

Bilgi Toplumu Sürecinde Tüketici Elektronikleri Sektörü İçin Sürdürülebilir ve Rekabetçi Araştırma ve Geliştirme (Ar-Ge) ve İnovasyon Yönetimi

Dr. Ünal Küçük, unalkucuk64@gmail.com

Özet

21. yüzyıl, internet, mobilite ve onları destekleyen altyapı teknolojileri sayesinde, bilgiye ulaşmanın çok daha kolay ve hızlı olmasıyla gücün artık bilgi olduğu ve onu hızla işleyip yeni teknoloji ve bilgiye çevirenlerin küresel güç haline geldiği bilgi toplumunu yaratmıştır. Bilgi toplumunun ihtiyaçları ve dinamikleri sadece yeni ürünleri değil, yeni üretim sistemlerinden, yeni iş modelleri, hizmetler ve süreçlere kadar birçok değişimi sayısal dönüşüm kavramı altında iş dünyasına getirirken, bireyin de gündelik yaşamını derinden değiştiren birçok yeni teknolojinin hızla ortaya çıkmasını sağlamıştır. Tüm bu küresel bilgi yayılımı ve sayısal dönüşüm sayesinde, kısalan ürün ve teknoloji yaşam döngüleri, kişiselleştirilebilir müşteri odaklı ürünlerin iş alanına girmeye başlaması, müşteri deneyimindeki radikal yenilikler, geleneksel Ar-Ge ve inovasyon süreçlerinde de, yeni, sürdürülebilir yaklaşımların ortaya çıkmasına sebep olmuştur.

Bu çalışmada, Ar-Ge ve inovasyon yönetim süreçleri ülkemizde özellikle tüketici elektronikleri konusunda çalışan kurumlar için, paradigma değişimi, açık inovasyon, kitle kaynak kullanımı ve benzeri yenilikçi yaklaşımlar ile bilgi toplumunun temel dinamikleri baz alınarak değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında, bu süreçlere ilişkin temel bileşenler, bileşenler arası iletişim, rekabetçi Ar-Ge ve inovasyon için gözlemlenen ve önerilen başlıklar; yerel ve kurumsal sınırlamalar çerçevesinde paylaşılmıştır. Çalışma, 15 yılı aşkın bir süreçte Ar-Ge ve inovasyon yönetim süreçlerindeki gözlemler, deneyimler ve bu alandaki çeşitli uluslararası araştırmalar ışığında, özellikle ham maddede yüksek dışa bağımlılığının olduğu, yoğun üretim ve rekabet koşulları ve gelişmiş müşteri deneyimi kapsamındaki tüketici elektronikleri alanına odaklanmış olsa da diğer sektörlerde de yönlendirici sonuçlar sağlayacaktır. Çalışmada, inovasyonun çekirdeğini teşkil eden Ar-Ge ile diğer kurumsal birimler ve dış paydaşlar arasındaki ilişkiler, olası ve gözlemlenen iletişim ve koordinasyon sorunları ve iyileştirme önerileri çıktıları, firma geneline yayılacak bütünsel inovasyon, Ar-Ge ve inovasyon süreçlerindeki yeni teknikler, motivasyon ve teşvik unsurları, toplam ve açık inovasyon yönetimi ve Ar-Ge faaliyetlerinin etkin yönetimi, sektöre özel sınırlamalar ve koşullar altında değerlendirilmekte ve sunulmaktadır.

Anahtar kelimeler: Ar-Ge, İnovasyon yönetimi, Tüketici elektronikleri, Sürdürülebilirlik

Sustainable and Competitive Research and Development (R&D) and Innovation Management for Consumer Electronics Industry in the Progress of Information Society

Abstract

The 21st century faces the information society where access to information is much easier and faster by the internet, mobility and the infrastructure technologies that support them, where the power is knowledge and where those who rapidly process it and turn it into new technology and information have become a global power. While the needs and dynamics of the information society brought not only new products, but also many changes from new production systems to new business models, services and processes to the business world under the concept of digital transformation, it also led to the rapid emergence of many new technologies that dramatically changed the daily life of the individuals. As a result of all this global information penetration and digital transformation, shortened product and technology life cycles, the introduction of customizable customer-oriented products into the business field and radical changes in customer experience paved the ways for the creation of new approaches for sustainable R&D and innovation in traditional processes.

In the current study, R&D and innovation management processes are evaluated on the basis of paradigm shift, open innovation, crowdsourcing and similar innovative approaches and the basic dynamics of the information society, especially for institutions working on consumer electronics in our country. In the context and the scope of the study, observed and recommended topics in relation with the main actors connected to R&D

and innovation management processes, communication between actors, competitive R&D and innovation are shared within the framework of local and institutional limitations. Although the study focuses on consumer electronics, which has high foreign dependency in raw materials, intense production and competition conditions and enhanced customer experience in the light of observations and experiences over a period of more than 15 years and various international researches in the R&D and innovation management processes, it will provide guiding results for other sectors as well. In the study, the relations between R&D which is the core of innovation and other corporate units and external stakeholders, possible and observed communication and coordination problems between them and the outputs of improvement suggestions, holistic innovation throughout the company, new techniques in R&D and innovation processes, motivation and incentives, elements, total and open innovation management, effective management of R&D activities are evaluated and presented under industry-specific limitations and conditions.

Keywords: R&D, Innovation management, Consumer electronics, Sustainability

1. Giriş

Deneyimler, gözlemler ya da öğrenme yoluyla elde edilen, insan aklının kavrayabileceği, gerçekler, olgular ya da ilkeler olarak tanımlanabilecek *bilgi*, paylaşıldıkça çoğalan nadir varlıklardan birisidir. İnsanlık tarihin gelişimine bakıldığında kabile yapısından, tarım toplumunun küçük yerleşimlerine, 15. yüzyılda başlayan coğrafi keşiflerle desteklenen Rönesans döneminin yenilikçiliği ve şehirleşmesine, 19. yüzyılla birlikte sanayi toplumunun büyük şehirlerine, 20. yüzyılın 2. yarısından itibaren elektronikteki gelişmeler ile birlikte haberleşmenin çok daha kolay ve zengin olduğu günümüzün “dünya küçük bir köy” metaforuyla küreselleşmiş yaşamına geline yolda, insanlar arasında artan etkileşim sayesinde geometrik bir hızla çoğalan bilginin, 21. yüzyılın en önemli gücü haline geldiği ve bilgi toplumunu yarattığı ortadadır.

Özellikle ticari aktivitelerde sınırların ortadan kalktığı bilgi toplumu ile birlikte, günlük yaşamımızdan, eğitim, sağlık, üretim alanlarına kadar birçok alanı derinden etkileyen sayısız radikal değişim ve kavramlar da ortaya çıkmıştır. Örneğin, son 20 – 30 yılda üretim ve tedarik alanlarındaki önemli değişimleri tarif eden Endüstri 4.0 (Schwab,2003), sosyal medya, e-ticaret, yapay zeka büyük veri, makine öğrenmesi, akıllı şehirler, giyilebilir teknolojiler ve benzerleri gibi terminolojiler yaşamımızda sıklıkla yer almaktadır. Hatta Japon iş federasyonu tarafından ortaya atılan siber uzayla, fiziksel uzayı birleştirerek, bireyler üzerine odaklanan toplum ve yeni ekonomi modelinin hedeflendiği society 5.0 (Keidanren, 2016; Hass, 2019) gibi kavramlarla da karşılaşırız.

Son yüzyılda, bilgi birikimindeki hızlı artışın en önemli sebepleri arasında kuşkusuz elektronik ve haberleşme teknolojilerindeki gelişmeler yer almaktadır. 1830’larda saniyede birkaç karakter iletebilen telgrafla başlayan ve neredeyse karakter başına 1 USD maliyeti olan haberleşme, bugün sıradan bir iletişim cihazı ile bile saniyede her biri 250 sayfalık, 100 kitabın içeriğini aktarabilen ve maliyeti karakter başına ortalama 10^{-8} USD olan ve giderek daha da azalan bir yapıya dönüşmüştür. Küresel internet trafiğinin 2021 yılında 2800 Exabyte (2800 Milyar GB) aştığı tahmin edilmektedir (Global, 2022).

Bu yeni dönemde kurumlar, daha önce görülmemiş küresel bir rekabet ile karşı karşıyadır. Olgunlaşması yüzyıllar süren endüstriler, son 10 - 20 yıldan daha kısa bir sürede çarpıcı biçimde yeniden şekillenmektedir. Hızla gelişen teknolojiler, hızla değişen tüketici tercihleri, kısalmış ürün yaşam döngüleri, küreselleşen operasyonlar ve yepyeni iş modelleri nedeniyle, Ar-Ge departmanları benzeri görülmemiş bir baskı altındadır (Hidma, 2020). Yerel rekabette sadece yerel pazarlardaki rakipler değil, özellikle 1970’lerden sonra yaygınlaşan çok uluslu şirketler başta olmak üzere, onlarca ülkeden yüzlerce rakip, firmaların karşısına çıkmaktadır (Innovation, 2022). Müşteri odaklı yenilikçilik, teknoloji odaklı yenilikçiliğe göre daha baskın hale gelmiştir. Araştırma ve inovasyon açısından dünya bütünsel bir laboratuvar olarak karşımıza çıkmakta, bireysel ve merkezi yenilikçilerden çok, evrensel ve işbirliklerine dayalı yenilikçilik anlayışı ile daha başarılı sonuçlara ulaşılmaktadır. Zorlukların ve fırsatların bir arada var olduğu bu ortamda, benzer alanlarda faaliyet gösteren yüzlerce firma, uluslararası pazarda yoğun rekabet ortamında varlıklarını sürdürmek için çaba göstermektedir. Bu koşullarda inovasyon ve Ar-Ge şirketler için bir seçenek olmaktan çıkıp zorunluluk olmuş ve kurumsal rekabetin ana savaş alanı haline gelmiştir (Liu, 2021).

Bilginin böylesine hızla çoğalıp büyüdüğü bir ortamda, sayısal teknolojinin, yaşamın tüm alanlarına uygulanmasıyla ortaya çıkan değişimler, şirketlerde Ar-Ge’nin de içinde bulunduğu, operasyonel ve yönetsel

süreçler, müşteri deneyimine yeni bakış açıları ve yeni iş modelleri, sayısal dönüşüm olarak karşımıza çıkmaktadır. Kurumların sayısal dönüşüme ayak uyduramamaları ise sayısal yıkım ile sonuçlanacaktır. Küresel olarak karşılaşılan zorluklar, çoğu durumda tek başına üstesinden gelinemeyecek kadar büyüktür ve bu nedenle yeni yaklaşımlara ihtiyacımız bulunmaktadır. Tüm bu zorluklar inovasyon yardımıyla yeni ortak değerler yaratmak için fırsatlar sunmaktadır (Curley, 2013). Schumpeter'in yaratıcı yıkım modelinde (Schumpeter, 1942) bahsettiği gibi eski yaklaşımların başarısızlığı, değişim motivasyonunu besleyecek ve geleceği şekillendirecektir. Bu yaklaşım, sayısal yıkımın etkilerinden koruyacak yenilikçi çözümlere ulaşabilmek için firmaların Ar-Ge, inovasyon ve yönetimsel anlayışlarını gözden geçirmelerini, yeni yönetim araçları ve yöntemlerini devreye sokmalarını gerektirmektedir (Savaş, 2013).

Ar-Ge yönetimi, basitçe bilginin üretimini yönetmekten ziyade giderek artan bir şekilde bilgiyi yönetmekle ilgilidir. Bilginin daha iyi yönetimi, sürekli yenilik yoluyla endüstrinin rekabet gücü için önemli bir başarı faktörüdür (Liyanage, 1999). Değişimin çok hızlı yaşandığı bu dönemde, sürdürülebilir ve rekabetçi Ar-Ge yönetimi ve inovasyon için, sayısal dönüşüme ayak uydurmak, yeni yönetim ve düşünce yapılarını ortaya koymak, kurumlar, kullanıcılar ve dış paydaşlarla etkin ve verimli iş birliktelikleri oluşturmak, yeni organizasyon yapıları ve Ar-Ge metotlarını hayata geçirmek kritik öneme sahip olacaktır.

Sonraki bölümlerde, Ar-Ge ve inovasyona tarihsel perspektiften bakış açısı ve değişimler, günümüzdeki Ar-Ge ve inovasyon kavramı ve trendleri üzerinde tartışmalar yapılacaktır, tüketici elektroniğine özel kısıtlar ortaya koyulacaktır. Son bölümde ise başarılı bir Ar-Ge için gözlemler, deneyimlerden bahsedilecek, faydalı araçlar üzerinde durulacaktır.

