

TEKNİK NOT/TECHNICAL NOTE

İŞLETMELERDE AR-GE BİRİMİ VE AR-GE PROJELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE PERFORMANS ÖLÇÜMÜ

Orhan TÜRKBEY¹

ÖZ

Gerek endüstriyel gerekse araştırma işletmelerinde Araştırma-Geliştirme (Ar-Ge) birimlerinin gerçek değeri ancak, kuruluşun varlığını koruması ve büyüebilmesi için gerekli olan yenilik ve icatların geliştirilmesi ve yaratılması sırasında Ar-Ge'nin oynadığı role yakından bakılması ile anlaşılabilir. İşletmelerde Ar-Ge birimlerini “yeni bilgi keşfi, yeni ürün icat etme ve mevcut ürünlerin geliştirilmesi” hedeflerine ulaştıracak en uygun performans ölçüm ve metodlarının seçilmesi gerekir. Bu hedefe ulaşmada katkıda bulunabilmek için sunulan çalışmada; işletmelerin Ar-Ge birimlerinin ve Ar-Ge projelerinin performans ölçüm metodları ve ölçüm kriterleri genel olarak ele alınmış ve incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: İşletme, Araştırma ve Geliştirme birimi, Proje değerlendirme, Performans ölçümü, Ölçüm sistemi.

THE RESEARCH&DEVELOPMENT UNITS IN BUSINESSES AND EVALUATION OF R&D PROJECTS AND MEASURING THEIR PERFORMANCE

ABSTRACT

In both industrial and research businesses, the real value of the Research&Development (R&D) units can only be understood by focusing on the role of the R&D in the development and creation of the innovation and discoveries for a company to maintain and enlarge its presence. In the businesses, in order to provide the R&D units' main goal: “new knowledge invention, discovery of new products and development of existing ones”, the most convenient performance measures and methods must be chosen. In this study; performance measurement methods and criteria of the businesses' R&D units and projects are generally considered and examined.

Key Words: Business, Research and Development unit, Project evaluation, Measuring of performance, Measurement system.

1. GİRİŞ

Yönetimin en önemli sorumluluğu, kendisine emanet edilmiş olan kuruluş kaynaklarını ve sermayesini en verimli şekilde kullanmaktır. İşletmeler; her ne kadar dünyanın en iyi donanımlı Ar-Ge tesislerini kullansalar da, en yetenekli bilim adamları ve mühendislerle çalışsalar da, Ar-Ge çabalarından elde edebilecekleri rekabet avantajını yeterince kullanamamaktadırlar. Bu kuruluşların pek çoğu Ar-Ge çalışmalarının belirlenmiş önemini bilmelerine rağmen pazarlama, sermaye yatırımı ve benzeri kolay yolları tercih etmektedir. Dünya çapındaki böyle kuruluşlar rekabet avantajları nedeniyle Ar-Ge

çalışmalarına ciddi olarak baksalar da, kuruluşları içerisindeki Ar-Ge birimlerini verimli kılmak ve büyütmek için yaptıkları teşebbüsler sonuçsuz kalmaktadır. Bunun birincil nedeni Ar-Ge performans ve verimliliğinin ölçülebilmesi ve sürekli olarak geliştirilebilmesi için kabul edilmiş tek ve kesin bir metodolojinin olmamasıdır (USGAO, 1997; Werner ve Souder, 1997b). Ar-Ge performans ölçüm ve değerlendirilmesine yönelik işletme için metodolojinin belirlenmesi ve kullanıma geçirilmesi, yönetimin önemli sorumlulukları arasında yer almaktadır.

¹ Endüstri Müh. Böl., Mühendislik Fak., Gazi Üniversitesi, Maltepe (06570), Ankara, Türkiye.
E-mail: turkbey@mmf.gazi.edu.tr
Geliş: 12 Şubat 2001; Düzeltme: 06 Haziran 2001; Kabul: 18 Ekim 2001.

Ar-Ge'nin gerçek değeri; kuruluşun varlığını koruması ve büyüebilmesi için gerekli olan yenilik ve icatların geliştirilmesi ve yaratılması sırasında Ar-Ge'nin oynadığı role yakından bakılması ile anlaşılabilir. Bir Ar-Ge biriminin kuruluş için değeri, üretilmiş olan yeni ürünlere bakılarak ya da alınan patent sayıları hesaplanarak basit bir şekilde belirlenemez. Ar-Ge birimleri; işletmenin günlük faaliyetlerini yılın her günü gözetip, bunların amaca uygun gerçekleşebilmelerini sağladıkları halde, önemleri değerlendirilirken nadiren göz önüne alınmaktadır. Ar-Ge birimlerine verilen önemin derecesi, konuya yönelik yapılan çalışmaların azlığından görülmektedir.

Pek çok firmanın, yaptıkları toplam Ar-Ge harcamaları sonucunda ne elde ettikleri hakkında fazla bir fikri yoktur. Schainblatt (1982) tarafından yapılan bir çalışmada, 34 lider firmanın sadece dördünde Ar-Ge yöneticileri, denetim programlarının bir parçası olarak performans ve çıktı ölçümlerini kullandıkları belirlenmiştir. Yine bu 34 firmanın sadece %20'sinde rutin olarak verimlilik ile ilgili verilerin toplandığı, 20 firmanın ise verimlilik ile ilgili ölçümler yapmadıkları raporlanmıştır.

Ar-Ge performansını ölçmedeki pek çok çaba başlangıçta başarısız olmuştur. Ancak, Ar-Ge performansını ölçmek zor olsa da, Ar-Ge performans ölçümü günümüzde pek çok firma tarafından benimsenmeye başlanmıştır. Bu çalışmada Ar-Ge biriminin ve Ar-Ge projelerinin performans ölçüm metodları ve ölçüm kriterleri genel olarak ele alınmış ve incelenmiştir.

2. İLGİLİ LİTERATÜRÜN GÖZDEN GEÇİRİLMESİ

Literatürde, Ar-Ge performans ölçümü ve projelerinin değerlendirilmesi ile ilgili çok fazla çalışma yer almamaktadır. 1970'lerin ortalarında Baker ve Freeland (1975) "Ar-Ge çevrim zamanı performansı"nın karşılaştırılabilir olarak ölçülmesinde optimizasyon yaklaşımını irdelemişlerdir.

Schainblatt (1982), Ar-Ge verimliliğini ve performansını ölçmek için firmaların kullandığı belirli performans ölçüm sistemlerinin olmadığını ortaya koymuştur. Yine Schainblatt, üzerinde çalıştığı firmaların %59'nun Ar-Ge fonksiyonunu ölçmediğini, bunların sadece %20'sinin Ar-Ge maliyetlerini sadece ticari gelirlerle nicel bazda karşılaştırdığını belirlemiştir.

Rockwell ve Particelli (1982), 700 imalat firması üzerinde yaptıkları bir başka çalışmada, bu firmaların %35'inin Ar-Ge performansını sistematik olarak değerlendirmede başarısız olduklarını ortaya koymuşlardır. Patterson (1983), Ar-Ge performansının ölçülmesi ve değerlendirilmesi için Alcoa Laboratuvarlarını örnek alan bir incelemeyi gerçekleştirmiştir.

Moser (1985) yaptığı endüstriyel araştırmada, kısa dönemli ve tek ürünlü projelere odaklanan Ar-Ge performans ölçüm kriterlerini ortaya koymuştur. Bu kriterler, erişilen hedeflerin nitel olarak değerlendirilmesine ya da proje planları ve proje çıktıları arasındaki sapmanın maliyet ve zaman bazında hesaplanmasına dayanmaktaydı. Moser en çok kullanılan Ar-Ge kriterleri uygulama alanının, proje süresine bağlı beklenen ve gerçekleşen "bütçedeki sapmalar" olduğunu vurgulamıştır.

Pinto ve Slevin (1989), Ar-Ge projelerinin değerlendirilmesi ve izlenmesinde "Kritik Başarı Faktörleri"nin çok önemli olduğunu söylemektedirler. Schmitt (1991), Ar-Ge için stratejik bir ölçüm önermiştir. Aynı yıl Robb (1991), General Elektrik Ar-Ge biriminin, Ar-Ge performansının ölçümü ile ilgili çalışmalarını bir raporda topladığını ve bu çalışmaların verimlilik ölçümünde "Jimmy Stewart testi, Ar-Ge çıktı analizi (R&D output analysis), teknoloji değer piramidi (technological value pyramid) ve dolar bazlı puanlama (voting with dollars)" gibi dört ayrı ölçüm metodu kullandığını belirtmektedir. Anılan ölçüm metodlarından bir kısmı bu çalışmada yer almaktadır.

Werner ve Souder (1997b); Amerikan Endüstriyel Araştırma Enstitüsü tarafından 1993 yılında 248 Ar-Ge yöneticisi üzerinde yaptığı bir araştırmaya göre, Ar-Ge verimliliğini ve performansını ölçme ve geliştirmenin, firmalar için en büyük problemlerden biri olduğunu söylemektedirler. Bu sonuç, Szakonyi (1994) tarafından yöneticiler üzerinde yapılan başka bir çalışmada da desteklenmiştir. Szakonyi, Ar-Ge verimliliğinin ve Ar-Ge çalışmalarının ölçülmesi, ölçüm çabalarının değerlendirilmesi için bir sistem geliştirmiştir. Bu sistem, Ar-Ge birimini 6 seviye ile tanımlamakta ve bu 6 seviyenin 10 farklı Ar-Ge faaliyeti için 0-5 arasında puanlar ile değerlendirilmesine dayanmaktadır. Schumann vd. (1995), Ar-Ge performansının ölçülmesini, kalite boyutunu da ele alan farklı bir açıdan incelemişlerdir.

