmiş dönemlerdeki emek, enerji, sermaye ve hammadde yoğun tekno-ekonomik anlayış, bugün yerini bilgi yoğun, entegre, esnek, sistemsal öncelikli ve çok disiplinli bir yapıya bırakmıştır.

Enformasyon teknolojisi, biyoteknoloji ve ileri malzeme teknolojileri geleceğe yönelik yapılanmanın öncü teknolojileri konumundadır. Özellikle mikroelektronik, iletişim, bilgisayar ve enformasyon sektörleri ile havacılık, savunma sistemleri ve otomotiv sanayilerindeki uygulamalarda kullanılacak yeni ve gelişmiş malzemelerin ortaya çıkışı, malzeme bilimi ve mühendisliğinin bu gereksinim ve talepleri karşılayacak çok disiplinli, üretim süreciyle ilintili boyutu ağır basan ve teknoloji ile iç içe geçmiş bir disiplin haline gelmesiyle gerçekleşmiştir. (TSPÖ

1996)

Malzeme Teknolojilerinde Dönüşüm: Son yirmi yılda geleneksel metal malzemelerin üretim ve tüketimi açısından önemli bir düşüş eğilimi gözlenirken ileri malzeme üretim ve tüketim rakamları önemli bir artış göstermiştir. Bu eğilim, ileri malzemelerdeki seçenek ve çeşitliliğinin artması ve bu malzemelerin değişken işlevlere ve geniş uygulama alanlarına sahip olması ile açıklanabilir. Örneğin, mühendislik plastikleri ve ileri seramik malzemelerin üretim ve kullanım miktarları temel metal malzemeler karşısında önemli ölçüde artış kaydetmiştir. Mühendislik plastiklerinin yaygın kullanımını 1960'lı yıllarda başlamış ve 1990'lı yıllarda yaklaşık iki milyon tonluk bir kullanım değerine ulaşmıştır. Benzer şekilde ileri seramiklerin toplam pazar değeri 1990'lı yıllarda 12 milyar ABD dolarına erişmiştir. Tablo 1'de verilen karşılaştırmalı özellikleriyle ileri malzeme teknolojileri, geleneksel malzeme üretim süreçlerinde daha belirginleşen bir dönüşüme doğru yol almaktadır. Analitik teknikler ile malzeme bilimi ve mühendisliğindeki gelişmelerin malzeme tasarım ve üretiminde gözlenen temel dönüşümlerin arkasındaki itici güç olduğu söylenebilir. Sanayi kuruluşlarının günümüz teknolojilerinde etkin olarak rekabet edebilmeleri için bu tabloda ortaya konan ayrımları dikkate alması gerekmektedir.

2.5. Türkiye İçin İleri Malzeme Teknolojileri Alanında Temel Stratejik Politikalara İlişkin Yaklaşımlar

TABLO 1. MALZEME ÜRETİM SÜREÇLERİNDE ANLAYIŞ DEĞİŞİMLERİ (TSPÖ 1996)

GELENEKSEL ANLAYIŞ	İLERİ MALZEMELER
Makroyapı denetimi	Mikroyapı Denetimi
Araştırma, tasarım, üretim ve uygulama ayrımı	Artan entegrasyon
Büyük pazar/düşük tüketim artışı	Küçük pazar/yüksek hızda tüketim artışı
Düşük maliyetli standart ürünler/yüksek üretim	Çok değişken ve entegre işlevli ürünler, yüksek saflık, yüksek katma değer ve çevreye duyarlılık
Ana tüketiciler: Ulaşım ve inşaat	Ana tüketiciler:Enformasyon ve telekomünikasyon
Hammadde ve enerji yoğun	Bilgi yoğun
Özel uzmanlık	Çok disiplinli ekip çalışması
Ürüne özgü donanım	Esnek üretim
Otomasyon	Bilgisayar denetimli şebeke
Düşük Ar-Ge	Çok yüksek Ar-Ge
Kendi teknolojik birikimi	Araştırma-üretim-uygulama üçlü ayağı
İstatistiksel ve tahribatlı test (üretim sonrası)	Anında ve tahribatsız test
Büyük ve tek firma (kartel)	Yoğun işbirliği içinde büyük, orta ve küçük ölçekli özel birimler
Hammadde ve enerji firmanın tavrını belirler	Özel pazar ve teknolojik birikim firma tavrını belirler
Malzeme üreticilerinin hammadde kaynaklarını denetim altında tutma eğiliminde olduğu geriye doğru entegrasyon	Malzeme kullanıcılarının üretici, malzeme üreticilerinin kullanıcı olmak istediği yatay ve dikey etkileşim

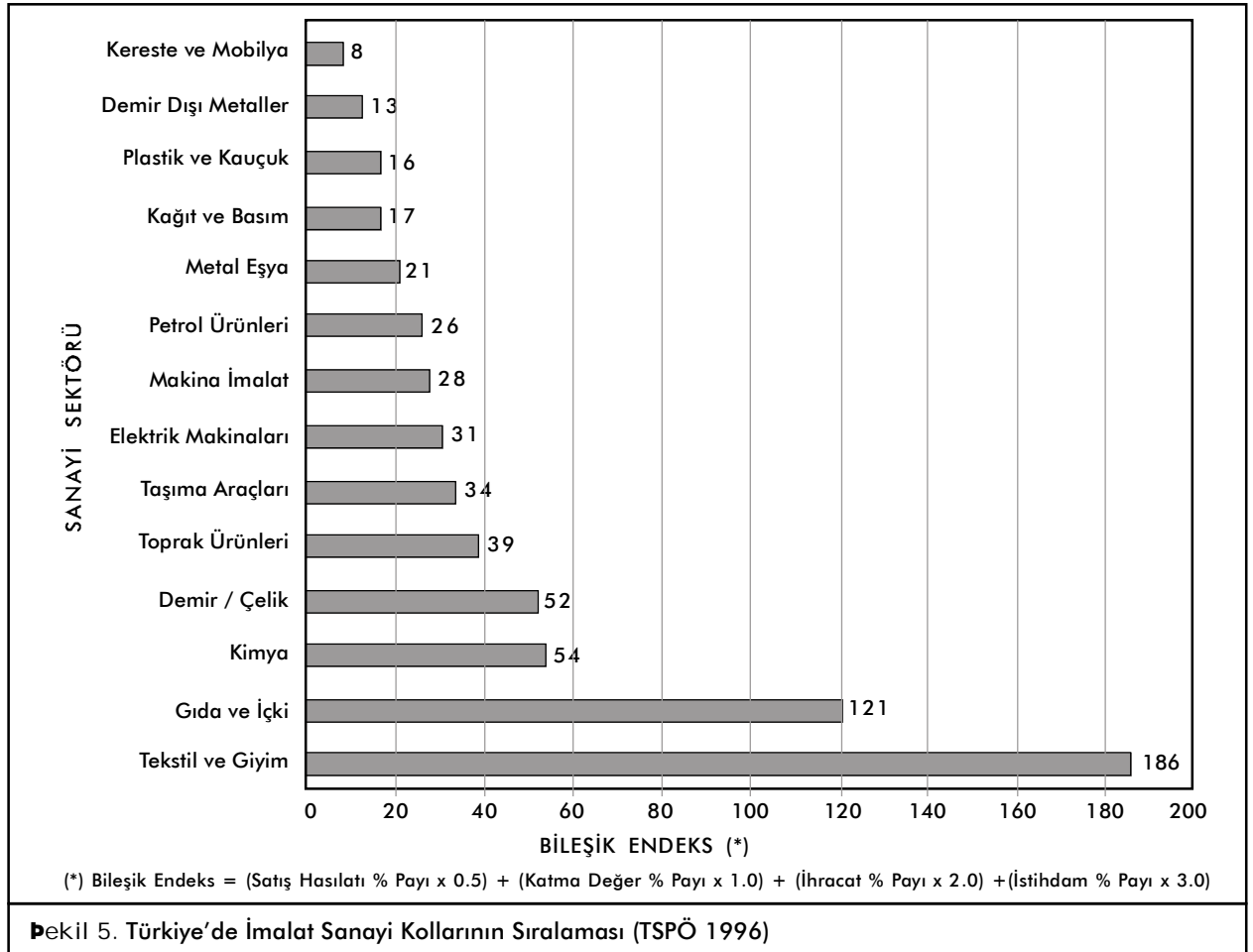
Ülke şartlarına bağlı hedeflere odaklanmamış çalışmalar başından itibaren eksik olacaktır. Bu bağlamda, bilim ve teknoloji strateji ve politikalarında aşağıdaki konulara ilişkin saptamalar büyük önem kazanmaktadır. (TSPÖ 1996)

1) Türkiye'nin Sosyo-Ekonomik Gelişiminde Stratejik Öneme Sahip Sektörlerin Konumu: Ülke ekonomisine katkıları gözönünde bulundurularak stratejik öneme sahip sektörler tüm verileriyle birlikte ortaya konmalı; gelişmeye açık alanlar tespit edilmelidir.

2) Geleceğin Sanayilerine Geçişte Rol Oynayacak Teknolojiler: Jenerik gelişmelere temel olacak ileri malzemeler alt konu ve sektörlerinin tespiti ve değerlendirilmesi önemle ele alınması gereken bir konudur. Bugünden kestirimi zor olan geleceğin teknolojilerinin değerlendirilmesi konusunda teknoloji takibi yapabilecek bilim kurumlarına ve kadrolarına ihtiyaç vardır.

