

# Mobilite Sektörünü Geliştirmek İçin Öncelikli Eylemleri Belirleme Çalıştayı

*Türkiye'nin Odaklanması Gereken Öncelikli Teknolojiler Nelerdir?*

*Bunları Daha Fazla Gecikmeden Nasıl Hayata Geçirebiliriz?*

 İstanbul

 24.09.2019



T.C. CUMHURBAŞKANLIĞI  
YATIRIM OFİSİ





Raporun Oluşması İçin Katılım ve Fikirleriyle Katkı Sağlayanlar

San Francisco Çalıştay™ Katılımcıları / 20 Haziran 2019		
Ali Alptekin	Otokar	aalptekin@otokar.com.tr
Ali Ufuk Peker	ADASTEC	ufuk.peker@adastec.com
Atalay Taşkoparan	Adastec	atalay@adastec.com
Berke Ercan	Cavo Otomotiv	berke.ercan@cavo.com.tr
Buğra Turan	Koç Üniversitesi	bturan14@ku.edu.tr
Ergün Güraslan	Ford	egurasla@ford.com.tr
Erkan Polat	Tofaş	erkan.polat@tofas.com.tr
Gürcan Karakaş	TOGG	gurcan.karakas@togg.com.tr
Kemal Yazıcı	EcoPlas	kemal.yazici@ecoplas.com.tr
Kerim Can Bayar	Altınay	can.bayar@altinay.com.tr
Özgür Özel	TOGG	ozgur.ozel@togg.com.tr
Prof. Oğuz Tosun	Boğaziçi Üniversitesi	tosuno@boun.edu.tr
Prof. İzak Atiyas	Sabancı Üniversitesi	izak@sabanciuniv.edu
Serkan İmbran	AVL	serkan.impram@avl.com
Taner Göçmez	FEV	Goecmez@fev.com
Umut Genç	Eatron	umut.genc@eatron.com

**Not:** Rapor içinde ( ● formatında ve paragrafların altında görülen) yer alan ifadeler katılımcıların orijinal ifadeleri olup, bu fikirler sentezlerin yapılmasına yardımcı olmuştur. Her seans sonunda yapılan ve katılımcılarca uygun bulunan sentezlere birebir sadık kalınarak inceleyeceğimiz rapor hazırlanmıştır.



---

Çalıştay™ Tasarım, Uygulama ve Raporlama

Analiz Sentez Karlılık, Büyüme ve Sistem Geliştirme Projeleri Tic. Ltd. Şti

[analizsentez.com](http://analizsentez.com) / [calistay.com](http://calistay.com)

*Çalıştay™ soru tasarımı ile başlayan, katılımcıların eleştirel ve yaratıcı fikirlerinin yapıcı şekilde açığa çıkmasını kolaylaştıran, toplanan tüm fikirlerin tam olarak sentezlenmesini ve aslına sadık kalınarak birebir raporlanmasını kolaylaştıran bir yöntemdir. Çalıştay™ marka tescilli 35, 41, 42 ve 45 başlıklarında, 2004 067777 numarasıyla, yöntemin geliştiricisi ve Analiz Sentez Yönetim Danışmanlık firmasının kurucusu Tunç Çelik'e aittir.*



## İçindekiler

1. Özet .....	6
2. Yeni Teknolojiler ve Mobilite Sektöründeki Gelişmelere Genel Bakış.....	9
2.1. Elektrikli araç otomotiv endüstrisinde taşları yerinden oynatabilir .....	9
2.2. Mobilite sektörü yeni teknolojilerin gelişmesi ve ticarileşmesi için öncü sektör.....	10
3. Küresel rekabette odaklanarak öne çıkmak için temel konular .....	11
3.1. Arka plan; güçlü yönler ve eksikleri doğru değerlendirmek.....	11
3.2. Odaklanmayı yönetmek; 5/10/15 yıllık öncelikleri belirleyerek harekete geçmek .....	12
3.3. Yeni teknolojinin gelişeceği altyapıyı oluşturmak .....	13
3.3.1. Türkiye'nin güçlü olduğu üretimden başlayarak, eksikleri tamamlamak.....	13
3.3.2. Şimdiki üretim ve mühendislik alt yapısının globalleşmesini teşvik etmek.....	14
3.3.3. Uygulama odaklı Ar-Ge'ye öncelik vermek .....	14
3.3.4. Eğitim sistemini, öncelikli konularda meraklı, araştırmacı ve saha faaliyetlerine yönelik öğrenciler yetiştirir hale getirmek.....	15
3.3.5. Teknolojilerin öğrenip yaygınlaştırmak için az sayıda, odaklanmış uzman yapılar oluşturmak .....	16
3.3.6. Riski finanse eden akıllı sermaye uygulamaları ile yeniliklerin ticarileşmesini kolaylaştırmak .....	16
3.3.7. Tedarik sanayi firmaları ile start-up'ların ticarileşme noktasında birlikte hareket etmesi	17
3.3.8. Teşvik mekanizmalarını ekosistem inşa etmeye yönlendirmek, odaklamak.....	17
3.3.9. Otomotiv'in gerektirdiği test ve doğrulama altyapısının oluşumunu daha fazla geciktirmemek.....	17
3.3.10. Akıllı şehir ve elektrikli araca geçiş politikalarını oluşturmak.....	18
3.3.11. Ürün geliştirmeyi kolaylaştırıcı ortamlar ve test olanaklarını oluşturmak .....	18
3.4. Pazarımızı regülasyonlarla düzenlemek, yeniliği ister ve ödüllendirir hale getirmek .....	19
3.4.1. Büyük şehirlerde otonom toplu taşıma ve ticari araç konusuna öncelik vermek .....	19
3.4.2. Yeni teknolojileri destekleyen regülasyonlarda öncüler arasında olmak.....	19
3.4.3. Türkiye pazarını başlangıç olarak kullanmalı, ama Dünya pazarı için geliştirmeliyiz ....	20
3.4.4. Yenilikçi ürünlerin geliştirilmesi için kullanıcı verisi oluşturmak .....	20
3.5. Değer zincirini ve işbirliği yapısını oluşturmak .....	21
3.5.1. Firmalar arası koordinasyon, işbirliği model ve yöntemi oluşturulmalı .....	21
3.5.2. Halihazırda sektörü bilenler öncelikleri belirlemeli, direksiyon paydaş işbirliği ile yönlendirilmeli .....	21
3.5.3. Deneyimli ve yetkin ekiplerle ilerlemeliyiz.....	22
3.5.4. Az sayıdaki temel bileşenle ana yol haritası oluşturularak harekete geçilmeli, eksik detaylar eklenerek ele alınmalı .....	22
4. En öncelikli teknoloji alanları .....	23
4.1. Pil geliştirilmesi ve imalatına dönük teknoloji öncelikleri .....	23
4.1.1. Türkiye bu konuda bir üretim yatırımı çekmeli.....	23
4.1.2. Pazar ve talep oluşturmak .....	23
4.1.3. Kamu-özel ortaklığı ile araştırma merkezi alt yapısı oluşturmak .....	24
4.2. Elektrikli araç bileşenleri (EDU) .....	24
4.3. İleri imalat teknolojileri öncelikleri.....	25
4.4. Akıllı Hareketlilik, Altyapı ve Donanım (IoT) Teknoloji Öncelikleri.....	26



4.4.1.	Yenilikçi teknolojilerin kullanımını teşvik eden Pazar yapısını oluşturmak, yatırım çekmek için avantaj sağlar .....	27
4.4.2.	Bakanlıklar ve paydaşlar arasında yüksek düzeyde bir koordinasyon ile çalışılması.....	27
4.4.3.	Nitelikli araştırmacı sayısının artması .....	27
<b>4.5.</b>	<b>Yapay zeka, büyük veri ve veri analizi teknoloji uygulamaları .....</b>	<b>28</b>
<b>4.6.</b>	<b>Otonom araç için teknoloji öncelikleri .....</b>	<b>29</b>
4.6.1.	Otonom ve bağlantılı araç test pisti (fiziksel, sanal, şehrin belli alanında) acil .....	29
4.6.2.	CASE Standartları, test ve sertifikasyon standartlarına uyum sağlanmalı.....	30
4.6.3.	Hızlandırılmış sanal test konusunda Türkiye savunma sanayisindeki birikimini otomotive hızla adapte etmeli .....	30
4.6.4.	Otonom araç teknolojisi yol haritaları oluşturacak ve altyapı desteği sunacak bir merkez oluşturulmalı .....	30
4.6.5.	Genç mühendis ve araştırmacıların sayısı artmalı .....	31
4.6.6.	Yenilikçi küçük girişimcileri destekleyen bir ekosistem oluşmalı .....	31
4.6.7.	Otonom endüstriyel taşıt teknolojileri de kapsam içine alınmalı .....	31
<b>4.7.</b>	<b>Malzeme mühendisliğine dayalı araç tasarım teknolojisine geçmek .....</b>	<b>32</b>
4.7.1.	Kompozit malzemenin ucuzlaması için önlemler geliştirilmeli .....	32
4.7.2.	Yeni nesil otomotiv ihtiyaçlarına yönelik malzeme araştırma enstitüsü oluşturulması	32
<b>5.</b>	<b>Eyleme Geçmek, Sonuç Almak İçin Neler Gerekli? .....</b>	<b>33</b>
5.1.	İcracı, yetki sahibi bir yapı ve bunu destekleyen paydaşlardan kurulu danışma ve uzmanlık gurupları .....	33
5.2.	Mobilite vizyonunun yayılması ve bu paralelde temel regülasyonların tesisi .....	33
5.3.	Şehirlerin ve ürün/hizmetlerin akıllı hale gelmesi.....	34
5.4.	Temel teknolojileri teşvikle oluşturulması, paydaş işbirliği ve akıllı para ve işbirliği ile Ar-Ge çıktılarının ticarileşmesi .....	34



## 1. Özet

İncelemekte olduğunuz rapor, İstanbul (24 Nisan 2019), Detroit (15 Haziran 2019) ve San Francisco'da (20 Haziran 2019) yapılan, "Otomotivde Yenilikçi ve Yıkıcı Teknolojileri Belirleme Çalıştayları" dizisinin son ayağı olup, 23 Eylül 2019 Salı günü gerçekleştirilmiştir. Bu son Çalıştay™ uygulaması öncesinde ve sonrasında, ilk üç çalışmada ortaya konulan teknoloji öncelikleri ve Türkiye'de ekosistemin gelişmesine yönelik öneriler değerlendirilmiş, Türkiye'nin mobilite sektörü ile ilgili öncelikleri 5-10-15 yıllık perspektifte özetlenmiştir.

CAES<sup>1</sup> elektrikli araç yönü öncelikli olarak giderek güçlenen adımlarla yaygınlaşacaktır. Uzay ve savunma sanayisinde gelişen teknolojiler otomotiv sektöründe ticarileştirecek, onu mobilite sektörüne dönüştürecek, daha sonra tüm endüstrilere etki edecek, dönüştürecektir.

Türkiye'de otomotiv endüstrisindeki birikimini kullanarak, bir yandan eksiklerini tamamlayarak globalleşmeli, diğer taraftan yeni teknolojilerde birikim oluşturarak, özellikle uygulamalı Ar-Ge'ye odaklanarak, eğitim sistemini dönüştürerek, start-up'ların etkin destekleyerek, pazarını hızla regüle ederek, az sayıda, yetkin mükemmeliyet merkezleri oluşturarak ve şehirlerinde akıllı uygulamalar konusunda öncü uygulamalarla, hem "teknoloji arzı sağlama"<sup>2</sup>, hem de "pazar talebi yaratma"<sup>3</sup> stratejilerini birlikte kullanarak yeni gelişen teknolojilerle sanayisini dönüştürmeli, ürettiği katma değeri artırmalıdır.

Teknoloji, sermaye, pazar anlamında geride olması nedeniyle Türkiye az sermaye birikimi ile yapabileceklerine odaklanmalıdır. Uzmanlar ve sektör oyuncularını neler yapılması gerektiğini bilmektedir. Türkiye için zaman, eylem zamanıdır, keza daha fazla gecikmenin telafisi olamayacaktır. Etkin bir odaklanma ile sonuç almak için Türkiye;

- Güçlü ve zayıf yönleri iyi analiz ederek, raporda belirtildiği gibi her alana girmemeli,
- Gelişimi tamamlanmış (mature), lider firmaların olduğu alanlardan başlangıçta uzak durmalı,
- Özellikle hızlı hareket ederek, sonuç alınabilecek konulara öncelik vermeli
- icra yetkisi olan bir yapının liderliğinde, paydaşlar arasında etkili bir işbirliği modeli oluşturmalıdır.