Yine Tipping vd. (1995), yaratıcılık işleminde Ar-Ge'nin rolünün "Teknoloji Değer Piramidi (TDP)" ile "Yönetimsel Faktörlerin" bir hiyerarşisi olarak gösterilebileceğini ortaya koymuşlardır. Tipping vd, TDP'nin farklı seviyelerinde yaratıcılık performansına katkısını ölçmek amacıyla çeşitli ölçüm kriterleri geliştirmişlerdir. *TDP modeli Ar-Ge birimlerindeki zayıflıkları teşhis etmek ve Ar-Ge'nin firmaya katılımını geliştirmek için Ar-Ge performansının ölçülmesi amacı ile kullanılabilir.* Hauser ve Zettelmeyer (1997), Ar-Ge ve mühendislik kriterlerinin önemini ortaya koymuş ve farklı bakış açıları ile konuyu incelemişlerdir. Werner ve Souder (1997a), nicel, nitel ve birleşik performans ölçüm metodlarını aynı makalede bir araya getirerek, bunların avantaj ve dezavantajlarını belirtmişlerdir. Aynı yıl Werner ve Souder (1997b), Ar-Ge performans ölçümü konusunda ABD ve Almanya literatürlerinin, benzerlik ve

farklılıklarını ortaya koymuştur. Brown ve Svenson (1995), Ar-Ge birimini, kendi girdileri, çıktıları ve işlemleri olan bir sistem olarak tanımlamış ve Ar-Ge ölçüm ve değerlendirme sistemlerinin başarısız olmasındaki başlıca nedenleri ortaya koymuşlardır.

3. AR-GE KAVRAMI

Bilimsel araştırma ve geliştirme; bilim adamlarının, mühendislerin, teknisyenlerin birlikte ve bireysel olarak meydana getirdikleri çalışmaları ifade eder. Araştırma'nın 'temel araştırma' ve 'uygulamalı araştırma' olmak üzere iki tipi vardır. 'National Science Foundation'a göre endüstri için temel ve uygulamalı araştırmanın tanımı şöyledir; *Temel araştırma; firmanın mevcut veya gelecekteki potansiyel ilgi alanları içerisinde olsa bile belirli ticari hedefleri olmayan, bilimsel bilginin ilettilmesi için gerçekleştirilen araştırmaları içeren araştırma projeleridir. Uygulamalı araştırma ise; yeni bilimsel bilgilerin keşfedilmesi için gerçekleştirilen araştırmaları içeren, ürün veya işlem bazında belirli ticari hedefleri olan araştırma projeleridir* (Villers, 1964).

Temel araştırma, adından da anlaşılacağı gibi belirli bir konu hakkında bilimsel bilgi sağlamak ve iletmek amacıyla gerçekleştirilen çalışmalardır. Bu araştırma ile yeni hipotezler, teoriler ve kavramlar üretilip, test edilir. Temel araştırmanın ana karakteristiği bir zaman sınırlamasına bağlı olmayıp, açık sonludur. Yani araştırmacı sadece araştırmasının kendisini nereye götürdüğünü görmek için araştırma yapar. Temel araştırma ile elde edilen bilgiler, uygulamalı araştırma ile pratik kullanıma geçirilebilir.

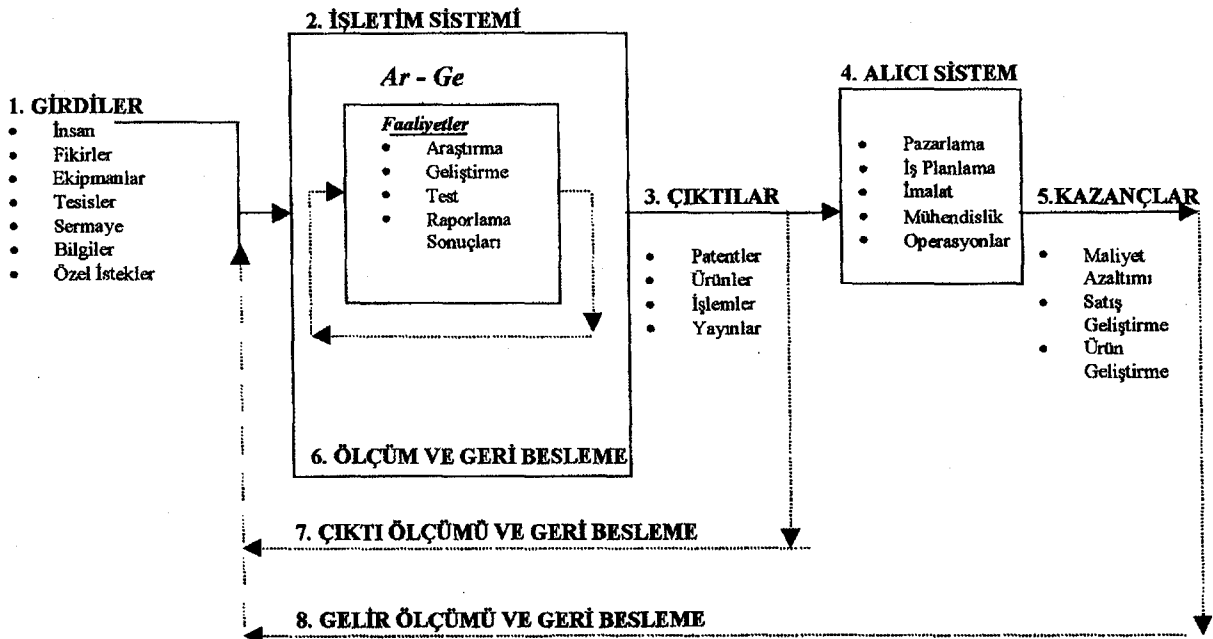
Uygulamalı araştırma ise; teknolojik araştırma, objektif araştırma ya da proje yönlendirmeli araştırma olarak da adlandırılabilir (White, 1975). Uygulamalı araştırma ile yeni bilgiler üretilir ve bu temelde yeni uygulamalar keşfedilir.

Geliştirme, araştırma buluşları ya da genel bilimsel bilgileri ürün veya işlemlere çevirirken karşılaşılan rutin olmayan problemler ile ilgilenen teknik faaliyetlerdir (Villers, 1964). Geliştirme ise, her iki tipteki araştırma bulgularını ürün ve işlemlere çevirir.

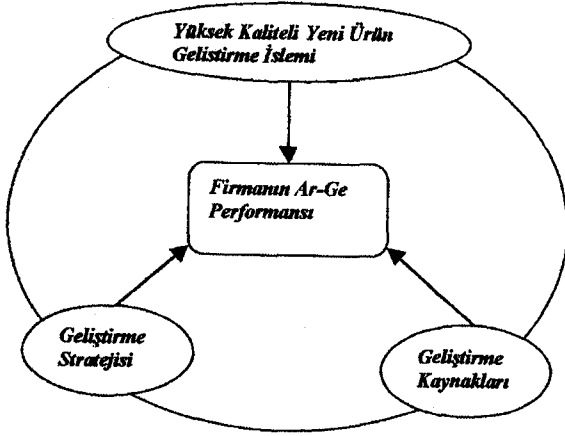
Bahsedilen iki öğeyi birleştirirsek "Ar-Ge, bilim ve mühendislikteki temel ve uygulamalı araştırmaları, prototip ve işlemlerin tasarım ve geliştirilmesini içerir". Ar-Ge faaliyetleri, özellikle yeni pazarlarda ya da daha olgun pazarlarda firmanın daha etkin rekabet edebilmesi için ürün ve hizmet farklılığı sağlar.

Ar-Ge biriminin genel amaçları arasında 'yüksek kaliteli, günü yakalayan, amaca uygun çıktı' ürün ve hizmetleri sağlamak yer alır (Walters, 1965). Endüstriyel Ar-Ge'nin genel amaçları; 'karlılık', 'yeni bilgi, yeni ürün ve mevcut ürünleri geliştirme', 'mesleki ilerleme' ve 'sosyal refah'ı sağlamaktır. Bütün bu hedefler Ar-Ge'nin temel hedefi olan yeni bilgi keşfi, yeni ürün icat etme ve mevcut ürünleri geliştirme hedefini yansıtmaktadır. Her Ar-Ge biriminin genel amaçlara paralel kendi fonksiyonel amaçları daha önceliklidir.

Bütün organizasyonlar ürün ve hizmet üretmek için birlikte çalışan sistem ve alt sistemlerden oluşur. Şekil 1'de tipik bir Ar-Ge sistemi görülmektedir. Ar-Ge'yi bir sistem olarak düşünürsek, işletme sisteminin bir alt sistemidir. Ar-Ge'nin de kendine uygun girdileri, işlemleri ve çıktıları vardır. Şekil incelenirse; bu



Şekil 1. Bir Sistem Olarak Ar-Ge Birimi (Brown ve Svenson, 1995).