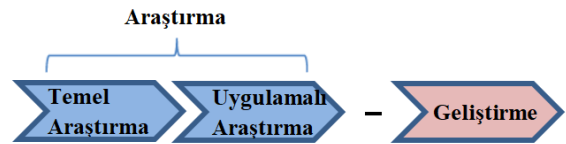
2. Ar-Ge: Tarihsel Perspektif ve Yeni Eğilimler

2.1 Ar-Ge ve Tarihsel Perspektif

Ar-Ge, en temel tanımıyla, yeni bilgi ve fikir oluşturmak diye tarif edebileceğimiz *araştırma* ile fikirleri pratik ürünlere ya da süreçlere dönüştürmek olarak ifade edebileceğimiz *geliştirme* süreçlerinin birleşimi olarak tanımlanabilir ve günümüz dünyasında kurumsal rekabetin en önemli bileşenlerindendir. İlk organize girişimler 1700'lü yılların sonlarında, genellikle savunma alanıyla ilgili olarak Fransa'da devrim sonrasında hükümet desteğiyle hayat bulmuştur (Encyc, 2022). 19. yüzyılda, araştırma ağırlıklı faaliyetler çoğunlukla kişi bazlı icatlara, mucitlere dayalı çalışmalar biçimindeydi. 1850'li yılların ortalarından itibaren çok sayıda girişim başlamasına rağmen, kurumsal Ar-Ge çalışmalarının Thomas Edison ve 1890 tarihli "Edison General Electric Company" ile başladığı kabul edilmektedir (Collins, 2012). O zamana kadar olan çalışmalar genellikle kişisel çabalar şeklindeydi, organize değildi ve temel araştırma ağırlıklıydı. İnovasyon kavramının da, benzer tarihlerde Edison'un "Satmayacak bir şey icat etmek istemiyorum. Satış faydanın kanıtıdır ve fayda başarıdır." cümleleriyle hayat bulduğu ifade edilebilir. Kurumsal Ar-Ge çalışmaları, her ne kadar 19. yüzyıl sonlarında başladıysa da, Ar-Ge kavramının ilk duyulmaya başlaması 20. yüzyılın ortalarına denk düşmektedir (Encyc, 2022).

Ar-Ge temel olarak üç kısma ayrılmaktadır: temel araştırma, uygulamalı araştırma ve geliştirme. Temel araştırma, görünürde herhangi bir özel uygulama veya kullanım olmaksızın, öncelikle olayların ve gözlemlenebilir gerçeklerin altında yatan temeller hakkında yeni bilgiler elde etmek için yapılan deneysel veya teorik çalışmalar, uygulamalı araştırma, temel araştırma bulgularını belirli bir ihtiyacı karşılamak için kullanılabilecekleri bir noktaya taşır. Geliştirme ise oluşmuş bilgileri ürün ya da süreçlere dönüştürmek olarak ifade edilebilir (Concepts, 2015).

Ar-Ge'ye eşlik eden bir başka tabir ise Ürün Geliştirme (Ür-Ge) ya da Tasarım ve Geliştirme (Design & Development ya da D&D) olarak ifade edilen, elde edilmiş bilgi, gözlem ve deneyimleri, belirlenmiş ürün ve süreçlere dönüştürme olarak da açıklanabilecek bir kavramdır ve sıklıkla Ar-Ge'nin geliştirme kısmıyla özdeşleştirilerek Ar-Ge'nin içerisine dahil edilir. Her iki yapı da kurumların rekabeti için kritik bileşenlerdir. İnovasyon ise Ar-Ge ya da Ür-Ge'nin faydaya dönüşen farklılaşmış sonucudur. İnovasyon, her organizasyonun ekonomik başarısını belirleyen rekabetçiliğin anahtar kaynağıdır.



Şekil 1. Ar-Ge aşamaları

Ar-Ge'nin yönetim sistematığı, organizasyonel yapıları, kural ve değerlendirmeleri zamanın gereklilik ve olanaklarına göre farklılaşmış ve günümüzde de ihtiyaçlara göre evrilmiştir. Ar-Ge'nin yönetsel ve yapısal içeriklerine ilişkin, zaman içinde büyük değişiklikler olmasına rağmen, halen ilk dönemlerdeki kavram ve metotların günümüzde de etkilerini sürdürdüğü görülmektedir. Araştırmalar, Ar-Ge tanımının küresel anlamda kullanılmaya başlandığı 20. yüzyılın 2. yarısından itibaren Ar-Ge süreçlerinin uğradığı yapısal değişiklikleri ve dönemlerini kesin sınırlarla ayırmamakla beraber, 4 - 5 farklı kuşağın varlığı üzerinde hemfikir olmuşlardır (Bauer, 2018; Liyanage, 1999; Nobelius, 2004). Bu araştırmalara göre her 10 - 15 yılda bir Ar-Ge düşünce ve yönetiminde farklılaşmalar gerçekleşmiştir.

Ar-Ge yönetim bakış açıları yıllara göre teknoloji merkezli modellerden, müşteri odaklı – işbirlikçi interaktif modellere göre ayrılmaktadır (Bauer, 2018; Liyanage, 1999; Nobelius, 2004).

İlk kuşak Ar-Ge stratejileri, 1950'li yıllar ile 1960'lı yılların ortası arasında tarif edilir, firmanın diğer stratejilerinden neredeyse bağımsız ve genel olarak teknolojik gelişmeler ya da atılımlar üzerinden yürütülmektedir. Bu dönemdeki Ar-Ge süreçleri, belirli stratejik hedeflerden nispeten bağımsız, son noktası pazar olan doğrusal süreçler olarak tanımlanır ve bilim ve teknolojinin itici güç olarak kullanımıyla bilimsel bilginin yaratılması için araştırma yönetimiyle ilgilenmiştir. Bu dönemde, Ar-Ge organizasyonları, neredeyse akademik bilimsel laboratuvarındaki personele eşdeğer yetenekli kişilerin istihdam edilmesi ve yeterli ve kusursuz bir Ar-Ge ortamı sağlayarak en iyi sonuçların beklenmesi olarak tasarlanmıştır (Bauer, 2018; Nobelius, 2004).

Teknoloji ile desteklemek biçimindeki stratejik yönelim, 2. kuşakta, 1960'ların ortalarından itibaren, "*teknoloji-itisi ve pazar-çekişi* modeli" kavramını oluşturdu ve *pazar-çekişi* perspektifi ile tamamlandı. Süreç açısından, *pazar-çekişi*, fikirlerin pazarda oluştuğu, Ar-Ge tarafından süzgeçlenerek, geliştirilmesi yaklaşımıdır (Von Hippel, 1976). Bu model bir takım tehlikeli dezavantajlarına rağmen halen birçok firma tarafından kullanılmaktadır. İkinci kuşakta, Ar-Ge organizasyonları ve süreçleri, bireysel projelerin faydalarını da dahil ederek, bireysel projelerden zincir yönetimi yaklaşımıyla proje bazlı bir yapıya doğru gelişmiştir. Kurumlar bu dönemde, geleneksel proje yönetimi uygulamaları ve yapıları tarafından desteklenmeye başlamışlardır (Niosi, 1999). 1970'lerden itibaren, Ar-Ge çalışanları ve yöneticilerinin rolü diğer organizasyonel işlevlerle giderek daha fazla bütünleşmeye başlamıştır (Bauer, 2018). Bu dönemde, arz ve talep daha istikrarlı bir ilişki içindedir, rekabet yoğunlaşmış ve satış hacmini artırmak için pazarlama çabalarına daha fazla önem verilmiştir. Bu ortamda, uzun vadeli araştırmalar azaltılmış, kısa vadeli talep tarafına daha fazla odaklanılmıştır.

3. kuşakta 1980'li yılların başından itibaren Ar-Ge stratejileri, Ar-Ge'nin daha iyi yönetilebileceği varsayımı altında giderek artan bir şekilde kurum ve iş stratejileri ile entegre olmaya başlamış ve izole edilmiş ayrık Ar-Ge bölümleri dağıtılıp, gerekli Ar-Ge disiplinlerinde oluşan fonksiyonel alanları içeren organizasyonel yapılar ortaya çıkmaya başlamıştır (Bauer, 2018; Liyanage, 1999). Bu dönemde kurumun stratejik ve operasyonel fonksiyonlarını entegre edebilmek için araştırma personelleri ve kurum yöneticileri arasındaki etkin haberleşme teşvik edilmiştir. 1980'li yılların ortasına kadar sürecek 3. kuşak Ar-Ge döneminde, ekonomideki yüksek enflasyon ve talep doyumu, Ar-Ge faaliyetlerinde maliyet kontrol ve maliyet azaltmasını önceliklendirerek gereksiz eforların elimine edilmesi ve teknolojinin iyileştirilmesi yönündeki çalışmaları öne çıkarmıştır (Nobelius, 2004).

1980'li yılların ortalarından 1990'lı yılların ortalarına kadar sürecek 4. kuşakta, üretim odaklı Ar-Ge çalışmalarından bilişim teknolojileri (IT), biyoteknolojiler gibi üretim odaklı olmayan Ar-Ge yaklaşımlarına kayışın yanı sıra, ürün odağından, faaliyetlerin çapraz fonksiyonel ekipler tarafından paralel olarak yürütüldüğü toplam konsept odağına geçiş gözlemlenmeye başlanmıştır (Bauer, 2018; Nobelius, 2004). Örgütsel yapılarıdaki değişikliklere benzer şekilde, 1990'lı yıllar, Ar-Ge süreçlerinde, Toyota örneğinden hareketle yalın geliştirme prensipleri ve çevik manifesto prensipleri sonrasında, çevik ve esnek yapıların tanıtılması için başlangıç noktası olmuştur (Bauer, 2018). Bu dönemde 3. kuşaktaki proje bazlı yaklaşıma esneklik getiren seçilen projelerde başmühendis veya ürün şampiyonu olarak adlandırılan kişilerin tanıtılmasıyla hiyerarşi daha düz hale getirilerek düşük seviyelerdeki yöneticilere artan sorumluluk sağlanmıştır. 1990'lardan itibaren ortaya çıkan bir başka trend ise çalışan mobilitesi olmuştur. Çalışan mobilitesi, Ar-Ge yoğun yüksek teknoloji firmalarının bölgesel olarak toplanması ve ilgili endüstrilerde teknolojinin yayılması için önemli bir itici güç olarak kabul edilir (Bauer, 2018). Daha önceki modellerde, dahili Ar-Ge süreçleri ile harici bilgi, teknoloji yayılımı ve işletmeleri arasındaki karşılıklı bağımlılığı araştırmak için hiçbir sistematik girişimde bulunulmamıştır. 4. kuşak Ar-Ge modellerinde, dahili ve harici bilgi yönetimi, araştırma kuruluşları ve olası ilişkiler, stratejik araştırma ortaklıkları kuruluş ve yönetim yaklaşımları oluşturulmuştur (Liyanage, 1999).

1990'ların sonlarından bu yana, dış paydaşlardan alınan geri bildirimler, son kullanıcıların ve tedarikçilerin ihtiyaç ve gereksinimleri, portföy planlaması ile birlikte bütünsel bir stratejik yaklaşıma doğru evrilmeye başlayan Ar-Ge stratejilerinin geliştirilmesi için kilit bir unsur haline gelmiştir (Niosi, 1999; Bauer, 2018). 5. kuşak Ar-Ge 1990'ların ortasından 2010'lı yıllara uzanan periyodu kapsadığı görülmektedir. Burada farklı sistemlerin entegrasyonu artık Ar-Ge stratejisinin önemli parçası halindedir. Ar-Ge bir ağ şeklinde düşünülmektedir ve rakipleri, tedarikçileri, dağıtıcıları vb. kapsayacak geniş bir sistem içerisindeki iş birlikteliklerine odaklanmaktadır (Nobelius, 2004). Artan küresel rekabet, hızlı teknolojik değişim ve ağır teknoloji yatırımlarını paylaşma ihtiyacı ışığında şirketlerin Ar-Ge faaliyetlerinin sınırlarını genişletmiştir. (Rothwell, 1994; Nobelius, 2004). Ürün ve servis geliştirme hızını kontrol edebilmek zorunluluktur. Dolayısıyla araştırma kısmı, *geliştirmeden* ayrılmıştır.

2.2 Ar-Ge Stratejileri ve Politikaları

Günümüzün Ar-Ge stratejisi, Google'da uygulanan 70 / 20 / 10 kuralı gibi modellerde çığır açan yenilikler üretmek amacıyla portföy yaklaşımlarını bir araya getirmeye çalışmaktadır (Lombardo, 1996; Nobelius, 2004). Büyük veri yönetimindeki güncel gelişmeler, Ar-Ge projelerinde geliştirilmiş seçim prosedürlerine izin verme, portföy ve program planlama ve *pazar-çekişi* ve *teknoloji-itişi* mekanizmaları arasında iyileştirilmiş eşleştirme Ar-Ge'deki stratejik planlama süreçleri için birleştirici gelişmelerdir (Bauer, 2018). Bu dönemde hükümetlerin yeni kuşak Ar-Ge bakış açısı altında işbirliği projelerini destekleyici politikaları ve güncel gereksinimler kurumların akademi-sanayi işbirliğinde, start-up ve girişimcilikte artışı göstermektedir. 6. kuşak olarak değerlendirilebilecek günümüz Ar-Ge yönetiminde, Ar-Ge departmanının önceki dönemlere göre daha düşük bir rol oynadığı dağıtık ve kaynak bulma yönelimli organizasyonel yapılar öngörülmektedir (Bauer, 2018; Nobelius, 2004). Öte yandan Ar-Ge süreçlerini tanımlayan yeni yaklaşımlar da önerilmekte ve tartışılmaktadır. Bunlar arasında; açık inovasyon, bilim ve iş arasındaki erken etkileşim, gelişmekte olan teknolojiler ve gelişmekte olan pazarlar hakkındaki bilgiler arasındaki tamamlayıcılık, uzman tedarikçiler veya ilk kullanıcılarla ağ kurma ve girişimcilik bulunmaktadır. Ayrıca daha radikal yenilikler amacıyla Ar-Ge'nin araştırma kısmına yeniden odaklanılmaktadır. Günümüzün zorluklarından birisi, artık toplumun farklı teknolojileri içeren bütünsel yenilik ve çözümlere artan talebidir. Akıllı ev platform çözümleri buna örnektir. Sensörlerden, iklimlendirmeye, aydınlatmaya, küçük ev eşyalarına, yaşlı bakımına vb. kadar uzanan farklı teknolojileri kapsayan platform yönetimi, oluşturulması, sistemler arası entegrasyon gibi konular, çok büyük global kurumların bile tek başlarına karşılayamayacağı çözümler içermektedir. Bu nedenle, yeni nesil Ar-Ge çalışmaları ve yönetimi, yüksek teknoloji ürünleri için daha geniş bir çoklu teknoloji tabanı ve daha dağıtılmış bir teknoloji tedarik yapısına odaklanmaktadır. Burada örnek olarak kurumsal araştırma laboratuvarları, şirket içi girişimler, teknoloji şirket satın almaları, fikri mülkiyet satın almaları, kurumsal risk sermayesi, ortak girişimler, bağımsız araştırma grupları veya ağları ve dahili olarak yürütülen Ar-Ge'yi kapsayan bir teknoloji tedarik stratejileri paleti söz konusu olacaktır (Nobelius, 2004).