Pil konusunda hızla üretim tesisi oluşması, sondan geriye doğru üretim tesislerini geliştirerek elektrikli araç için değer zincirinin rekabet gücünün güvenceye alınmalıdır. Ayrıca Türkiye'nin elektrik üretim ve dağıtım şebekesi ile bu konudaki politikalar uyumlandırılmalıdır.

Tedarik sanayisinin birikimini elektrikli araca yönelik olarak, EDU bileşenleri üretmek için planlamalı, ileri imalat teknoloji uygulamalarını üretimdeki hız ve esnekliğini artıracak şekilde

---

<sup>1</sup> Connected, autonomous, electric, shared

<sup>2</sup> Technology push

<sup>3</sup> Market pull



yorumlayarak uygulamaya sokmalıdır.

Akıllı hareketlilik altyapısını büyükşehirlerinde geliştirmek için güvenlik ve trafik yönetimi ağırlıklı uygulamaların gelişmesi için pazar ve big data oluşumunu sağlamalı, ihtiyaçlarını yazılım sektörüne aktararak Türkiye’den gelişen yeniliklerin, Dünya çapında kullanılabilir uygulamaların gelişmesi için talepkar bir müşteri olarak davranmalıdır. Akıllı şehir donanımlarını üretmekten önce bunları entegre ve tecrübe ederek çözüm geliştirmeye, ihtiyaç belirlemeye öncelik verilmelidir.

Yapay zeka ve deep learning konusunda gençlerimiz eğitilmeli ve önlerine iddialı projeleri paydaşlar işbirliği ile tanımlayıp, koymalı ve finanse etmelidirler. Mobilite uygulamalarından yapay zeka araçları destekli olarak geliştirme yapılacakların seçilerek, ihtiyaç duyulan verinin toplanmasına, uygulama geliştirme süreçlerinden bağımsız olarak vakit kaybetmeksizin başlanmalıdır.

Otonom ve bağlantılı araç teknolojileri güvenlikle ilgili temel uygulamalar bazında ihtiyaçlar (use case) tanımlanmalı, Türkiye’de halen önemli bir eksik olan otomotiv test pisti, Dünya örnekleri dikkate alınarak (Millbrook Birleşik Krallık, Astazero İsveç, GoMentum Station ABD) otonom ve bağlantılı araç özellikleri de içerecek şekilde konuya ilişkin belirlenecek ortak isterlere göre kurulmalıdır. Sanal test konusunda savunma sanayinden destek alınarak uygulama geliştirilmesi, Türkiye açısından önemli fark yaratılabilecek bir konu olabilir, değerlendirilmelidir.

Malzeme konusunda Türkiye dışı bağıdır, özellikle özel plastik ve çelik üretimi ve kompozit malzemenin maliyetinin düşmesine yönelik çalışmalar yapılmalıdır.

## Yedi Teknoloji Alanında 5 – 10 – 15 Yıllık Öncelikler

	5 Yıl (Elektrikli ve hibrit araç)	10 Yıl (Otonom araç)	15 Yıl (Taygınlaşma)
<b>1) Otomotiv/mobilité sektörüne genel bakış</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yetkili ve icracı bir yapı ile birlikte paydaş işbirliğinin tesisi (Bölüm 3.5, 5)</li> <li>Test ve validasyon pisti (otonom özellikler dahil) (Bölüm 3.3.1, 3.3.8 ve 3.3.9)</li> <li>Türk tedarik firmalarının globalleşmesi (Bölüm 3.3.8)</li> <li>Uygulamalı Ar-Ge (Bölüm 3.3.2)</li> <li>Odaklanmış, uzman merkezler (Bölüm 3.3.4)</li> <li>Pazarı regüle ederek, geliştirmek (Bölüm 3.4)</li> <li>Risk sermayesi ve akıllı para (Bölüm 3.3.5, 5.4)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Parça yerine sistem üretmeye geçiş</li> <li>Elektronik, yazılım eğitimi, laboratuvar ve araştırmacı sayısı (Bölüm 3.3.3)</li> <li>Ekosistem ve start-up'lar (Bölüm 3.3.6)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li></li> </ul>
<b>2) Pil geliştirilmesi ve imalatına dönük teknolojiler (Bölüm 4.1)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pil üretimi için global oyuncunun teşvik edilmesi (Bölüm 3.3.1)</li> <li>BMS ve paketleme yazılımı geliştirme ve üretimi</li> <li>Pil ve BMS'ler için test merkezi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Araç şasisine entegre modüler batarya paketi oluşturma</li> <li>Solid state pil geliştirme çalışmaları</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yakıt hücresi geliştirme çalışmaları</li> </ul>
<b>3) Elektrikli araç bileşenleri (Electric Drive Unit – EDU) (Bölüm 4.2)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>EDU yazılımı geliştirilmesi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yüksek performanslı elektrik motoru üretimi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Üzerine batarya entegre edilmiş rolling şasi üretimi</li> </ul>
<b>4) İleri imalat teknolojileri (Bölüm 4.3)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Esnek üretim sistemlerine yatırım</li> <li>Entegrasyon uygulamaları geliştirilmesini teşvik etmek</li> <li>Görsel tanıma/algılama çözümleri</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Makine-insan etkileşimini geliştiren çözümler</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Üretim Ar-Ge'sine odaklanmak</li> </ul>
<b>5) Akıllı hareketlilik, altyapı ve donanım (IoT) (Bölüm 4.4)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ülke çapında eşgüdüm yapı ve mekanizması</li> <li>Büyükşehir toplu taşıma uygulamaları (Bölüm 3.4.1)</li> <li>İstanbul'un bir kısmında "akıllı şehir"</li> <li>Belediyelerin konsolide ihtiyaç ve talepleri tanımlanması</li> <li>Big data oluşturmaya trafik verilerini etiketleyerek başlamak</li> <li>Donanım yerine algoritma ve uygulama yazılımı geliştirmek</li> <li>Pilot bölgeler için otonom araçlara yönelik 3 Boyutlu ve yüksek çözünürlüklü harita üretimi</li> <li>Kamu/belediye/ilk yardım araçlarının Telekom operatörlerinden bağımsız, akıllı hareketlilik ve acil durumu destekler alt yapı haberleşmesi uygulamaları – V2I (Örn. Firstnet , ABD)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Şehirlerde yaygınlaşacak temel donanım ve yazılım altyapı uygulamaları</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Şebeke altyapısı ve grid uygulamaları</li> </ul>
<b>6) Yapay Zeka, Büyük Veri ve Veri Analizi (Bölüm 4.5)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Veriyi anonimleştirerek biriktirmek</li> <li>Büyük veri için hukuki ve teknik altyapı</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yapay zeka ve derin öğrenme konularına meraklı öğrencilerin yetiştirilmesi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li></li> </ul>
<b>7) Otonom ve bağlantılı araç teknolojileri (Bölüm 4.6)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Otonoma hazırlık için "use case"ler ve test/öğrenme aracı uygulamaları</li> <li>Test pisti, yazılımı (sanal test) ve ortamının oluşturulması</li> <li>Güvenlik artırıcı V2V ve retrofit uygulamalar</li> <li>Infotainment</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>CASE Standartlarına uyum</li> <li>Otonom araçta niş alanlara odaklanmak</li> <li>ADAS seviye 1 ve 2 uygulamaları</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tam otonom araç geliştirilmesi</li> </ul>
<b>8) Malzeme mühendisliği ve araç tasarım teknolojisi uygulamaları (Bölüm 4.7)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Otomotiv plastik ve çeliği alanında üretim yatırımları</li> <li>Malzeme araştırma enstitüsü oluşturulması</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kompozit maliyetinin düşürülmesi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li></li> </ul>



## 2. Yeni Teknolojiler ve Mobilite<sup>4</sup> Sektöründeki Gelişmelere Genel Bakış

Mobilite sektöründe iki ana eğilim söz konusudur; a) elektrikli araç, b) otonom ve bağlantılı araç. Bunların çevresinde birçok yenilikçi hizmet ve iş modeli önümüzdeki dönemde hızlanarak gelişecektir. Bu bağlamda Türkiye'nin teknoloji atılımı için CASE (connected, autonomous, shared, electric) çok önemlidir. Yeni teknolojilerin ticarileşmesinde CASE'in belirleyici olacak, burada ticarileşen teknolojiler diğer endüstrileri de dönüştürecektir.

Elektrikli ve hibrit araçların pazarda daha hızlı gelişeceği, önümüzdeki 5-10 yıllık süreçte pazarda çok hızlı bir büyüme yaşanacağı öngörülmektedir.

Bunu otonom aracın takip edeceği, 10-15 yıl perspektifinde bu konunun öne çıkacağı beklenmektedir. "Otonom araç" yeni-önemli bir konsept ve yeni "know-how" gerektirmektedir. Bununla birlikte otonom aracın öncü uygulamaları (ADAS, advanced driver assistance system) şimdiden araçlarda hızla yaygınlaşmaktadır.

### 2.1. Elektrikli araç otomotiv endüstrisinde taşları yerinden oynatabilir

İtici sistemlerinin sadeleşmesi (kompleks bir içten yanmalı motor ve şanzıman kombinasyonundan), göreceli olarak oldukça basit bir batarya ve EDU (electric drive unit; elektrik motoru, invertör ve duruma göre 1-2 vites şanzıman) sistemine geçiş, araç üretimine yeni oyuncuların girişini kolaylaştıracaktır.

Eskiden bu konular teknik derinliği nedeniyle pek çok şirketi korkuturdu. Oysa pazar hakimiyeti olan firmalar için bu durum iştah kabartıcı hale gelecektir. Özellikle Asya kıtasının zengin holdinglerinin pazara hakim olduğu, ülke politikalarını etkileyebildiği noktalarda, bu şirketlerin mobilite sektörüne hazır çözüm bileşenleri satın alarak, yeni oyuncular olabilecekleri düşünülmektedir.

Bataryanın şasiye, EDU'nun bir axle'a ve kontrol ünitesinin tüm sisteme entegre olduğu, teknik kompleksitesi azalmış ürünlerle, şasinin üstüne body giydirilerek araçlar satılıp kiralanacaktır.

Bununla birlikte pazarda önümüzdeki 3-5 yıl içinde, Dünya devi otomotiv firmaları piyasayı elektrikli araca doyumaması ile rekabetin artacağı tahmin edilmektedir. Bu nedenle Tesla gibi elektrikli aracın ticarileşmesine önderlik etmiş bir firma dahi, kendine güçlü olabileceği bir niş alan yaratmak istemesi nedeniyle akü konusuna ciddi yatırımlar yapmıştır.

---

<sup>4</sup> Tüm yeni teknolojileri ve ilişkili uygulamalarla birlikte büyüyen otomotiv sektörü için kullanılan yeni terim



## 2.2. Mobilite sektörü yeni teknolojilerin gelişmesi ve ticarileşmesi için öncü sektör

Pek çok sektöre de etki edecek yeni/akıllı teknolojiler, Dünya çapında mobilite sektörü ile birlikte ticari ölçek kazanacaktır. Türkiye açısından bu yeni teknolojiler konusunda birikim yaratmak için otomotiv endüstrisi önemli bir çalışma alanıdır. Hem OEM'lerin, hem tedarik ağının Türkiye'de gelişkin olması, Türk sanayisinin esnek ve dinamik üretim kültürü, sahip olduğu birikimleriyle, ürün ve süreçlerde gerekli dönüşümler sağlanabilirse, Türkiye otomotiv sektörü üzerinden global piyasalara sunduğu katma değer artacaktır.

Detroit Çalıştay™ raporunda elde edilmiş mobilitenin sekiz alanı, sadece otomotiv için değil pek çok sektörde değişimin temeli olacaktır. Türkiye'nin otomotiv endüstrisindeki konumunu kullanarak, bu teknolojilerde daha hızlı birikim yaratması mümkündür;

- 1) Big Data
- 2) Yapay zeka
  - a. Endüstri 4.0
  - b. Otonom araç
- 3) Test merkezi oluşumu (otonom özelliklerle)
- 4) Yazılım ve yazılım araçları
- 5) Smart City ve Mobility
- 6) Sistem Mühendisliği (Mekanik, elektronik, software)
- 7) Enerji yönetimi
  - a. Hidrojen yakıt hücreleri SCEV
  - b. Lithium Ion pil teknolojileri
  - c. Power electronics (Well > Grid > Wheel)
- 8) Test ve simülasyon yazılımları

Yukarıda ki klasifikasyon daha evrensel bir modelleme olmakla birlikte, aşağıda inceleyeceğimiz dokümandaki klasifikasyon bu içeriğin Türkiye perspektifi ile yeniden düzenlenmiş, bir adım gelişmiş versiyonu olarak değerlendirmelidir.