3) Geleceğin Toplumunda Sosyo-Ekonomik Gereksinimler: Toplum bireylerinin kişisel tatmin, refah ve geleceğe güvenle bakabilme standardını yükseltmeyi hedef alan, çevreye duyarlı, insan kaynakları yönetimine azami değer veren programların net olarak ortaya konması. Türkiye için önerilen hedeflerin ülkeye özgü şartlara, akılcı

ve gerçekçi verilere dayanması esas olmalıdır. Buna dayanarak geleceğe dönük, olası teknolojik değişim ve ekonomik gelişim şartlarını hazırlayan, rekabet gücü yüksek ve kolay uyum sağlayabilen esnek bir yapı ortaya konabilir. Türkiye özellikle 1980 sonrası dönemde yeni bir yapısal değişim sürecine girmiş; ancak, gerçek anlamda bir dönüşüme engel teşkil eden kısa dönemli istikrar politikaları sebebiyle ana hedefine ulaşmada zorluklar yaşamıştır. Bugün ülkemiz için en hayati sorun, küreselleşme süreci içerisinde amansız bir rekabet ortamına girmiş dünya ticaretinde kendine nasıl bir yer edineceği; bilim, teknoloji ve yeni pazar taleplerinin yarattığı fırsatlardan nasıl yararlanabileceği yönündedir. Ülkemizin geleceğe dönük olarak dünya pazarlarına girerek rekabet edebilmesi ve sosyo-ekonomik gelişimini hızlandırabilmesi için tutarlı strateji ve politikalar belirlenmesi zorunludur. Bu açıdan, Türkiye'ye rekabet üstünlüğü sağlayacak sektörlerin doğru olarak belirlenmesi ön plana çıkmaktadır. (TSPÖ 1996) Sanayi ve Ticaret Bakanlığı tarafından hazırlanmış olan "Sanayi Stratejisi: 1995-2005" adlı çalışmada imalat sanayii alt sektörlerinin sosyo-ekonomik etki açısından durumlarını belirlemek ve ülkemiz sanayiinin gerçekçi bir profilini çıkarmak üzere, bu alt sektörlerin toplam istihdam, ihracat,



katma değer ve satış hasılatındaki ağırlıklarını hesaba katan bileşik bir endeks oluşturulmuş ve sözkonusu imalat sanayii alt sektörleri arasında bu bileşik endekse göre stratejik önem sıralaması yapılmıştır. Bileşik endekste en büyük ağırlık alt sektörün istihdamdaki payına verilmiş; ihracattaki pay ikincil ağırlık ölçütü olarak alınmıştır. Katma değerdeki payla satış hasılatındaki paya ise göreceli olarak daha düşük ağırlıklar verilmiştir. Şekil 5'te alt sektörlerin sosyo-ekonomik esasa göre stratejik sıralaması verilmektedir. Tablodan da görüleceği üzere ilk beş sırada yer alan sektörler, %83 toplam ihracat ve %66 toplam istihdam payı ile ülke ekonomisinde belirleyici özelliğe sahiptir. Dolayısıyla, bu sektörlerde yaşanacak bir kriz durumunun yaratacağı sosyo-ekonomik etkiler bunlara önemli bir stratejik önem kazandırmaktadır.

Stratejik konumlarına karşın sözkonusu beş sektörün 1988-1992 dönemindeki durumuna yönelik şu saptamalar yapılmaktadır: (TSPÖ 1996)

1. Genellikle, istihdamda bir artış olmaksızın, hatta

istihdamdaki düşüğe karşın katma değerde reel ve hızlı bir artış sağlanmıştır. Daha da ilginç, incelenen dönem içerisinde bu ilk beş sektörde katma değerdeki artışı açıklayacak düzeyde bir üretim artışı da olmamıştır.

2. Bu sektörlerde Ar-Ge faaliyetleri dünya pazarlarında rekabet üstünlüğü kazanabilme açısından umut verici değildir.

3. Bu sektörler gelecek için güven verici dinamiklere sahip gözükmemektedir.

İlk beş sektörü izleyen taşıma araçları, elektrik makineleri ve makina imalat sektörleri ise ihracatta %8, istihdamda %18 paya sahiptir. Bu üç sektör, mühendislik sanayileri olarak ileri teknoloji yoğun ve çağdaş tekno-ekonomik anlayışta, gelecekte büyük etkinliğe sahip olacak sektörlerdir. Gelişmiş ekonomilerin rekabet üstünlüklerini ve sosyo-ekonomik yapılarını bu sektörlerde yoğunlaştırdıkları söylenebilir.

Bu sektörlerin 1988-1992 dönemindeki gelişim durumları aynı çalışmada şu şekilde özetlenmektedir: (TSPÖ 1996)

TABLO 2. ÜRETİMDEN SATIŞLAR - KDV HARIÇ (MİLYON USD) (TBBSKİOS 2002)

DÖNEM	Otomotiv	Pay (%)	Tekstil	Pay (%)	Gıda	Pay (%)	500 Büyük Kuruluş
1995	4,304	8.2	6,291	11.9	3,275	6.2	52,691
1996	5,112	9.2	6,533	11.7	3,201	5.7	55,834
1997	5,805	9.5	6,244	10.2	4,110	6.7	61,347
1998	5,084	8.7	6,236	10.7	3,376	5.8	58,541
1999	4,017	8.9	5,212	11.5	4,418	9.8	45,175
2000	5,415	10.8	1,919	3.8	4,124	8.2	50,302
2001	3,047	6.8	5,752	12.9	3,176	7.1	44,563

TABLO 3. BRÜT KATMA DEĞER (MİLYON USD) (TBBSKİOS 2002)

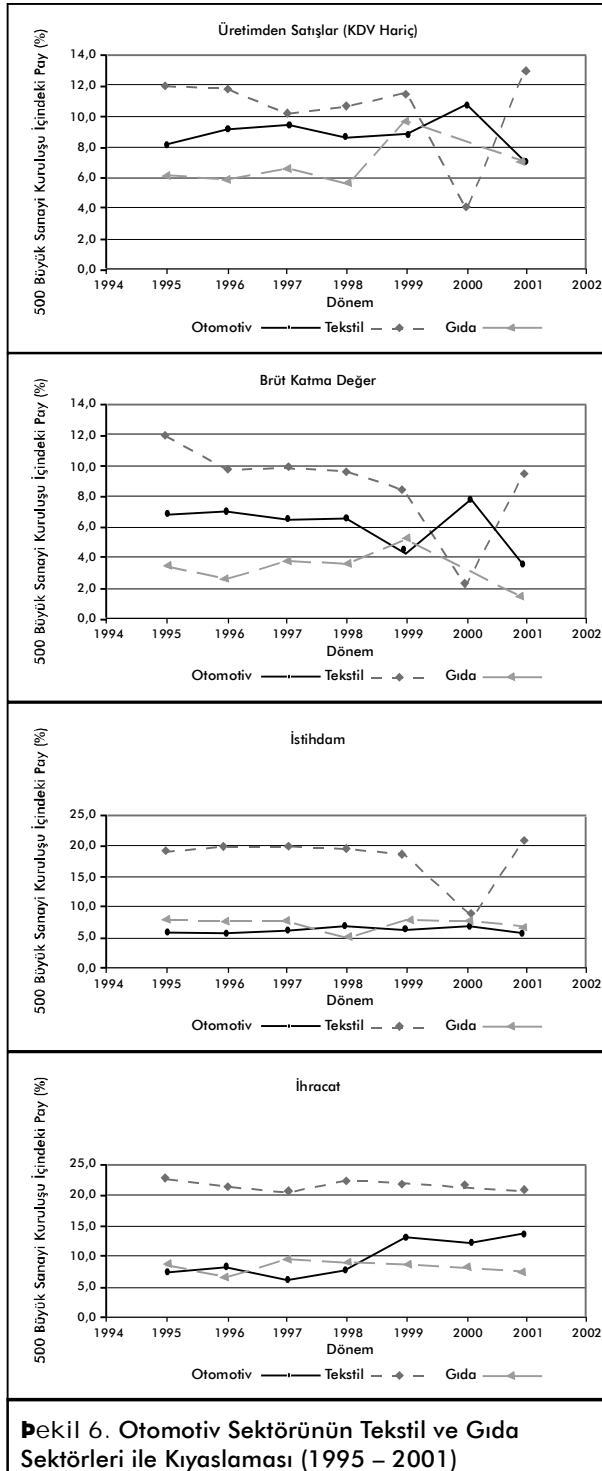
DÖNEM	Otomotiv	Pay (%)	Tekstil	Pay (%)	Gıda	Pay (%)	500 Büyük Kuruluş
1995	1,264	6.7	2,163	11.5	679	3.6	18,873
1996	1,552	7.0	2,162	9.7	616	2.8	22,180
1997	1,646	6.7	2,431	9.9	937	3.8	24,562
1998	1,398	6.6	2,032	9.6	799	3.8	21,170
1999	785	4.3	1,550	8.4	930	5.1	18,371
2000	1,492	7.6	555	2.8	597	3.0	19,658
2001	516	3.5	1,415	9.7	217	1.5	14,610

TABLO 4. İHRACAT (MİLYON USD) (TBBSKİOS 2002)

DÖNEM	Otomotiv	Pay (%)	Tekstil	Pay (%)	Gıda	Pay (%)	500 Büyük Kuruluş
1995	787	8.1	2,220	22.7	923	9.4	9,769
1996	899	8.4	2,278	21.4	812	7.6	10,647
1997	709	5.8	2,473	20.2	936	7.7	12,213
1998	852	7.1	2,602	21.8	792	6.6	11,949
1999	1,426	12.8	2,463	22.1	798	7.2	11,126
2000	1,376	12.2	2,375	21.1	790	7.0	11,247
2001	2,089	14.1	3,052	20.6	1,016	6.9	14,812

TABLO 5. İSTİHDAM (KİŞİ) (TBBSKİOS 2002)

DÖNEM	Otomotiv	Pay (%)	Tekstil	Pay (%)	Gıda	Pay (%)	500 Büyük Kuruluş
1995	30,484	5.7	104,742	19.4	35,974	6.7	539,238
1996	32,308	5.9	110,308	20.2	35,643	6.5	545,988
1997	35,212	6.1	116,568	20.2	39,524	6.8	578,333
1998	38,895	6.6	115,734	19.8	29,998	5.1	585,433
1999	35,075	6.4	105,956	19.3	43,365	7.9	549,825
2000	38,702	6.9	49,812	8.9	43,424	7.8	558,288
2001	32,283	6.1	113,020	21.5	36,405	6.9	526,314



1. Yukarıda belirtilen ilk beş sanayi kolundakinden farklı olarak katma değerde reel ve hızlı bir artış olmuş; bu artış önemli ölçüde üretimdeki artıştan kaynaklanmıştır.