Şekil 2. Ar-Ge Birimi Performans Üçgeni (Brown ve Svenson, 1995).

sistemin genel yapısı "genel sistem modeli"nin Ar-Ge amacına uygun şekilde detaylandırılmış bir yapısını yansıtmaktadır. Ar-Ge sistem modeli; yapısı gereği sistemin her aşamasında ölçüm ve geri besleme işlemlerine büyük önem vermektedir. Bunun amacı kazanç olarak nitelenen "ürün ve satış geliştirmeye bağlı maliyet azaltımını sağlayabilmektir". Burada; insan, yönetim bilgisi, para, makina ve malzeme olarak sıralanabilecek üretim girdileri Ar-Ge yaklaşımıyla işlenerek, sistematik bir şekilde işletmenin genel beklentileri en çoklanmaya çalışılmaktadır.

4. ETKİN BİR AR-GE PERFORMANS ÖLÇÜM SİSTEMİ

Firmaların Ar-Ge performansı üzerinde 3 önemli etken vardır. Bunlar 'geliştirme işlemi', 'geliştirme stratejisi' ve 'geliştirme kaynakları'dır. İşletmenin Ar-Ge performansını tanımlayan bu üç temel faktör Şekil 2'de görülmektedir.

Bu üç temel faktöre bağlı genel özellikler yanında Ar-Ge sistem modeli göz önüne alındığında, etkin bir Ar-Ge performans ölçüm sistemi "iç ve dış ölçümler ile çıktı ve gelirleri ölçmeye odaklanmalı, sadece yararlı

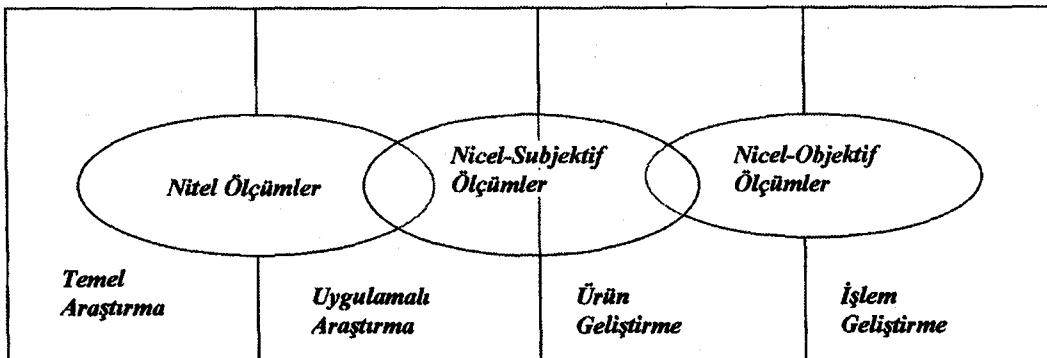
çıktıları ölçülmeli, ölçüm sistemi basit ve objektif olmalı ve Ar-Ge birimi ayrı bir birim olarak değerlendirilmelidir". Burada "etkin" kelimesi ile, "ürün ve satış geliştirmeye bağlı maliyet azaltımının sağlanarak, işletmenin genel beklentilerinin en çoklanması kastedilmektedir".

5. AR-GE PERFORMANS ÖLÇÜM METOTLARI

Ar-Ge performans ölçüm metotları, Ar-Ge biriminin ve firmanın kendi performansı ve verimliliği üzerindeki etkisine odaklanır. Ar-Ge performans ölçüm metotları 2 ayrı grupta sınıflandırılabilir. Bunlar *nicel ve nitel ölçümler* ile *objektif bilgiye dayanan ve subjektif bilgiye dayanan* ölçümlerdir. Gerek endüstri gerekse araştırma işletmelerinin Ar-Ge birimleri, projelerinin performans ölçüm ve değerlemesini yapabilmelerinde "metot ve kriterlerin seçimi", faaliyet alanları ile doğrudan ilişkilidir. Endüstri işletmelerinde genellikle nicel-objektif özellikli performans ölçüm metotlarını, hizmet işletmelerinde ise ağırlıklı olarak nitel-objektif ve subjektif özellikli performans ölçüm metotlarını kullanma eğilimi vardır. Şekil 3'de Ar-Ge tiplerine göre tercih edilen Ar-Ge performans ölçüm metotları görülmektedir.

Şekil 4'de araştırma tiplerine göre tercih edilen Ar-Ge Performans Ölçüm metotlarının bir sınıflandırması görülmektedir. Bu tip araştırmalara ürünle ilgili olarak ön etüt ve uygulama safhalarında başvurulmaktadır. Projelerin; gerçekleştirme süreleri, veri şekli, amacın belirlilik derecesi ve mali portresi gibi faktörler araştırma tipleri ve bunların programlanabilmelerini etkilemektedir.

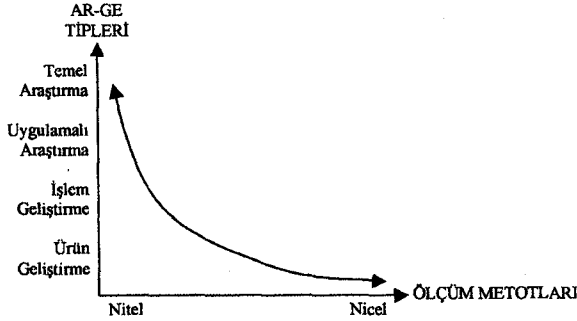
Şekil 5'de, araştırma tipleri ile ürün ve işlem geliştirme şekillerine göre performans ölçüm metotlarının tercih edilebilirlik fonksiyonu görülmektedir. Ar-Ge tiplerinde; temel araştırmadan ürün geliştirmeye doğru gidildikçe performans ölçüm metodunda daha az nitel ve daha çok nicel tekniklere ihtiyaç duyulmaktadır. Etkili ve doğru bir Ar-Ge performans ölçüm sistemi oluşturabilmek için bu ilişkileri anlamak şarttır. Aşağıda Ar-



Şekil 3. Ar-Ge Tiplerine Göre Tercih Edilen Performans Ölçüm Metotları (Werner ve Souder, 1997a).

	Programlanabilen Araştırmalar	Programlanamayan Araştırmalar
Ön-Ürün Merkezli Araştırmalar	Nitel Ölçümler	Nitel Ölçümler
Ürün Merkezli Araştırmalar	Nitel Ölçümler	Nicel Ölçümler

Şekil 4. Araştırma Sınıflarına Göre Tercih Edilen Ar-Ge Performans Ölçüm Metotları (Willers, 1964).



Şekil 5. Ar-Ge Tiplerine Göre Tercih Edilen Performans Ölçüm Metotları.

Ge performans ölçüm metotları özelliklerine göre sunulmaktadır.

5.1 Nicel Ölçümler

5.1.1 Nicel-Objektif Ölçümler

Nicel-objektif ölçümler; ölçülebilir, sayılabilir boyutlara dayanan, iyi tanımlanmış algoritmaları kullanarak, Ar-Ge performansının nümerik göstergelerini oluştururlar (Werner ve Souder, 1997a). Çalışan araştırmacı sayısı, toplam Ar-Ge harcamaları ve araştırma ekipmanlarına yapılan yatırımlar gibi girdi-ölçümleri genel olarak kullanılan nicel-objektif ölçümlerdir. Örneğin, maliyet azaltım miktarı, kullanıma sunulan yeni ürün sayısı, ürün yaşam ömürleri, ürün geliştirme çevrim zamanları ve bilimsel makale sayısı, ürün tasarımı, işlem planı, konferans sunuşu, patent başvurusu, alınmış patent, ödül, tamamlanmış proje, kitap, iç/dış raporlar, prototipler, algoritmaların sayısı gibi çıktı-ölçümleri de genel olarak kullanılan nicel-objektif ölçümlerdir (Bozeman ve Melkers, 1993).

Nicel-objektif teknikler, genellikle işletmede bölümler arası aktarılan çıktılarının ölçülmesine odaklanır. Bu nedenle ölçümler, genellikle anılan çıktılarının daha sonraki uygulamalar üzerindeki değer ya da etkilerine dayanır.

Değişik Ar-Ge projelerinin performansını ölçmek için; zamanlama, planlama kalitesi, mühendislik analizlerinin kusursuzluğu, başarı ile sonuçlandırılan aşama göstergelerinin yüzdesi (milestones ratio-üzerinde çalışılan projelerin, toplam Ar-Ge projelerine oranı) ve planlanan-gerçekleşen proje harcamalarının karşılaştı-

rılması vb. pek çok Nicel-Objektif ölçüm geliştirilmiştir.

Ar-Ge harcamaları ile gerçekleştirilen patent ve lisans sayıları arasında bir ilişki olduğundan, bireysel ya da grupsal Ar-Ge verimliliğini ölçmede alınan ve başvuru patent sayılarının ölçülmesi faydalıdır. Benzer şekilde bilimsel yayınların bibliometrik ölçümü, gelecekteki performansı önceden belirleyeceğinden önemlidir.