### 3. Küresel rekabette odaklanarak öne çıkmak için temel konular

#### 3.1. Arka plan; güçlü yönler ve eksikleri doğru değerlendirmek

Günümüzde Dünya’da ki pek çok ülke yeni teknolojiler ve bunların mobilite sektörüne uygulamalarında yer/pay almak istemektedir. Bu zamana karşı yapılan yarışta gerekli bileşenlere sahip olanlar sonuç alacaktır. Bu noktada hızla mesafe almak, geride kalmamak için, biz de nelere sahip olduğumuzu, dört temel başlıkta değerlendirmeliyiz;

- 1) Mühendislik ve yönetim yetkinliğimiz
- 2) Çalışmak için sahip olduğumuz zaman
- 3) Sermaye birikimi ve yapımız
- 4) Pazar yapısı ve büyüklüğümüz

Türk otomotiv sektörü 2000’li yıllardan beri mühendislik ve Ar-Ge yetkinliğini artıran teşvikler geliştirmektedir. Geline nokta bu birikimi global ölçeğe taşıma ve OEM’lerin global mühendislik (co-designer) ve üretim partnerine dönüşerek pozisyonunu güçlendirme durumundadır. Türkiye’de üretim yapan OEM’ler ve bunlara tedarikçi olarak çalışan üretim altyapısının, hızlı-esnek çalışma kültürü ile Türkiye elde ettiği konumu, yeni teknolojilere daha hızlı adapte olarak ileri taşınmalıdır.

Sermaye birikimi Türkiye’nin hep zayıf bir konusu olagelmıştır. Özellikle yenilikçi konuları fonlamak için risk sermayesi ve akıllı para çok yeni oluşmakta, önemi konuşulmaktadır.

Türkiye’nin yeni teknolojileri öğrenmek ve denemek için uzun yılları yoktur. Dolayısı ile Türkiye en baştan başlamamalı, gelişmeleri hızla özümsemeli, global ekosisteme entegre olarak, çabuk ticarileştireceği konularda kendine rekabet avantajları yaratmalıdır. Keza yeni teknolojiler konusunda çok büyük firmalar ve fonlar uzun süredir çalışmakta, özellikle de son 5 yıldır pek çok ilerleme sağlamış, bazı alanlarda ön almışlardır.

Türkiye pazarı seksen milyonluk bir pazar olarak, önemli, ancak yeterli olmayan bir pazardır. Türkiye pazarı yeni teknolojilerin gel(iştiril)mesi için bir ortam oluşturmali, bunun için hızla yeni regülasyonları devreye almalı, yenilikçi çevik bir pazar haline gelerek, hem yatırım çekmeli, hem de global pazara sunduğu ürünlerle teknolojik dönüşüm sürecini güçlendirmelidir.

Türkiye’de üretim yapan OEM’ler üzerinden Dünya pazarlarına açılım olanakları çok daha kolay olabilir. Buna paralel olarak TOGG’da Türkiye’de paydaşlara hedef verip, onları bu hedefler doğrultusunda ivmelendirebilecek bir yapı olarak dikkat çekmektedir.

- Global Dünya’ya entegre olmamız için TR’deki global OEM’ler önemli bir fırsat yaratmaktadır



### 3.2. Odaklanmayı yönetmek; 5/10/15 yıllık öncelikleri belirleyerek harekete geçmek

Odaklanmak için bu çalışmada önemli bir yaklaşım ortaya çıkmıştır; Önerilen yöntem önümüzdeki zamanı, kısa-orta-uzun vade olarak üçe bölmek (5 yıl, 10 yıl, 15 yıl) ve daha sonra yedi temel alanda öncelikleri buna göre kategorize etmektir.

Amaç eyleme geçmeyi kolaylaştırmaktır. Eyleme geçmek aynı zamanda, işin içine girip, gerçek öncelikleri süreç içinde fark etmeyi de mümkün hale getirecektir. Bu nedenle “odaklanmak ve eylem” birbirini besleyen bir döngü oluşturmaktadır. Ancak kararlı eylem sonucunda, daha nitelikli odaklanma öncelikleri elde edilecektir.

	<b>5 Yıl</b> <i>Yatırım yap, doğrultuyu belirle, üretime başla</i>	<b>10 Yıl</b> <i>Araştırma altyapısı oluştur</i>	<b>15 Yıl</b> <i>Öğren, beşeri sermaye geliştir</i>
<ul style="list-style-type: none"><li>5 yıl perspektifte elektrikli ve hibrit araç öncelikli</li><li>10 yıl perspektifte otonom araç öncelikli</li><li>15 yıl perspektifte ise bu iki teknolojinin ve ilgili altyapının (iletişim, şarj ve akıllı şehirler yaygınlaşması)</li></ul>	Hemen başlanması gereken konularda ürün odaklı proje ve yatırımlar başlamalı, Yeni teknolojilere ilişkin (otonom ve bağlantılı araç) canlı demo gösterimleri teşkil edilerek potansiyel toplanmalı,	Bu konuda laboratuvar yatırımlarını ve araştırma enstitülerini oluşturalım	Üniversiteler bu konularda bilgi toplamaya ve yaymaya başlasın
1) Teknoloji alanındaki gelişmelere genel bakış			
2) Pil geliştirilmesi ve imalatına dönük teknolojiler			
3) Elektrikli araç bileşenleri (Electric Drive Unit – EDU)			
4) İleri imalat teknolojileri			
5) Akıllı hareketlilik, altyapı ve donanım (IoT)			
6) Yapay Zeka, Büyük Veri ve Veri Analizi			
7) Otonom ve bağlantılı araç teknolojileri			
8) Malzeme mühendisliği ve araç tasarım teknolojisi uygulamaları			

Çalışmanın son adımında, icracı ve yetki sahibi bir yapıya olan ihtiyaç, önceliklerin hayata geçmesi ve odaklanmanın yönetilmesi açısından icracı yapının önemi üzerinde durulmuştur.



### 3.3. Yeni teknolojinin geliŖeçeđi altyapıyı oluŖturmak

#### 3.3.1. Türkiye'nin güçlü olduğu üretimden baŖlayarak, eksikleri tamamlamak

Türkiye'de yerleŖik OEM'ler ve bunlarla entegre çalıŖan bir tedarik sanayisi bulunmaktadır. Üretimde hızlı, esnek ve kaliteli yapısı, birikimi, oluŖmuŖ altyapısı ve iliŖki ağı ile Türkiye otomotiv sektöründe güçlüdür.

Türkiye'de OEM'ler ve Tier1 ve Tier2 tedarikçiler, Ar-Ge merkezleri ve tasarım süreçlerinde de bir yetkinlik oluŖturmuŖtur. Bu birikimin geliŖtirilmesi ve global ölçeğe taŖınması önceliklidir. Bu doğrultuda Türkiye'ye global firmaların yatırım yapması, Ar-Ge ve test/doğrulama merkezleri kurması teŖvik edilmeye devam edilmelidir.

Büyük otomotiv üreticileri, global OEM'ler validasyonu dođrulanmıŖ sistemler almak istemektedirler. Bu onların yeni ürün devreye alma hızları ve geliŖtirme maliyetleri kriterleri nedeniyle önemlidir. Bu nedenle Türkiye'de;

- Test, validasyon ve uyumluluk (compliance) altyapısı (standartlara iliŖkin) oluŖturulmalı (uzun süredir konuŖulmasına rağmen sonuç alınamadı)<sup>5</sup>,
- Türk tedarikçiler parça üretmekten, artık sistem üretmeye yönelmeli,
- D-segment araçlarda araç değerinin %30'u yazılım olacağı için otomotiv yazılımı konusunda firmalarımız, yeni start-up'ların desteklenmesi yolu ile hızla mesafe almalı,
- Üniversiteler beŖeri gücü mekatronik ve yüksek teknoloji ürünü tasarımı (elektronik) konusuna odaklamalı,
- AraŖtırmacılar için fiziksel test ortamları<sup>6</sup> ile uygulamalı projeler geliŖtirebilir düzeye getirilmelidir.

Türkiye'nin OEM'ler için Avrupa'da üretim merkezi olma niteliđini koruyup, bunu geliŖtirmesi için pil hresi konusunda n almıŖ büyük devlerden birinin Türkiye'ye bir an önce getirilmesi gerekmektedir.

Tasarım yeteneğini Türk sanayi özellikle son 10 yıldır, Ar-Ge teŖvikleri ile geliŖtirmiŖtir. Bunun ilerleterek, Türk tedarik sanayi OEM'lere kendini kabul ettirme noktasına gelmiŖtir. Ancak hali hazırdaki eksik test, validasyon ve uyumluluk (compliance) alt yapısı uzun süredir konuŖulmasına karŖın halen hayata gememiŖtir. Ŗirketlerimizin geliŖtirdiđi tasarımları kabul ettirmek için gereken test ve validasyon süreçleri kısaltılmalıdır. Uluslararası ortamlarda ciddi oranda sıra olup, birkaç yıl sonrasına sıra alınabilmektedir. Halihazırdaki durum statükoyu desteklemekte, bizim gibi kendine alan açmak isteyen ülke/firmaları çok büyük lde

<sup>5</sup> Oysa uluslararası standartlara uygun çalıŖan ortak geliŖtirme/test/doğrulama faaliyetleri global entegrasyonu kolaylaŖması açısından kritik bir husustur

<sup>6</sup> 150.000 USD mertebesinde yatırımlar bunun için baŖlangı düzeyi için yeterlidir



yavaşlatmaktadır.

### 3.3.2. Şimdiki üretim ve mühendislik alt yapısının globalleşmesini teşvik etmek

Türk tedarik firmaları dışa açılarak, yurtdışında mühendislik/Ar-Ge ve üretim birimleri kurarak, global OEM Dünyası ile entegrasyonu artırmalıdır. Böylelikle firmalarımız ürün geliştirme süreçlerine daha erken aşamalarda, daha kolay ve hızlı entegre olmalıdır. Buna özel bir teşvik gecikilmeden oluşturulmalıdır

- Otomotiv sektörü global. Biz bunu belirleyemeyiz! Uymalıyız!
- Global dünyaya entegre olmak

Türkiye’deki OEM yapısının ve tedarik sanayinin birlikte oluşturduğu büyük üretim gücünü mobilize etmesi Türkiye’nin global ekosisteme entegrasyonu açısından kritiktir. Türk şirketleri global ölçekte hali hazırda üretim esnekliği, hız ve kalitesi ile, “teknoloji lideri<sup>7</sup>” ya da “en düşük fiyatlı<sup>8</sup>” olmama niteliklerini dengelemiş ve konumlanmıştır. Bu noktada dijital dönüşüm yatırımları ile bu esneklik, hız ve dinamizmin ilerletilmesi durumunda, Türk firmaları ve yenilikçi start-up’lar ileride pastadan aldıkları payı daha kolay artıracaklardır.

- Verimliliği artırmalıyız! Elimizdekini korumalıyız!

Detroit ve San Francisco Çalıştay’ları sırasında da bu konu gündeme gelmiş, General Motors’un Ar-Ge’sinde çalışan bir Türk yönetici, Türk firmalarını kendi Ar-Ge merkezlerinin olduğu şehirlerde ofisler oluşturmasının önemli olduğunu, tüm Çin, Kore ve Hintli firmaların global OEM’lerin üretim yaptığı ve Ar-Ge’lerini kurduğu şehirlerde yer aldığını, aksi takdirde global ekosisteme eklenmenin çok da kolay olmayacağını altını çizmiştir.

- Günümüzde birçok OEM, global üretim merkezlerine, ortak platformlar kullanmaya başlamıştır. Bu nedenle Türk tedarik firmalarının da globalleşmesi lazım.

Bu stratejinin Türk sanayisini global piyasaları aracılığı ile daha ucuz finansman maliyetlerine ulaşabilecek, rekabet güçlerini artırarak, risklerini yaymaları kolaylaşacağı unutulmamalıdır.