2. Makina sanayii hariç istihdam ve ihracatta artış gözlenmiştir.

3. Mühendislik sanayileri olarak vurgulanan bu üç sanayi sektörünün ihraç ettiği ürünlerin büyük bölümünü yüksek teknoloji ürünleri oluşturmuştur. Bu sektörlerin yüksek teknoloji ürünleri ihracatı 1989’ da 504 milyon ABD doları iken 1992’ de 1.051 milyar ABD dolarına, 1994’ te de 1.416 milyar ABD doları düzeyine çıkmıştır.

4. Bu üç sektörün ihracattaki payının %50’den fazlası elektrik makineleri sanayiine ait olup tüketici elektroniği ve telekomünikasyon cihazları başta gelmektedir.

5. Taşıma araçları sanayiinde ağırlık motorlu kara taşıtları yapım, montaj ve onarım sanayiine aittir.

6. Makina sanayiinde ağırlık beyaz eşya sanayiindedir.

7. Tüm bu gelişim eğilimlerine rağmen bu sektörlerde Ar-Ge yoğunluğunun yetersiz olduğu görülmektedir. Tarıma dayalı olmayan imalat sanayii sektörlerinin kapsadığı ürün grupları bazında, 1994 yılı DİE verilerine dayanılarak ülkemiz ithalatının %33.1’lik kısmını makina imalat sanayii ile elektrik makinelerinin; %17.3’lük kısmını da taşıma araçları sanayiinin çıktısı olan ürün gruplarının oluşturduğu görülmektedir. İhraç ürünlerindeki ağırlık ise %51.5’ lik payla dokuma-giyim grubuna aittir. Bu tablo, Türkiye’ nin stratejik öneme sahip ilk beş sektörü yanında mühendislik sanayilerine de gereken önemi vermek durumunda olduğunu göstermektedir. (TSPÖ 1996)

Otomotiv ana ve yan sanayiinin 1995 – 2001 yılları arasında “500 Büyük Sanayi Kuruluşu” arasındaki konumu ile tekstil ve gıda sektörleri ile karşılaştırması Tablo 2 – Tablo 5’te özetlenmektedir. Söz konusu üç sektörün “500 Büyük Sanayi Kuruluşu” içindeki payları da Şekil 6’da karşılaştırılmaktadır. “500 Büyük Sanayi Kuruluşu”, İSO tarafından belirlenen tüm kamu ve özel kuruluşları içermektedir. (TBBSKİOS 2002)

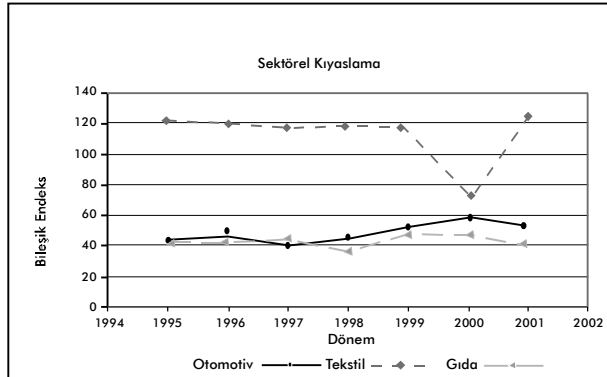
“500 Büyük Sanayi Kuruluşu” içerisinde üretimden satışlardan alınan pay açısından değerlendirildiğinde

otomotiv sektörünün 1995 - 2001 döneminde 2001 yılı hariç olmak üzere istikrarlı bir yapı içerisinde; tekstil ve gıda sektörlerinin ise sert dalgalanmalara açık olduğu gözlenmektedir (Şekil 6).

Söz konusu üç sektörün yaratılan brüt katma değer içerisindeki payları karşılaştırıldığında ise tekstil sektörünün 1995 yılından itibaren azalan bir performans gösterdiği, 2000 yılındaki en düşük noktadan sonra hızlı bir toparlanma sergilediği anlaşılmaktadır. Otomotiv sektörü ise 1998 yılına kadar yarattığı brüt katma değer açısından fazla bir artış sergileyememiş, kriz döneminde sert dalgalanmalara açık bir yapıya sahip olduğunu göstermiştir. Gıda sektörü ise 1999 yılına kadar artan bir performans göstermesine rağmen kriz dönemiyle birlikte önemli ölçüde pay yitirmiştir. İhracat içerisindeki payları değerlendirildiğinde ise tekstil ve gıda sektörleri sahip oldukları payı 1995 -2001 döneminde korurken otomotiv sektörü özellikle 1998 ile birlikte önemli ölçüde artış kaydetmiştir.

İstihdam açısından değerlendirildiğinde ise tekstil sanayiinin 2000 yılındaki önemli pay kaybına rağmen otomotiv ve gıda sektörlerine göre yaklaşık üç kat fazla paya sahip olduğu görülmektedir.

Bu karşılaştırmalardan da görüleceği üzere gıda sektörü özellikle ihracat, brüt katma değer ve istihdamdan aldığı paylar gözönüne alındığında gelecek için güven veren bir yapıya sahip gözükmemektedir. Tekstil sanayii ise sahip



Şekil 7. 1995 - 2001 Döneminde Otomotiv, Tekstil ve Gıda Sektörlerinin Bileşik Endeks Kıyaslaması

olduğu yüksek istihdam ve ihracat paylarına rağmen yarattığı katma değer açısından azalan bir performans sergilemektedir. Üretimden satışlardan aldığı pay da dalgalanmalara açık bir yapıya sahiptir. Otomotiv sektörü ise istihdamdan aldığı pay düşük seviyelerde olmasına rağmen özellikle ihracat payındaki önemli artış ile gelecek için güven veren bir yapı sergilemektedir. Ancak; üretimden satışlar ve brüt katma değer paylarının kriz ortamından etkilenmesinin önüne geçilmedikçe önümüzdeki dönemlerde de tekstil sektörünün gerisinde kalması olası gözükmemektedir.

Türkiye’de sanayi kollarının bileşik endeks (= İstihdam Payı % x 3 + İhracat Payı % x 2 + Katma Değer Payı % x 1 + Satış Hasılatı Payı % x 0.5) esas alınarak Şekil 5’te verilmiş olan sıralaması, “500 Büyük Sanayi Kuruluşu” kapsamında otomotiv, tekstil ve gıda sektörleri açısından 1995 - 2001 dönemi için kıyaslamalı olarak Şekil 7’de sunulmaktadır.

Tekstil sektörü için 1988 - 1992 döneminde 186 olarak hesaplanmış olan bileşik endeks değeri 1995 - 2001 döneminde 120 seviyelerine; gıda sektörü için 121 olarak belirtilen değer aynı dönem için 45 mertebelerine gerilemiştir. Otomotiv sektörü için hesaplanan bileşik endeks değeri ise 1988 - 1992 döneminde 34 iken 1995 - 2001 döneminde ortalama 50 seviyesine yükselmiştir.

2.6. İleri Malzeme Teknolojilerine Yönelik Uzgörü Çalışmalarından Örnekler

Almanya Uzgörü Çalışmaları: Söz konusu çalışmaların çekirdeğini Fraunhofer Sistem ve Yenilik Araştırma Enstitüsü’ nün yönetiminde muhtelif araştırma - geliştirme kuruluşlarının desteğiyle yürütülen “21. Yüzyıl” adlı çalışma oluşturmaktadır.

Bu çalışma neticesinde toplam dokuz jenerik başlık altında gruplandırılmış yaklaşık 100 kritik teknoloji alanı belirlenmiştir. İleri malzemeler bu dokuz jenerik başlıktan ilkinin teşkil etmektedir. (ASTRCR 1994)

Amerika Birleşik Devletleri Uzgörü Çalışmaları: Son yıllarda yapılmış uzman paneller sonucunda kritik ve gelişmekte olan teknoloji alanlarının bir sıralaması elde edilmiştir. Söz konusu bağımsız panel sonuç raporları, devlet tarafından özel olarak değerlendirilmesi gereken teknolojiler konusunda ortak noktada buluşmaktadır.

Bu teknolojiler, ilk sırasını ileri malzeme çözümleme ve üretiminde yenilikler konusunun aldığı altı ana başlık altında incelenmektedir: (ASTRCR 1994)

1. İleri malzemeler
2. İmalat yöntemleri
3. Enformasyon ve telekomünikasyon
4. Biyoteknoloji ve yaşam bilimleri
5. Havacılık ve kara taşımacılığı
6. Enerji ve çevre

İngiltere Uzgörü Çalışmaları: İngiltere, ileri teknolojik kullanıma yönelik malzemeler için uzgörü çalışmaları yürütmektedir. 2000 yılına ait Malzeme Uzgürüsü Panel Raporu, malzemedeki uzgörü kavramının nasıl geliştiğini ve bu kavramın malzeme üreticileri ile son kullanıcılar tarafından gördüğü yaygın kabulü anlatır bir nitelik taşımaktadır.

Bu raporun temel hedefi, küresel ekonominin malzemelere bağlı olarak göstermiş olduğu değişimi sergilemek ve

TABLO 6. ALT SEKTÖRLER VE OLAYLARIN DAĞILIMI

Alt Sektör	Olay Sayısı	Anketteki Olay Sıra No.
İleri Seramik Malzemeler	3	1 - 3
İleri Metal Malzemeler	8	4 - 11
Polimer ve Polimer Bazlı Karma Malzemeler	8	12 - 19
Geri Dönüşüm / Geri Kazanım	7	20 - 26
İmalat	4	27 - 30
Ekonomik Pazar	1	31
Üniversite ve Araştırma Kuruluşları	1	32
Araç Ağırlığı ve Yakıt Tasarrufu	5	33 - 37
Toplam	37	

TABLO 7. KATILIMCILARIN DAĞILIMI

	1. Tur	2. Tur
Sanayi	16	16
Sanayi' den Katılımcıların Toplam İçinde Oranı	66%	62%
Üniversite ve Araştırma Kuruluşları	5	7
Üniversite ve Araştırma Kuruluşları'ndan Katılımcıların Toplam İçinde Oranı	21%	27%
Diğer (üniversite öğrencileri)	3	3
Diğer Katılımcıların Toplam İçinde Oranı	13%	11%
Toplam	24	26

sanayi alt sektörlerinin mevcut malzemelerin performanslarını iyileştirmekten öte ileri teknolojilerin gelişimi için çaba sarfetmeleri gerekliliğini vurgulamaktadır. Bu bağlamda, panel sonunda aşağıdaki tavsiyeler ön plana çıkmaktadır: (MFPR 2000)

“Malzeme ve üretim süreçlerinde sürekli gelişimin teminine yönelik yatırımların artan oranda sağlanması, Malzeme Teknolojileri Uzgürüsünün öncelikli hedefi olmalıdır.” ve *“Çevre dostu ve çevre kirliliğini azaltmaya yönelik malzeme ve üretim süreçleri öncelikli olarak yatırım kapsamına alınmalıdır.”*

Yukarıdaki tavsiyelere ek olarak Malzeme Panel Raporu 2000, kaynakların artan oranda aşağıdaki konularda yapılacak araştırma, geliştirme ve işletim çalışmalarına ayrılması gerekliliğini vurgulamaktadır.