Bazı nicel-objektif performans ölçüm metotları aşağıda verilmiştir:

$$\text{Ar-Ge Kalite Endeksi} = \frac{\text{Müşteri ihtiyaçlarını karşılamak için üretilen ürün ve hizmet sayısı}}{\text{Müşteri ihtiyaçlarının sayısı}} \quad (1)$$

Ar-Ge Kalite Endeksi; belli bir Ar-Ge projesinin performansını değil, genel olarak firmanın Ar-Ge biriminin performansını ölçmeye yönelik bir ölçüm metodudur. Projeden ziyade Ar-Ge biriminin performansını ölçmeye yönelik olduğundan, kısa, orta ve uzun vadeli (sırasıyla 1, 3 ve 5 yıl gibi) süreçler için bu değerlendirme gerçekleştirilir. Bulunan değer, firmanın hizmet vermekte olduğu pazarda müşteri ihtiyaçlarının ne kadarını değerlendirip gerçekleştirebildiğinin yüzdesidir. Genel olarak bu değer % 50'den fazla olması, Ar-Ge biriminin performansının yüksek olduğu anlamına gelir (Werner ve Souder, 1997a). Zaman faktörünün önemli olduğu belli bir rekabet ortamında, müşteriler için geliştirilecek ve onların ihtiyaçlarını karşılayacak ürün ve hizmet sayıları (üretim miktarı değil); yapılacak müşteri anketleri, pazar araştırmaları vb. metotlar ile belirlenebilir.

$$\text{Ürün yüzdesi} = \frac{\text{Son t yılda Ar-Ge kaynaklı geliştirilen ürün sayısı}}{\text{Firmanın ticari olarak fayda sağladığı toplam ürün sayısı}} \quad (2)$$

Ürün yüzdesi ise, genel olarak firmanın Ar-Ge biriminin performansını ölçmeye yönelik bir ölçüm metodudur (Werner ve Souder, 1997b). Belli bir rekabet ortamında planlama ufku 1, 3 ve 5 yıl gibi süreçler için bu değerlendirme gerçekleştirilir. Bulunan değer, işletmenin toplam ürünlerinin yüzde kaçının Ar-Ge kaynaklı olduğunu gösterir. İdealde bu değer en az toplam ürünlerin %50'si kadar olması beklenir.

Ayrıca, endüstriyel Ar-Ge biriminin performans ölçümünde sıklıkla 'karlılık analizi' kullanılmaktadır. Ar-Ge biriminin karlılık analizi genellikle iki şekilde yapılabilir (Walters, 1965). Bunlar;

$$\text{Kar/Satış Oranı} = \frac{\text{Son } t \text{ yılda geliştirilen ürünlerden elde edilen net kar}}{\text{Toplam satışlar}} \quad (3)$$

$$\text{Kazanç/Maliyet Oranı} = \frac{\text{Son } t \text{ yılda geliştirilen ürünlerden elde edilen gelir}}{\text{Toplam Ar-Ge maliyeti}} \quad (4)$$

Yine, Ar-Ge biriminin performans ölçümünde kullanılan diğer bir finansal oran 'Kar/Maliyet Oranı'dır. Bu oran, her bir projenin belli bir zaman dilimi için tahmin edilen karının, tahmin edilen maliyetine oranıdır (riskler dahil). Bu oranı hesaplamamızın amacı, her getiri biriminin maliyet içindeki payını bularak, diğer projelerle karşılaştırmasını yapabilmektir. Bu değer 1'den küçük ise, proje iptal edilmelidir (Walters, 1965; White, 1975). Şöyleki;

$$\text{Kar/Maliyet Oranı} = \frac{P_t \cdot P_c \cdot V \cdot (p-c) L}{\text{Toplam maliyet}} \quad (5)$$

$$\text{Ar-Ge Yenilik-Buluş Oranı} = \frac{\text{Son } t \text{ yılda ortaya çıkarılan ürünlerden elde edilen gelir}}{\text{Toplam gelirler}} \quad (6)$$

Burada; t belli bir zaman dilimi, P_t t zaman diliminde ticari başarı olasılığı, P_c c maliyetine göre teknik başarı olasılığı, V yıllık satış miktarı, p fiyat, c maliyet, L ürün ömrünü (yıl) ifade etmektedir. Toplam maliyet ise; araştırma, mühendislik, pazar geliştirme, patent maliyetleri vb. Ar-Ge maliyetlerinin toplamıdır.

Kar/Maliyet oranı aşağıdaki şekilde de formüle edilebilir (White, 1975);

Kar/Maliyet Oranı =

$$\frac{(P_t)(P_t) [I_1(1+r) + I_2(1+r)^2 + \dots + I_n(1+r)^n]}{\text{Toplam azaltılmış Ar-Ge maliyetleri}} \quad (7)$$

Burada, r azaltım oranı, I_n n . yıldaki net gelir'dir.

Tablo 1. Türk Elektronik Sanayiinde Ar-Ge Yoğunluğu (Ulusoy, 1998).

AR-GE HARCAMALARI/TOPLAM SATIŞLAR (1996) (%)	
Kobi ortalaması	3,6
Büyük firma ortalaması	4,0
Elektronik tüketim cihazları	1,4
Telekomünikasyon cihazları	5,6
Profes. ve end. elek. Cihazları	4,3
Askeri elektronik	8,9
Sektör ortalaması	3,9

Türk Elektronik Sanayiinin yeni ürün geliştirme yeteneği, TTGV Raporu, TTGV-001/DS, Ankara, 1998 (Peyzin vd., 1998).

Tablo 2. Uluslararası Elektronik Şirketlerinde Ar-Ge Yoğunluğu (Ulusoy, 1998).

AR-GE HARCAMALARI/TOPLAM SATIŞLAR (%)								
Şirket	Bileşenler		Telekomünikasyon			Tüketim		
	'91	'95	Şirket	'91	'95	Şirket	'91	'95
Intel	13	8	Nortel	12	15	Hitachi	6	7
NEC	8	7	Ericsson	15	15	Philips	7	6
Toshiba	6	6	Siemens	11	8	Sony	6	6
			Cisco	7	8			
			Nokia	6	5			
			Motorola	10	8			

Inabling the Information Society, Supporting Market Lead Developments (Booz-Allen, 1997).

Ar-Ge biriminin performans ölçümünde kullanılan bir başka finansal oran 'Ar-Ge Yoğunluğu'dur. Ar-Ge yoğunluğu, toplam satışların yüzdesi olarak Ar-Ge harcamalarını ifade etmektedir (Ulusoy, 1998).

$$\text{Ar-Ge Yoğunluğu (RI)} = \frac{\text{Son } t \text{ yılda toplam Ar-Ge harcamaları}}{\text{Toplam Satışlar}} \quad (8)$$

Örneğin Türkiye Elektronik Sanayiinde ve Uluslararası Elektronik Şirketlerinde Ar-Ge Yoğunluğu değerleri Tablo 1 ve 2'de verilmiştir.

"Ar-Ge üzerindeki kazanç" Ar-Ge biriminin performans ölçümünde kullanılan bir başka finansal oran olarak kullanılabilir (Villers, 1964). Bu kriterin avantajı, ele alınan her bir proje için standart bir ölçüm sağlamasıdır.

$$R = \frac{P}{E} \quad (9)$$

Burada; R Ar-Ge üzerindeki kazanç yüzdesidir ve en az %50 olması beklenir, P ticari olarak son 5 yılda sunulan ürünlerden elde edilen ve vergilerden önceki toplam kar olup, satışlar-üretim maliyeti-satış maliyeti'dir. E ise, son 5 yıldaki toplam Ar-Ge harcamalarıdır.

Karlılık analizinde kullanılan bir başka metot 'Ol- sen'in Geri Dönüş Endeksi'dir (Walters, 1965). Bu metot, Ar-Ge biriminin performansını değil, Ar-Ge projelerinin bireysel performanslarının ölçülmesi için geliştirilmiş bir metottur.

$$\text{Geri Dönüş Endeksi} = \frac{\text{(Başarılı ise araştırmanın değeri) (Başarı şansı)}}{\text{Araştırmanın maliyeti}} \quad (10)$$

İşlem geliştirmede 'araştırma değeri' bir yıllık kazançtır. Mevcut bir ürünü iyileştirmede araştırma değeri genellikle ürünün 2 yıl için satışlarının %2'si olarak alınmaktadır. Yeni bir ürün için ise 'araştırma değeri' ürünün 5 yıl için satışlarının %3'üdür. Başarı şansı ise, 0 ve 1 arasında bir değerdir. Yine, 'araştırmanın maliyeti' o Ar-Ge projesi için yapılan tüm maliyetlerin (personel, teknoloji, hammadde vb.) toplamıdır. Eğer geri dönüş endeksi 3'den küçük ise, proje iptal edilecektir. Bu değerler, uluslararası proje değerlendirme standartlarıdır.

Bibliometrik analiz: Ar-Ge performans ölçümünü destekleyen nicel-objektif metotlardan bir diğeri 'Bibliometrik analiz'dir. Bilimsel çıktılarını, yaygın bazı veriler kullanılarak yapılan analiz şekline 'bibliometrik analiz' denilmektedir (USGAO, 1997). Bibliometrik'in en çok kabul edilen ve bilinen kullanımı, araştırmacıların sonuçları yayımlanan çalışmalarının ölçülmesidir. Bibliometrik analiz'de, her birinin farklı amaç ve görevleri olan farklı bazı teknik verilere ulaşılmaya çalışılır (Bozeman ve Melkers, 1993). Bunlar;

a. Bir araştırmacı ya da araştırma grubunca yayınlanmış bilimsel yayınların sayılmasını içeren *yayın sayıları* (*publication counts*) bibliometrik tekniğin en önemli verileridir. Ancak, yayın sayıları tek başına anlamlı bir kriter değildir.