### 3.3.3. Uygulama odaklı Ar-Ge’ye öncelik vermek

Halen büyük üreticiler ve teknoloji şirketleri arasında ciddi bir mücadele başlamıştır. Teknoloji şirketleri hızla patent üretip, bunları biriktirerek, büyük üreticilerin önünü kapatmakta olup, pek çok patent davası açılmış durumdadır. Türkiye teknoloji geliştirmenin ve fikri hak savaşlarının yüksek belirsizlik yarattığı noktalardan uzak durmalıdır. Türkiye, ticarileşme noktasına gelen

---

<sup>7</sup> Technology owner/leader

<sup>8</sup> Low cost producer



konulara yoğunlaşmalı, daha sonuç odaklı ve sonuç alabileceği konulara odaklanmalıdır.

- Ne yapmalıyız kadar, neyi yapmamalıyızı cevaplamak da kritiktir
- Sonsuz paramız yok, kredileri, maaşları ödemeye çalışan bir yapı bu
- Üründen para kazanmalıyız. 3 yılda hızlı odaklanmış konularda

Unutulmamalıdır ki bir yenilik bulunduktan sonra bunun endüstriyelleşmesi öncelik kazanmakta, kalite, maliyet, güvenilirlik ve seri-üretim şartları sağlandıktan sonra ürünler ticarileşmektedir.

Türkiye kendisini kanıtlayan teknolojilerin ticarileştirilmesi noktasında, öncelikle iyi uygulamalar geliştirmeye odaklanmalı, böylelikle az miktardaki mühendislik gücü, altyapısı, sermaye gücü ve daha önemlisi sabrını doğru önceliklere yatırmalıdır. Özetle, “ilk bulan/geliştiren”, yerine “ilk başarılı endüstriyel uygulamalardan birini Dünya için üreten” olmaya öncelik vermeliyiz. Örneğin sensör teknolojilerine yatırım yapmak yerine, bu teknolojiyi öğrenerek, sistem tasarım yapabilme yeteneğine sahip olarak bu teknolojilerle etkili ve hızlı çözümler geliştirmeliyiz.

- Ürünleri dünya pazarı için geliştirmek
- Ölçeklenebilir ürün üretmek
- Odak teknolojiler ve ticari uygulamalar

Benzer şekilde otonom konusunda da dünya devleri, büyük yatırımlar yapmış durumdadırlar. Son 5 yıldır da çalışmalar<sup>9</sup> çok ilerlemiş durumdadır. Bunu çok daha uygun ve avantajlı bir ekosistemde geliştirdikleri düşünülürse, Türkiye'nin benzer bir sistem kurmak yerine, bu ekosistemler ile entegrasyonu ve Türkiye'nin otonom araç konusunda niş alanlarda, hızlı uygulamalar geliştirmesi daha faydalı olacaktır.

#### 3.3.4. Eğitim sistemini, öncelikli konularda meraklı, araştırmacı ve saha faaliyetlerine yönelik öğrenciler yetiştirir hale getirmek

Türkiye bulunduğu ortam ve yapı itibarı ile makro istikrarı sık bozulabilen, bu nedenle de büyük sermaye yatırımları yapmak yerine, beşeri sermaye geliştirerek ilerlemesi gereklidir, özellikle de genç nüfus yapımız dikkate alındığında.

Çalışmada evrensel standartlarda eğitim veren üniversitelerin sayılarının az olduğu, liselerden çıkan öğrencilerin de ezberci olduğu belirtilmiştir. Bu doğrultuda artık nicelik yerine, nitelik üzerine odaklanmış bir üniversite sistemi oluşturmalı, analitik, düşünme ve araştırma becerileri gelişkin bir lise eğitimi tesis edilmelidir. Bu kapsamda nitelikli iş gücünü oluşturma politikalarına uygulama noktasında, aşağıdaki başlıklar göz önünde tutmalıdır;

- Elektronik ve yazılım becerisini yaygınlaştırmak

<sup>9</sup> ABD lidar konusunda 5 Milyar USD yatırımı 200 şirkete yapmış, bugün çok güçlü az sayıda firmaya sahip duruma gelmiştir



- Gençlere kendilerini gösterebilecek projeler vermek
- İnsana yatırım yapılması için kurumlar arası işbirliği
- Mevcut beyinleri tutmak için katma değerli projelerin işbirliği ile yapılması
- Yetişmiş işgücünün ülkede tutulması
- Tercihen tersine beyin göçünü sağlamak

### 3.3.5. Teknolojilerin öğrenip yaygınlaştırmak için az sayıda, odaklanmış uzman yapılar oluşturmak

Halen pek çok üretici ve klasik teknolojilerle ürün/proses geliştiren firma yeni teknolojilerle ilgili nasıl ve nereden başlayacağını bilmemektedir. Temel teknolojilerde geride olmamıza karşın, yeni teknolojileri güçleri birleştirerek ele alırsak bir fark yaratmamız mümkündür.

Bunun için yeni teknolojiler konusunda, temel/ortak teknolojileri tasarlayan ve bunu üreticilere yayan yapıların oluşması önemlidir. Kritik teknoloji ve altyapı yatırımları devlet tarafından yapılmalıdır (sanal/fiziksel test ve validasyon altyapısı gibi).

- Konvansiyonel teknolojiler de bile henüz geriyiz

Uygulama geliştirmeye yönelik platformlar devlet ve büyük firmaların ortaklığında oluşturulmalı, oluşacak platform üzerinde yenilikçi start-up'lar ve fikir sahibi araştırmacıların bireysel projeleri desteklenmelidir.

Türkiye'de eko-sistem oluşmasına yardımcı olması açısından, söz konusu öncü/uzman merkezlerin ve buralarda çalışan genç mühendis kitlesinin hızlı gelişmesine öncelik verilmelidir.

Halen sayıca fazla üniversite arasından, nitelikli üniversiteler öne çıkarılmalı, altyapısı bugüne kadar oluşmamış üniversitelere kıt kaynaklar dağıtılmamalıdır. Bu doğrultuda belirlenen stratejik alanlarda,

- 1) spesifik mükemmeliyet merkezleri<sup>10</sup> oluşmalı,
- 2) bu yapıların yönetim kurulunda mutlaka belli sayıda endüstri temsilcisi yer almalı,
- 3) destekler SWOT analizi, ilgili ekibin birikiminin uygunluğu, rakip ve pazar analizlerin olgunluğu doğrultusunda verilmelidir.

### 3.3.6. Riski finanse eden akıllı sermaye uygulamaları ile yeniliklerin ticarileşmesini kolaylaştırmak

Oluşacak ekosisteminde oluşan start-up'ların desteklenmesine yönelik, stratejik alanlarda fonlar oluşturulmalıdır. Risk sermayesi oluşumu yapısı devlet-sanayi işbirliği ile oluşturulmalı, ticari öncelikler gözetilerek, yetkin ekipler desteklenmelidir.

<sup>10</sup> İlgili alanlara odaklanmış üniversiteler-kamu-özel sektör işbirlikleri aracılığı ile





Günümüzde fark edilmektedir ki, “akıllı para” özellikle fikirlerin ticarileşmesinin önemli olduğu durumlarda, teşvikten çok daha etkili bir rol oynamaktadır. Teşvikler yeni ve bilinmez alanlarda çalışmaların başlaması için faydalıyken, birikimin olduğu alanlarda akıllı para ile ilerlenmesi gerekmektedir.

- Odak teknoloji geliştirme konularında hızlı ticarileştirme için start-up’ları da sürece katmak
- Smart Money teşvikten daha önemli, bunun üzerinden gitmeliyiz.

### 3.3.7. Tedarik sanayi firmaları ile start-up’ların ticarileşme noktasında birlikte hareket etmesi

Yeni start-up’ların OEM’lere tedarikçi olabilmek, ürün verebilmek için, onların Co-Designer’ı haline gelmeleri gerekecektir. Bu noktada yenilikçi start-up’lar ile halihazırda Ar-Ge’si olan tedarik sanayi firmalarının işbirliği gelişmelere adapte olmamızı kolaylaştıracaktır.

- Ticarileşme ve uygulamanın öncelikli olduğu durumlarda Ar-Ge yerine start-up’lara yatırım
- TOGG 15 alan seçerek kendi start-up’ları ile bir ekosistem oluşturmaya çalışıyor

### 3.3.8. Teşvik mekanizmalarını ekosistem inşa etmeye yönlendirmek, odaklamak

Bugüne dek Türkiye’deki teşviklerin çok etkili olmadığı, bundan sonra hızlı ilerleme gereken konularda, kümelenmiş yetkin yapıların desteklenmesi yoluna gidilmelidir. Destekler her isteyene, yaygın bir şekilde verilerek, kaynak israfı yaratılmamalıdır.

Yaygın teşvikler, konuya ilgi çekmek için ufak ölçeklerde verilmeli, başarı gösterenler gittikçe daha büyük oranda teşviklere aday olabilmelidir. Büyük destek ve teşvikler ise daha küçük destekleri başarmış olanlara ve küme/konsorsiyum olarak çalışan yapılara sağlanmalıdır.

Teşvik mekanizmaları belli niş alanlarda, somut kazanımları hedeflemeli, spesifik konularda, net hedeflere sahip projelere teşvikler verilmeli, değerlendirme ve yönetim süreçlerinde mutlaka sanayi içinden, sektörel deneyime sahip insanlar ve üniversitelerde Dünya çapında çalışmaları kabul görmüş akademisyenler yer almalıdır.

Konuları seçerken yazılım ağırlıklı olmak üzere, bu raporda yer alan konular kapsanmalı, tüm destek ve teşvikler ihtiyaç ve problem odaklı yaklaşımla ele alınmalı, artık gereksiz, mükerrer laboratuvar ve merkez yatırımları önlenmeli, kaynaklar doğru önceliklere aktarılmalıdır.

### 3.3.9. Otomotiv’in gerektirdiği test ve doğrulama altyapısının oluşumunu daha fazla geciktirmemek

Öncelikle Türkiye’de geliştirilecek ürünlerin, Türkiye’de hızlı ve uygun maliyetle test edilmesi, validasyonunun yapılabilmesi temel bir gerekliliktir. Aksi takdirde geliştirilecek çözümlerin ticarileşmesi söz konusu olamayacaktır.



Halen yurt dışındaki test/validasyon tesislerini kullanmak hem çok pahalı, hem de çok zaman almaktadır. Eğer bu alanda oyuncu olmak istiyorsak ve Ar-Ge'ye, işgücü yetiştirmeye teşvik veriyorsak, bu altyapıyı da hızla hazır etmeliyiz. Bu altyapının da profesyonelce yönetilmesi, yurtdışına da hizmet vermesi gözetilmelidir.

- Fiziksel test ve validasyon
- Yazılım ortamında test ve validasyon ortamı
- Şehrin belli alanlarında gerçek test ve validasyon ortamları

### 3.3.10. Akıllı şehir ve elektrikli araca geçiş politikalarını oluşturmak

Madem ki elektrikli araç birçok yeniliğin temeli olacaktır. Türkiye alternatif enerjiler konusundaki yol haritasına, akıllı şehir temel altyapılarını ve elektrik şarj sistemini nasıl kuracağına dair bir plan üretmeli, bunu hayata geçirmek için gerekli finansmanı ve teknoloji sağlayıcıları yönlendirmelidir.

- Akıllı şehir ve dağıtık enerji uygulamaları şebekeyi kolaylaştırır

Akıllı şehir konusundaki en önemli altyapı bileşenleri arasında haberleşme alt yapısı ve 5G teknolojileri gelmektedir. 5G ile birlikte, bunun üzerinde geliştirilecek çözümler ve hizmetlerin de nasıl gelişeceğine dair regülasyonlar, inkübatörler ve piyasa düzenleyici kurullar şimdiden planlanmalı ve hayata geçirilmelidir. Ancak 5G standartlaşma çalışmalarının 3GPP nezdinde devam ediyor olması, mobil haberleşme ekipman çiplerinin 1 üretici (Qualcomm) tarafından üretilecek olması, 5G standart gruplarında ülkemiz menşeele üreticilerin bulunmaması gibi hususlar göz önüne alındığında, takvimsel olarak gecikmelerin önlenemeyeceği değerlendirilmektedir. 5G teknolojilerinin geriye uyumlu olarak tasarlandığı değerlendirildiğinde, güncel LTE-A (4G) ve Wi-Fi teknolojilerinden faydalanılabilecek uygulamaların hayata geçirilebilmesi için planlamalar yapılmalıdır.