1.Havacılık, otomotiv, denizcilik, ambalaj ve inşaat sektörlerinde özel amaçlı hafif malzemeler ile ağırlık azaltımına yönelik teknolojiler.

2.Havacılık, otomotiv, elektronik ve enerji santrallerinde özel kullanıma yönelik yüksek sıcaklığa dayanıklı malzemeler.

Yukarıda anlatılan ulusal uzgörü çalışmalarını destekler mahiyette, Öner, Alsan ve Doğru (2000) yapmış oldukları çalışmada gelişmiş ülkeler için rekabet üstünlüğü sağlayan teknoloji alanlarını tanımlamışlar; ileri malzemelerin; İngiltere, Almanya, Japonya, Güney Kore ve Hindistan'da

TABLO 8. TÜRKİYE İLERİ MALZEMELER UZGÖRÜ ÇALIŞMASINDA KATILIMCILARIN UZMANLIK DERECEŚİ

Uzmanlık Derecesi	1. Tur	2. Tur
Yüksek	18%	20%
Orta	28%	28%
Düşük	22%	20%
Yok	32%	32%

kritik teknoloji olarak değerlendirildiğini ortaya koymuşlardır.

3. Bulgular ve Değerlendirme

Çalışmada kullanılmış olan Delphi anketi sekiz alt sektör ve otuz yedi olay içermektedir. Alt sektörlerin listesi ve olayların alt sektörlerle göre dağılımı Tablo 6'da gösterilmektedir.

Delphi anketi iki turda sonuçlandırılmıştır. Her iki tur için katılımcıların dağılımı Tablo 7'de görülmektedir. Burada belirtilmesi gereken husus, 1. turu yanıtlamış olan sadece dokuz katılımcının 2. tura katılmış olduğudur. 2. turda 1. tura katılmış olanlara ek olarak iki yeni katılımcı ankete cevap vermiştir. Bu itibarla, 1. tura katılıp 2. turu yanıtlamamış olan katılımcıların yorumlarının değişmediği kabulü yapılmıştır. Bu durum “öğrenmeye hazır olmama” şeklinde değerlendirilmektedir.

2. turda yorumlarını değiştirmiş olanların oranı %23, 2. tura katılmayanların oranı % 69 ve yeni katılımcıların oranı da % 8 şeklinde gerçekleşmiştir.

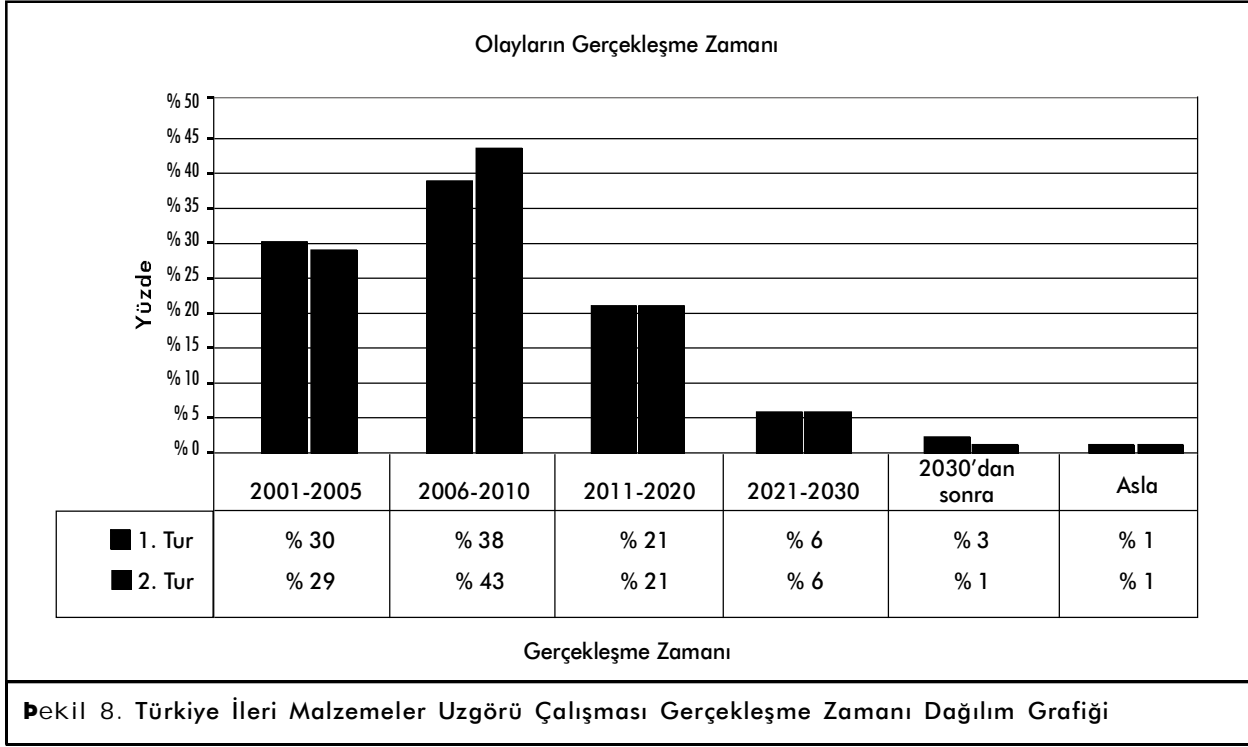
Delphi anketi; katılımcıların uzmanlık derecesi, hayat kalitesine etkisi, gerçekleşme zamanı, işbirliği ihtiyacı, Türkiye'nin Ar-Ge kabiliyeti-ürün/hizmet sunum kabiliyeti-pazarlama kabiliyeti ve karşılaşılabilecek engeller

TABLO 9. TÜRKİYE İLERİ MALZEMELER UZGÖRÜ ÇALIŞMASINDA OLAYLARIN HAYAT KALİTESİNE ETKİ DERECEŚİ

Hayat Kalitesine Etkisi	1. Tur	2. Tur
Yok	2%	1%
Düşük	16%	14%
Orta	39%	42%
Yüksek	44%	43%

TABLO 10. İŞBİRLİĞİ İHTİYACI (TÜRKİYE İLERİ MALZEMELER UZGÖRÜ ÇALIŞMASI)

Ülke	1. Tur	2. Tur
Gerek Yok	3%	2%
Türki Cumhuriyetler	1%	0%
Avrupa Birliği	38%	37%
Amerika Birleşik Devletleri	33%	35%
Japonya	25%	25%



TABLO 11. TÜRKİYE’NİN AR-GE, ÜRÜN/HİZMET SUNUMU VE PAZARLAMA KABİLİYETLERİ

Kabiliyetler	1. Tur	2. Tur
Ar-Ge	4%	4%
Ürün/Hizmet Sunumu	4%	6%
Pazarlama	3%	5%

TABLO 12. KARŞILAŞILABİLECEK ENGELLER

Engeller	1. Tur	2. Tur
Sosyal Kabul	3%	3%
Teknolojik Yapılabilirlik	28%	30%
Finansman Temini	24%	23%
Ekonomik Yapılabilirlik	27%	26%
Mevzuat	7%	7%
Politik	6%	7%
İşgücü	4%	4%

parametrelerini içermektedir. Bu parametrelere ilişkin bulgular aşağıda ayrıntılılarıyla sunulmaktadır. Anketi cevaplamış katılımcıların uzmanlık dereceleri Tablo 8’de verilmektedir. Görüldüğü üzere uzmanlık dereceleri yüksek ve orta seviyede olanlar ile düşük ve sıfır uzmanlık seviyesindeki katılımcılar arasındaki denge iki turda da korunmuştur.

Katılımcıların ortak görüşü ankette belirtilen olayların hayat kalitesine etkisinin yüksek veya orta seviyede olacağı yönünde olmuştur. Tablo 9’den de görüleceği üzere 2. tur sonunda hayat kalitesine etki derecesi yüksek ve orta olan olayların toplam oranı %85 iken etkisi az veya hiç etki etmeyecek şekilde değerlendirilen olayların oranı %15’te kalmıştır.

Olayların gerçekleşme zaman dağılımı Şekil 8’de görülmektedir. Sonuçlar, tepe noktası 2006-2010 zaman aralığında olan bir çan eğrisi ortaya koymaktadır. Bu bulgular aynı zamanda Tablo 19’da gösterilen ve Türkiye için önemi vurgulanan olayların gerçekleşme zamanları ile de örtüşmektedir.

Anket sonuçları Avrupa Birliği ile Amerika Birleşik Devletleri’nin yakın işbirliği içerisinde bulunulması gereken iki ortak olarak değerlendirilmekte olduğunu ortaya koymuştur (Bkz. Tablo 10). Japonya %25’lik bir oranla üçüncü sırada yer alırken Türkiye Cumhuriyetleri ile öngörülen işbirliği ihtiyacı 2. tur sonunda %1’den sıfıra inmiştir. Türkiye’nin Ar-Ge, ürün/hizmet sunumu ve pazarlama alanlarındaki kabiliyetleri de bu çalışmada incelenmiş ve Tablo 11’den de anlaşılacağı üzere katılımcılar tarafından “takipçi” nitelikte değerlendirildiği görülmüştür. Türkiye’nin ürün/hizmet sunumu ile pazarlama kabiliyetleri üzerindeki yorumların 2. tur sonunda 1. tura kıyasla %2 artmış olduğu görülmektedir. Katılımcıların Ar-Ge kabiliyeti konusundaki görüşleri her iki turda da %4 mertebesinde kalmıştır. “Takipçi” nitelik taşımasına rağmen Türkiye’nin ürün/hizmet sunum kabiliyeti %6 ile ilk sırada yer almaktadır.