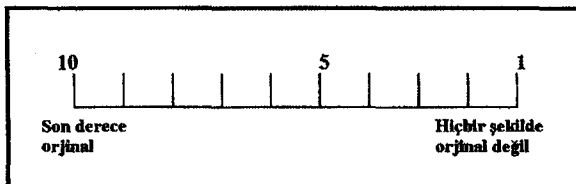
b. Belirli bir yayından yapılan alıntılarının sayısı ya da bir yazarın farklı çalışmalarda kaç kez atıf (refere) yapıldığının sayısını ifade eden *alıntı sayısı* (*citation counts*), bu analizde yine önemli bir veridir. Bir çalışma ne kadar önemli ya da etkili ise o yayından o kadar çok alıntı yapıldığı varsayılır.

c. *Çifte-alıntı analizi* (*co-citation analysis*); başka çalışmalarda ya da yayınlarda bir arada adı geçen makale grupları veya çiftlerini belirleyen bibliometrik bir tekniktir. Bu teknikte bir makale grubu ya da çiftlerinden anlamaya ilişkin bir yapı türetilerek, bilimsel düşüncenin yönü ve akışı hakkında bilgi sağlanır.

d. *Kilit-kelime analizi* (*co-word analysis*) ise, genellikle çifte-alıntı analizi ile birlikte kullanılır. Bu analizde kilit-kelime bağlantıları; çifte-alıntı ve alıntı analizine, dökümanların birbirleri ile nasıl ilgili olduğunun izlenebilmesi konusunda bir alternatif olarak önerilmiştir. Bir makale ya da yazıya profesyonel okuyucularca kilit kelimeler atanmasını içerir.

5.1.2 Nicel-Subjektif ölçümler

Bu ölçümler sayılara çevrilen sezgisel yargılara dayanır. Yargılar ise, sayısal değerler ile ifade edilebilen tanım veya davranışlara sıkıca bağlanmalıdır. Nicel-objektif ölçümler geçmiş performansların ölçülmesi ile sınırlı iken, subjektif teknikler geçmiş ve gelecek ile ilgili beklentileri tahmin edebilirler. Nicel-subjektif metotlar kullanılırken yargıların sayılara dönüştürülmesi için;



Şekil 6. Örnek Bir Nitel Derecelendirme Sistemi (Brown ve Svenson, 1995).

Tablo 3. Bir A Firmasının Ar-Ge Birimi İle Endüstrideki Lider Bir Firmanın Ar-Ge Birimi Uygulamalarının Karşılaştırılması.

Faktörler	% Değerleri		
	<40 %	40-60 %	>60 %
Finansal faktörler			
Ar-Ge harcamaları	O		X
Ekipman harcamaları		⊗	
Yeni sermaye			⊗
Yönetimsel verimlilik			
Motivasyon	O		X
Liderlik		O	X
Teknik yetenekler			
Yaratıcılık		⊗	
Zamanlılık		O	X

O: A firmasının Ar-Ge birimi için tespit ettiği değer. x: Endüstrideki lider firmasının Ar-Ge değeri.

⊗: Her ikisi.

(1) *profiller*, (2) *derecelendirme modelleri*, (3) *soru listeleri* ve (4) *puanlandırma modelleri* olmak üzere dört teknik kullanılabilir (Werner ve Souder, 1997). Bu tekniklerin geniş kullanımı kimya endüstrisinde görülmektedir. Pek çok nicel-subjektif ölçüm sistemi, orijinallik, yaratıcılık vb. boyutları ölçmek için Şekil 6'daki gibi sayısal dereceler kullanılır.

Szakonyi (1994), gerçek durumlardan türetilmiş 3 ana 7 alt faktörlü ilginç bir soru listesi geliştirmiştir. Bu yöntemde, derecelendirilen faktörler bir aralık tablosu üzerine yerleştirilerek, endüstrideki lider bir firmasının Ar-Ge biriminin sonuçları ile karşılaştırılmaktadır. Örneğin, finansal faktörler açısından mevcut firmasının harcamaları ortalama %40 (O), endüstrideki lider firmasının ise %60 (X)'den büyüktür. Bu durumda söz konusu firmasının Ar-Ge harcamaları, o endüstrideki lider firmadan ortalama %20 daha düşüktür. Yine anılan firmasının ekipman harcamaları %40-60 (⊗) arasında olup, o endüstrideki lider firma ile aynı yapıya sahiptir denir. Tablo 3'de varsayım dayanan hayali bir örnek verilmiştir.

5.1.3 Nicel ölçümlerin avantaj ve dezavantajları

Nicel ölçümlerin en önemli avantajı, kullanımlarındaki kolaylıktır. Örneğin; patent sayısı ya da bilimsel yayınlar gibi kriterlerin ölçümü, daha az zaman ve maliyet gerektirir. Ayrıca, nicel-objektif ölçümlerin yorumlanması kolaydır ve genellikle diğer ölçümler ile iyi uyum sağlarlar. Diğer yandan her ölçüm metodunda olduğu gibi nicel ölçümler de düzgün ve karşılaştırılabilir performans standartları olmadan yorumlanamazlar (Werner ve Souder, 1997).

Nicel ölçümler kullanılırken gerçekçi ve yansıtıcı standartları oluşturmak için özel bir çabaya ihtiyaç duyulur. Çünkü doğruluk, nicel-objektif ölçümler için oldukça önemli bir problemdir. En belirgin örneği olan patent ve yayın sayısı gibi nicel-objektif kriterler bile ciddi eleştiriye açıktır. Örneğin patent verimliliğinin ölçümü bile, işletmenin patent politikaları ve Ar-Ge çalış-

malarının doğasına bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir.

Pek çok nicel-objektif ölçümde, kriterleri lehte ya da aleyhte etkileyen, mevcut zaman sapmaları gözden kaçabilmektedir. Örneğin; aynı sektörde faaliyet gösteren iki işletmenin Ar-Ge birimi, bu zaman sapmaları nedeniyle kar-harcama oranları yönünden farklı zamansal verimliliklere sahip olabilmektedir. Nicel-objektif ölçümler daha ziyade, çıktıların daha kesin ve belirgin olduğu Ar-Ge faaliyetlerinin ileri aşamaları için uygundur.

Nicel-subjektif metotlar ise, Ar-Ge çabalarının erken aşamaları ve nitel özellikli faaliyetlerin değerlendirilmesi için uygun olan ölçümlerdir. Nicel-Subjektif ölçümler, genel olarak Şekil 6'da verilmiş olan nitel derecelendirme sistemini kullanırlar. Bu tip derecelendirme sistemlerinde problem, derecelerin açık ve kesin olarak tanımlanmamış olması ve kişisel ön yargılara izin vermesidir. Bir kişi tarafından 10 olarak puanlandırılan bir kriter, başka bir kişi tarafından 6 olarak düşünülebilir. Pek çok uzman; adil ve tarafsız kalmaya çalışsa da ön yargıları, puanlamalar üzerinde etkili olabilmektedir. Ar-Ge işlemlerine belirginlik ve kesinlik kazandırabilmek için nicel-objektif ölçümler pek çok kişi tarafından tercih edilmektedir.

5.2 Nitel ölçümler

Nitel ölçümlerin altında yatan felsefe, nicel ölçümlerden oldukça farklıdır. Nitel ölçümlerde aritmetik işlemlerden uzak durulur. Temel farklılık; nitel ölçümler bireysel olarak araştırmacıların, grupların veya bölümlerin performanslarına odaklanır. Nicel ölçümler ise genellikle teknik işlemler, finansal durum ve sayısal çıktıları odaklanırlar. Bu nedenle nitel metotlar daha ziyade çalışanın performansını değerlendirirler. Literatürde, kişisel değerlendirmeler (self evaluations), dış denetimler (external audits), denetimsel oranlamalar (supervisory ratings) ve emsal oranlamalar (peer ratings) olmak üzere dört farklı nitel değerlendirme tekniği vardır. Bu tekniklerde hem objektif hem de subjektif yargılara dayanırlar.

5.2.1 Nitel ölçümlerin avantaj ve dezavantajları

Nitel ölçümler; Ar-Ge performansı ve Ar-Ge çalışmalarını hakkında birimin kendisine daha detaylı bir bakış açısı sağlar. Nitel ölçümler kişileri, gözlemledikleri şeyleri ölçebilmeleri için kendilerini geliştirmeleri ve daha ayrıntılı düşünceleri için zorlar (Werner ve Souder, 1997). Bu kişiler; ölçüm sonuçlarının ayrıntı seviyesine bağlı olarak proje grupları, bireysel olarak araştırmacılar ve bütün birimin kendisidir. Nitel ölçümler daha detay-

lı bilgi sağlarlar ancak, uzmanların yargılarına dayanırlar ve pahalı olabilirler (USGAO, 1997). Nitel bir ölçüm ve değerlendirmeyi yönetme işlemi genellikle, bilgi akışlarını arttıran katılımcılar arasındaki karşılıklı etkileşimleri öğrenme, anlama ve geniş bir ağ yapısını içerir. Geçmiş yılların denetim verileri, bir bilgi-veri bankasında toplandığında, bu bilgiler ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesinde çok yararlı bir arşiv olacaktır.

5.3 Birleşik ölçümler

Birleşik Ar-Ge performans değerlendirme metotları, objektif ve subjektif ölçümleri, nicel ve nitel ölçümleri birleştirirler. Bu nedenle her iki tip ölçümün de avantajlarına sahiptirler.