Günümüzde Ar-Ge, teknolojik ve hatta Toplum 5.0 a göre sosyal ilerlemenin temel taşı olarak kabul edilmektedir, dolayısıyla Ar-Ge harcamalarının büyüme seviyeleri ve oranları, yenilikçilik kapasitesinin güvenilir göstergeleri olarak görülmektedir. Örneğin, Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD) ülkelerini ele alalım. Ülkeler Ar-Ge faaliyetlerine önemli ölçüde yatırım yapmaktadır. Son yirmi yılda ortalama Ar-Ge harcamaları gayrisafi yurt içi hasılanın %2.5'larına ulaşmıştır (OECD, 2022). Ülkelere göre değişkenlik göstermekle birlikte bu faaliyet ve fonlamaların çoğunluğu özel sektör tarafından yapılmaktadır (OECD, 2022).

Devletler, Ar-Ge destekleri ile ilgili onlarca yıldır önemli faaliyetler göstermekle birlikte özellikle son 20 – 30 yılda 5. Ar-Ge jenerasyonu ile birlikte, küresel rekabetin artması, bilgi toplumuna geçiş, çevresel etkiler ve sürdürülebilirlik gibi nedenlerle Ar-Ge politikalarında önemli değişimler oluşturmuş, artık tekil Ar-Ge'lerden, çok uluslu, çok disiplinli, son tüketiciyi ve akademiye daha fazla kapsayan Ar-Ge felsefelerine yönelmiştir.

Bilim ve teknolojiye yönelik olanlar da dahil olmak üzere kamu politikaları, eylemlerle ilgili geçmiş deneyimlerin anlaşılması, güncel zorlukların yansımaları ve gelecekteki eylem potansiyellerine ilişkin algıların yorumlanması ile oluşturulan çerçeveler ile şekillenir. Deneyimlerle elde edilen yorumlar, mevcut koşulların düzenlenmesi ve gelecek potansiyellerinin resmedilmesi ile oluşan bu çerçeveler, politika analizi için temeller oluşturarak, potansiyeller ve fırsatlara ilişkin beklentileri şekillendirirler. Modern Bilim Teknoloji ve İnovasyon (BTİ) politikaları geçmiş çerçeveler tarafından etkilenmekte ve şekillendirilmektedir. BTİ politikaları, bağlantılar, kümeler ve ağlar oluşturmaya ve sistemlerdeki öğeler arasında öğrenmeyi teşvik etmeye ve

girişimciliği mümkün kılmaya odaklanmaktadır. Geçmişini temsil eden ilk çerçeve, bilime ve Ar-Ge'ye verilen devlet desteğinin 2. Dünya Savaşı sonrası kurumsallaşmasıyla başlayarak, bunun büyümeye katkıda bulunacağı ve yeni bilginin özel kurumlarda sağlanması ile oluşabilecek piyasa başarısızlığını ele alacağı varsayımıyla tanımlanmıştır (Schot, 2018). İkinci çerçeve ise, 1980'lerin küreselleşen dünyasında ortaya çıkmış ve bilgi yaratma ve ticarileştirme için ulusal yenilik sistemleri tarafından şekillendirilen rekabet gücüne vurgu yapmaktadır (Schot, 2018). Üçüncü çerçeve, dönüştürücü değişim olarak tanımlanmaktadır ve 2015'te yayınlanan Birleşmiş Milletler (BM) Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'nde yer alan zorluklarla mücadelede sosyal ihtiyaçları karşılamak için bilim ve teknoloji politikasının nasıl kullanılacağı ve sürdürülebilir ve kapsayıcı toplumların sorunlarına nasıl değinileceği üzerine odaklanır. Horizon 2020 gibi girişimler aracılığıyla Avrupa Birliği (AB), inovasyonun iyi seçilmiş bir dizi toplumsal sorunu ele almasını ve örneğin düşük karbonlu ve kapsayıcı ekonomiye geçiş katkıda bulunmasını beklemektedir (Schot, 2018).

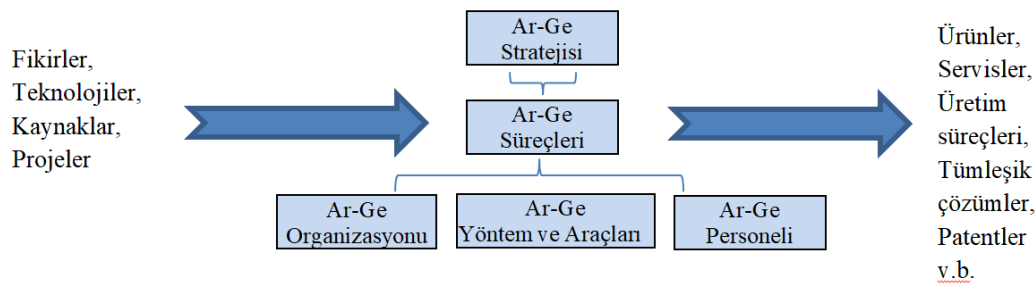
Benzer değişiklikler ülkemizde de gözlemlenmektedir. Son on yılda, devlet desteklerinin girişimciliği ve inovasyonu artıracak şekilde yapılandırılması, start-up şirketlerine verilen hibe destekleri, TÜBİTAK desteklerinde, bireysel başvuru desteklerden uzaklaşılarak çağrılı desteklere yönelmesi, bu desteklerinin ağırlığının yüksek ve katma değerli teknoloji alanları ve sürdürülebilirlik ile ilgili olması, tekil Ar-Ge destekleri yerine üniversite ve sanayiye de kapsayan çoklu Ar-Ge işbirliği içeren konsorsiyum projelerinin ön plana çıkarılması, BTİ politikalarının, küresel politikalarla uygunluğunu göstermektedir.

2.3 Ar-Ge Modelleri, Organizasyonları

21. yüzyılın getirdiği zorluklara rağmen, çoğunluk Ar-Ge birimleri halen 20. yüzyılda kalan ve günümüzün hız, genişleyen bilgi ve araştırma kurumları arasındaki bağlantıları karşılamaktan uzak organizasyon modellerini takip etmektedir. Günümüzün Ar-Ge ekipleri, bitmiş, tasarlanmış bileşenlerin sonunda teste tabi tutulduğu sıralı, parça parça bir yaklaşımı takip etme lüksüne sahip değildir. Bu nedenle, mevcut bir yapıya bağlı kalmak yeterli olmamakta, değişen talepler, iş hacminin büyüklüğü ve artan karmaşıklık, yeni iş modelleri, çalışma şekilleri ve teknolojiler, Ar-Ge organizasyonlarının tasarımlarının yeniden değerlendirmesini zorunlu kılmaktadır.

İdeal Ar-Ge organizasyonunda sorumluluklar net bir şekilde belirlenir ve ekipler arasındaki (iç ve dış) ara yüzler sorunsuz ve şeffaftır. Bu gereksinimler, yeni olmasa da, özellikle daha fazla ekip uzaktan çalışırken, son zamanlarda daha da önemli hale gelmiştir. Bunları yerine getiren Ar-Ge organizasyonları diğer gereksinimleri daha iyi karşılayabilir; geleceğe odaklı kalırken karmaşıklığı aktif ve verimli bir şekilde yönetebilir ve ayrıca değişime uyum sağlamak için araç ve yetenekleri sürdürebilir (Hidma, 2020).

Ar-Ge modeli Şekil 2 deki beş temel içerik ile ifade edilebilir. Bunlar; Ar-Ge stratejisi, Ar-Ge süreçleri, Ar-Ge organizasyonu, Ar-Ge yöntem ve araçları ve Ar-Ge personeli.



Şekil 2 . Fraunhofer endüstriyel Ar-Ge değerlendirme modeli (Bauer, 2018)

Ar-Ge stratejileri, vizyon ve misyon, temel ve teknolojik yetkinlikler, varlıklar, çözümlerin stratejik konfigürasyonu başta olmak üzere Ar-Ge program yönetimi gibi iç bakış açıları ve pazarlar, rakipler, teknolojiler, müşteriler gibi faktörlerden oluşan dış bakış açılarına uygun bir biçimde, ilgili tüm etki faktörlerini göz önünde bulundurarak yapılandırılmalı ve metodolojik bir şekilde tanımlanmalıdır. Ar-Ge süreçleri fikir üretme, araştırma, ön ve konsept geliştirme, ürün, üretim ve hizmet geliştirme ve süreç iyileştirme alt gruplarını içerir. Ar-Ge süreçleriyle ilgili en önemli soru, mevcut süreçlerin verimli, hedef odaklı, esnek ve entegre bir şekilde tanımlanıp tanımlanmadığıdır.

Ar-Ge birimindeki organizasyon, iletişim yapıları ve partner ağı, Ar-Ge organizasyonunun temel bileşenleridir. Organizasyon yapısı, tüm Ar-Ge faaliyetlerini sürdürebilecek yapıda esnek ve verimli, hedef odaklı işbirliğini en iyi şekilde gerçekleştirebilmek için uyumlu olmalıdır. Ar-Ge çalışanlarının kazanılması ve elde tutulması, kişisel gelişim, motivasyon ve teşvikler ile kurum kültürü Ar-Ge personel faaliyetleri içindeki alt grupları oluşturur. Ar-Ge yöntem ve araçları, IT sistemlerinin ve araçlarının kullanımı, Ar-Ge yöntemlerinin uygulanmasının yanı sıra Ar-Ge içerisinde risk ve proje yönetim araçlarını da içerir.

Küreselleşen, bilginin hızlı yayıldığı, dolayısıyla rekabetin en yüksek düzeye çıktığı yeni düzende, merkezi Ar-Ge birimleri yeterli rekabet, yerel pazarlara adaptasyon, çoklu teknoloji de uzmanlaşmada yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle özellikle çok uluslu şirketler başta olmak üzere yeni organizasyonel yaklaşımlar ortaya çıkmıştır. Bu organizasyon yapıları Ar-Ge faaliyetlerinin dağılımına ve bireysel Ar-Ge birimleri arasındaki işbirliğinin derecesine göre etnosentrik merkezi yapı, jeosentrik (bölgesel) merkezi yapı, çok-merkezli dağıtık yapı, Ar-Ge baz merkezi ve tümleşik Ar-Ge ağı organizasyonu şeklinde özetlenebilir (Gassmann, 1999).

Etnosentrik merkezi Ar-Ge organizasyonunda, tüm Ar-Ge faaliyetleri anavatanda yoğunlaşmıştır. Etnosentrik merkezi Ar-Ge'nin başlıca dezavantajları, dış pazarlardan gelen sinyallere karşı duyarlılık eksikliği ve yerel pazar taleplerini yeterince dikkate almamasıdır.

Hedef pazar bölgelerinde yapılandırılmış olan bölgesel merkezleştirilmiş Ar-Ge, fiziksel olarak etnosentrik Ar-Ge'nin avantajından vazgeçmeden Ar-Ge'yi uluslararası hale getirmenin hızlı ve ucuz bir yolunu sunar. Farklı lokasyonlardaki -bunlar genellikle farklı ülkelerdir - birden çok Ar-Ge merkezinin bir araya getirilmesiyle oluşan çok-merkezli dağıtık Ar-Ge organizasyonlarının en büyük zorluğu, daha önce bağımsız olan Ar-Ge birimlerinin izolasyonunun üstesinden gelmek ve onları daha geniş bir Ar-Ge ağına entegre etmektir. Bu türden Ar-Ge yapılanmalarında yerel pazar için güçlü bir hassasiyet ve uyum sağlanırken, düşük verimlilik ve teknolojik odaklanmada zayıflık sorun olarak karşımıza çıkar.