- 5 G

### 3.3.11. Ürün geliştirmeyi kolaylaştırıcı ortamlar ve test olanaklarını oluşturmak

Önemli bir konu oluşturulacak altyapıları kullanacak ürünlerin Türkiye'de geliştirilmesi, test edilmesi ve doğrulanarak ticarileşmesidir. Altyapı ile birlikte nitelikli eğitim veren üniversiteler öncelikli olmak üzere, öğrenci ve araştırmacılara prototip geliştirecekleri ortamların ve olanakların sağlanıp açılmasıdır.

- Laboratuvarların gençlerin kullanıma üniversitelerde açılması lazım
- Kontrollü test pisti gerek ama yeterli değil! Sonra gerçek use case'ler önemli. Hızlandırılmış hızlı simülasyonlarla



### 3.4. Pazarımızı regülasyonlarla düzenlemek, yeniliği ister ve ödüllendirir hale getirmek

#### 3.4.1. Büyük şehirlerde otonom toplu taşıma ve ticari araç konusuna öncelik vermek

Otonom toplu taşıma ve ticari araç uygulamaları Türkiye için gerçekten öncelikli bir konudur. Bu doğrultuda akıllı şehir olarak İstanbul'u konumlamak, stratejik olarak Türk mühendis ve girişimcileri için avantaj sağlayacak bir seçim olacaktır.

Otonom araç konusu 10-15 yıl perspektifli yeni bir teknoloji olarak gözükmemektedir. Ancak unutulmamalıdır ki ADAS (Advanced driving assistance system) uygulaması hızla yaygınlaşmakta olup, otonom araç teknolojisi bir lüks değil, güvenlik açısından önemli bir gerekliliktir.

Amerika'da 14 belediye "otonom araç teknolojilerine ve altyapısına nasıl geçiyoruz?" konusunda çalışmakta, bu belediyeler taleplerini konsolide ederek firmalara anlatmaktadırlar. Dolayısı ile Türkiye halihazırda geç kalmış durumda değildir. Ama ciddi bir planlama ile tedarikçileri bu konuda çalıştırmaya başlatmak gerekmektedir.

Yeni konuların gelişmesi açısından belediyelerin taleplerini konsolide etmesi, ihtiyaç duyulan ölçek ekonomisinin hem araştırma, hem de üretim aşamasında sağlanmasını kolaylaştıracaktır.

İstanbul'da öncelikli olarak, büyük şehirlerde otonom hizmet araçlarına yönelik uygulamalar geliştiren, start-up'ların koşturulduğu bir platform oluşturulmalı, belli bir ekonomik ölçeğe geldiği noktada, büyük şirketler ve yatırımcıların desteği ile bu start-up'lar yükseltilebilir uluslararası ölçeğe taşınmalıdır.

Burada ki en büyük engel halen Türkiye'deki firmaların bu teknolojiyi "uzay sanayisi gibi uzak bir konu olarak algılamalarıdır". Belediyeler ve firmalar nereden başlayacaklarını bilmemektedirler.

Tedarikçilere yönelik hands-on bir eğitim ortamı oluşturulmalı, tedarikçiler otonom toplu taşımaya yönelik temel teknolojileri uygulayarak öğrenmeye başlamalıdır.

#### 3.4.2. Yeni teknolojileri destekleyen regülasyonlarda öncüler arasında olmak

Pazarımızı yenilikleri kullanan ve geliştiren bir noktaya taşımak için regülasyonlarda da önder olmalı, geç kalmamalıyız. Bu konuda pazarı geliştirmek için ileri görüşlü olmalı, elektrikli araçların ülkemizde gelişmesini sağlayacak regülasyonlarla çitayı yükseltmeli, firmalarımızı buna uyumlu hale getirmeliyiz.

- Yenilikçi / yıkıcı pazarı geliştirmek lazım
- Regulatory body'lerle işbirliği yapmak çok zor

Halen Türkiye regülasyonlar konusunda yavaş davranmakta, yönlendiren değil yavaş takip eden konumunda bulunmaktadır. Mutlaka regülasyonlar daha önden götürülmelidir. Bu hem müşteriler, hem girişimciler, hem mühendisler, hem de yatırımcılar açısından da Türkiye'yi daha



cazip hale getirecektir.

### 3.4.3. Türkiye pazarını başlangıç olarak kullanmalı, İstanbul'u Dünya pazarlarına açılmak için bir fırsat olarak konumlandırmalıyız

Yeni geliştirilen bir ürün için ilk talepkar müşteri önemlidir. Türkiye gelişkin talepleri olan, iyi regüle edilmiş bir pazar haline gelerek, yeni ürünlerin geliştirilmesi için ortam oluşturmaktadır.

- İç pazarı büyütme çok önemli > yeni projeleri TR'ye çekmek lazım
- Use case'ler geliştirecek pazarı geliştireceğiz. Kullanıcılarla birlikte geliştirelim
- Ölçek ekonomisi yok

İstanbul Dünya'nın en önemli metropollerinden biri olarak, akıllı şehir uygulamalarının faydalarından ilk yararlanan, en çok yaralanan şehir olmayı hedeflemelidir. Böyle bir durum Türk girişimci ve mühendislerinin geliştireceği çözümlerin de Dünya'da önder olması için çok faydalı bir hedef olacaktır.

- İstanbul'da kısmi uygulamalar, canlı demolar ile Dünya'ya yetenek gösterimi!
- Müşteri olmalı!
- Use case'ler oluşturulmalı

Nihai hedefimiz Dünya pazarı olmalıdır. Aksi takdirde büyük yatırımları elde edilen kazançlar doğrulamayacak ve yatırımlar sürdürülebilir olmayacaktır.

- Bu küresel oyunu global perspektifle oynamalıyız

Öncelikle, Türkiye ihtiyaçlarına özel, İstanbul'da kullanılan yazılımlarla başlanmalıdır. İstanbul gibi bir ortamda doğrulanmış, gerçek hayatta başarısını ispat etmiş ürünler için pazar ikinci adımda Dünya olmalıdır. Türkiye böyle bir sürece 200 şirketle başlasa ve sadece 4 şirketi Dünya ölçeğine ulaşırsa, bu Türkiye'nin yeni teknoloji oyununda belli bir noktaya geldiğinin, başarılı olduğunun göstergesi olarak değerlendirilmelidir.

- Pazarı dünya olarak görmeliyiz
- TR sadece pazar değildir, global pazar önemli

### 3.4.4. Yenilikçi ürünlerin geliştirilmesi için kullanıcı verisi oluşturmak

Yeni dönemde "akıllı teknolojilerin benzini büyük veri" olacaktır. Büyük veri geleceğin petrolü olarak nitelendirilmektedir. Dolayısı ile kişisel hakları da gözeterek, veriler etiketlenerek biriktirilmeli, çözüm/ürün geliştirenlerin kullanımına açılmalıdır.

- Regülasyon ve veri! Regülasyon veriyi engellememeli!
- Ticari olan veriler korunsun ama faydaya yönelik veriler engellenmemeli! Toplumsal fayda amaçlı!



- İstanbul'un trafik verisi güvenlik amaçlı olarak etiketlenerek<sup>11</sup> açılmalı

### 3.5. Değer zincirini ve işbirliği yapısını oluşturmak

En başta da belirttiğimiz üzere, kaynaklar ve zaman kısıtlıdır. Dolayısı ile iç rekabet ile zaman kaybetmeden, kıt kaynaklarımızı, daha büyük hedefler için bir araya getiren, işbirlikleri kurmalıyız. İşbirliğinin başlangıcı anlamlı ve büyük hedef koymak olduğu, kadar kritik noktalarda eksiklerin destek, teşvik, işbirliği mekanizmaları ile aşılabılır hale geleceği unutulmamalıdır. İşbirliği süreçlerinin kolay olmadığı için ancak çok iyi tasarlandığında işlev kazanacaktır.

- İnanılmaz yapı lazım!
- Kolektif hareketlerle ilerleyemiyoruz
- TR'de collaboration yok! Küçük olsun benim olsun zihniyeti hakim Türkiye'de

Bu mekanizmalar ve destek noktalarına bu raporda yer verilmiş olup, değer zincirinin gelişmesi için gerekli işbirliği mekanizmaları bu bölümde ele alınmıştır. Örneğin uç teknolojiler konusunda savunma sanayinin katkıları da önemli olabileceği, ilk aşamada teknolojiyi paylaşan savunma sanayinin, bu teknolojilerin ticarileşmesi ve yoğun kullanım bulması ile başta maliyet avantajı olmak üzere, artan tedarikçi sayısı, üretim gücü ve işgücü gibi ilave kazanımlar elde edebilecektir.

- TR'de savunma sanayinde önemli şirketler var

#### 3.5.1. Firmalar arası koordinasyon, işbirliği model ve yöntemi oluşturulmalı

İşbirliği yapısının piramidal bir sistem olarak kurgulanması gerektiğini görmekteyiz. Bunun en tepesinde devlet politikası ve bunun icra eden, sistemin bütününe entegre etmekten sorumlu bir yapıya ihtiyaç olduğu görülmektedir. Bunun için TOGG iyi bir adaydır.

- Türkiye'nin TOGG gibi kendi markamızı ve ürünlerimizi geliştiren bir sistem entegratörüne çok ihtiyacı var
- Codeco –FEV İTÜ içinde gezerek bir araç yaptık! Büyük yapılar paylaşımcı değil!
- İşbirliği yapmadan hiçbir şey mümkün değil!

#### 3.5.2. Halihazırda sektörü bilenler öncelikleri belirlemeli, direksiyon paydaş işbirliği ile yönlendirilmeli

Sektör içinde yer alan ve sektörü bilenlerin tavsiyeleri ile sürece yön verilmelidir. Herkesin bir tarafa çektiği bir girişimin mesafe alamayacağı açıktır. Çalışma da Türkiye açısından, "etkin uygulama ve sonuç alma" için bu hususun altı çizilmiştir.

<sup>11</sup> "Label" edilerek



- Konu o kadar büyük ki çok taraftan çekiyor
- Ne yapılması gerektiğini biliyoruz. Hadi tartışmayı bırakıp yapalım, odaklanalım
- Hayata geçirmeliyiz!
- Bilmiyor değiliz! Bildiklerimizi yapabilmeliyiz!
- Bütünü görenler, sektörü bilenler önceliklendirmeli

Her ne kadar sektörü bilenler yön verse de, onların sözleri, eleştirileri ve gayretlerinin yeterli olmayacağı deneyimle sabittir. Devlet gücünün ve kamu kuruluşlarının bu öncelik, politika ve hedefleri benimsemesi, bunları hayata geçirecek süreç ve mekanizmaları, sektör liderlerinin yönlendirmeleri ile yürüterek, gelişme yolunu açması gerekecektir.

- Bizim ittirmemizle olmaz bu iş
- Kamu çekmeden bu olmaz
- Kalkınma planını sahibi yok! Olmalı! Sorumluların yetkilendirilmesi lazım sanayi + devlet olmalı

### 3.5.3. Deneyimli ve yetkin ekiplerle ilerlemeliyiz

Hedefler yönelik oluşacak proje ve süreçlerde mutlaka sektör deneyimine sahip, hem sektörün ihtiyaçlarını bilen, hem de teknolojiye hakim, proje yönetimi becerileri yüksek ekipler oluşturulmalıdır. Ancak deneyimli ekiplerle hızlı ve etkin sonuç alınması kolaylaşacaktır.

- Zaman baskısı var! Deneyimli ekiplere ihtiyacımız var!
- TR’de 80 teknopark oldu. Yeni mezunlarla ne tartışabilirim, deneyimleri yok!
- Kağıt üzerinde teknoparklar hızla kurulurken, çok önemli projeleri TUBİTAK kaçırdı

### 3.5.4. Az sayıdaki temel bileşenle ana yol haritası oluşturularak harekete geçilmeli, eksik detaylar eklenerek ele alınmalı

Çalıştay katılımcıları uzun süredir pek çok konunun konuşulduğunu, ancak eyleme geçmekte eksik kaldığını belirtmişlerdir. Dolayısı ile yol haritaları temel konularda nasıl ilerleneceğini belirtmeli, eylem odaklı olmalı, detaylar bu sürecin çevresinde ihtiyaç bazlı oluşmalıdır.

- Sürekli konuşuyoruz!
- Proje ve aksiyonlar son kez konuşulsun, çok konuştuk.
- Belki birden çok eylem planı

Her konuda uzlaşılması beklenmemeli, uzlaşılan ana konularda harekete geçilmelidir. Bu noktada ilaveler ve düzeltmeler ek katkılarla, eklememeli bir yaklaşımla yapılmalı, eylem planı duraksatılmamalı, momentum kaybı yaratılmamalıdır.