Örneğin Foster vd. (1985), ilk defa Ar-Ge finansal oranlarından oluşan nicel bir sistemi hesaplayan, daha sonra bu oranları nitel bir neden-sonuç zinciri ile ilişkilendiren, iki-aşamalı birleşik bir yaklaşım sunmuşlardır. Foster sistemlerinde, Ar-Ge'ye yatırılan her para birimi başına, ürün performans geliştirmeleri cinsinden Ar-Ge performansını ölçmüşlerdir. Foster Ar-Ge getirisi, ilk yatırımlardan itibaren kazancı ölçmekte ve buna bağlı olarak ürün talebi, endüstri maliyet yapısı ve rekabetsel pozisyona dayanmaktadır.

Tipping vd (1995), Ar-Ge çalışmasının toplam değerini; çalışanlar, hissedarlar ve müşteri perspektif ölçümü için birleşik bir yaklaşımı sunmuşlardır. Bu yaklaşım; çıktı yönelimli '*Teknoloji Değer Piramidi*' yöntemidir.

Brown ve Svenson (1995), belirledikleri dört farklı kriteri tek bir karma kriterde toplamışlardır. Bunlar, ⁽¹⁾geri dönüş oranı hesabı, ⁽²⁾tamamlanma zamanı tahmini, ⁽³⁾proje kalitesi değerlendirmesi ve ⁽⁴⁾proje maliyet tahmini'dir. Bu değerlendirme sisteminde birincil ve ikincil ölçümler, bu 4 faktörün her birine farklı ağırlıklar atayarak belirlenmektedir.

11, 12, 13 ve 14 nolu ifadelerde, iki objektif endeks ve iki subjektif denetleme değerini birleştiren, basit birleşik ölçüm modelleri verilmektedir. *Verimlilik endeksi*, Ar-Ge'nin geçmiş performansının nicel objektif ölçümüdür. *Zamanlilik endeksi*, Ar-Ge'nin zamanlık performansının nicel objektif ölçümüdür. *Gelecek potansiyel endeksi*, Ar-Ge potansiyelinin nicel-subjektif ölçümüdür. Ar-Ge'nin geçmiş performansının devam etmesinin beklenip beklenmediği hakkında bilgi edinmek için; gelecek potansiyel endeksi, verimlilik endeksi ile karşılaştırılmaktadır.

Emsal oranlama denetimi, Ar-Ge'nin gerçekleştirilmemiş ihtiyaçlarının 0'dan %100'e kadar derecelendirildiği bir nitel subjektif denetimdir. %100, düşünülebilir en kötü durumdur. Her bir ihtiyacın önemi, 0'dan %100'e kadar bir derece üzerinde oranlanır. Sonuç en-

deksleri; tek tek incelenip tartışılmalı ya da aşağıda verilen çeşitli objektif ve subjektif kriterleri birleştiren 'birleşik ölçüm oranları' şeklinde birleştirilmelidir (Werner ve Souder, 1997).

$$A = \text{Verimlilik Endeksi} = \frac{\text{Son 5 yılda geliştirilen ürünlerin şimdiki değeri}}{\text{Son 5 yılın kümülatif (toplam) Ar-Ge maliyetlerinin şimdiki değeri}} \quad (11)$$

$$B = \text{Zamanlilik Endeksi} = \frac{\text{Belirli bir periyotta ve zamanında tamamlanan proje sayısı}}{\text{Aynı periyodun başında başlayan proje sayısı}} \quad (12)$$

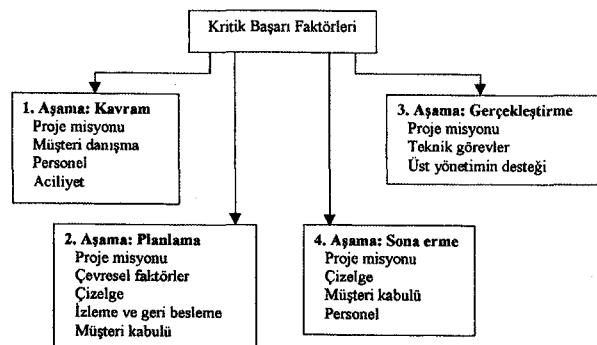
$$C = \text{Gelecek Zaman Endeksi} = \frac{\text{Henüz geliştirilmekte olan projelerin beklenen gelecek kazanç değeri}}{\text{Bu projeleri geliştirmek için tüm maliyetlerin şu anki değeri}} \quad (13)$$

D=Gerçekleştirilmemiş, gelecekteki Ar-Ge ihtiyaçlarının Emsal Oranlama Denetimi (0'dan 100%'e kadar bir derecelendirme ile ifade edilir)

$$O = \text{Genel Ar-Ge Performansı} = A - [(C) (B) (D)] \quad (14)$$

5.3.1 Kritik başarı faktörleri

Ar-Ge projelerini yaşam süreçleri boyunca değerlendirmek ve gözlemleyebilmek oldukça zordur. İnsan kısıtları, zaman baskıları ve bütçesel zorlamalar gibi faktörler proje yöneticisini sürekli bir baskı altında tutar. Proje yöneticilerinin, bu faktörlerden hangilerinin Ar-Ge projelerinin başarılı olarak uygulanabilmeleri için 'kritik' olduklarını bilmeleri gerekir (Cooper ve Kleinschmidt, 1996).



Şekil 7. Şekil 7. Projenin Her Aşamasındaki Önemlerine Göre KBF (Pinto ve Slevin, 1989).

Kritik Başarı Faktörleri (KBF)'nin önemi, projenin içinde bulunduğu aşamaya göre değişiklik gösterir (Pinto ve Slevin, 1989; Villers, 1964). Diğer bir deyişle KBF'ni, proje gerçekleştirme süreci boyunca eşit önemde görmek doğru değildir. Proje uygulamasının başarısı için KBF fonksiyonunun faaliyet bazlı elemanlar seti $f(KBF) = \{ \text{Proje misyonu, Üst yönetimin desteği, Çizelgeleme sisteminin kurulması ve sürdürülmesi, Müşteri danışmanlığı (iletişimi), Personel, Teknolojik yeterlilik, Çevresel olaylar, Proje aciliyet hissi, İzleme ve geri besleme, İletişim (bilgi yönetimi), Problem çözme, Proje timi lideri'nin karakteristikleri} \}$ şeklindedir.

5.3.2 Proje gerçekleştirme süreci

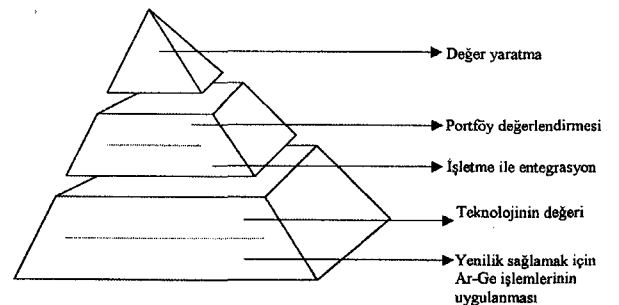
Bilindiği gibi KBF, Ar-Ge birimi ve projelerinin performans değerlendirmesinde bu amacın esasını oluşturmaktadır. KBF'nin değerlendirilmesi, aşama olarak dizgesel bir yapıya sahiptir. Bu aşamaları 4 safhada incelemek mümkündür. Bu safhalar ve her safhayı oluşturan işlevsel faaliyetleri kapsayan KBF, projenin her aşamasındaki önemlerine göre Şekil 7'de verilmiştir.

Bir projenin Ar-Ge olarak gerçekleştirilme sürecinde; kavram, planlama, gerçekleştirme ve sona erme olmak üzere dört aşama vardır (Pinto ve Slevin, 1989). Bu aşamalar Şekil 7'de görülmektedir. Bunları kısaca açıklayacak olursak:

Kavram; projenin ihtiyaçlarının belirlendiği ilk aşamadır. Bu aşamada gerçekleştirilmesi düşünülen proje için pazar ve teknoloji araştırmaları gerçekleştirilerek, sistem özellikleri tanımlanır.

Planlama; proje bütçesinin oluşturulduğu, çizelgelerin hazırlandığı ve belirli görevlerin proje personeline atandığı aşamadır.

Gerçekleştirme aşamasında; malzeme ve kaynaklar temin edilir, tasarım, geliştirme, entegrasyon ve test, tasarım doğrulama çalışmaları yani projenin esas çalışmaları gerçekleştirilir. Proje üretilir ve performans yeterlilikleri incelenir.



Şekil 8. Teknoloji Değer Piramidi (Tipping vd, 1995).

Sona erme aşamasında; proje tamamlandıktan sonra, genellikle projenin gözden geçirilmesi, başarı veya başarısızlıklarının belirlenmesi, bunların neden olduğu sonuçların değerlendirilmesi ve tekrar meydana gelmeleri durumunda gerekecek olası düzeltici faaliyetler belirlenir ve gerçekleştirilir.

5.3.3 Teknoloji değer piramidi

Teknoloji Değer Piramidi (TDP), Tipping vd. (1995) tarafından geliştirilmiştir. Geliştirme sürecinde Ar-Ge'nin rolü, yönetsel faktörlerin bir hiyerarşisi olan TDP ile gösterilebilir. Bu yönetsel faktörler; kuruluşların temelini oluşturan, kuruluşlar için strateji ve finansal çıktıları birleştiren faktörlerdir. TDP faktörlerinin belirlenmesi ile Ar-Ge performansına, TDP'nin farklı seviyelerinden katılımın takip edilebilmesi olanaklı hale gelir (Booz-Allen, 1997). Şekil 8'de işlevlerine göre TDP'nin hiyerarşik yapısı görülmektedir.