Ar-Ge baz merkezi yaklaşımı ise çoklu Ar-Ge noktalarının merkezi olarak yönetimini hedeflemektedir. Koordinasyon yüksektir, mevcut imkanlardan en iyi şekilde yararlanır, sinerji yakalanır, ancak yüksek maliyet, lokal yaratıcılık ve esnekliğin azalması problem olarak görülmektedir.

Tümleştirilmiş Ar-Ge ağı modelinde ise merkezi Ar-Ge, artık tüm Ar-Ge faaliyetlerinin kontrol merkezi değildir. Merkezi Ar-Ge, esnek ve çeşitli koordinasyon mekanizmaları aracılığıyla birbirine sıkı sıkıya bağlı olan birçok Ar-Ge birimi arasında bir yetkinlik merkezine evrilir. Günümüz çok uluslu şirketleri arasında giderek popülerleşmektedir.

Öte yandan, birden fazla Ar-Ge biriminin olduğu dağıtık organizasyonel yapılarda, bağımsız Ar-Ge birimlerinin sayısı arttıkça üretkenliğin azaldığı raporlanmıştır. Bu rapora göre eklenen her yeni Ar-Ge biriminin üretkenliği %14 düşürdüğü ifade edilmektedir (Hidma, 2020).

Ar-Ge Yöntemleri ve Araçları

1960'lar, Ar-Ge'de yapılandırılmış proje ve risk yönetimi prosedürlerinin başlangıç noktası olarak tanımlanmaktadır (Bauer, 2018; Niosi, 1999). 1990'ların başları, teknik problemlerin soyutlanması veya yaratıcı problem çözme alanında yaratıcılık yöntemlerinin artan bir şekilde uygulamasının başlangıç noktasıydı. Bu gelişme esas olarak yaratıcı problem çözme teorisi (TRIZ) tarafından tetiklenmiştir. Öte yandan benzer yıllarda hata modları ve etkileri analizi (FMEA) gibi yöntemler Ar-Ge proje risk yönetiminde etkin bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. 21. yüzyılın başında Balanced Scorecard modelinin geliştirilmesi, temel başlık olarak bilgi yönetimi ile birlikte performans yönetimi ve ölçümleme modellerinin on yıllık bir periyotta artan bir şekilde uygulanmasına yol açmıştır. Altı Sigma, Kanban veya yalın geliştirme dahil olmak üzere Japon yönetim tekniklerinin yanı sıra ve klasik şelale yönteminden uzaklaşarak özellikle yazılım alanında Scrum veya aşırı programlama dahil çevik yöntemler, 1990'lardan itibaren (Rothwell, 1994) Ar-Ge departmanlarında yaygın olarak uygulanmaya başlanmıştır. Benzer tarihlerde kalite yönetim standartlarının veya kalite fonksiyon yayılımı (QFD) gibi yöntemlerin uygulanması sayesinde toplam kalite yönetimi (TQM) gibi yöntemler, Ar-Ge'nin ayrılmaz bir parçası olmaya başlamıştır (Rothwell, 1994).

3B yazıcıların kullanımı ve hızlı prototipleme için artırılmış veya sanal gerçeklik tekniklerinin uygulanması da Ar-Ge süreçlerini daha verimli hale getirmiştir. IT ve yazılım teknolojisindeki gelişmeler, simülasyon ve bilgisayar destekli tasarım (CAD) yazılımlarının kullanımlarını Ar-Ge departmanlarının ayrılmaz bir parçası haline getirmiştir.

Kaynak ve zaman planlamasını, maliyet analizlerini, proje aşamalarında kaynaklar arasındaki etkileşimi otomatize eden, kritik yolları ve milestone'ları etkin bir şekilde yönetmeyi sağlayan, proje yönetimi yazılımları,

Gantt diyagramları günümüz Ar-Ge departmanlarının en önemli yönetsel araçları haline gelmesine rağmen, küçük Ar-Ge birimlerinde halen bu amaçla elektronik tabloların kullanıldığı gözlemlenmektedir. Gelişmiş veri tabanları sayesinde, ürün veri yönetimi sistemleri (PDM), ürün yaşam döngüsü yönetim sistemleri (PLM) ve büyük veri yönetimi gibi araçlar da günümüz modern Ar-Ge yönetiminin temel parçaları olmuştur (Bauer, 2018).

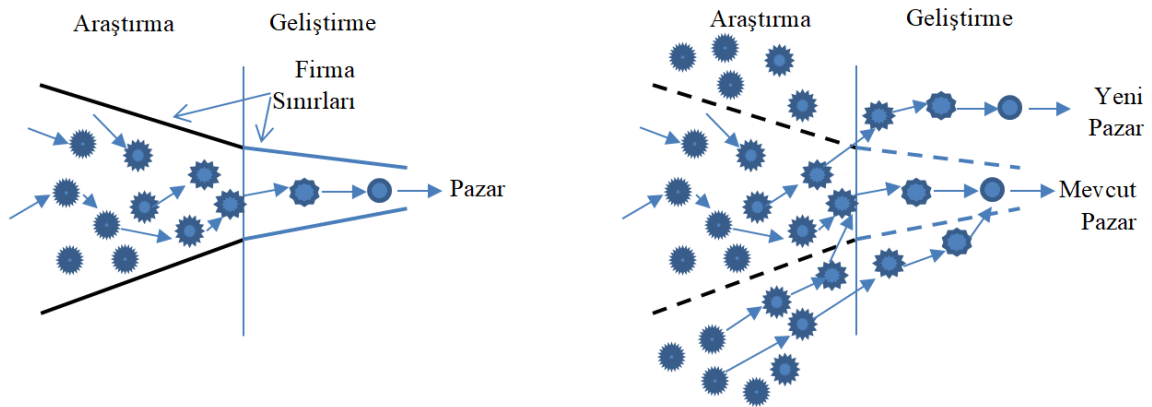
Öte yandan, senaryo tekniklerinin uygulanmasının artmasıyla, stratejik bir perspektiften, sistem odaklı Ar-Ge stratejilerinin geliştirilmesinde çoklu geleceğin kullanımına yönelik bir eğilim başlamıştır (Bauer, 2018). 2000’li yılların ortalarından itibaren yenilikçiliğin artırılmasına yönelik olarak, çok-teknolojili, çok-paydaşlı Ar-Ge çalışmalarında açık inovasyon, toplam inovasyon yönetimi gibi kavramlar Ar-Ge süreçlerinde tartışılmaya ve yer almaya başlanmıştır.

Kurumların ekonomik başarısını belirleyen rekabetçiliğin temeli ve Ar-Ge birimlerinin en önemli performans göstergelerinden bir olan inovasyon sadece yenilikçi bir ürün ortaya çıkarma değildir. Ürün inovasyonu, ham madde inovasyonu, süreç inovasyonu (yeni efektif üretim biçimleri...), pazar inovasyonu, iş inovasyonu, yönetim inovasyonu gibi pek çok değer katan inovasyondan bahsedilebilir.

Yeni fikirlerin ortaya çıkışı, araştırma ve geliştirme çalışmaları, patent, tasarım ve geliştirme, tersine mühendislik gibi *teknoloji-itişi* gruplar, yoğun pazar araştırmaları (iş imkanları, sosyal ve demografik değişiklikler vb.) ve geri dönüşler (müşteriler, çalışanlar, tedarikçiler vb.) gibi *pazar-çekişi* gruplar ile geçmiş deneyimler, yaratıcılık (yanal düşünme, zihin haritası, beyin fırtınası, metaforlar vb.), simbiyotik fikirler (mevcut farklı fikirlerin yeni bir uygulamaya dönüşmesi), doğadan esinlenen yenilikler, yeni standartlar yardımı ile gerçekleşmektedir (Mahdjoubi, 2009).

Bilgi toplumunda, Ar-Ge süreçleri boyunca, inovasyonu daha evrensel hale getirmek yeni yaklaşımlardan birisi olmuştur. Yenilikler, organizasyonların ekonomik başarılarını belirleyen rekabet avantajının anahtar kaynakları olduğundan, belirli bir yeniliğin artık önceden tanımlanmış ve izole edilmiş yenilik faaliyetlerinin sonucu olarak görülemeyeceği, bunun yerine tüm ekonomik ve sosyal çevre boyunca bilgi akışlarını içeren karmaşık bir birlikte yaratma sürecinin sonucu olarak görülebileceği anlamına gelmektedir. İnovasyon sürecini tüm aktif oyunculara açmak, açık inovasyonun temel önermesidir. Böylece, bilgi daha özgürce dolaşabilir ve yeni pazarlar yaratan ürün ve hizmetlere dönüştürülebilir ve daha güçlü bir girişimcilik kültürünü teşvik eder (Sivam, 2019).

Açık inovasyon, 2000’li yılların başlarında, inovasyon yönetimi için yeni bir paradigma olarak önerilmiş (Chesbrough, 2003) ve firmaların iç fikirlerin yanı sıra dış fikirleri de kullanabileceğini ve kullanması gerektiğini savunan, pazara uzanan iç ve dış yollarda firmaların teknolojilerini iletme arayışlarını vurgulayan değerler zinciri olarak tanımlanmıştır (Sivam, 2019).



Şekil 3. a) Kapalı İnovasyon, (Chesbrough, 2003)

b) Açık İnovasyon

Chesbrough’tan on yıl sonra, AB çatısı altındaki OISPG (The Open Innovation Strategy and Policy Group) , Açık İnovasyon 2.0 adı altında kapsamlı bir sunum yayınlamıştır. Yine AB çatısı altındaki Ufuk 2020 programı

Ar-Ge ve inovasyona bütünsel çerçevede bir bakış sunarak, açık inovasyonu vurgulamaktadır. Benzer biçimde Türkiye’de kamu tarafında teknokent’ ler, Ar-Ge ve tasarım merkezleri gibi politikaların ortaya koyulması, TÜBİTAK’ın açık inovasyona özendirici 1503, 1507, 1509, Sayem gibi destek programlarını sunması, üniversitelerin kuluçka merkezleri bazı örnekler olarak gösterilebilirken, özel sektör daha aktif yaklaşımlar ortaya koymuştur. Bunlar arasında Garanti Partner projesi, Turkcell’in Partner Network’ü, TEB’in girişim evi, Sabancı Üniversitesi’nin SuCool’u örnek olarak verilebilir. Çok uluslu firmaların açık inovasyon çalışmalarına örnek olarak P&G’nin Connect+Develop’u, GE’nin FirstBuild projeleri, Tuya’nın akıllı ev platform modelleri gösterilebilir.

3. Tüketici Elektronik ve Ar-Ge İlişkisi, Tüketici Elektronikine Özel Koşullar

Ar-Ge ve inovasyon ile ilgili temel kavramlar, gereksinimler ve yöntemler, tüm faaliyet alanları için ortak çerçeveler çizmekle birlikte, uygulandığı alanlara ve teknoloji düzeylerine göre, stratejiler, süreçler, organizasyon yapıları, yöntem ve araçlar, personel yapıları ve yetkinlik gereksinimleri değişiklik göstermektedir. Farklı disiplinlerde ya da teknoloji düzeylerinde (örneğin ilaç sektörü ve yazılım sektörü ya da kağıt ve havacılık endüstrisi) disiplinlerin doğası ve gereksinimlerine göre farklılıkların olması kaçınılmazdır. Örneğin ilaç endüstrisindeki Ar-Ge süreleri, test gereksinimleri, risk analizleri, kullanıcılarla etkileşim, Ar-Ge organizasyonları, çalışma biçimleri, yatırım gereksinimleri, yazılım endüstrisindeki Ar-Ge içerikleri ile farklılık göstermektedir. Örnek olarak bir ilacın geliştirilmesi ve onaylanması yıllar alırken, yazılım çalışmaları aylar mertebesinde bitebilir ve geliştirme süresi içerisinde hızlı değişiklikler gerçekleştirilebilir. Öte yandan, aşağıda da örnekleyeceğimiz gibi, aynı disiplindeki endüstri kollarında bile sektöre göre Ar-Ge sistematğinde farklılaşmalar görülmektedir. Elektrik - elektronik endüstrisi, yüksek teknoloji grubuna girmekte ve on OECD ülkesi ortalamasına göre Ar-Ge yoğunluğunun en yüksek olduğu disiplin olarak gözükmektedir (VanPottelsberghe, 2008).

Tüketici elektroniği ürünleri, günlük ev kullanımı için tasarlanmış herhangi bir ev elektroniği veya sayısal cihazı ifade eder ve yoğun üretim karakterlidir. Tüketici elektroniği, elektrik - elektronik endüstrisinin önemli alanlarından birisidir. Bu endüstri kolunun, dünya ticaretinde 2022 yılı itibarıyla 1 Trilyon USD gibi önemli bir hacim oluşturması ve 2022 – 2026 yılları arasında yıllık ortalama %2.27 büyümesi beklenmektedir. Öte yandan 2022 yılında tüketici elektroniği pazarında, toplam gelirin %43,6’sının online satışlardan elde edileceği ve kişi başına ortalama hacmin 1,08 adet olacağı öngörülmektedir (Consworldwide, 2022).