Teknolojik yapılabirlik, ekonomik yapılabirlik ve finansman temini uzgörü çalışmasında bahsi edilen olayların gerçekleşmesinde karşılaşılabilecek en büyük üç engeli

oluşturmaktadır (Bkz. Tablo 12). Her iki turda da bu üç başlığın toplamı % 79'u bulmaktadır. Mevzuat ve politik engeller toplamda % 14 ile ikinci sırada gelmektedir. Sosyal kabul, eğitim ve işgücü toplamı ancak % 7'yi bulmakta olduğundan önemli engeller olarak nitelendirilmemektedir.

3.1. Türkiye İleri Malzemeler Uzgörü Çalışmasının Alt Sektörler Bazında Değerlendirilmesi

Yukarıda Delphi anketinin bütünü için yapılmış değerlendirmeler, aynı parametreler bazında bu defa alt

sektörler esas alınarak detaylı incelenmektedir. Her iki turda da “Üniversite ve Araştırma Kurumları”, “Araç Ağırlığı ve Yakıt Tasarrufu”, “İmalat” ve “İleri Metal Malzemeler” alt sektörlerinde katılımcıların uzmanlık seviyeleri daha yüksek olmuştur (uzmanlık derecesi yüksek ve orta olanların toplamı). Ayrıca, 2. turda “Ekonomik Pazar” alt sektöründe yüksek ve orta uzmanlık dereceleri toplamında 1. tura göre % 5’lik bir artış olmuştur (Bkz. Tablo 13).

Katılımcıların çoğunluğu Tablo 14’ten görüleceği üzere

Alt sektör	1. Tur				2. Tur			
	Yok	Düşük	Orta	Yüksek	Yok	Düşük	Orta	Yüksek
İleri Seramik Malzemeler	%36	%27	%23	%14	%32	%24	%26	%18
İleri Metal Malzemeler	%30	%20	%26	%24	%29	%20	%25	%26
Polimerler/Polimer Bazlı Karma Malz.	%41	%25	%25	%10	%41	%23	%28	%8
Geri Dönüşüm/Geri Kazanım	%36	%25	%22	%17	%36	%23	%25	%16
İmalat	%34	%9	%38	%18	%33	%11	%35	%22
Ekonomik Pazar	%32	%23	%27	%18	%29	%21	%29	%21
Üniversite ve Araştırma Kuruluşları	%9	%17	%48	%26	%4	%17	%48	%30
Araç Ağırlığı ve Yakıt Tasarrufu	%21	%23	%32	%25	%19	%21	%31	%30

Alt sektör	1. Tur				2. Tur			
	Yok	Düşük	Orta	Yüksek	Yok	Düşük	Orta	Yüksek
İleri Seramik Malzemeler	%0	%16	%61	%23	%0	%15	%63	%23
İleri Metal Malzemeler	%0	%19	%42	%39	%0	%18	%42	%40
Polimerler/Polimer Bazlı Karma Malz.	%0	%19	%49	%32	%0	%17	%54	%29
Geri Dönüşüm/Geri Kazanım	%3	%13	%22	%62	%3	%10	%31	%57
İmalat	%6	%13	%45	%36	%5	%9	%50	%36
Ekonomik Pazar	%14	%23	%36	%27	%13	%13	%46	%29
Üniversite ve Araştırma Kuruluşları	%0	%5	%9	%86	%0	%4	%4	%91
Araç Ağırlığı ve Yakıt Tasarrufu	%0	%16	%31	%52	%0	%14	%30	%56

Alt sektör	Asla	2001-2005	2006-2010	2011-2020	2021-2030	2030’ dan sonra
İleri Seramik Malzemeler	%0	%31	%37	%31	%0	%0
İleri Metal Malzemeler	%0	%34	%39	%23	%3	%1
Polimerler/Polimer Bazlı Karma Malz.	%1	%38	%32	%18	%8	%2
Geri Dönüşüm/Geri Kazanım	%1	%20	%41	%23	%7	%8
İmalat	%0	%38	%42	%13	%5	%2
Ekonomik Pazar	%0	%18	%50	%23	%9	%0
Üniversite ve Araştırma Kuruluşları	%0	%41	%32	%23	%5	%0
Araç Ağırlığı ve Yakıt Tasarrufu	%1	%23	%39	%23	%8	%6

tüm alt sektörlerde yer alan olayların hayat kalitesine etkisinin yüksek veya orta düzeyde olacağı konusunda hemfikir olmuşlardır. Düşük etkili veya hiç etkisi olmadığı yönündeki yorumlarda 1. tura kıyasla 2. turda azalma gözlenmiştir.

Katılımcılar tüm alt sektörlerde yer alan olayların önümüzdeki yirmi yıl içerisinde gerçekleşeceği yönünde görüş belirtmişlerdir. Ancak, çoğunluk bu olayların 2006-2010 zaman aralığında hayata geçeceğini düşünmektedir ve bu düşüncede olanların oranı 2. turda 1. tura kıyasla artış göstermiştir (Bkz. Tablo 15.a ve Tablo 15.b).

Tablo 16.a ve Tablo 16.b katılımcıların yabancı ortaklarla sıkı bir işbirliğine gereksinim duyulduğu görüşünü ortaya koymaktadır. Avrupa Birliği, Amerika Birleşik Devletleri ve Japonya için yapılmış olan tercihlerin oranı her iki turda da benzer özellik taşımaktadır.

Türkiye'nin Ar-Ge, ürün veya hizmet sunumu ile pazarlama alanlarında "lider" konumunu gösterir değerler Tablo 17'de sunulmaktadır. "İleri Seramik Malzemeler", "Ekonomik Pazar" ve "Üniversite ve Araştırma Kuruluşları" alt sektörlerinde Türkiye'nin Ar-Ge kabiliyeti her iki turda da % 4 - 5 seviyelerinde sabit olarak değerlendirilmektedir.

TABLO 15.B. GERÇEKLEŞME ZAMAN ARALIĞI – 2. TUR

Alt sektör	Asla	2001-2005	2006-2010	2011-2020	2021-2030	2030' ten sonra
İleri Seramik Malzemeler	%0	%27	%49	%24	%0	%0
İleri Metal Malzemeler	%0	%33	%43	%22	%2	%0
Polimerler/Polimer Bazlı Karma Malz.	%1	%32	%41	%16	%10	%0
Geri Dönüşüm/Geri Kazanım	%1	%21	%42	%23	%9	%4
İmalat	%0	%40	%41	%16	%2	%0
Ekonomik Pazar	%0	%17	%58	%21	%4	%0
Üniversite ve Araştırma Kuruluşları	%0	%35	%43	%17	%4	%0
Araç Ağırlığı ve Yakıt Tasarrufu	%1	%23	%41	%23	%10	%2

TABLO 16.A. İŞBİRLİĞİ GEREKSİNİMİ – 1. TUR

Alt sektör	Gerek Yok	Türki Cumhuriyetler	AB	ABD	Japonya
İleri Seramik Malzemeler	%0	%2	%40	%34	%24
İleri Metal Malzemeler	%3	%1	%37	%32	%27
Polimerler/Polimer Bazlı Karma Malz.	%6	%0	%42	%35	%17
Geri Dönüşüm/Geri Kazanım	%1	%0	%44	%31	%24
İmalat	%3	%1	%36	%33	%28
Ekonomik Pazar	%4	%0	%35	%41	%20
Üniversite ve Araştırma Kuruluşları	%8	%4	%29	%31	%29
Araç Ağırlığı ve Yakıt Tasarrufu	%1	%0	%33	%35	%30

TABLO 16.B. İŞBİRLİĞİ GEREKSİNİMİ – 2. TUR

Alt sektör	Gerek Yok	Türki Cumhuriyetler	AB	ABD	Japonya
İleri Seramik Malzemeler	%0	%2	%37	%36	%26
İleri Metal Malzemeler	%3	%1	%35	%34	%26
Polimerler/Polimer Bazlı Karma Malz.	%3	%0	%40	%39	%18
Geri Dönüşüm/Geri Kazanım	%1	%0	%44	%32	%23
İmalat	%3	%0	%34	%34	%29
Ekonomik Pazar	%6	%0	%31	%41	%22
Üniversite ve Araştırma Kuruluşları	%10	%4	%27	%33	%27
Araç Ağırlığı ve Yakıt Tasarrufu	%1	%0	%33	%35	%31

“İleri Metal Malzemeler”, “İmalat” ile “Araç Ağırlığı ve Yakıt Tasarrufu” alanlarında ise Ar-Ge kabiliyeti ile ilgili düşüncelerin 2. turda olumlu yönde artmış olduğu gözlenmektedir. Buna karşın “Polimerler/Polimer Bazlı Karma Malzemeler” alt sektöründe Ar-Ge kabiliyeti 2. turda % 3 oranında düşmüştür. “Geri Dönüşüm/Geri Kazanım” alanında ise Türkiye’ nin henüz hiçbir Ar-Ge kabiliyeti olmadığı görüşü ortaya çıkmaktadır. Ürün veya hizmet sunumundaki durum da Ar-Ge kabiliyetine benzer bir nitelik arz etmektedir. “İleri Seramik Malzemeler” ile “Üniversite ve Araştırma Kuruluşları” alt sektörlerinde Türkiye’ nin sergilediği kabiliyet her iki tur sonunda aynı kalmış; “İleri Metal Malzemeler”, “Polimerler/Polimer Bazlı Karma Malzemeler”, “İmalat”, “Ekonomik Pazar” ile “Araç Ağırlığı ve Yakıt Tasarrufu” alt sektörlerinde ise artış kaydetmiştir. “Geri Dönüşüm/Geri Kazanım” alt sektöründeki ürün veya hizmet sunum kabiliyeti ise yine ihmal edilebilir düzeyde çıkmıştır. Pazarlama kabiliyetinde ise “İleri Metal Malzemeler”, “Ekonomik Pazar”, “Polimerler/Polimer Bazlı Karma Malzemeler” alt sektörlerinde 2. tur sonunda 1. tura kıyasla önemli bir artış gözlenmiş; bu alt sektörleri “İmalat” ile “Araç Ağırlığı ve Yakıt Tasarrufu” takip etmiştir. Diğer alt sektörlerde ise iki tur arasında bir değişim gözlenmemiştir. Teknolojik yapılabirlik, finansman temini ve ekonomik yapılabirlik katılımcılar tarafından tüm alt sektörlerde

karşılaşılması beklenen esas engeller olarak değerlendirilmiştir. Tablo 18.a ve Tablo 18.b’den de görüleceği üzere mevzuat “Geri Dönüşüm/Geri Kazanım” alt sektöründe beklenen bir diğer önemli engel olarak yorumlanmıştır. “Üniversite ve Araştırma Kuruluşları” ile “Araç Ağırlığı ve Yakıt Tasarrufu” alt sektörlerinde ise mevzuat ve politik engeller yukarıda sayılan üç engele ek olarak karşılaşılabilecek önemli engeller olarak değerlendirilmiştir.