TDP'nde yer alan beş yönetsel faktör, Ar-Ge birimi ve projelerinin performans değerlemesinde işlevsel olarak çok önemlidir. Şekil 8'deki her bir faktör ile ilgili kriter, TDP'nin Ar-Ge biriminin performansının analizinde kullanılmasına ve geliştirme çabalarının yönlendirilmesine olanak sağlamaktadır (Tipping vd., 1995).

TDP, performansın ileriye ve geçmişe dönük olarak izlenebilmesinde, Ar-Ge birimindeki zayıflıkların belirlenmesinde ve kuruluşa Ar-Ge katılımı ile sağlanan gelişmelerin planlanmasında kullanılmaktadır.

TDP'nin firmaya teknolojik yarar sağlayabilmesi için şu varsayımların olması gerekir;

- Ar-Ge çabaları kuruluşun değerini korumalı ve yükseltmelidir,
- Firmanın stratejik hedefleri ile Ar-Ge arasında bir bağ olmalıdır,
- Ar-Ge faydalı çıktılar üretebilme yeterliliğini uzun vadede sürdürebilmelidir.

Bu varsayımlar; Ar-Ge biriminin sadece firma için değer yaratma yeterliliğini değil aynı zamanda Ar-Ge'nin firma amaç ve hedeflerine ne kadar iyi bağlandığını ve Ar-Ge fonksiyonlarını ne kadar iyi yerine getirdiğinin değerlendirilmesi gerektiğini ifade etmektedir.

TDP metodu kullanılarak, Ar-Ge projelerinin performansının ölçümü için kullanılan kriterlerin 5 yönetsel faktöre göre dağılımı Tablo 4'de verilmiştir. Bu kriterlerin detaylı açıklaması takibeden bölümde verilmiştir.

5.3.4 Birleşik ölçümlerin avantajı ve dezavantajları

Birleşik ölçümler birçok bireysel ölçümü birleştirdiğinden daha güvenilir ancak, bireysel ölçümlerden daha karmaşıktır. Birleşik yaklaşımlar, tasarım geliştirme için daha çok çabaya ihtiyaç duyarlar ve kullanılmaları basit ölçümlerden daha maliyetli ve zaman alıcıdır. En büyük avantajları, sadece Ar-Ge performansını ölçmeyip aynı zamanda geliştirme için de önerilerde bulunmalarıdır. Çok esnek olduklarından geniş çeşitlilikte birleşik ölçüm metodları oluşturmak mümkündür. Birleşik ölçümler pek çok Ar-Ge birimi için esnek olarak tasarlanabilirler. Birleşik ölçümler şüphesiz en doğru, detaylı, verimli ve çok yönlü sonuçları veren ölçümlerdir. Ancak bu nokta, organizasyonun ölçüm ihtiyaçları ışığında geliştirilme ve kullanılma maliyetleri ile dengelenmelidir.

Yukarıda sunulan teorik bilgilerden sonra şimdi işletmelerde Ar-Ge birimi ve projelerinin performans değerlemesinde kullanılan kriterleri sırasıyla incelemeye çalışalım. Ancak şunun öncelikle belirtilmesi gerekir ki, aşağıda sunulan kriterlerin kısmen veya tamamen uygulanması, işletmenin faaliyet gösterdiği sektör ve Ar-Ge'ye konu projelerin niteliğine göre değişiklik gösterecektir.

6. AR-GE PERFORMANS ÖLÇÜM KRİTERLERİ

İşletmelerde Ar-Ge performans ölçüm kriterleri üç nedenden dolayı önemlidir. Vazgeçilemez özellikte olan söz konusu bu kriterlerin uygulanması ile ⁽¹⁾Ar-Ge biriminin sahip olduğu potansiyel değerler ortaya konabilir, ⁽²⁾uygun kriterler sayesinde insanlar, programlar, projeler, hedefler ve amaçlar değerlendirilebilir ve ⁽³⁾organizasyon elemanları kriterleri geliştirmek için davranışlarını değiştirebilmektedir (Hauser ve Zettelmeyer, 1997).

Bir firma için uygun olacak performans ölçümü kriter seti, endüstri tipi ve firmanın o endüstri içerisindeki rekabet stratejisine bağlı olarak değişmelidir.

Firmalar kendi işletme stratejilerine ve endüstri tiplerine dayanarak kendileri için anlamlı olan kriterleri aşağıdaki nicel ve nitel performans ölçüm kriterleri içerisinde seçebilirler.

1. Finansal kazanç: Teknoloji ihtiyacının firma içerisinde sağlanması ancak, Ar-Ge sayesinde mümkün olacaktır. Firmalarda Ar-Ge'den beklenen, Ar-Ge çıktılarının 'finansal kazanç'a dönüştürülmesidir. Ar-Ge çıktılarının finansal kazanç'a dönüştürülmesi 3 şekilde olabilir. Bunlar ⁽¹⁾Ar-Ge kaynaklı yeni ürünlerin satışı, ⁽²⁾Ar-Ge kaynaklı geliştirilmiş teknoloji satışı ve ⁽³⁾teknoloji geliştirme ve iyileştirme yolu ile imalat, servis ve bakım giderlerinin azaltılması'dır (Ulusoy, 1998).

Tablo 4. Performans Kriterlerinin Beş Yönetimsel Faktöre Göre Dağılımı (Meyer vd., 1997).

<i>Değer yaratma</i>	<input type="checkbox"/> Finansal kazanç, <input type="checkbox"/> Halen tasarımı devam eden Ar-Ge projelerinin önceden hesaplanmış değeri, <input type="checkbox"/> Ürün kalitesi ve güvenilirliği, <input type="checkbox"/> Brüt kar marjini, pazar payı, ürün teknolojisi kazançları, <input type="checkbox"/> Patent ile korunan satışlar.
<i>Portföy değerlendirme</i>	<input type="checkbox"/> Halen tasarımı devam eden Ar-Ge projelerinin önceden hesaplanmış değeri, <input type="checkbox"/> Ürün kalitesi ve güvenilirliği, <input type="checkbox"/> Brüt kar marjini, <input type="checkbox"/> Pazar payı, <input type="checkbox"/> Stratejik sıralama, <input type="checkbox"/> Teknoloji yatırımlarının dağılımı, <input type="checkbox"/> Teknolojinin kullanılması yollarının sayısı, <input type="checkbox"/> Proje kilometre taşı sistemi, <input type="checkbox"/> İç Teknik işlemlerin verimliliği.
<i>İşletme ile entegrasyon</i>	<input type="checkbox"/> Stratejik sıralama, <input type="checkbox"/> İşletmenin sermaye yüzdesi, <input type="checkbox"/> İmalata teknoloji transferi, <input type="checkbox"/> Çapraz fonksiyonel takımlar.
<i>Teknolojinin değeri</i>	<input type="checkbox"/> Stratejik sıralama, <input type="checkbox"/> Teknoloji yatırımlarının dağılımı, <input type="checkbox"/> Teknolojinin kullanılması yollarının sayısı, <input type="checkbox"/> Proje kilometre taşı sistemi, <input type="checkbox"/> Ürün teknolojisi kazançları, <input type="checkbox"/> Rekabet hareketlerine uyum zamanları, <input type="checkbox"/> Teknolojideki mevcut gelişme, <input type="checkbox"/> Personel kalitesi, geliştirme çevrim zamanı, <input type="checkbox"/> Teknik yetenek için müşteri değerlendirmesi, <input type="checkbox"/> Patentlerin sayısı, patent ile korunan satışlar, <input type="checkbox"/> Müşteri memnuniyeti
<i>Yenilik sağlamak için Ar-Ge işlemlerinin uygulanması</i>	<input type="checkbox"/> İmalat teknolojisi transferi, <input type="checkbox"/> Çapraz fonksiyonel takımlar, <input type="checkbox"/> Rekabet hareketlerine uyum zamanları, <input type="checkbox"/> Personel kalitesi, <input type="checkbox"/> Geliştirme çevrim zamanı, <input type="checkbox"/> Patentlerin sayısı, <input type="checkbox"/> Müşteri memnuniyeti, <input type="checkbox"/> Tamamlanan aşama göstergeleri, müşteri iletişim zamanı, <input type="checkbox"/> İç teknik işlemlerin verimliliği, <input type="checkbox"/> Amaç açıklığı, proje liderliği.

Ar-Ge faaliyetlerinden ve projelerinden gelen ticari kazançların ve Ar-Ge maliyetlerinin belirlenmesi ve izlenebilmesi için 3 temel kriter vardır. Bu kriterler (1)yeni satış oranı (NSR), (2)maliyet tasarruf oranı (CSR) ve (3)Ar-Ge yoğunluğu (RI)'dur. Kullanılabilir diğer pek çok finansal performans kriteri, bu üç kriterden türetilir (Tipping vd., 1995). Zaman dilimi t bu kriterlerin doğru kullanımı için oldukça önemlidir. Eğer t içinde bulunulan yıl veya daha öncesi ise, kriterler geçmişe aittir. Eğer t gelecek yıl veya daha sonraki yıllara ait ise, kriterler geleceğe yönelik olacaktır. Bu kriterler aşağıda verilmiştir.

a. Yeni satışlar oranı (New Sales Ratio-NSR)

Yeni satışların oranı, yeni ürünlerin t . yıldaki mevcut yıllık satışlarının toplam yıllık satış oranıdır (Whiteley vd., 1998; Tipping vd., 1995).

$$NSR = (1/satışlar) (\text{yeni ürün satışları}) \quad (15)$$

Yeni Ürün Satışları, son t yıl içerisinde ticarileşmiş ürün geliştirme çalışmalarından elde edilen t . yıldaki satış kazancıdır. Satışlar ise, t . yıldaki toplam satış kazancıdır.