Tüketici elektroniği pazarı, tüketicilerin günlük yaşam gereksinimlerini sorunsuz bir şekilde karşılamaya yardımcı olan daha yenilikçi ve ileri teknoloji taleplerinden büyük ölçüde etkilenmektedir. Bu duygu, son on yılda tüketici elektroniği endüstrisindeki yeniliğin hızlandırılmasında önemli bir rol oynamıştır (Consmarket, 2022). Bu pazarda, trendler çok hızlı değiştiği için doğası gereği oldukça dinamiktir. Bu nedenle, pazar oyuncuları yıllardan beri sürekli olarak yeni işlevler ve özelliklerle yenilik sunmanın farklı yollarını aramaktadır. Bilgi toplumunun ana taşıyıcılarından olan ve yoğun yenilikçiliğin var olduğu nesnelerin interneti (IoT) kavramına uygun olarak, bağlantılı cihazların sayısı her geçen gün artmaktadır. Mutfak aletleri, giyilebilir cihazlar ve diğerleri gibi akıllı cihazların birçoğu, kablosuz yöntemlerle kullanıcılarla iletişim kurabilmektedir. Öte yandan, pazarın önde gelen oyuncularından birçoğu, verimliliği artırmak ve maliyeti düşürmek amacıyla, mevcut elektronik teknolojilerinde ve süreçlerinde iyileştirmeleri kolaylaştırmak için araştırma ve geliştirme faaliyetlerine büyük yatırımlar yapmaktadır. Yenilikçilik ve gelişen tüketici duyarlılığı anlayışı, pazar oyuncuları için temel odak alanı olmaya devam etmektedir. Bunun yanı sıra tüketici elektroniği sektöründe faaliyet gösteren kurumlar, hedef kullanıcıları dikkate alarak sosyal medya reklam ve pazarlamasına yoğun bir şekilde harcama yapmaktadır (Consmarket, 2022)

Temel tüketici elektroniği ürün grupları aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Beyaz eşyalar: buzdolabı, bulaşık makinesi, çamaşır makinesi, klima vb.
- Küçük ev ve mutfak eşyaları
- Kişisel haberleşme ürünleri : televizyon, cep telefonu, ses ve görüntü ürünleri, akıllı saatler, Bluetooth hoparlör kulaklık vb.
- Bilgisayarlar
- Kişisel sağlık ve bakım ürünleri
- Aydınlatma ürünleri

- Akıllı ev ürünleri
- Sayaçlar vb.

3.1 Tüketici Elektroniklerinin Koşul ve Sınırlamaları

Tüketici elektroniklerinin kendine has sınırlamaları ve koşulları Ar-Ge ve inovasyon strateji ve sistematığının oluşturulmasında dikkate alınması gereken önemli faktörlerdir. Bunlar Tablo 1. de özetlenmiş ve Ar-Ge açısından değerlendirilmiştir.

Tablo 1. Ar-Ge açısından tüketici elektroniklerinin koşul ve sınırlamalarına ilişkin değerlendirmeler

Sınırlamalar ve Durumlar	Alt Grup	İnceleme
Donanıma bağımlılık	Donanım gereksinimi	Tüketici elektronikleri ürünleri, mutlaka bir donanım içermektedir. Donanım gereksinimi Ar-Ge çalışmalarını derinden etkileyen birçok sınırlamaları beraberinde getirmektedir. Proje yönetim süreçleri çok detaylı olarak hazırlanmalı ve takip edilmelidir. FMEA gibi tasarım risk analizleri mutlaka dikkate alınmalıdır. Prototip ve son ürünlerin hazırlanma süreçleri ayları bulmaktadır. Bu nedenle hataların gecikme ve maliyet etkisi yüksektir. Bu da gelişmiş simülasyon araçlarının kullanımını önemli hale getirmektedir. PLM süreçleri önemlidir. Alternatif malzeme arayışları Ar-Ge süreçlerinin uzamasına sebep olmaktadır. Bu nedenle teknik satın almanın varlığı, aktif iletişim oldukça önemlidir. Öte yandan kullanım ömrüne yönelik testlerin aylar alması, geçmiş deneyimlerin ve iç ve dış bilgi birikiminin önemini ortaya koyar. Donanım nedeniyle multidisipliner çalışma zorunludur. Disiplinler arası koordinasyon çok önemlidir. Elektronik ve mekanik sistemlerin uygunluğunun sağlanması, süreçlerin hızlanmasını sağlayacaktır. Mekanik, elektronik sistemlerdeki hataların gecikme ve maliyet etkileri farklı olduğundan, <i>milestone</i> lar ve kritik yollar mutlaka incelenmeli ve değerlendirilmelidir. Çevik proje yönetimi önemlidir ancak değişikliğin hızlı bir şekilde yapılması ve maliyetli olması, fizibilite çalışmaları ve tasarım girdilerinin önemini ortaya çıkarmaktadır. <i>Use case</i> ler mutlaka detaylı bir şekilde çalışılmalı, son kullanıcı geri dönüşleri ve beklentileri bu şemalara yansıtılmalıdır, rakip ürün analizleri ve ürün teknoloji yol haritası çok iyi çalışılmalıdır. Şelale modeli ve Gantt diyagramları, çevik proje yönetimiyle eşleştirilmelidir.
	Yazılım destekli	Günümüzde tüketici elektronikleri ürünleri, giderek artan ve karmaşılaşan bir şekilde yazılım içermektedir. Bu nedenle, yazılım geliştirme metodolojileri, donanım geliştirme metodolojileri ile uyumlu hale getirilmelidir.
	Yeni teknolojilerin kullanımı	Donanım tasarımlarının ömrü, yılları bulacağından, ürünlerin hızlıca eskimemesi için, yeni teknolojilerin uygulanması kritik öneme sahiptir. Ancak bunun maliyet dengesini bozmaması da önemlidir.
Düşük kar marjlılık	İnovatif yaklaşım	Tüketici elektronikleri ürünleri, yoğun üretim ürünleri ve rekabetin yüksek olduğu ürünler olduğundan, kar marjlarının yüksek olması ve rekabetçi olabilmeleri için inovasyon diğer alanlara göre çok daha önemlidir. Patentli, inovatif ürünler birincil öncelikli olarak hedeflenmelidir. Bu nedenle, tüketici elektronikleri Ar-Ge birimlerinde, inovasyon çalışmalarına özel önem verilmeli ve inovasyon araçları mutlaka kullanılmalıdır.
	Patentleme	Tüketici elektronikleri, tersine mühendisliğin oldukça popüler olduğu bir alandır. Bu nedenle inovatif içerik taşıyan ürünler mutlaka patent ya da faydalı model veya tasarım tescili gibi yollar ile korunmalıdır. Ar-Ge içerisinde fikri haklar bölümü bulundurulmalıdır.
Kısa yaşam döngüsü		Tüketici elektroniklerinin tipik karakteristiklerinden birisi de ürünlerin yaşam döngülerinin diğer alanlara göre nispeten daha kısa olmasıdır. Aşırı rekabetin olduğu bu alanda, her yıl diğer sektörlerle oranla çok daha fazla yeni ürün çıkmaktadır. Bazı alanlarda ortalama yaşam döngüleri 1-2 yıl seviyesine kadar düşebilmektedir. Bu sebeple Ar-Ge stratejileri ve yol haritaları uygun biçimde hazırlanmalı, Ar-Ge organizasyonu bu değişimi karşılayacak yeterli büyüklükte olmalı, <i>pazar-çekişi</i> ni destekleyecek mekanizmalar ve iletişim kanalları yeterli ve uygun olmalıdır.

Yüksek rekabet	İnovatif yaklaşım gerekliliği	Yoğun üretim sektörlerinin tipik karakteristiklerinden biri olan yüksek rekabet ortamı, özellikle elektrik - elektronik sektöründe yaratıcı rekabet olarak karşımıza çıkar. Tüketici elektroniği, yaratıcı rekabetin en yoğun olduğu alanlardan birisidir. Bu nedenle inovasyonun ve farklılaşmanın önemi daha da ön plandadır. Bu alanda yer alan kuruluşların sürdürülebilir bir rekabeti sağlamaları için mutlaka inovasyon sistematizi oluşturmaları, personeli özendirici teşvik ve eğitimlerde bulunmaları, inovasyonu kurum içine yaymaları ve açık inovasyon yaklaşımlarını kurum kültürü ve Ar-Ge stratejilerine entegre etmeleri oldukça önemlidir.
	Bilgi Yönetimi ve Kaynak yönetimi	Mutlaka kurum içi bilgi yönetimi politikaları oluşturulmalı, bilgi güvenliği, paylaşımı, saklanması için gerekli IT araçları kullanılmalı ve proje deneyimlerinin, sonraki projelere aktarılması sistematikleştirilmelidir. Deneyimli personel, personel eğitimleri, esneklik ve yaratıcılık sağlayan yatay hiyerarşi yaklaşımları önem kazanmaktadır.
	Dış ülkelere bağımlılık	Tüketici elektroniğinde özellikle gelişmekte olan ve kaynakları (örneğin elektronik ya da mekanik bileşenler vb.) dışa bağımlı ülkelerde, küresel hatta yerel rekabet gücünü önemli bir oranda zayıflatan faktörlerden biri, ürünü oluşturan bileşenlerin dışarıdan tedarik edilmesidir (örneğin yerleşme oranının %30'dan küçük olması). Bu durumda, tedariki sağlayan ülkeler, küresel ve hatta bazı durumlarda gümrük, vergiler vb. rağmen yerel pazarlarda rekabet avantajı elde etmektedir. Türkiye'de de bu durum söz konusudur. Katma değeri düşük farklılaşmamış ürünlerde kar marjları çok düşük düzeylerde ve sürdürülemez olup, yerel pazarlar dışında rekabet etme şansları (teknoloji dışı avantajlar haricinde) bulunmamaktadır. Bu durum ancak farklılaşma, inovasyon ve kalite yaklaşımları ile çözümlenebilmektedir. Bu nedenle inovatif Ar-Ge dış ülkelere bağımlı yapılarda daha da önem kazanmaktadır.
Standartlara uygunluk ve sıkı mevzuatlar	Uluslararası normlar	Tüketici elektroniği ürünleri, ulusal ve uluslararası temel (FCC, UL, CE, RoHS, REACH vb.) ve özel standart ve yönetmeliklere tabi olduğundan, bu konuda deneyimli ve teknik alt yapısı yeterli Ar-Ge organizasyonları hayati önem taşır. Yüksek yatırım gereken durumlarda harici kaynak kullanımı uygun olmakla birlikte Ar-Ge süreçlerinin uzayacağına ve proje maliyetlerinin artacağına dikkat edilmelidir. Uygunluk laboratuvarlarının genel konulara ve standartlara odaklandığı düşünülürse, özellikle inovatif ürünlerde süreçler daha da sorunlu hale gelmekte, zaman ve maliyet artışları verimliliği düşürmektedir. Ar-Ge içerisinde standartlara hakim personel ve grupların olması kritik düzeyde önemlidir.
	Yerel yönetmelikler, demografi k ve kültürel yapı	Sıkı yerel yönetmelikler ya da mevzuatlar, demografik ya da kültürel beklentiler tüketici elektroniğinde sıklıkla özel yerel koşulların sağlanması durumunu ortaya çıkarır. Bu nedenle küresel pazarlara ürün sağlayan kurumların, pazar durumuna göre jeosentrik merkezi Ar-Ge ya da çok merkezli dağıtık Ar-Ge seçeneklerini düşünmeleri, açık inovasyon ya da açık Ar-Ge yaklaşımlarını değerlendirmeleri gerekmektedir.
Yüksek üretim miktarları	Süreç inovasyonları	Tüketici elektroniği sektörü yoğun üretimin olduğu bir sektördür. Statista raporlarına göre 2022 yılında kişi başına 1.08 ürün üretileceği, yani küresel ölçekte 8 milyardan fazla ürünün piyasa sürüleceği düşünüldüğünde (Consworldwide, 2022) üretim süreçlerinde maliyet optimizasyonu ve kapasite verimliliği sağlayacak süreç inovasyonlarının ne derece önemli olduğu anlaşılmaktadır. Elbette bu konu yatırımlarla desteklenmelidir.
	Stratejik satın alma	Yoğun ve kesintisiz üretim nedeniyle, stratejik satın alma ve envanter yönetiminin, Ar-Ge bağlantılarının güçlü olması kritik önemde bir konudur. Alternatif bileşenlerin oluşturulması, tedarik süreçleri, Ar-Ge destekli teknik ve stratejik satın alma ve tedarik yapılarının önemi, Covid-19 sonrasında, daralan komponent pazarının yarattığı sorunların, Ar-Ge birimleri üzerindeki oluşturduğu dayanılmaz baskı ve süreç bozulmaları ile daha da anlaşılmıştır.
Yol haritaları ve ürün portföy yönetimi		Yol haritaları ve ürün portföy yönetimi, tüketici elektroniğinin önemli Ar-Ge başlıkları arasındadır. Günümüz dünyasında hızla değişen eğilimler ve teknolojiler, Ar-Ge dışı departmanlar arasındaki bağlantıların ve bilgi akışının sorunsuz bir şekilde işlenmesini gerektirir. Ar-Ge stratejilerinin güncel tutulması, benchmarking, müşteri ilişkileri yönetimi ve müşteri deneyimleri önem kazanmaktadır.