- Sıralama herkese uymayabilir ama desteklenmeli



#### 4. En öncelikli teknoloji alanları

Pil ve Enerji Yönetimi Alanındaki Öncelikler	
5 YIL	Türkiye'ye hızla bir pil üretim yatırımı getirmek
	Binex ve off-road ticari araç için ayrı stratejiler oluşturmalı
	Araç şasisine entegre modüler batarya paketi oluşturma
	BMS ve paketleme yazılımı geliştirme ve üretiminde hızlı hareket et
	Pil ve BMS'ler için Test Merkezi
	Soğutma sistem teknolojileri
	Elektrikli ve hibrit araç pazarını geliştirici teşvik ve düzenlemelerin devreye alınması
	Büyük şehirlerde emisyonuz bölgeye geçiş planının ilan edilmesi
	Elektrikli ve hibrit araç pil sistemlerinin geliştirmeye odaklı bir araştırma merkezinin oluşturulması
10 YIL	Şarj altyapısı önemli / smart charging
	(Hızlı) şarj alt yapısı
	Kablosuz şarj altyapısının oluşturulması
	Pillerin geri dönüşümünü eski pillerin tekrar kullanılması
	Solid state pil geliştirme
	Akü paketleme, BMS, ısı yönetimi için destek yöntemi
	Dağıtık enerji uygulamalarının devreye girmesi
Well to wheel hedefleri koyulmalı	
15 YIL	%30'luk kömürden enerji üretiminin aşağıya inmesinin hedeflenmesi
	Hidrojen teknolojileri
	Li-Ion hücre geliştirilmesi ve imalatı
	Yakıt hücresi geliştirilmesi

#### 4.1. Pil geliştirilmesi ve imalatına dönük teknoloji öncelikleri

Pil imalatı ve ilişkili teknolojilerle ilgili olarak, Türkiye en son aşamadan başlayarak, adım adım geri giderek üretim değeri zincirini oluşturmalıdır.

Öncelikle batarya paketleme ve batarya yönetim sistemi ile ilgili bir üretim yatırımı 5 yıl içinde başarılmalıdır.

Pil ile ilgili uygulamalar önümüzdeki birkaç yıl içinde çok hızla yaygınlaşacak ve yatırımlar tamamlanacaktır.

Toplam araç içindeki maliyetinin önemi, ağırlığı nedeniyle Türkiye'nin araç üretimindeki konumunu koruması ve ilerletmesi için hayattır.

Pil hücresi (cell)<sup>12</sup> dışında, Türkiye mevcut birikimleri ile pil modülü (battery module), pil paketi (battery pack), BMS (batarya yönetim sistemi) geliştirebilir ve üretimini yapabilir.

#### 4.1.1. Türkiye bu konuda bir üretim yatırımı çekmeli

Ar-Ge birikimimizi de kaldıraç olarak kullanarak imalatı mümkün olduğu kadar ülkemize çekmeyi en

öncelikli (acil) konudur. Gerekliyse süper teşviklerle, Koreli bir pil üreticisinin çekilmesi hedeflenmelidir.

#### 4.1.2. Pazar ve talep oluşturmak

Paket seviyesinde batarya ve termal yönetim sistemlerini özel sektör çalışmaktadır. Bu çalışmaların gelişmesini ve büyümesini pazarın talebi belirleyecektir. Türk otomotiv endüstrisinde elektrikli ve hibrit araçların kullanımını artırıcı teşvikler tasarlanmalı ve uygulamaya hızla sokulmalıdır. Elektrikli araç ve hibrit araca geçiş için Türkiye'nin rekabetçiliğini artırıcı bir düzenleme önceliklidir.

<sup>12</sup> Elektrikli fuel cell, batarya istenen ölçüde ucuzlayamadı. Ne yapılması gerektiği konusunda kimse henüz bilmiyor.



#### 4.1.3. Kamu-özel ortaklığı ile araştırma pil teknolojileri için merkezi alt yapı oluşturmak

Hücre kimyası seviyesinde alternatif ve tedarik/maliyet değerleri uygun enerji depolama sistemlerini araştırarak, bu ürünler için teknoloji yol haritaları çıkararak, gelecek tahminlerini daha somut hale getirecek kurumsal bir yapı gereklidir. Bu konuların zaman perspektifi 10 yıl ve sonrası olmasına karşın, bugünden adım atılmalıdır.

Elektrikli Araç Sistemleri İle İlgili Öncelikler	
5 YIL	Yüksek performanslı elektrik motoru
	Şarj ünitesi üretimi
10 YIL	Elektrikli aks teknolojisi
	Üzerine batarya entegre edilmiş rolling şasi (yazılım, donanım, yapı)
15 YIL	

#### 4.2. Elektrikli araç bileşenleri (EDU<sup>13</sup>)

Önümüzdeki 5 yıl içinde, tedarik sanayinin elektrikli araca uygun olarak yapılanması büyük önem taşımaktadır. EDU konusunda Türkiye'nin birikimi vardır ve bu doğrultuda Bölüm 1.1'de de açıklanan nedenlerle, Türkiye elektrikli yürüyen şasinin tamamı ya da bir kısmına tedarikçi olmayı hedeflemelidir.

Bunun için yazılım geliştirip, EDU'yu ürüne dönüştürüp satacak bir şirket gerekmektedir. TOGG'un da bu strateji ile ilgili bir yaklaşım oluşturup, tedarik sanayi ile paylaşması faydalı olabilir.

Türk tedarik sanayi, elektrikli araçla ilgili aşağıdaki hususlar da üretici olmayı hedeflemelidir;

- Yüksek performanslı elektrik motoru (halen birkaç elektrik motor üretici şirket var)
- Elektrikli aks teknolojisi
- Üzerine batarya entegre edilmiş rolling şasi<sup>14</sup> (yazılım, donanım, yapı)
- Şarj ünitesi üretimi

<sup>13</sup> Electric Driving Unit; batarya dışındaki elektrikli araçtaki sistemler

<sup>14</sup> Rolling chassis için dünya da uygulama var (300 -700 milyon Euro) (Tesla, Pyton ve Neo'da uygulanıyor)





#### 4.3. İleri imalat teknolojileri öncelikleri

Türkiye, üretim verimliliği nedeniyle ihracat odaklı bir otomotiv sanayine kavuşmuş olup, bunu korumalı ve ileri götürmelidir. Türkiye birçok ülke ile verimlilik/kalite/esneklikte öne çıkabildiği

Akıllı imalat teknolojileri alanındaki öncelikler	
5 YIL	Görsel tanıma/algılama alanında fark yaratmamız mümkün olabilir
	Ana bileşenlerin üretimi için rekabetçi olma şansını kaybettik. Yalın entegrasyon da fark yaratabiliriz
	Küçük adetlerde verimli üretimde stratejisini sürdürüelim!!
	Üretim bandında esnek üretim yapabilmek çok önemli (mass customization)
	Esnek üretimi destekleyici uygulamalarda beceri kazandırmalı
10 YIL	Entegre verimlilik için insan-makine işbirliği çözümlerinde fark yaratalım
	Verimlilikte liderlik için yeni inisiyatifler geliştirmeliyiz
	Bu alanda Türkiye'den oyuncu sayısını takip etmeli ve artırmaya çalışmalıyız
15 YIL	Akıllı imalat teknolojileri
	Entegrasyon anlamında üretim Ar-Ge'sine odaklanmalıyız!

için bugünkü birikimi oluşturabilmiştir, bu avantajı bırakmadan, geliştirerek yeni teknolojilere yönelmelidir. Bu konumuzun en az elektrikli ve otonom araçlar kadar önemli bir madde olduğu unutulmamalıdır.

Bu doğrultuda dijital dönüşüm, Endüstri 4.0 uygulamaları ve destekleyici teknolojilerin Türkiye'de geliştirilmesi ve üretilmesine dönük teşvikler artmalıdır. Brezilya benzer bir uygulama ile makine sanayinde ilerleme kaydetmiştir.

“Akıllı imalat” olarak adlandırabileceğimiz proses/üretim teknolojilerinde daha hızlı geliştirmeliyiz. Bu konu önündeki en büyük engelimiz, günlük zorlukların ve gündelik para kazanma çabasının fazla zaman-enerji almasıdır. Yeni konular için ayrılacak para ve zaman maalesef kısıtlı

kalmaktadır. Tedarik sanayi endüstride dijitalleşmeye %4 oranında bütçe ayırmaya çalışmaktadır.

Büyük bir zorlukla gerçekleşen Ar-Ge uygulamaları üretime yansımamaktadır. Bu nedenle Ar-Ge teşvikleri ile geliştirilen ürünlerin ticarileşmesi için de ayrı bir teşviğe ihtiyaç duyulmaktadır.



#### 4.4. Akıllı Hareketlilik, Altyapı ve Donanım (IoT) Teknoloji Öncelikleri

Akıllı hareketlilik alanındaki öncelikler	
5 YIL	Akıllı hareketlilik konusunun Türkiye genelinde doğru bir eşgüdüm ile ele alınması
	Akıllı hareketlilik protokolü oluşturulmalı
	Big data oluşturmak için hukuki ve teknik altyapıyı oluşturmak
	5G altyapısının oluşturmak
	İçten yanmalı motorların yasaklanma zamanı belirlemek
	Otomotiv’de vergileri düşürülmeli (özellikle yeni teknoloji ürünlerde)
	Yerel yönetimler bu işler için fon ayırmalı
	Bu konuda araştırmacı sayısı hızla artırılmalı
	İstanbul’da bir bölgeyi hızla akıllı şehir uygulama platformuna dönüştürmek
	Entegrasyon ve V2X uygulamaları
	Sinyalizasyon altyapısı, trafik lambası, köprü, tünel girişleri
	Seviye 1 ve 2 ADAS sistemleri (güvenlik) zorunlu olması
Yeni şehirleşme alanları –akıllı/ akıllı –enerji grid	
Deniz ulaşımı İDO - motor - arabalı motor entegrasyonu sağlanmalı	
TOKİ politikası olmalı- akıllı şehir (intermodal)	
10 YIL	Türkiye ürünlerin geliştiği sıçrama tahtası olmalı
	Türkiye pazarı inkübaton için önemli. Yoksa hedef daima dünya pazarı olmalı
15 YIL	Büyük şehirler de emisjonsuz teşvik bölgeleri ilan edilmeli

İstanbul’un “akıllı şehir” olarak ele alınması, bizim için çok önemlidir. Özellikle İstanbul önemli bir test/doğrulama/geliştirme ortamı ve büyüklüğü ile gelişkin ve belirleyici bir pazar olabilir. Ancak İstanbul’un hızlı hamle yapması gereklidir.

Toplu taşıma<sup>15</sup> ve mobilite ile ilgili çözümlerin hızlı devreye alınmalıdır. Bu noktalarda veri toplamaya başlanmalı, yenilikçi uygulamaların ihtiyaç duyduğu baz oluşturulmalıdır. Yapay zeka ve deep learning uygulamaları ancak big data altyapısı oluşturulduktan sonra mümkün olmaktadır.

Ayrıca toplu taşıma ve ticari araçlar konusunda, Türkiye’nin Dünya OEM piyasasında çok daha kolay kabul edileceği ve daha kolay ilerleyeceğimiz göz ardı edilmemelidir.

Akıllı altyapıyı destekleyecek donanım ve yazılım da gelecekte çok önemli bir yatırım kalemi haline gelecektir. Çünkü tüm yeni teknolojiler veri toplama altyapısı üzerine kurulmaktadır. Bu doğrultuda, donanım, sensör<sup>16</sup> vb. geliştirmek yerine algoritma geliştirme, yazılım geliştirme alanına odaklanılmalıdır (İsrail’deki Ben Gurion Üniversitesi kampüsünde olduğu gibi).