Delphi anketi sonuçları değerlendirildiğinde aşağıdaki kriterleri sağlayan olaylar için ulusal kaynakların öncelikli olarak ayrılmasının gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

1. Hayat Kalitesine Etkisi en yüksek
2. Gerçekleşme Zamanı en yakın tarihte olan
3. İşbirliği Gereksinimi en düşük
4. Karşılaşılabilecek Engeller en az olan

Delphi anketindeki tüm olaylar yukarıdaki dört şartı sağlayacak şekilde en yüksekten en düşüğe doğru sıralanmıştır. Bu dört kritere göre ortaya çıkan olaylar ve ilgili alt sektörler Tablo 19’da görülmektedir. Türkiye, ileri malzeme teknolojilerinin otomotiv sanayiinde yaygın kullanımı için ulusal kaynaklarını bu olayların gerçekleşmesi üzerinde yoğunlaştırmalıdır.

TABLO 17. TÜRKİYE’NİN AR-GE, ÜRÜN / HİZMET SUNUMU VE PAZARLAMA KABİLİYETLERİ

Alt sektör	1. Tur			2. Tur		
	Ar-Ge	Ürün / Hizmet Sunumu	Pazarlama	Ar-Ge	Ürün / Hizmet Sunumu	Pazarlama
İleri Seramik Malzemeler	%4	%4	%4	%4	%3	%3
İleri Metal Malzemeler	%1	%4	%4	%4	%7	%8
Polimerler/Polimer Bazlı Karma Malz.	%12	%7	%4	%9	%10	%7
Geri Dönüşüm/Geri Kazanım	%0	%0	%0	%0	%1	%1
İmalat	%4	%5	%5	%6	%7	%7
Ekonomik Pazar	%5	%5	%5	%4	%9	%9
Üniversite ve Araştırma Kuruluşları	%5	%10	%5	%5	%9	%5
Araç Ağırlığı ve Yakıt Tasarrufu	%0	%0	%0	%2	%2	%2

TABLO 18.A. KARŞILAŞILABİLECEK ENGELLER – 1. TUR

Alt sektör	Sosyal Kabul	Teknolojik Yapılabirlik	Finansman Temini	Ekonomik Yapılabirlik	Mevzuat	Politik	İşgücü
İleri Seramik Malzemeler	%7	%30	%25	%22	%4	%5	%8
İleri Metal Malzemeler	%0	%34	%27	%24	%4	%6	%5
Polimerler/Polimer Bazlı Karma Malz.	%1	%28	%26	%32	%5	%3	%5
Geri Dönüşüm/Geri Kazanım	%6	%22	%17	%27	%15	%10	%2
İmalat	%3	%29	%26	%32	%4	%3	%2
Ekonomik Pazar	%2	%27	%23	%18	%13	%13	%3
Üniversite ve Araştırma Kuruluşları	%10	%14	%23	%14	%18	%15	%7
Araç Ağırlığı ve Yakıt Tasarrufu	%2	%33	%24	%29	%3	%4	%4

TABLO 18.B. KARŞILAŞILABİLECEK ENGELLER – 2. TUR							
Alt sektör	Sosyal Kabul	Teknolojik Yapılabilirlik	Finansman Temini	Ekonomik Yapılabilirlik	Mevzuat	Politik	İşgücü
İleri Seramik Malzemeler	%5	%31	%27	%20	%3	%6	%7
İleri Metal Malzemeler	%0	%37	%24	%25	%4	%5	%4
Polimer/Polimer Bazlı Karma Malz.	%1	%30	%25	%31	%4	%5	%4
Geri Dönüşüm/Geri Kazanım	%6	%25	%16	%25	%16	%10	%2
İmalat	%3	%31	%26	%30	%4	%4	%2
Ekonomik Pazar	%1	%28	%22	%19	%14	%13	%3
Üniversite ve Araştırma Kuruluşları	%9	%14	%23	%12	%17	%16	%9
Araç Ağırlığı ve Yakıt Tasarrufu	%2	%33	%24	%28	%3	%5	%5

3.2. İngiltere Malzemede Uzgörü Sonuçları ile Türkiye İleri Malzemeler Uzgörü Pilot Çalışması Sonuçlarının Ortak Olaylar İçin Karşılaştırılması

İngiltere Malzemede Uzgörü Delphi Anketi'nden alınmış on bir olay ile ilgili gerçekleşme zaman aralıkları 1. ve 2. turlar için Tablo 20'de görülmektedir. Gerçekleşme zaman aralıkları İngiltere için yapılmış çalışmada farklı olsa da sonuçların karşılaştırılması açısından bir problem oluşturmamaktadır.

İngiltere ve Türkiye uzgörü çalışmalarında Tablo 20'de 6, 12, 14, 20 ve 33 numara ile gösterilmekte olan olaylar gerçekleşme zamanları açısından farklılık göstermektedir. İngiltere'deki uzman görüşlerine göre alüminyum esaslı karma malzemelerin gelişimi (olay 6) Türkiye'ye göre ortalama altı sene önce hayata geçecektir. Aynı durum, 14 numaralı olayda belirtilmekte olan polimer malzemelerin metallerle aynı hızda soğuk şekillendirilebilme özelliği için de geçerlidir.

Otomobillerde yanmayan plastik malzemelerin yaygın ticari kullanımı (olay 12) ise Türkiye ile kıyasla İngiltere'de 10 sene önce gerçekleşecektir.

Geri dönüşüm konusunda (olay 20) ise İngiltere'nin Türkiye'ye kıyasla daha hassas olduğu gözlenmektedir. İngiltere uzgörü sonuçlarına göre bu olayın gerçekleşmesi ilk turda 2005 olarak değerlendirilirken ikinci turda bu tarih 2002 yılına yakınsamıştır. Türkiye'de ise geri dönüşüm konusunun gerçekleşmesi için yedi seneye ihtiyaç vardır. İçten yanmalı motorlarda hafifletme çalışmaları (olay 33) İngiltere'de çok yakın bir tarihte gerçekleşecek iken Türkiye'de bu olayın hayat bulması ancak sekiz sene sonra mümkün gözükmektedir.

Yukarıda ifade edilmekte olan bilgilerin ışığı altında İngiltere'nin alüminyum bazlı karma malzemeler, ileri plastik malzemeler ve geri dönüşüm konularında öncü durumda olduğu ifade edilebilir. Bu bulgular Malzemede Uzgörü – Rapor 2000 sonuçları ile de örtüşmektedir. Raporda vurgulanmakta olan konuların başında malzemede

süreklilik ve hafiflik gelmekte, alüminyum esaslı malzemelerin ulaşım sektöründe kullanımının artması yönünde görüş bildirilmektedir. Uzmanların görüşü, bu olayların gerçekleşmesinin ulusal refahın sağlanması için büyük önem taşıdığı yönündedir.

4. Sonuç

Başta ABD, İngiltere, Almanya ve Japonya olmak üzere teknolojik ve ekonomik anlamda gelişmiş olan ülkelerde ulusal satıhta yoğun bir şekilde yürütülmekte olan Malzemede Uzgörü Çalışmaları, ileri malzeme teknolojilerinin ekonomik ve sosyal refah seviyesinin artmasında büyük öncelik taşımakta olduğunu ortaya koymaktadır. Bu ülkelerde devam eden uzgörü çalışmalarının başarısına etki eden faktörler aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

1. Bilim ve teknoloji alanlarında önceliklerin belirlenmesi için sistematik bir metodun uygulanması.
2. Geleceğe yönelik potansiyelin ve teknoloji uygulamalarının değerlendirilmesi.
3. Teknolojinin ihtiyaç duyulacağı pazar fırsatlarının tanımlanması.
4. Teknoloji yol haritasındaki teknolojik ve ekonomik açıdan güçlü yönlerin belirlenmesi, olası potansiyel kayıplar ile sosyal-teknolojik-ekonomik engellerin tespiti.
5. Sanayi yaygın ve etkin katılımı.
6. Kamu sektörü, özel sektör ve araştırma kuruluşları arasında etkin iletişimin kurulması ve sürekliliğinin sağlanması.
7. Uzgörü çalışmaları sonuçlarının ulusal boyutta paylaşımı.
8. Uzgörü çalışmalarının yaşayan bir süreç olarak algılanması ve belli zaman aralıklarında bu çalışmaların periyodik olarak tekrarlanması.
9. Uzgörü çıktıları ile ulusal politika ve stratejilerin ilişkilendirilmesi.