Geniş dağıtım ağı	Tüketici elektroniği ürünlerinin geniş kitlelere ulaşması nedeniyle e-ticaret başta olmak üzere birçok değişik satış kanalına sahip olmasının, ürün tasarımlarını ve hizmet mekanizmalarını da etkileyebilecek (örneğin ürünlerin kullanıcı tarafından kurulması, konfigüre edilmesi vb.) sonuçlar yaratacağı göz önünde bulundurulmalıdır. Ek olarak, yeni iş modeli inovasyonları (gömülü reklam, kullanım başına ödeme, freemium/Premium vb.) ve bunları destekleyecek Ar-Ge çalışmalarına önem verilmelidir.
Multidisipliner yapı	Tüketici elektroniği uygulamaları, farklı disiplinlerin uyumlu bir şekilde çalışmasını gerektirmektedir. Bu alan, elektrik- elektronik mühendisliği, yazılım mühendisliği, makine mühendisliği gibi temel Ar-Ge disiplinlerini kapsamakla birlikte, yönetim bağlamında, endüstri mühendisliği, işletme yönetimi, fikri haklar yönetimi gibi farklı alanları da içermektedir. Çok disiplinli yapı nedeniyle ilişki ve süreç yönetimi daha karmaşıklaşmaktadır. Bu sorunları aşmak için, iletişimi maksimum düzeye taşıyacak interaktif araçlar, disiplinler arası ihtiyaçları ve disiplinlerin karakteristiklerini iyi derecede bilen odaklanmış interdisipliner Ar-Ge personelleri süreçler ve organizasyon içerisinde yapılandırılmalıdır.

Yukarıda özellikle tüketici elektroniği konusunda, sürdürülebilir bir rekabet için önemli noktalara vurgu yapılmıştır. Özetle; operasyon yönetimi yoluyla rekabet avantajı elde etmek için üç strateji vardır: farklılaşma, maliyet ve yanıt. Bunlar tüketici elektroniğinde en önemli mihenk taşlarıdır.

4. Diğer Ar-Ge Konuları ve Bir Örnek

Bu bölümde, bölüm 2 de bahsedilen Ar-Ge modelinin beş temel yapısı detaylandırılarak, 3. bölümde vurgulanan bilgiler ışığında, gerçek gözlemler ve deneyimler baz alınarak günümüz eğilimlerine uygun, tüketici elektroniğinde faaliyet gösteren orta düzeydeki (50 – 100 kişi) bir Ar-Ge merkezi için olası yaklaşımlara ilişkin bir örnek verilecektir. Bu örnek, farklı alt teknoloji alanları, farklı sektörler, çok ulusluluk ya da çok merkezli yapılanma ihtiyaçlarına göre genişletilebilir veya uygulanabilir.

4.1 Ar-Ge Stratejisi

Ar-Ge stratejisi, temel hedefler, organizasyonel yapı, süreçler, kişiler ve proje portföyleri içeren kararlar arasında birbiriyle ilişkili, tutarlı bir seçimler kümesi olarak tanımlanabilir ve işletmelerin lider konuma gelmesine yardımcı, rekabetçi, çevik, uyarlanabilir ve karlı olmasını amaçlar. Ar-Ge stratejisi basit kurallardan oluşabileceği gibi detaylı ve geniş açıklamalardan da oluşabilir. Örneğin Hitachi Ar-Ge Stratejisi basit üç madde olarak özetlenmiştir (Ariyoshi, 2015);

- Müşterilerle yaratıcı işbirliğini genişletmek : Araştırmaya müşteri-odaklı yaklaşım
- Pazar ihtiyaçlarını karşılayan yenilikçi teknolojilerin geliştirilmesi : Yenilikçi ürünlerin oluşturulmasına yardımcı olacak teknoloji platformlarının güçlendirilmesi
- Geleceğe yönelik zorluklar üzerinde çalışmak : Uzun vadeli bir perspektiften Ar-Ge

Kurumların ekonomik başarılarının temel faktörlerinden biri olan Ar-Ge birimlerinin üretkenliklerini sürdürebilmeleri için, şirketlerin, peşinden gittikleri teknoloji alanları ve başarılı olmak için ihtiyaç duydukları yetenekler konusunda daha bilinçli olmaları ve Ar-Ge stratejilerini, kurum misyon, vizyon ve iş hedefleri ile uygun olarak belirlemeleri gerekmektedir.

Farklı tanımlamalar da olabileceği gibi şirketlerin, Ar-Ge stratejilerinin belirlenmesinde beş temel soru tanımlayıcı olabilmektedir (Calder and Solis, 2019). Bunlar:

- **Ar-Ge organizasyonunuzun amacı nedir?** Bu soruya verilecek temel cevaplar, Ar-Ge stratejisinin bazını oluşturacaktır.
- **Geleceğe yönelik bakış açısı ve beklentileriniz nedir?** Ar-Ge, genellikle bir kuruluşun gelecekle ilgili beklentilerine ışık tutmalı ve ufuktaki anahtar teknolojileri belirleyerek, bunlar hakkında eleştirel bakış açıları sağlamalıdır. Burada çizilecek çerçeveler, Ar-Ge stratejilerine kaynak olacaktır.
- **Ar-Ge biriminin temel odak alanları nelerdir?** Kuruluşa en fazla değer katması beklenen alanlara odaklanmak ya da odaklanmak için gerekli kurallar stratejinin içeriğinde yer almalıdır. Örneğin;
 - Gelecekteki ortamda oldukça alakalı olacak bir teknoloji,
 - Kazanma hakkı ve ticari avantaj sağlayan bir yetenek veya çözüm,
 - Teknolojiyi ve yeteneği pazar eğilimlerine ve yapılacak müşteri işlerine bağlayan bir pazar fırsatı.

- **İş ve Ar-Ge ne şekilde uyumlu çalışacak?** Başarılı bir Ar-Ge stratejisi geliştirmenin kritik bir yönü, çıktılarının kurumsal strateji bağlamına uymasını sağlamaktır. Örneğin, Ar-Ge birimi, teknik bir lider, bir kullanıcı lideri ve bir iş liderinden oluşan gruba proaktif olarak erken aşamadaki Ar-Ge fizibilitelere yerleştirir. Bu, kritik ancak teknik olmayan hususların Ar-Ge süreçlerinde erkenden dikkate alınmasını sağlar.
- **Anahtar süreçleri nasıl işleteceksiniz?** Stratejik programlamanın anahtar unsurlarından üçü, proje başlatma süreçlerinin belirlenmesi, kaynakların tahsis edilmesi ve uygun yönetim mekanizmalarının oluşturulmasıdır.

Hiç şüphesiz, hiçbir stratejinin zaman içinde değişmeden kalması beklenemez. Ar-Ge birimleri ve iş birimleri, ilerlemeleri izlemek, önceliklerde ayarlamalar yapmak ve gerektiğinde revizyon yapmak için doğru yönetim mekanizmalarını sağlamak durumundadır.

Yukarıda belirtilen prensiplere uygun olarak, tüketici elektroniği alanında, yerel ve uluslararası pazarlarda rekabet eden ve yaşam alanları için, klasik kablolu aksesuarları, ev otomasyonu ve aydınlatma ürünleri üreten bir A firmasını ele alalım.

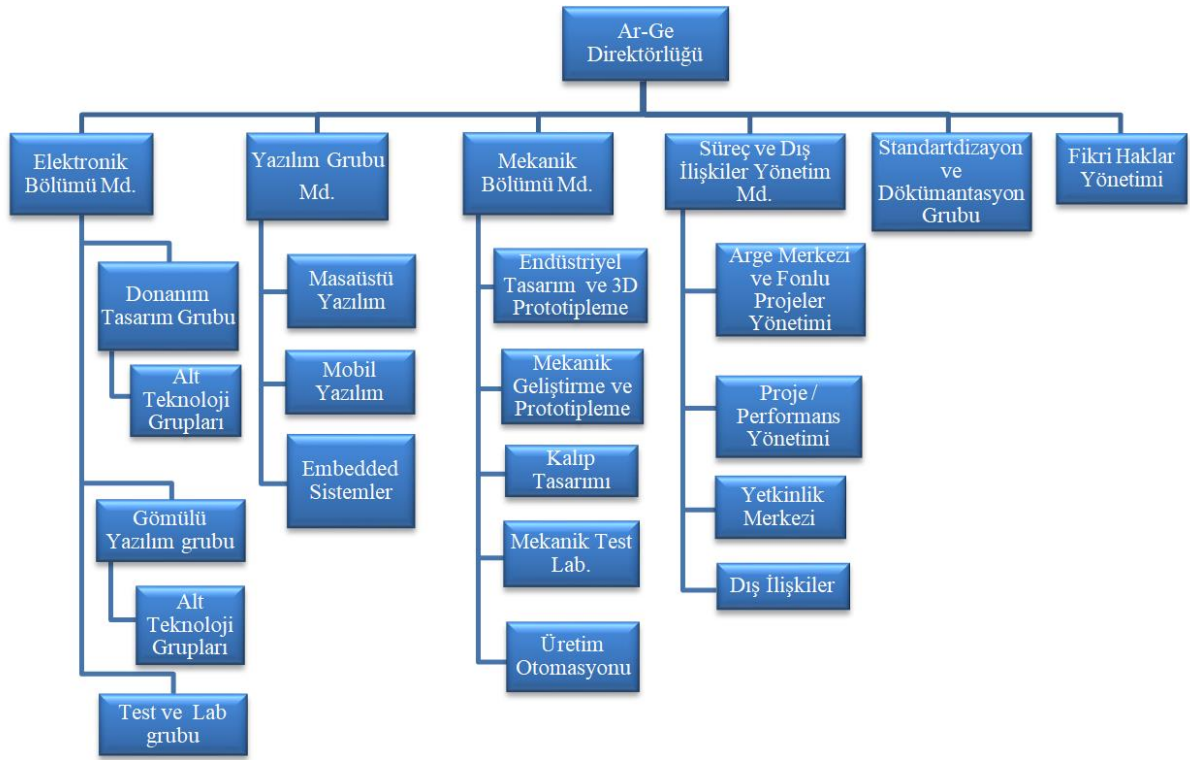
A firmasının örnek Ar-Ge stratejisi aşağıdaki gibi olabilir:

- Mevcut ürün yelpazesinde kullanım ve montaj kolaylığı, ekonomi sağlayıcı uygulama ve üstünlükleri içeren gelişmelere odaklanarak rekabeti ve karlılığı artırmak
- Farklı ülkelerde kullanılan, klasik kablolu aksesuarları, ev otomasyonu ve aydınlatma ürünlerinin, capex, opex hedefleri ile uyumlu olanlarını, kurum bünyesinde geliştirip, pazar payının genişletilmesine araç olmak
- Teknolojik ilerlemelerden yararlanarak, akıllı evler, akıllı aydınlatma ve ev içi kablosuz algılama ve benzer alanlardaki IoT uygulamaları konusunda, inovatif tasarımlara odaklanmak ve yenilikçi katma değeri yüksek ürünler geliştirmek
- Tasarımlarda, müşteri odaklı, yapay zeka, makine öğrenmesi gibi yenilikçi alanları içeren bağlantılı yapıları dahil ederek müşteri kabulünü teşvik etmek
- Kurum misyonu, vizyonu ve iş stratejileri ile uyumlu yeni teknolojilerin araştırmalarını güncel tutmak ve yeni alanların vizyonunu oluşturmak
- Küresel sürdürülebilirlik politikalarını destekleyecek, çevre ve insan sağlığına duyarlı, kaliteli ve güven veren ürünler tasarlamak, müşteri memnuniyetini ön planda tutmak
- Ar-Ge içerisinde ve üretim sistemlerinde verimliliği ve esnekliği artıracak süreç inovasyonlarını ve otomasyonu sağlamak
- Teknolojik alt yapı ve insan kaynağını geliştirmek, kurum içinde Ar-Ge odağını artırarak çalışanların inovasyon faaliyetlerine katılım oranını yükseltmek, kurum proje yarışmaları organize etmek ve Ar-Ge personel yetkinliğini artırmak
- Ekosistem projelerinde, kitle kaynak kullanımı ve açık inovasyon yapılarını öncelikli olarak düşünmek,
- Proje, süreç ve bilgi yönetim sistemlerini oluşturmak ve güncel tutmak
- Kurum içi, farklı bölümler ile iletişimi etkin ve verimli kılacak yöntemler geliştirmek ve güncellemek
- Kurum dışı bilgi paylaşımı ve iş birlikteliklerini geliştirmek, uluslararası işbirlikleri yaparak, Ar-Ge bilgi ağını genişletmek, TÜBİTAK vb. kuruluşlar ile Ar-Ge desteği alan yenilikçi işbirliği projeleri yapmak
- Fikri ve sınai mülkiyet haklarına ağırlık vererek kurumun rekabet gücünü, prestijini artırmak

Bu öneriler, örnek olması açısından geniş kapsamlı tutulmuştur. Detayları alt dökümlara bırakan kısa ve öz tanımlamalar yapmak daha verimli olacaktır.

4.2 Organizasyon Yapısı

A firmasının temel hedefleri Ar-Ge stratejisinde çizilmiştir. Bu stratejiye uyumlu örnek Ar-ge Organizasyon şeması şekil 4 deki gibi olabilir.