Şebeke altyapısı ve grid unutulmuş çok önemli bir konu olarak akıllı şehir master planlarında yer alması gereken önemli bir konudur. Bir diğer konu V2X teknoloji ve uygulamalarıdır. V2X ile araç-araç<sup>17</sup>, araç-sistem<sup>18</sup> iletişimleri mümkün

<sup>15</sup> Toplu taşıma pazarı derinleştirmeli

<sup>16</sup> Sensör konusunda çok geriyiz, biz burada artık zaman kaybetmeyerek sistem entegrasyonu kısmında yetkinlik kazanmak daha önceliklidir

<sup>17</sup> Bir trafik kazası olduğunda, o noktaya yaklaşan 400 metre içindeki tüm araçlara kaza nedeniyle yavaşlama uyarısı gönderilebilir

<sup>18</sup> Aşırı hızlı giden, ya da emniyet şeridinden giden bir aracın sürücü ekranına uyarı çıkarılabilecektir, Trafik ışığının durum değiştirmesine ne kadar süre kaldığı (GLOSA)



olmakta, böylelikle güvenliği artırıcı çözümlerin geliştirilmesi mümkün olacaktır.

#### 4.4.1. Yenilikçi teknolojilerin kullanımını teşvik eden Pazar yapısını oluşturmak, yatırım çekmek için avantaj sağlar

İstanbul'da doğru adımlarla gelişen bir "akıllı sistem altyapısı" çok fark yaratacaktır. 5G altyapısı ve alternatif standartlaşmış teknoloji (IEEE 802.11p DSRC) ile birlikte toplu taşıma için geliştirilen uygulamalarla<sup>19</sup> birlikte İstanbul'un akıllı şehir uygulamalarında önder bir kullanıcı ve geliştirme merkezi olması vizyonu benimsenmeli ve uygulanmalıdır.

- Geçmişteki gerçekleşmeyenler bizi demotive etmemeli. Mobilite konusunu henüz kimse çözemedi.
- Mobilite destekli haberleşme alt yapıları (5G, 4G, 802.11p) herşeyin önünde

Akıllı şehirler yeni teknoloji uygulamalarının gelişmesi için olmazsa olmazdır. Türkiye'de de hızlıca projelendirilip kurulmalıdır. İstanbul'un belli alanının akıllı alt yapı olarak kurulması, test ve doğrulama iş gücünün de olması nedeniyle verimli olabilir.

- Akıllı şehir altyapısını oluşturup, uygulama alanı sağlamak test pisti kadar öncelikli
- Yenilikçi firmalar onlara müşteri olacak güçlü bir sanayiye ihtiyaç duyuyor

#### 4.4.2. Bakanlıklar ve paydaşlar arasında yüksek düzeyde bir koordinasyon ile çalışılması

Akıllı mobilite konusunun bir bütünlük içerisinde yürümesi için başta Sanayi, Teknoloji Bakanlığı ile Ulaştırma ve Haberleşme Bakanlıkları olmak üzere, ilgili tüm bakanlık ve kurumlarda yürütülen çalışmalarda koordinasyon sağlanması gereklidir.

"Akıllı hareketlilik" in paydaşları: otomotiv ve telekomünikasyon endüstrileri, yol operatörleri (karayolları Gn. Md.), toplu taşıma operatörleri, regülatörler (kanun koyucu) ve kullanıcılarıdır. Buna üniversiteler ve araştırma kurumları dahildir.

#### 4.4.3. Nitelikli araştırmacı sayısının artması

Bu konuda nitelikli araştırmacı sayısını artırmak hedeflenmelidir. Böylelikle bilgi birikimini arttırmak ve fark yaratmak kolaylaştırılacaktır.

---

<sup>19</sup> ITS G5, LTE-V2X, LTE-advanced, 5G, Araç-araç bağlantısı (V2V), Araç-altyapı bağlantısı (V2I), Araç servis bağlantısı (V2S)



#### 4.5. Yapay zeka, büyük veri ve veri analizi teknoloji uygulamaları

Yapay zeka ve büyük veri birlikte mümkün olan konular olduğu için birlikte değerlendirilmelidir.

Veri analitiği ve yapay zeka projeleri hızla desteklenmelidir. Bu desteğin önemli bir diğer bacağı üniversite programlarının yapay zeka, elektronik ve yazılım yetkinliğine dönük olarak yeniden kurgulanması olacaktır.

Yapay zeka ve büyük veri alanındaki öncelikler	
5 YIL	Veriyi açmak için anonimleştirmek ve bir an önce veri biriktirmeye başlamak gerek
	Türkiye'nin yapay zeka uygulamalarını eğitmek için gerekli veri seti <sup>20</sup> yok
	İSBAK'ın verileri etiketlenerek biriktirilmeli ve paylaşılmalı
	General data protection konusunu bir an önce çalışabilir hale gelmeliyiz
10 YIL	Otonoma hazırlık için test/öğrenme aracı uygulaması yapılması lazım
	Araç içinde deep learning öğrenme sistemleri ile sürücünü kıyaslanması uygulamaları başlamalı
	Bu konuda pilot uygulamalara katılacak sürücülere indirimler sağlanarak teşvik edilmeli (sigorta, park yeri vbg.)
	Bu işi öğrenmek için yatırım yapacak firma(lar) lazım Riskli yönetmek ve ortaklığa yatırım yapıp, riski almak lazım
15 YIL	
	İsrail modeli: Seçmeyi özel sermaye yapıyor Batan riskini karşılıyor
	Eko-sistem teşvik modeli; venture capital
	Corporate VC önemli

Akıllı altyapı ve donanımdan sağlanan verinin sahipliği ve bu veriden değer yaratma bu alanda düzenlenmesi ve yatırım yapılması gereken üç temel bileşendir.

<sup>20</sup> Waymo ve Lift verileri açtı, böylelikle kendi verilerinin paylaşımıyla gelişmesini amaçlıyorlar. Burada da görüldüğü gibi küçük kalmamak, paylaşarak büyümek, işbirliğine açık olmaz olmazsa olmaz bir husus



#### 4.6. Otonom araç için teknoloji öncelikleri

Otonom araç teknolojilerinde “sensör geliştirme” konusu geç kalınmış bir alan olarak değerlendirilmiştir. Radar, lidar konusu da geç kalınmış konular arasındadır.

Otonom araç teknolojileri alanındaki öncelikler	
5 YIL	Araç içindeki yazılım alanlarını tanımlayıp bunları yazılım firmalarına yaymak gerek!
	İçerik geliştirmeye dair öncelikli ihtiyaçlar tanıtılmalı
	Otomotivcilerle yazılımcıları yan yana getirmeliyiz
	V2X'ler ile güvenlik artışı temel otonom uygulamalara hızla geçilmeli
	Retrofit uygulamalar geliştirilmeli
	Paylaşımlı araç çalışmaları başlamalı
	Bireysel sahiplik azalacak, bu yeni araç yapısında nasıl değer yaratacağımız konusunda iş modelleri geliştirilmeli
	Otonom test pisti oluşturmak
	Otonom teknolojileri için bir araştırma merkezi oluşturmak
	Veri tarafını paylaşımına bir an önce açmak lazım
10 YIL	Savunma sanayinde oluşmuş yazılım, simülasyon ve test birikimini otomotive aktarma olasılığını değerlendirmek
	ADAS tarafında start-up'lara tedarik sanayi firmaları yatırım yapmalı
	Start up'larla sanayi firmalarının joint venture yapması
	Dünya'nın 10 bölgesine akıncı gönderelim, gidenlere de yardım edelim
	Akıncı Ar-Ge merkezleri lazım!
15 YIL	Global ortamlarda kararların verildiği masalara oturmalıyız
	Otomotivde kullanılan ürünleri yazılımla akıllılaştırmak için eko-sistemi oluşturmak
	Tam otonom araç uygulamaları

Bu nedenle, sistem entegrasyonu, sensör füzyon, yazılım ve otonom araçlarla ilgili tamamlayıcı teknoloji ve hizmetlere öncelik verilmesi önerilmektedir.

Otonom araç hızla ilerlemekte olan bir konudur, bir lüks değil, 15 yıl sürecinde hızlanarak gelişecek olmazsa olmaz bir konudur.

Bununla birlikte, limitli otonom uygulaması olan ADAS 5 yıl perspektifinde çok hızlı şekilde yaygınlaşacaktır. Araçlar arasında, V2V gibi çözümlerin güvenlik başta olmak üzere birçok konuda fayda getirebileceği açıktır. Özellikle V2V ile hızlı, inovatif çözümler geliştirilebilir, kamu araçları veri toplamak için kullanılabilir<sup>21</sup>.

Türkiye'nin otonom araç konusundaki bilgi ve paradan daha büyük bir eksiği, büyük OEM'lerin elinde oluşmuş, geçmişten bugüne klasik araçlarla çalışırken elde ettikleri veri tabanları ve bilgi birikimi ile kıyaslanabilecek bir birikimin olmamasıdır.

##### 4.6.1. Otonom ve bağlantılı araç test pisti (fiziksel, sanal, şehrin belli alanında) acil

Türkiye otonom araç için ürün ve çözümler geliştirecek, burada oyuncu olmak istiyorsa test ortamı olmazsa olmaz bir gerekliliktir. Özellikle 50-100 Km'lik, Türkiye'nin güneyinde bir alan oluşturulabilir. Böyle bir ortamın Dünya çapında cazip olabileceği WEF yöneticilerince de ifade edilmiştir. Bu ortamın **otonom sürüşe özel tanımlanmış/tasarlanmış test pisti** olması gereklidir.

Otonom sürüş için halen pekçok firma ve kişi büyük bir yoğunlukla yazılım geliştirmektedir. Otonom sürüşe yönelik bir çok standart ve regülasyon belirlenecektir. Bu nedenle fiziksel test ortamı kadar yazılımların test edileceği sanal test olanakları da gereklidir.

Fiziksel ve sanal test parkurunu/olanağını hızla devreye alan ülkeler avantajlı olacaktır. Yıllardır

<sup>21</sup> Örneğin sürücülerin araç içinde uyumasını fark etmek, kötü davranışları fark etmek gibi



konusulan test pisti gibi bu konu da uzamamalı, yapılacaksa da mutlaka otonom sürüşe özel tasarlanmalıdır Test pisti hızla dereye alınarak, tüm Avrupa bölgesine hizmet edecek bir otonom araç test ve doğrulama alanı oluşturulmalıdır.

Michigan'daki M City, Doğu Almanya'daki Euro Speedway yarış pistinden dönüştürülen otonom araç test parkuru gibi Türkiye'de de TOSB- İTÜ işbirliği ile bir test pisti oluşturma girişimi, TAYSAD-TOSB-OKAN, KOÇ ve Sabancı Üniversiteleri işbirliği ile yürümekte olan bir İPA projesi vardır. Formula 1 yarış planından çıkarılmış olan Kurtköy'deki İstanbul Park yarış pistinin altyapısı bu amaçla kısmi olarak düzenlenerek, ADAS donanımlı ya da otonom araçların test merkezi haline getirilmelidir.

#### 4.6.2. CASE Standartları, test ve sertifikasyon standartlarına uyum sağlanmalı

ISO 26262 fonksiyonel güvenlik standartları konusunda yeterli birikimi ve donanımı sağlamalı, hatta söz konusu standartla ilgili komisyonlarda Türkiye'nin de temsilci bulundurarak standartların oluşumuna katkı sağlanması gereklidir.

Ancak bu standartlara uygun tasarlanan ve üretilen araçlar güvenli olacağı/kabul edileceği için test, validasyon, yola çıkabilirliğin kanıtlanması açısından Türkiye'nin uluslararası standartlara uyması, tercihen bunların oluşumu ve gelişmesine katkı sağlar hale gelmesi gereklidir.

#### 4.6.3. Hızlandırılmış sanal test konusunda Türkiye savunma sanayisindeki birikimini otomotive hızla adapte etmeli

Otonom aracın sürücülü araca nazaran %20 daha az yaralanmalı/ölümlü kazaya sebebiyet verdiğini %95 emniyetle söyleyebilmek için 8 Milyar km'lik test sürüşü gerekmektedir. Bu fiziksel olarak mümkün olmayacağı için halen Quosmotec, Fraunhofer Institute, Palo Alto'daki Ford Research and Innovation Center'da, Toyota ve Google bünyesinde hızlandırılmış sanal test imkanı sunan simülatörler geliştirilmeye çalışılmaktadır.

Simülatör konusunda deneyimli olan Aselsan, Havelsan gibi savunma sanayi kuruluşları ile ODTÜ ModSim gibi merkezler bu konuya ilgi duyabilirler. Böyle bir test imkanı katma değeri çok yüksek bir ürün olup olmayacağı değerlendirilmelidir.