Türkiye'de ise ulusal bilim ve teknoloji yeterliliğinin geliştirilmesi için Yüksek Planlama Kurulu'nun önerdiği

TABLO 19. KAYNAK TAHSİSİ YAPILMASI ÖNERİLEN OLAYLAR VE İLGİLİ ALT SEKTÖRLER			
Sıra No.	Olay	Alt sektör	Gerçekleşme Zamanı
1	14. Polimer malzemelerin metaller için uygulanan soğuk şekillendirme proseslerine yakın hızlarda ve bugünkünden 10 kat daha hızlı metodlarla soğuk şekillendirilmesi mümkündür.	Polimerler / Polimer Bazlı Karma Malz.	2013
2	17. Karbon liflerin kilogram başına üretim maliyetlerinin 20 Amerikan Doları'ndan 5 Amerikan Doları'na inmesi karbon takviyeli karma malzemelerin alüminyum yerine yaygın kullanımını sağlamaktadır.	Polimerler / Polimer Bazlı Karma Malz.	2009
3	19. Ağır ticari araç sektöründe SMC (sheet moulding composite) malzeme kullanımı araç başına 450 kg'a ulaşmaktadır.	Polimerler / Polimer Bazlı Karma Malz.	2009
4	10. Magnezyumun araç başına kullanım miktarı 115 kg'a ulaşmaktadır.	İleri Metal Malz.	2009
5	13. Organik polimerlerin yerine yüksek mukavemet değerlerine sahip ve yüksek sıcaklıklara dayanıklı yeni kuşak polimer malzemeler yaygın kullanım alanı bulmaktadır.	Polimerler / Polimer Bazlı Karma Malz.	2009
6	16. Karbon lif takviyeli malzemelerin üretim maliyetlerini azaltmak için otomasyona geçilerek insan yoğunluklu metodlar terkedilmektedir.	Polimerler / Polimer Bazlı Karma Malz.	2008
7	32. Üniversitelerdeki öğretim ve laboratuvar araştırmalarının malzeme bilimi, tasarım ve mühendislik alanlarındaki gelişmeleri destekleyecek nitelikte yeniden düzenlenmesi otomotiv endüstrisine önemli girdiler sağlamaktadır.	Üniversite ve Araştırma Kuruluşları	2008
8	8. Akma dayanımı >500 MPa olan yüksek mukavemet çeliklerinin otomotiv sektöründeki kullanım miktarı toplam içerisinde %65' e ulaşmaktadır.	İleri Metal Malz.	2007
9	9. Çelik endüstrisindeki gelişmeler sonucu günümüz otomobil yapılarından %24 hafif, %34 daha dayanıklı ve \$154 daha az maliyetli çelik konstrüksiyon otomobil gövdeleri imal edilmektedir.	İleri Metal Malz.	2008
10	11. Alüminyumun araç başına kullanım oranı ağırlık bazında %20' ye ulaşmaktadır.	İleri Metal Malz.	2008
11	15. Karbon lif takviyeli karma malzemelerin otomotiv endüstrisinde daha düşük maliyetli kullanımı için cam takviyeli karma malzemeler esas alınarak üretilen yapılarda mukavemet gerektiren bölgeler karbon lif ile takviye edilmektedir.	Polimerler / Polimer Bazlı Karma Malz.	2009
12	24. Geri dönüşümü olmayan malzeme miktarı toplam araç ağırlığının %5' ini oluşturmaktadır.	Geri Dönüşüm/Geri Kazanım	2014
13	5. Yeni kuşak magnezyum alaşımların yüksek sıcaklıkta gösterdiği korozyon direnci otomotiv endüstrisinde yaygın kullanım sahası bulmalarını sağlamaktadır.	İleri Metal Malz.	2009
14	21. Otomobillerde mevcut karma malzemeler için uygun geri dönüşüm metodları bu sektörde yaygın olarak kullanılmaktadır.	Geri Dönüşüm/Geri Kazanım	2008
15	23. Hükümet ve araç üreticilerinin ortak girişimleri sonucu motorlu kara taşıtlarındaki geri dönüşüm oranı %85 seviyesine ulaşmaktadır.	Geri Dönüşüm/Geri Kazanım	2016
16	28. Yeni malzeme ve proses tekniklerinin kullanımı ile otomobil endüstrisinde imalat ve montaj maliyetleri bugüne oranla %30 azalmaktadır.	İmalat	2007

TABLO 20. İNGİLTERE VE TÜRKİYE MALZEMEDE UZGÖRÜ ÇALIŞMASI - ORTAK OLAYLAR İÇİN KARŞILAŞTIRMA

OLAYLAR (İngiltere ve Türkiye Malzemedeki Uzgörü Delphi Anketi'nde ortak)	İngiltere Malzemedeki Uzgörü Gerçekleşme Zaman Aralıkları						Türkiye İçin Gerçekleşme Zaman Aralıkları	
	1995-1999	2000-2004	2005-2009	2010-2014	2015 ve sonrası	Hiçbir zaman	İngiltere Sonuçları 1. ve 2. Tur	Türkiye Sonuçları 1. ve 2. Tur
1. Seramik malzemelerdeki gelişmeler motorlu taşıtlarda seramikten imal edilmiş turboşarj (cebri hava besleme) türbin kanatçıklarının kullanımına olanak sağlamaktadır.	5	36	24	21	12	2	2009	2008
	7	35	24	22	11	2	2008	2008
4. Titanyum alaşımlı malzemeler motor supapları, itme çubukları ve supap yaylarında yaygın kullanım alanı bulmaktadır.	26	43	16	5	5	6	2008	2008
	32	40	14	4	8	2	2005	2008
5. Yeni kuşak magnezyum alaşımların yüksek sıcaklıkta gösterdiği korozyon direnci otomotiv endüstrisinde yaygın kullanım sahası bulmalarını sağlamaktadır.	15	37	29	8	7	4	2008	2009
	18	36	25	5	7	7	2011	2009
6. Yüksek mukavemet, elastiklik katsayısı ve kırılganlık direncine sahip alüminyum esaslı karma malzemelerin ($E > 100$ GPa; $\sigma_y > 450$ MPa; $\rho < 2.8$ Mg m ⁻³ ; $K_{IC} > 25$ MPa m ^{-1/2}) düşük maliyetlerle üretimi mümkün olmaktadır.	19	44	29	8	1	0	2003	2008
	28	50	17	3	2	0	2002	2009
12. Otomotiv endüstrisinde kullanılan malzemeler yerine toksik olmayan ve yanmayı geciktirici plastik malzemeler yaygın olarak kullanılmaktadır.	18	44	27	5	4	2	2005	2016
	25	48	21	2	2	2	2004	2014
13. Organik polimerlerin yerine yüksek mukavemet değerlerine sahip ve yüksek sıcaklıklara dayanıklı yeni kuşak polimer malzemeler yaygın kullanım alanı bulmaktadır.	10	31	35	12	10	3	2009	2009
	11	30	38	8	10	3	2008	2009
14. Polimer malzemelerin metaller için uygulanan soğuk şekillendirme proseslerine yakın hızlarda ve bugünkünden 10 kat daha hızlı metodlarla soğuk şekillendirilmesi mümkündür.	7	36	43	11	1	1	2006	2013
	11	47	34	5	0	3	2007	2013
20. Farklı kimyasal yapıdaki plastiklerin araç üzerinden demonte edilirken eş zamanlı olarak analizi ile geri dönüşümü, yeniden kullanımı ya da hurdaya ayrılması mümkün olmaktadır.	30	39	19	6	4	2	2005	2009
	33	47	10	7	4	0	2002	2009
21. Otomobillerde mevcut karma malzemeler için uygun geri dönüşüm metodları bu sektörde yaygın olarak kullanılmaktadır.	22	35	26	7	7	3	2007	2009
	25	35	29	3	6	3	2006	2008
32. Üniversitelerdeki öğretim ve laboratuvar araştırmalarının malzeme bilimi, tasarım ve mühendislik alanlarındaki gelişmeleri destekleyecek nitelikte yeniden düzenlenmesi otomotiv endüstrisine önemli girdiler sağlamaktadır.	37	37	12	6	3	7	2008	2008
	42	34	11	6	2	6	2007	2008
33. Mevcut malzemelerden daha hafif, fakat eşdeğer özelliklere ve maliyete sahip alternatif malzemeler içten yanmalı motorlarda yaygın olarak kullanılmaktadır.	14	43	23	14	4	2	2006	2014
	19	45	16	17	3	0	2004	2012

süreç şu şekilde adımlandırılmıştır:

1. Küresel teknolojiyi edinebilmek.
2. Edinilen teknolojiyi öğrenip özümsemek.
3. Bu teknolojiyi ekonominin ilgili etkinlik alanlarına yayarak kullanır hale gelmek.
4. Aynı teknolojiyi bir üst düzeyde yeniden üretebilme becerisini kazanabilmek.

5. Bu beceriyi teknolojinin kaynağı olan bilimi üretebilme yeteneğini kazanma yönünde derinleştirebilmek. Gerçekte bu süreç, başarılı bir uzgörü çalışması için ortaya konmuş bulunan aşağıdaki hususları dikkate almamaktadır.

1. Kısıtlı ulusal mali kaynaklarının kullanımı için Türkiye'nin bir öncelik sıralaması yapma zorunluluğu.
2. Türkiye'nin gelecekteki potansiyellerini değerlendirmek ve bunlara ulaşmada karşılaşılabilecek sorunları tespit etmek üzere ulusal düzeyde bir çalışmanın yapılmıyor olması. Bu tür bir sorumluluk kamu ve özel sektör tarafından paylaşılmalıdır.

3. Kamu ve özel sektör düzeyinde ulusal katılımın sağlanması ihtiyacı.

4. Kamu sektörü-özel sektör-üniversite/araştırma kuruluşları üçgeninde iki yönlü iletişim kanallarının kurulması ve sürekli gelişiminin sağlanması, ortak bir veri tabanı oluşturularak bilgi alışverişinde sürekliliğin temini.

5. Teknoloji yaratımında özel sektör ile üniversitelerin daha fazla işbirliğine gitmesi gerekliliği. Mevcut Ar-Ge düzeyi gözönüne alındığında bu tür bir işbirliğinin sanayiye kazandıracağı katma değer özel sektör tarafından yeterince anlaşılmadığı veya takdir edilmediği görülmektedir.

6. Özel sektörün teknoloji yaratımında daha fazla katılım ve inisiyatif alması.