Şekil 4. Örnek Ar-Ge Organizasyon Yapısı

Ar-Ge direktörü, Ar-Ge stratejilerinin uygulanmasının kontrol edilmesi ve geliştirilmesi, insan kaynağı geliştirme, yol haritasının oluşturulması, portföy geliştirme, yatırım yönetimi, bilgi yönetimi, üst yönetime karşı temsil ve sorumluluk, kurum stratejileri geliştirme gibi konulardan sorumludur. Ar-Ge merkezi, ana gruplar (mühendislik grupları) ve destek grupları olmak üzere iki bölümden oluşturulmuştur. Bu bölümlerin büyüklüğünü %80 ana grup, %20 destek grubu şeklinde belirlemek uygun olacaktır.

Belirlenen strateji kapsamında ana grup, üç ana disiplini ve onların alt disiplinlerini gerçekleştirmek üzere gerekli bileşenleri içermektedir. Bunlar ana Ar-Ge grupları elektronik, yazılım ve mekanik mühendisliği alanlarından oluşur ve müdürlük hiyerarşisindedir. Bu grupların alt grupları ve onların alt grupları, grup lideri, takım lideri, tecrübeli mühendis, yeni mühendis ve teknisyenler şeklinde gruplanır.

Organizasyon şemasındaki destek grupları, süreç ve dış ilişkiler yönetimi, standardizasyon ve dokümantasyon grubu ve fikri haklar yönetimi şeklinde dir.

Süreç ve dış ilişkiler yönetimi, destek grubu olmasına rağmen yüksek önemdedir. Ar-Ge merkezinin resmi yönetimi, fonlu proje prosedürleri, hazırlıkları ve denetimleri (Sanayi Bakanlığı Ar-Ge Merkezi Yönetimi, ulusal ve uluslararası fonlu projeler (TÜBİTAK, Horizon, vb.)), makro düzeyde Ar-Ge proje ve performans yönetimi, süreç geliştirme ve bilgi yönetimi çalışmaları ve Ar-Ge merkezinin diğer kurum içi birimler ve kurum dışı birimlerle iletişim yönetimi gibi konular üzerinde çalışır. Yetkinlik merkezi, kurum için teknik yeteneklerin geliştirildiği, paylaşıldığı, inovasyon süreçlerinin yönetildiği bir alan olarak düşünülebilir. Kurum içi teknik eğitimler, inovasyon toplantıları, inovasyon sistematığının geliştirilmesi ve uygulanması vb. konular burada yönetilir. Bu bölüm multidisipliner çalışanlardan oluşur. Tüm ana bölümlerle yakın ilişki içindedir. Standardizasyon ve dokümantasyon bölümü, Ar-Ge merkezinin tüm dokümantasyonlarının hazırlanması ve hazırlanması, standardizasyon kuruluşları ile çalışmalardan sorumludur. Fikri haklar bölümü, Ar-Ge merkezindeki, patent, faydalı model, tasarım tescilleri gibi konular üzerinde çalışır.

4.3 Ar-Ge Süreçleri

Ar-Ge süreçleri, Ar-Ge fikrinin ortaya çıkması, Ar-Ge çıktıların oluşması ve ürün yaşam döngüsü boyunca gerçekleşmesi planlanan aşamaları anlatır. Kurumun Ar-Ge süreçlerini tanımladığı ve izlediği bir yönetim tüzüğüne ihtiyacı vardır. A firması için süreç yönetim aşamaları aşağıdaki gibi gösterilebilir:

1. **Yeni Ürün/Proses/Hizmet Talep Bildirimi:** Ar-Ge departmanının doğrudan kendisi, ya da kurum içi veya kurum dışı dış paydaşlar tarafından oluşturulan fikirlerin, yönetime ve Ar-Ge birimine belirlenen yollarla iletilmesidir. Elektronik ortamda ya da bir doküman aracılığıyla iletilen bildirim, talep edilen ürün yada hizmetin taslak tanımını, olası pazar büyüklüğünü, satış biçimlerini, olası rakiplerini ve benzer ürün yada hizmetlerini anlatmalıdır. Bu aşamada, Satış & Pazarlama direktörlüğü ve Ar-Ge

direktörlüğü, kurum stratejileri ve Ar-Ge stratejilerine göre talebin uygunluğunu inceler. Uygun bulunan talep, geri bildirim aracılığıyla, üst yönetime sunulur. Üst yönetim onaylarsa bir sonraki aşamaya geçilir.

2. **Yeni Ürün/Proses/Hizmet Fizibilite Raporu:** Bu aşamada, talep edilen ürün / proses yada hizmet için detaylı analiz yapılır. Yeni ürün talebini oluşturan birimden, talebe ilişkin detay özellikler, örneğin; fonksiyonel ve teknik ve çevresel özellikler, satış hedefleri, hedef fiyatlar, detaylı pazar analizi, ciro beklentileri gibi finansal beklentiler, sertifika ve yönetmeliklere uygunluk gibi pazar beklentileri istenir. Bu bilgiler, satış & pazarlama departmanına, tedarik zinciri yönetimine, Ar-Ge birimine iletilerek, bölüm stratejilerine göre incelenerek değerlendirilir. Fazladan yatırım ihtiyaçları (insan kaynağı, cihaz, yazılım, üretim sistemi yatırımları vb.), Projenin beklenen maliyeti (kalıplar, geliştirme ve test süreçleri boyunca donanım masrafları, testler, personel masrafları, uygunluk sertifikaları vb.) ve yatırım geri dönüş oranları, fayda/maliyet analizleri, Ar-Ge'nin uygulanabilirliği, fikri haklara ilişkin görüşler, proje geliştirme zamanlaması başlıca faktörlerdir. Rapor üst yönetime iletilir ve onaylanması beklenir. Proje onaylanırsa bir sonraki hazırlık safhasına geçilir.
3. **Hazırlık Safhası ve Ön Çalışmalar:** Bu aşamada, *proje lideri* ve *proje grubu* atamaları yapılır. Ürün beklentilerini, teknik, fonksiyonel ve standart özelliklerini anlatan *tasarım girdileri formu* oluşturulur. Bu formun oluşması sırasında, *use case* ler, müşteri beklentileri, FMEA analizleri, deneysel Ar-Ge simülasyon çalışmaları paralel olarak yapılır.
4. **Tasarım Süreçleri:** Tasarım süreçleri, ürüne yönelik olarak aşağıdaki süreçlerden oluşur.
 - Prototip oluşturulmasına kadar geçen sürede yapılan prototip öncesi Ar-Ge çalışmaları,
 - Prototip üzerinde yapılan geliştirme, test ve uygunluk ve doğrulama çalışmaları,
 - Düşük adetli olarak Ar-Ge gözetiminde yapılan deneme üretimleri ve bu üretimi doğrulama raporunun oluşturulması. Bu aşamada ömür testleri, standart testleri, firma içi saha testlerinin başlatılması.
5. **Pilot Üretim ve Ürün Doğrulama:** Pilot üretim aşamasında, yüksek adetli satışa hazır ürünler, tedarik zinciri direktörlüğü gözetiminde üretim test ve otomasyonları dahil edilerek üretilerek test edilir. Ürün doğrulama aşaması pilot üretim doğrulama raporu oluşturulması ve tasarım girdileri ve oluşan çıktıların karşılaştırıldığı tasarım doğrulama çalışmalarının tamamlanması aşamalarından oluşur.
6. **Firma Dışı Saha Testleri, İyileştirme Çalışmaları:** Bu kısım;
 - Firma dışı saha testleri ve müşteri geri dönüşleri ile iyileştirme çalışmaları.
 - Tasarım girdilerinde tanımlanan özel koşulları belirten kabul kriterlerinin sağlanması.
 - Seri Üretim Onayıaşamalarını içerir.
7. **Proje Kapanışı ve Ürün Gözetimi Çalışmalarına Geçiş:** Bu aşamada proje tamamlanmıştır ve seri üretim başlatılır. Sonraki aşamalar ürün pazar, teknoloji ve kurum beklentilerine göre ürün iyileştirme faaliyetleri olacaktır.

Madde 3 – 6 arasındaki süreçler, planla-uygula-kontrol et-önlem al (PUKÖ) döngüsüne benzer bir yapıyla, istenen noktaya ulaşıncaya kadar tekrarlanır. Her aşamada proje çıktıları (test raporları, hata analizleri, gözlemler, maliyetler, teknik çizimler, yazılım modülleri, dokümantasyon, kullanım kılavuzları vb.) oluşturulur . Proje tamamlandığında bilgi havuzuna eklenmek üzere proje deneyimleri formları oluşturulur.

Tüketici elektroniği projeleri, donanım (elektronik ve mekanik, vb.) bileşenleri içermesi nedeniyle, olası değişiklikler kritik zaman ve maliyet artışları getirebileceği için, çevik yöntemlerin aksine projenin akışını etkileyebilecek donanım ve mevzuat parametrelerin verildiği detaylı tasarım girdilerinin oluşturulması önemlidir. Öte yandan donanımı ve standartları etkilemeyecek fonksiyonel yada teknik özellikler bulanık biçimde verilebilir.

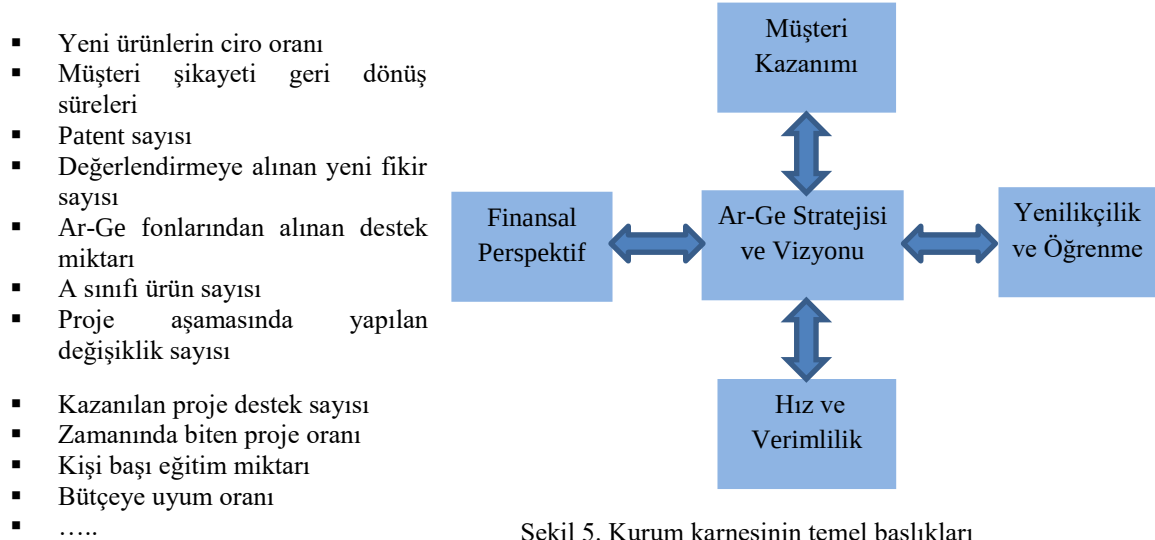
4.4 Araçlar

Ar-Ge çalışmaları ve Ar-Ge birimlerinin etkinliği, genel olarak süreç yönetimi ve performans açısından değerlendirilir.

Süreç Yönetimi Araçları: Proje süreç yönetimleri için günümüzde basitten karmaşığa pek çok yöntem ve araç kullanılmaktadır. Ar-Ge proje yönetim araçları arasında Waterfall, CPM, Agile, Scrum, Kanban, Lean gibi metotlar bulunmaktadır. Hangi yöntemlerin kullanılması gerektiği sorusu için tek bir yöntem önerilmesi zordur ancak Ar-Ge çalışma alanına göre bazı metotların öne çıktığı söylenilebilir. Özellikle donanım geliştiren, tüketici elektroniği alanında çalışan firmalar için birden fazla model kullanımı daha uygun ancak karmaşık olacaktır. Waterfall ve CPM yaklaşımları, Donanım Ar-Ge birimleri için uygunsa da, Agile, Scrum gibi yaklaşımlar, yazılım birimleri için çok daha uygundur. Diğer yaklaşımlar, sorun çözme, iyi organize olma ve verimlilik için gerekli yaklaşımları sunarlar. Günümüzde Ar-Ge süreçlerinin yönetimi için sıklıkla bilgi işlem

araçlarından yararlanılır. Basit tablolar yeterli esnekliği, süreç takibinin verimliliğini ve sürecin performansını yönetemez. Bu nedenle uygun bilgi teknolojisi araçlarının kullanımı önemlidir. Bu konudaki yazılım araçlarının birçoğu, yukarıda bahsedilen farklı proje yönetim yöntemlerini bir araya getirebilmektedir. Clickup, Monday, Wrike vb. yazılımlar bunlardan bazılarıdır. Ms Project, Waterfall ve CPM gibi metotları desteklerken, Trello, Odoo gibi yazılımlar, Kanban uygulamaları ağırlıklıdır. Birçok yazılım verileri bulut üzerinde sakladığından, kritik veriler ve sürdürülebilirlik açısından güvenli değildir ve dikkatli seçilmelidir. Bazı yazılımlar açık kaynak kodludur, ücretsizdir ve istenilen bazı özellikler yazılımla eklenebilir. Tüketici elektroniği açıdan düşünüldüğünde, Waterfall, Kanban ve Agile özelliklerini içeren, Gantt diyagramları oluşturulabilen yazılım araçlarının kullanılması ön plana çıkmaktadır.