#### 4.6.4. Otonom araç teknolojisi yol haritaları oluşturacak ve altyapı desteği sunacak bir merkez oluşturulmalı

Geleceğin teknolojileri olarak belirtilen robotik, yapay zeka ve büyük veri konularında start-up/KOBİ/büyük şirket ortaklıklarına yön verecek, bunları teknoloji vizyonu ve birikimi ile destekleyici kurumsal bir yapı çok faydalı olacaktır.

Bu yapı teknik danışmanlık vererek bu çalışmaların koordineli yürümesini sağlamalıdır. MARII\_Malaysia Automotive, Robotics and IoT Institute bu konuda iyi bir örnektir.

Bu merkez aşağıdaki konularda hem hukuki altyapının gelişmesi, hem de temel teknolojilerin özüm senerek, paylaşılması, üniversitelerde ve sanayide yaygınlaştırılmasında aktif olmalıdır;

- Kaza sorumluluğu (safety, cyber security, privacy, liability)



- Güvenlik, güvenilirlik, özel verilerin korunması
- Araç kontrol ünitelerinin geliştirilmesi (donanım, yazılım), drive by wire
- Fonksiyonel güvenli tasarım
- Hataya toleranslı sistem tasarımı
- Sürücü ve yaya davranışlarının modellenmesi
- Sürerken aktif öğrenme ve sürüş tekniğini geliştirme
- Sürüş kayıtlarından senaryo üretimi
- Yol, iklim, tehlike şartlarının modellenmesi
- Sürüş güvenliği, akıllı fren sistemleri
- Ortam algılaması, kamera sistemleri, sensörler
- Araçlar arası iletişim
- Yapay zeka, derin öğrenme

#### 4.6.5. Genç mühendis ve araştırmacıların sayısı artmalı

Yeni teknolojilerde nitelikli araştırmacıların önemi çok fazladır. Bu konuda hızlı mesafe alınmalı, bunun için beyin göçünü tersine çevirecek çalışmalara hız verilmeli, firmaların yeni teknolojilere dönük uzman yetiştirme çalışmaları ve yurtdışından kısa süreli uzman getirilmesi desteklenmelidir.

Teknofest gibi etkinliklerle boy gösteren otonom araç projelerini değerlendirmek ve ileriye yönelik faaliyetlerini desteklemek de faydalı olacaktır.

#### 4.6.6. Yenilikçi küçük girişimcileri destekleyen bir ekosistem oluşmalı

Bu çalışmaların sürekliliğini sağlayacak bir ekosistem oluşması kritiktir. Aksi takdirde yetişen ve tecrübe kazanan uzmanlarımızı başka ülkelere kaptırma noktasına gelebiliriz. Bunun için iş sürekliliği sağlamak, yapılacak yatırımların ölçek ekonomisi yaratacak düzeye çıkması gözetilmelidir.

“Crowd sourcing” kişilerin dünyanın her yerine Türkiye’den hizmet verebilmesini sağlayan bir yapı olarak kullanılmalı, Türkiye’de imalat yapan firmaların yurtdışında kuracağı Ar-Ge birimleri ile uluslararası ekosistemin bir parçası haline gelmesi desteklenmelidir.

Ayrıca Çin, Amerika (Detroit, Palo Alto) gibi yerlerdeki kuluçka merkezlerinde Türk girişimcilere destek verip proje geliştirmelerine ön ayak olunmalı, bu noktalarda faaliyet gösteren firmaların Türkiye’ye bilgi aktarması desteklenmelidir.

#### 4.6.7. Otonom endüstriyel taşıt teknolojileri de kapsam içine alınmalı

Traktör, biçerdöver vb. otonom tarım araçları, ekskavatör, buldozer, otonom inşaat araçları, otonom madencilik araçları kapsam içine alınmalıdır.



#### 4.7. Malzeme mühendisliğine dayalı araç tasarım teknolojisine geçmek

Yeni nesil araçların tümünde hafif malzemeler kullanılacaktır. Türkiye'nin bu konuda oluşturacağı yetkinlik, Türkiye'nin araç üretim üssü olmasını, Türkiye'nin bu konudaki ağırlığının artması açısından belirleyici olacaktır.

Yeni malzemelerle ilgili öncelikler	
5 YIL	İthalat miktarı çok yüksek olan malzemelerin üretimi öncelikli bir konu haline gelmeli (otomotiv plastiği, alüminyum ve nitelikli sac)
	Özellikle otomotive özel plastik ve çelik gerçekten araç hafifletme için önemli
	Hafif araç için çelik, plastik, alüminyum, kompozit
10 YIL	Müşteri olarak üreticilerdeki yenilikçi ekiplerin girişimlerini teşvik etmeliyiz!
	Kompozit maliyetinin düşürülmesine öncelik verelim
15 YIL	Malzeme teknoloji ve uygulamaları

Halen bu konuda Türkiye geridedir, plastik, çelik ve kompozit konusunda yapılması gereken önemli hususlar söz konusudur.

Geri dönüşüm'den malzeme kazanımı önemli bir konu olarak ele alınmalıdır.

##### 4.7.1. Kompozit malzemenin ucuzlaması için önlemler geliştirilmeli

Türkiye'de kompozit üretimi konusunda Dünya'nın 5 önemli yatırımından biri bulunmaktadır. Kompozit malzemenin ucuzlamasına yönelik bir program ile Türkiye'nin bu alanda fark yaratması mümkün olacaktır. Bu konu Türkiye açısından bir önceliktir.

##### 4.7.2. Yeni nesil otomotiv ihtiyaçlarına yönelik malzeme araştırma enstitüsü oluşturulması

Yeni nesil araçlarda kullanılacak malzemeleri araştırarak, araç tasarım ve simülasyon çalışmalarına odaklanmış bir merkez kurulmalıdır.

Bu merkez üniversitelerdeki eğitim ve araştırma çalışmalarını koordine etmeli, sanayi-üniversite işbirliğini teşvik edici projeler geliştirilmelidir.





## 5. Eyleme Geçmek, Sonuç Almak İçin Neler Gerekli?

Özet kısmında ve raporda yer alan konular, çalışmanın son adımında yeniden dile gelmiştir. Dolayısı ile bu bölüm diğer bölümlerin içine aktarılmamış, “altı çizilen konular” olarak dikkat çekmesi amacı ile olduğu hali ile burada yeniden kaleme alınmıştır. Dolayısı ile bu bilinçli bir tekrar ve alt çizme bölümüdür.

Çalışmaya katılanlar artık strateji geliştirme ile oyalanmadan, hızla eyleme geçmek gerektiği, Türkiye'nin bu konuda harekete geçmek için yeterli birikimi olduğunu, ancak pazarın Dünya olduğunun ve Dünya'daki gelişmelerle entegre şekilde hareket edilmesi gerektiğinin altını çizmişlerdir.

Türkiye'nin otomotiv'de oluşturduğu değer zinciri, Türkiye'ye avantajlar sağlamakta olup, bunu dönüştürücü ve zenginleştirici, destekleyici stratejilerle Türkiye'nin diğer endüstrilerini de dönüştürmek için bir açılım sağlayabileceği görülmektedir.

### 5.1. İcracı, yetki sahibi bir yapı ve bunu destekleyen paydaşlardan kurulu danışma ve uzmanlık gurupları

Bu raporun çeşitli kısımlarında konuşma, strateji belirleme konusunda uzun süredir oldukça çok konuşulduğu, artık eyleme geçmek gerektiği, konuşularak kaybedilecek zaman kalmadığının altı çeşitli kereler dile getirilmiştir. Bu doğrultuda icraat ve yönlendirme yetkisi olan bir yapı oluşturulmalıdır. Bu icracı yapının çevresinde paydaşların katılımı ile danışma komiteleri konuşlandırılmalıdır;

- Yetkili yönlendirici bir ulusal koordinatör olarak otomotiv mobilite müsteşarlığı
- Yetkisi tanımlı görevlendirilmiş yapı!
- OTEP platformunun işbirliği bazlı çalışan mekanizma ve organizasyon olarak kullanılmalıdır
- OTEP teknik destek vermeye hazır
- Cumhurbaşkanlığı yatırım ofisi
- TUBİTAK, BSTB Enerji var! Karar verecek kişiler gelmeli!

### 5.2. Mobilite vizyonunun yayılması ve bu paralelde temel regülasyonların tesisi

Ülke çapında yeni mobilite vizyonu oluşmalı ve bu yetkili yapı bu vizyonunun uygulanmasını sağlamalıdır.

- Yeni mobilite vizyonu
- Ülke bu projeyi en üste koymalı
- Öncelik listesi yapacağız. Yetkili merci adresi istiyoruz!

Mobilite vizyonunun temeli pazarı düzenleyici regülasyonların hazırlanması ve uygulamaya sokulması olmalıdır.



- Pazar düzenleyici regülasyon
- Teknik regülasyon

Kamuoyunca gündem yaratmak için Tekno Fest, TÜBİTAK Elektrik Araç Yarışması türü çalışmalar sürdürülmeli ve yaygınlaştırılmalıdır.

- TEKNOFEST: halka yayma, yarışma-rekabet

### 5.3. Şehirlerin ve ürün/hizmetlerin akıllı hale gelmesi

Mobilite vizyonu doğrultusunda “akıllı ürün” ve “akıllı hizmetler” konusunda daha aktif olunmalı, Dünya’daki tüm gelişmeleri izlemeli ve takip edilmelidir.

- Akıllı ürünler ve bileşenler
- Tüm dünya da etkinliklere katılım: ürünlerin ve tecrübelerin toplanması ve yayılması (örn. CES)
- Akıllı bir şey yapalım
- TR’de dijital akıllı ürünlerin gelişimi ile ilgili firmaların ortaklık yapması
- Yeni talep projelerini akıllı ürüne yönlendirelim!

Belediyeler ihtiyaçlarını tanımlayıp önceliklendirerek, beklentilerini tanımlayarak yenilikçi ürün geliştirecek firmalara yön gösterirken, kendisi de daha etkin ve verimli hizmet sağlamak için kafa olarak geleceği resmetmeye başlamalıdır.

- Belediyelere yönelik kolay giriş ürünleri tanımlamak
- Erken otonom use case’leri tanımlamak (ihtiyacı geliştirmek)

### 5.4. Temel teknolojileri teşvikle oluşturulması, paydaş işbirliği ve akıllı para ve işbirliği ile Ar-Ge çıktılarının ticarileşmesi

Mobilite sektöründe tedarikçilerin güçlenmesi için OEM’ler bütçe ve talepleri ile, devlet destekleri ile, firmalar da işbirlikleri ile daha güçlü yapılarda, gelişkin ürünler tasarlamayı gözetmelidir.

- OEM tedarikçilerinden yeni proje talep etmeli
- OEM’lerin inovasyon bütçesinin yaratıcı fikirlere yönlendirilmesi
- OEM’lerin iç prosedürlerini yumuşatıcı talepler üretmek
- Devlet destek
- Ortaklık ve işbirlikleri

Yeni teknoloji çözümleri üreten start-up’lar desteklenmeli, öne çıkarılmalı, etkin değerlendirmeler yapan, uzman firmalarca desteklenip, yönlendirilmelidirler.



- Start up'ların yetenek sergilemesi
- Sürekli sorgulamalıyız! Az ve öz odaklanmalı
- Start-up değerlendirme ve destekleme şirketi
- Yatırımcı firmalar bu yapı için eleman koyacak

Özellikle risk sermayesi fonunu güçlendirerek Türkiye, “akıllı para” yaklaşımı ile yeniliklerin daha etkin ticarileştirilmesini önceliklendirmelidir.

- Hayali olan girişimcileri destekleyecek “risk” sermayesi yapısı kurulmalı
- Akıllı sermayenin gelişmesi lazım

Türkiye bu oluşturduğu yapıya yenilikçi, birikim sahibi ekiplerle çalışan start-up'ları geliştirerek ve onları risk sermayesi ile destekleyerek, elindeki sanayi platformunu daha hızlı dönüştürmeli, böylelikle oluşturduğu ekosistemle, mobiite sektöründen daha yüksek pay almalıdır. Bunun ilk adım önce 3-5 firmanın aradan çıkararak, global ölçekte başarı sağlaması olmalıdır.

- 3-5 firma bir arada ortak akıncı olarak gitsin

Otomotiv endüstrisi çok disiplinli çalışma gerektiren (bir start-up'ın 15 farklı yetkinliği bir araya getirmesini gerektiriyor) bir teknoloji uygulama alanıdır. Bu nedenle üniversitelerde eğitim kalitesinin artması ve uzmanlık alanlarına yönelik programları geliştirilmelidir.

- Eğitim kalitesi
  - Para bulunur