Delphi anketinden elde edilen sonuçların da işaret ettiği üzere Türkiye, özellikle polimer ve polimer bazlı karma malzemeler ile ileri metal malzemeler üzerinde yoğunlaşmalıdır. Bu iki konu, Avrupa ve ABD'de otomotiv sanayiinin son yirmi yıl içerisinde yoğunlaştığı ana başlıklar olma özelliği taşımaktadır.

Batı'da otomotiv sanayiinin daha verimli ve az atık üreten araçlar geliştirmeyi hedeflemesinde enerji kaynaklarının her geçen gün azalması ve artmakta olan çevresel kaygılar önemli yer tutmaktadır. Buna bağlı olarak tasarım ve geliştirme sürecinin kısaltılması ile üretim süresi ve giderlerinin azaltılması, otomotiv sanayiine uluslararası rekabet düzeyini artırıcı bir nitelik kazandırmaktadır. Burada temel hedef; yeni malzeme ve üretim teknolojilerini mevcut araçlarda başarıyla uygulayarak bunları ticari açıdan gerçekleştirmek ve yarının araçlarında can ve mal güvenliğinden ödün vermeksizin kullanılacak hafif malzemelerin üretimi için gerekli araştırma ve geliştirme faaliyetlerini sürdürmektir.

Hafif metaller ile polimer bazlı karma malzemeler, yüksek dayanım/ağırlık oranları itibarıyla çok uzun zamandan beri otomotiv sanayiinin gündeminde yer almaktadır. Uzay ve havacılık sanayiinde çok uzun bir süredir yaygın olarak kullanılmakta olmasına rağmen, bu malzemelerin otomotiv sanayiinde temin ve üretimi ile ilgili ticari anlamda bazı sıkıntılar yaşanmaktadır. Uzay ve havacılık sanayiinin aksine otomotiv endüstrisinde güvenlik ve performans gereklilerinin mümkün olan en düşük maliyette temini temel hedef olarak alınmaktadır.

Delphi anketi sonuçlarında Türkiye için vurgulanmakta olan konuların yukarıda bahsedilen hususlarla örtüşmekte olduğu görülmektedir. Polimer bazlı karma malzemeler için:

- i. düşük maliyetli gelişmiş üretim yetenekleri,
- ii. yüksek mukavemetli ve yüksek sıcaklığa dayanım gösteren yeni nesil polimer malzemelerin bulunması,
- iii. kullanım maliyetlerinin düşürülmesine yönelik olarak yüksek dayanımlı, fakat düşük maliyetli malzeme alternatiflerinin uygun yerlerde kullanılması üzerinde yoğunlaşılması gereken konulardır. İleri metal malzemeler konusunda ise:

i. alüminyum ve magnezyumun otomobil gövde ve şasi elemanlarında yaygın kullanılması,

ii. yüksek dayanımlı hafif çeliklerin kullanımı,

iii. yüksek dayanım çeliklerinin üretiminde düşük maliyetli yöntemlerin geliştirilmesi hususları ön plana çıkmaktadır.

Metal ve polimer malzemelerden başka Türkiye için önem arzeden bir diğer konu da geri dönüşümdür. Otomobil üreticileri çevresel kaygıların da etkisiyle araçlarda kullanılmakta olan geri kazanılabilir malzeme miktarında oldukça hassas hareket etmektedirler. Buna bağlı olarak Avrupa'da hükümet ve özel sektör, kullanılan geri kazanılabilir malzeme miktarının toplam araç ağırlığının % 85'ini oluşturmasını hedefleyen ve önümüzdeki yirmi yıl içinde de bu oranı % 95'e artırmayı öngören son derece zorlayıcı bir karar almış bulunmaktadır. Bu bağlamda Türkiye, kendi alt yapısını yeniden düzenleyerek otomotiv sanayiinde hurda malzeme miktarını azaltırken geri kazanılabilir malzeme kullanımında artış hedefleyen bir strateji geliştirmelidir.

Görüleceği üzere Türkiye'nin geliştirmek durumunda olduğu temel stratejik politikalar, ülke gerçeklerine uygun olmak ve gerçekçi verilere dayanmak durumundadır. Bu stratejilerin oluşturulmasında aşağıdaki hususların dikkate alınması büyük önem taşımaktadır.

1. Teknoloji izleme ve bilgi veritabanı oluşturulması için stratejik değerlendirme merkezlerinin kurulması.
2. Son kullanıcı konumundaki birimleri, üretici firmaları, Ar-Ge kuruluşlarını, özel sektör ile proje yönetimi ve takibi

konusunda uzmanlaşmış personeli bünyesinde bulunduran çok disiplinli ve çoklu katılımı teşvik eden stratejik işbirliği ve girişim programları.

3. Özel sektör içerisinde “rekabet öncesi işbirliği” prensibine dayanan ortak çalışma grupları oluşturulması. Yukarıda sıralanan ilk iki kavram Avustralya’da Araştırmada İşbirliği Merkezleri (Cooperative Research Centers, CRC) bünyesinde başarıyla uygulanmaktadır. Bu merkezler; üniversite, özel sektör Ar-Ge ve kamu Ar-Ge kurumlarından oluşan karmaşık bir Ar-Ge kuruluş ağı yapısı meydana getirmektedir. Bu Ar-Ge ağı yapısının temel hedefi; araştırma, geliştirme, eğitim, stratejik planlama ve insan kaynakları yönetiminde etkin bir yönetim tarzı oluşturmak ve uygulamaktır. (CDEST, 2003)

Ulusal düzeyde tüm kamu, özel sektör ve bağımsız araştırma kuruluşlarınca yararlanılacak, güvenilir ve etkin bir veritabanı oluşturulması sürecinde bu çalışmanın da temelini oluşturan Delphi yaklaşımı uygun bir yöntem olacaktır. Ancak, sürekli devinim içerisinde bulunan küresel dinamizmi yakalayabilmek için bu yöntemin belirlenmiş zaman aralıklarında periyodik olarak uygulanması esas olmalıdır.

Kaynaklar

Ahrens M., Mallick V. ve Parfrey K., “Robot-based thermoplastic fibre placement process”, *Industrial Robot*, vol. 25, no. 5, pp. 326-330, 1998.

Alsan A., Comparative National Foresight Studies and a Proposed Technique for Turkey 2023 Foresight Study, yayımlanmamış Ph.D. tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mühendislik Yönetimi Programı, 2003.

Amcaoğlu M. O., Assessment of National IT Foresight Studies and Policy Implications for Turkey, yayımlanmamış MBA tezi, Yeditepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2001.

ASTCR Australian Science and Technology Council Report, “Matching science and technology to future needs: an international perspective”, Australian Government Publishing Service, Canberra, 1994.

CDEST Commonwealth Department of Education, Science and Training, The Cooperative Research Centers Program Home Page, www.crc.gov.au, Mayıs 2003.

Grupp H. ve Linstone H. A., “National technology foresight activities around the globe”, *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 60, pp. 85-94, 1999.

Güler, S., WLAN Technology Roadmap, yayımlanmamış MS tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2002.

Kabak M., Foresight Study on Defense Technologies, yayımlanmamış MS tezi, Yeditepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2001.

Kimberley W., “The light programme”, *Automotive Engineer*, vol. 25, no. 2, pp. 54 – 55, February 2000.

Kök M. S., Media Content Analysis by MORN to Determine

Anticipated Megatrends in Turkey: A Factor-Analytic Approach, yayımlanmamış MS tezi, Yeditepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2000.

Köşker A., Assessing the Role of Third Generation Foresight Studies in National Decision Making: Energy Foresight in Turkey and UK, yayımlanmamış MS tezi, Yeditepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2001.

Langdon R., Mann D. ve Helps I., “Materials”, *Automotive Engineer*, vol. 22, no. 2, pp. 30 – 44, March 1997.

Mann D., “On materials for lean weight vehicles”, *Automotive Engineer*, vol. 23, no. 3, pp. 44 – 56, March 1998.

Maxwell J., *Plastics in the Automotive Industry*, Woodhead Publishing Ltd., U.S.A., 1994.

MFPR Materials Foresight Panel Report, “Materials: Shaping Our Society”, UK, December 2000.

Öner M. A., Alsan A. ve Doğru M., Ulusal Uzgörü Çalışmaları ve Türkiye 2023 için Bir Yöntem Önerisi, Boğaziçi Üniversitesi Yayınları, Türkiye, 2000.

Pelagagge P. M., “Product innovation programme in the field of flexible components for automotive suspension systems”, *Industrial Management & Data Systems*, no. 99/5, pp. 197-204, 1999.

Şayan M., Critical Technologies for Machine Manufacturers: An e-Panel and Foresight Study, Yeditepe Üniversitesi University, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2001.

Sönmez F., Pilot National Foresight Study on Transportation in Turkey and Policy Implications, Yeditepe Üniversitesi, yayımlanmamış MBA tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2001.

Sundu M., Foresight on Financial Services, yayımlanmamış MBA tezi, Yeditepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2002.

TBBSKİOS Türkiye’nin 500 Büyük Sanayi Kuruluşu İçinde Otomotiv Sanayii, Otomotiv Sanayii Derneği Raporu 2002/7, Ağustos 2002.

Tezer E., “Geleneksel Sanayilerde Yeni Teknoloji Uygulamaları – Otomotiv Sanayii”, IV. Teknoloji Kongresi Bildirileri, İstanbul, 2002.

TSPÖ İleri Malzeme Alanına Yönelik Bilim, Teknoloji ve Sanayi Politikaları Çalışma Grubu Raporu, “Türkiye için Strateji ve Politika Önerileri”, TÜBA-TÜBİTAK-TTGV Bilim-Teknoloji-Sanayi Tartışmaları Platformu, Ankara, Ocak 1996.

Turan Ş. B., System Dynamic Modelling of Energy Needs and Investments in Turkey: Foresight 2023 and Policy Implications, yayımlanmamış MS tezi, Yeditepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2000.

Yavuz S., Technology Roadmap of Automatic Identification and Data Capture Using Graphical Modelling System and Delphi, yayımlanmamış MBA tezi, Yeditepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2003.