Performans Yönetimi Araçları: Ar-Ge performansı temel olarak, Ar-Ge stratejilerine uyumluluğun ölçüsünü gösterir ve temel performans göstergelerini kullanır. Temel performans göstergelerinin çoğu ortak olmakla birlikte, çalışma alanı, çalışma disiplinleri, kurum stratejilerine göre ağırlıkları ve içerikleri değişebilir. *Kurum karnesi* ya da *dengeli ölçüm karnesi* olarak da isimlendirilen **Balanced Scorecard** Robert Kaplan ve David Norton tarafından 1996 yılında ortaya atılmış bir kavramdır ve Ar-Ge birimlerinin performanslarının ölçümünde yoğun bir şekilde kullanılır. Kurum Karnesinin temel başlıkları Şekil 5 de gösterildiği gibi finansal perspektif, müşteri kazanımı, hız ve verimlilik ve yenilikçilik ve öğrenme şeklinde ele alınabilir. Ancak bunlar Ar-Ge stratejisine göre farklılıklar gösterebilir; büyüme, verimlilik, hız ve yenilikçilik gibi. Bu dört başlık altındaki toplanacak performans göstergeleri, Ar-Ge biriminin temel performansını gösterir ve alınacak önlemleri başlatır. Bazı temel performans göstergeleri aşağıdaki gibi verilebilir:



Şekil 5. Kurum karnesinin temel başlıkları

Bunun dışında, Ar-Ge yönetimine ilişkin olarak risk, kalite, karlılık, gelecek yönelimleri gibi konularla ilgili aralarında FMEA, PPAP, QFD, Net Anlık Değer, yol haritaları, senaryo planlama vb. bulunan yöntemler mevcuttur.

Çalışan Gelişimi ve Yenilikçilik Araçları

Ar-Ge birimlerinde çalışan gelişimi, yönetimi ve Ar-Ge’ de yenilikçilik anahtar konular arasındadır. Bu konu sosyal ve psikolojik yanları da olan oldukça kapsamlı bir konudur. Burada sadece bazı somut ipuçları vermek mümkündür. Çalışan gelişimi ve yönetimini, performans değerlendirme, ödüllendirme ve teşvik mekanizmaları, ücret yönetimi, kariyer yönetimi, yetenek gelişimi ile ilgili başlıklarda toplayabiliriz. Ar-Ge çalışanlarının, diğer çalışanlara göre daha rahat ve esnek ortamda çalışması, iş sorumluluğu bakış açısıyla yönetilmesi verimliliği artırmaktadır. Öte yandan, 70 / 20 / 10 modeli Ar-Ge’de gelişim ve öğrenmeyi tarifleyen bir model olarak son yıllarda adından çok bahsettirmektedir. Buna göre, çalışanlar öğrenim ve gelişimlerinin %70’ini çalışma deneyimleri ile, %20’sini ortak çalışmalar ile, %10’unu ise eğitimler ile sağlamaktadır (Lombardo, 1996). Ar-Ge çalışanlarının gelişimlerine yönelik faaliyetlerini bu kurala göre organize etmek avantajlar sağlayabilir. Ar-Ge personelinin kişisel performans değerlendirmesinde verimli, doğru iş yapması, işini zamanında tamamlaması, kurum kültürü ve takım çalışmasına yatkın olması, gibi klasik kriterlerin dışında, mutlaka yenilikçilik değerlendirmeleri de olmalıdır. Deneyimlerimize göre kişisel performans değerlendirmesinin en az %30’unun yenilikçilik ve öğrenme ile ilişkili olması faydalı olabilir. Yenilikçilik ve öğrenme kriterleri arasında, patent ve

faydalı model miktarları ya da çalışmalara katkı, TÜBİTAK vb. Ar-Ge projelerinin kazanılmasına ya da önerilmesine katkı, bilimsel makale, bildiri çalışmaları, dış kaynaklı ödüllendirmeler, yenilikçi fikir öneri sayıları, eğitim katkıları gibi faktörler sayılabilir. Performans değerlendirmesinin sonuçları çalışan gelirine doğrudan etki etmeli, patent, faydalı model, yenilikçi fikirler ya da firma adına makale ya da bildiriler ödüllendirilmelidir.

Firma içi ve Ar-Ge’de yenilikçiliğin artırılmasına yönelik pek çok metot bulunmaktadır. Örneğin, yaratıcı problem çözme teknikleri (TRIZ), beyin fırtınaları, sistematik yaratıcı düşünce (SIT), açıcılar, canlandırıcılar, empati haritalama, fikir üretim ve seçme araçları gibi metotlar yaygın olarak kullanılmaktadır (Wulfen, 2013). Ar-Ge bölümü içerisinde, teknik olarak konuyu bilmeyen dış paydaşların da katılımı ile yenilikçi fikir üretimi için periyodik inovasyon toplantıları düzenlenmeli, üretilen ve seçilen fikirler kaydedilerek, uygun bulunanlar, yeni ürün ya da süreç talebine dönüştürülmelidir.

Firma içi inovasyonu artırıcı ya da yayıcı faaliyetler arasında, firma içinde düzenlenecek ödüllü inovasyon ve verimlilik yarışmaları, çalışan fikir kutuları gibi yaklaşımlar faydalı olacaktır. Öte yandan inovasyon çalışmaları için dış kaynakları hedefleyen kitle kaynak kullanımı benzeri yöntemler diğer alternatiflerdendir. Bu amaçla, ödüllü proje ve fikir yarışmaları organize etmek, üniversitelerde, bitirme ödevi ya da uygulama çalışmalarına ortak ya da sponsor olmak, bilgi paylaşım portalları hazırlamak, kuluçka merkezi benzeri yapıları oluşturmak, kurumun yenilikçiliği için önemli girişimler arasındadır.

5. Sonuç

Bu çalışmada, bilgi toplumunun dinamiklerine uyum sağlamada Ar-Ge birimlerinin karşılaştığı zorluklar ve bu zorlukların üstesinde gelebilmek için, kurum kültürüne uyumlu Ar-Ge stratejilerinin, çağa uyumlu organizasyon ve inovasyon modellerinin önemi vurgulanmıştır. Giderek kapsamı genişleyen, birbirinden farklı pek çok teknolojiyi barındıran ve müşteri perspektifi açısından firma yetenekleri dışında kalan ürün ya da hizmet bileşenlerini bir araya getiren ekosistem vb. kavramların, Ar-Ge birimlerinin açık inovasyon modellerine geçişindeki önemi ortaya koyulmuştur. Yeni dönemin, *teknoloji-itişi* yerine, *pazar-çekişi* ni ağırlıklandığı ve *müşteri deneyimi* ve müşteri inovasyonlarının Ar-Ge stratejilerinin önemli parçaları olmasını gerektirdiği görülmüştür. Tüketici elektroniği alanındaki kısıtlamaların ve koşulların, dinamik, iç ve dış paydaşlarla geniş etkileşimli, inovatif bir Ar-Ge birimini gerektirdiği vurgulanarak, özel koşullara karşı ne tür önlemler alınması gerektiği ortaya koyulmuştur. Son bölümde, tüketici elektroniği alanında faaliyet gösteren bir firmanın, dönemin ihtiyaçlarına göre sürdürülebilir bir Ar-Ge stratejisine ilişkin fikir verici bir örnek sunulmuştur. Son söz olarak, Ar-Ge’nin başarısı tek başına yeterli değildir. Sadece Ar-Ge’nin değil, çağa uygun yaklaşımları tüm organizasyonun bütünsel olarak içselleştirildiği, kusursuz iletişim mekanizmalarına sahip bir kurumsal yapı başarının anahtarı olacaktır.

Referanslar

- Ariyoshi, T. (2015). Hitachi’s R&D Strategy. *Hitachi Review*, 64(8), 439–444.
- Bauer, W., Schimpf, S. (2018). Understanding the history of industrial innovation: developments and milestones in key action fields of R&D management. R&D Management Conference 2018.
- Calder, N., & Solis, F. (2019). Can you say what your R&D strategy is? Innosight. Retrieved from: <https://www.innosight.com/insight/can-you-say-what-your-rd-strategy-is/>
- Chesbrough, H. W. (2003). Open innovation: The new imperative for creating and *profiting from Technology*. Harvard Business School Press.
- Collins, K. (2012). An Introduction to Business (v. 1.0). https://my.uopeople.edu/pluginfile.php/57436/mod_book/chapter/115971/BUS5110AnIntroductionToBusiness.pdf.
- Concepts and definitions for identifying R&D. (2015). *Frascati Manual 2015*, 43–79. <https://doi.org/10.1787/9789264239012-4-en>
- Consumer Electronics Market. Future Market Insights. (2022). Retrieved from: <https://www.futuremarketinsights.com/reports/consumer-electronics-market>
- Consumer Electronics - worldwide: Statista market forecast. Statista. (2022). Retrieved from: <https://www.statista.com/outlook/cmo/consumer-electronics/worldwide>

- Curley, M., & Salmelin, B. (2013). Open Innovation 2.0: A New Paradigm. European Commission > Futurium.
- Encyclopædia Britannica, inc. (2022). *Research and Development*. Encyclopædia Britannica. Retrieved from: <https://www.britannica.com/print/article/499010>
- Gassmann, O., & von Zedtwitz, M. (1999). New Concepts and trends in international R&D organization. *Research Policy*, 28(2-3), 231–250. [https://doi.org/10.1016/s0048-7333\(98\)00114-0](https://doi.org/10.1016/s0048-7333(98)00114-0)
- Global 2021 forecast highlights - cisco. (2022). Retrieved from: https://www.cisco.com/c/dam/m/en_us/solutions/service-provider/vni-forecast-highlights/pdf/Global_2021_Forecast_Highlights.pdf
- Hass, A. (2019). *The Fourth Industrial Revolution and the vision of society 5.0 ~issues ...* Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/336653161_The_Fourth_Industrial_Revolution_and_the_Vision_of_Society_50_Issues_and_Challenges
- Hidma, A., Küchler, S., & Sandström, V. (2020). *The present-focused, future-ready R&D organization*. McKinsey & Company. Retrieved from: <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/the-present-focused-future-ready-rd-organization>
- Innovation, R&D, P&D. Miller Magazine. (2022). Retrieved from: <https://millermagazine.com/blog/innovation-rd-pd-2432>
- KEIDANREN (Japan Business Federation). (2016). Toward realization of the new economy and society.
- Liu, H., Luo, Y., Geng, J., & Yao, P. (2021). Research hotspots and frontiers of product R&D management under the background of the digital intelligence era—bibliometrics based on Citespace and histcite. *Applied Sciences*, 11(15), 6759. <https://doi.org/10.3390/app11156759>
- Liyanage, S., Greenfield, P. F., & Don, R. (1999). Towards a fourth generation R&D management model—research networks in Knowledge Management. *International Journal of Technology Management*, 18(3/4), 372. <https://doi.org/10.1504/ijtm.1999.002770>
- Lombardo, M. M., Eichinger, R. W. (1996). *The Career Architect Development Planner (1st ed.)*. Lominger. Ltd. inc.
- Mahdjoubi, D. (2009). Four Types of R&D. Stavanger Norway.
- Niosi, J. (1999). Fourth-generation R&D From Linear Models to Flexible Innovation. *Journal of Business Research*, 45(2), 111–117. [https://doi.org/10.1016/s0148-2963\(97\)00230-0](https://doi.org/10.1016/s0148-2963(97)00230-0)
- Nobelius, D. (2004). Towards the sixth generation of R&D management. *International Journal of Project Management*, 22(5), 369–375. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2003.10.002>
- OECD (2022). OECD Main Science and Technology Indicators. *R&D Highlights in the March 2022 Publication*, OECD Directorate for Science, Technology and Innovation.
- Rothwell, R. (1994). Towards the fifth-generation innovation process. *International Marketing Review*, 11(1), 7–31. <https://doi.org/10.1108/02651339410057491>
- Savaş, H. (2013). Innovation Management and Sustainability for Competition: A Literature Review. ISITES2013.
- Schot, J., & Steinmueller, W. E. (2018). Three frames for innovation policy: R&D, systems of innovation and Transformative Change. *Research Policy*, 47(9), 1554–1567. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.08.011>
- Schwab, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution*. World Economic Forum.
- Schumpeter, J. (1942). *Capitalism, socialism and democracy*. Harper & Bros.
- Sivam, A., Dieguez, T., Ferreira, L. P., & Silva, F. J. G. (2019). Key settings for successful open innovation arena. *Journal of Computational Design and Engineering*, 6(4), 507–515. <https://doi.org/10.1016/j.jcde.2019.03.005>
- van Pottelsberghe, B. (2008). Europe's R&D: Missing the wrong targets? *Intereconomics*, 43(4), 220–225. <https://doi.org/10.1007/s10272-008-0254-y>
- von Hippel, E. (1976). The dominant role of users in the Scientific Instrument Innovation Process. *Research Policy*, 5(3), 212–239. [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(76\)90028-7](https://doi.org/10.1016/0048-7333(76)90028-7)
- Wulfen, G. van. (2014). *The innovation expedition: A visual toolkit to start innovation*. BIS Publishers