Tablo 5. Türkiye Elektronik Sanayi Yeni Ürün Satışlarının, Toplam Satışlara Oranı.

SON İKİ YIL İÇERİSİNDE ÜRETİLMEMEYE BAŞLANAN ÜRÜNLERİN SATIŞLARI/TOPLAM SATIŞLAR (%) (1996)	
Bileşen	5
Profesyonel ve end. elektronik cihazları	30
Telekomünikasyon cihazları	15
Elektronik tüketim cihazları	41
Genel	29

Rekabet stratejileri ve en iyi uygulamalar: Türk Elektronik Sektörü, TÜSİAD, 1997 (Ulusoy, 1998).

Türkiye Elektronik Sanayii'nde 1996'dan itibaren son 3 yıl içerisinde üretilmeye başlanan yeni ürünlerin satışlarının, toplam satışlara oranı, Kobi'ler de %41, büyük firmalarda ise %34 olarak belirlenmiştir. Yine, Türkiye Elektronik Sanayii'nde 1996'dan itibaren son 2 yıl içerisinde üretilmeye başlanan yeni ürünlerin satışlarının, toplam satışlara oranı, ürün tiplerine göre Tablo 5'de verilmiştir (Ulusoy, 1998).

b. *Maliyet tasarruf oranı (Cost Savings Ratio-CSR)*

Yeni teknoloji nedeniyle gerçekleşen maliyet kazançlarının, t yılı için yıllık brüt kar'a oranıdır (Tipping vd., 1995).

$$CSR = (1/\text{brüt kar}) (\text{ürünlerin maliyet tasarrufu}) \quad (16)$$

Ürünlerin Maliyet Tasarrufu, son t yıl içerisindeki işlem geliştirme çalışmaları veya adapte edilmiş ürün değişiklikleri nedeniyle t . yılda satılan malların maliyetindeki azalmadır. Brüt Kar (GP-Gross Profit), işletme birimleri için t . yıldaki ortalama brüt kar'dır.

c. *Ar-Ge çalışmalarından gelen kar*

Yeni ve/veya iyileştirilmiş ürünlerin satışlarından (NP-New Products Profit) ve yeni veya iyileştirilmiş işlemler ile üretilen ürünlerin maliyet tasarruflarından (CR-Cost Ratio) sağlanan brüt kar (GP) katkısı (Tipping vd., 1995):

$$NP = (GP) (NSR) \quad (17)$$

$$CR = (GP) (CSR) \quad (18)$$

$$\text{Ar-Ge'den sağlanan kazanç} = (NP) + (CR) = (GP) (CSR + NSR) \quad (19)$$

d. *Ar-Ge kazanç/yatırım oranı (yatırım geri dönüş oranı)*

Bu kriter t . yıl için Ar-Ge kazançlarının, Ar-Ge yatırımlarına oranı olup, Ar-Ge yatırımlarından elde edilen satış ve kar miktarını ölçmeyi amaçlar.

$$\text{Ar-Ge kazanç/yatırım oranı} = \frac{\text{Ar-Ge'den sağlanan kazanç}}{\text{Ar-Ge harcamaları}} \quad (20)$$

$$= (GP/\text{satışlar}) (NSR + CSR) / RI \quad (21)$$

$$RI = \text{Ar-Ge yoğunluğu} = \frac{\text{Ar-Ge harcamaları}}{\text{satışlar}} \quad (22)$$

(t . yıl için)

$$\text{Ar-Ge harcamaları} = \text{Yıllık Ar-Ge giderleri} \quad (23)$$

Literatürde yer alan 63 çalışmanın bir arada ele alınması ile gerçekleştirilen bir araştırmada (USGAO, 1997), Ar-Ge faaliyetlerinin, yıllık ortalama %20-30 yatırım geri dönüş oranına eşit olduğunu ortaya koymuştur.

2. Halen tasarımı devam eden Ar-Ge projelerinin önceden hesaplanmış değeri: Bu çeşit hesaplamalar, olasılık kararlarına bağlı varsayımlar göz önüne alınarak yapılmalıdır. Pek çok firma tasarımı devam eden projelerden gelecek olan satış ve kazançları önceden bilmeyi arzulamaktadır. *Devam eden projelerden gelecek satış miktarı*, halen tasarımı devam eden Ar-Ge projelerinden gelmesi beklenen yıllık gelecek satışların, her bir projenin amaçlarına ulaşma olasılığı ile çarpımına eşit olacaktır. Yine, *Devam eden projelerden gelecek kazanç miktarı* ise, halen tasarımı devam eden Ar-Ge projelerinden gelmesi beklenen yıllık gelecek net kazançların, her bir projenin amaçlarına ulaşma olasılığı ile çarpımıdır (Tipping vd., 1995).

3. Ürün kalitesi ve güvenilirliği: İncelenmekte olan yeni ürünün, potansiyel müşteri veya tüketici grupları tarafından endüstrideki en yakın rakibi ile uygun teknikler kullanılarak karşılaştırılmasına '*müşteri veya tüketici değerlendirmesi*' denir. Firma seviyesinde, kuruluşun kabul edilmiş kalite standartlarına yaklaşan veya bu standartları karşılayan ürünlerinin toplam Ar-Ge kaynaklı ürün miktarına oranı ise '*güvenilirlik değerlendirmesi*'dir (Tipping vd., 1995).

4. Brüt kar marjini: Firmanın teknoloji değerlerinin ve Ar-Ge'nin değer yaratma katkısının değerlendirilmesi için kullanılmaktadır. Satışların yüzdesi olarak brüt karı ifade eder.

$$\text{Brüt kar (GP)} = \text{Net Satışlar} - \text{Satılan malların maliyeti} \quad (24)$$

$$\text{Satılan malların maliyeti} = \text{Ürün maliyetleri} + \text{Direkt İmalat maliyetleri} \quad (25)$$

Projenin değerlendirilmesi, brüt kar marjindeki dönemden döneme değişmeye dayanmalıdır. Dönemler endüstri tipine uygun olmalıdır. Dönemler bir yıldan fazla olabilirler.

5. Pazar payı: İşletme biriminin farklı alanlardaki pazar payının, endüstri tipine ya da alanına uygun şekilde ölçülmesidir. Ürün avantajları, pazar payı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduklarından ve firmanın yaratım gücünü temsil ettiklerinden, pazar payı tahminlerinde pek çok faktör yer alabilir. Bu faktörler; pazarın kalitesi ve büyüklüğü, rekabet gücü, ekonominin mevcut durumu vb. dir.

6. Stratejik Sıralama: Eğer bazı projeler kuruluşun amaçları ile uyumlu değilse ya da temel işletme amaçları Ar-Ge portföyünce kapsamıyorsa yani, Ar-Ge çabalarının toplam büyüklüğü ve bu çabalara katılımı sorgulanmalıdır.

Örneğin; işletme içinde Ar-Ge biriminin amacı kuruluş amaçlarının % kaçını kapsamaktadır? Ar-Ge biriminin gerçek anlamda başarılı sayılabilmesi için yürü-

tılmekte olan projelerin kuruluş amaçlarının en az %80'ini karşılaması gerekir. Yine, teknoloji gelişimine ihtiyaç duyan Ar-Ge birimi amaçları sayısının, toplam kuruluş amaçlarına oranı '*amaç kapsamını*' tanımlayacaktır.

7. Teknoloji yatırımları dağılımının analizi:

Firmanın Ar-Ge programının teknoloji geliştirmeyi ve firmanın teknik pozisyonunu korumayı ne derece iyi başardığının analizine olanak sağlar. Diğer bir deyişle, toplam Ar-Ge yatırımı oranının farklı boyutlardaki analizidir.

8. Teknoloji kullanım yollarının sayısı: Seçilen

bir teknolojik değeri kullanan ya da kullanmayı planlayan farklı yeni ürünlerin sayısıdır. Bu kriterin dikkatli incelenmesiyle, firmaya mevcut pazarlarının dışında yeni pazar olanakları yaratılabilir.

9. Proje aşama göstergesi (milestone-kilometre taşı) sistemi: Bu kriter için ideal değer, her firma tarafından kendisi için belirlenmelidir. Belirli aşama göstergelerine sahip olan Ar-Ge projelerinin yani, bir proje yönetimi sistemiyle takip edilen projelerin, toplam Ar-Ge proje sayısına oranıdır (Tipping vd., 1995).

10. İşletmenin sağladığı kaynak yüzdesi: Ar-Ge bütçesinin, bütün işletme birimi kaynaklarına oranıdır. Bu kriterin ideal değeri, firmanın içinde bulunduğu bir dâirede koşullar ve stratejik eğilimlere bağlıdır.

11. İmalata teknoloji transferi: Bu ölçüm, Ar-Ge ve imalat arasındaki çalışma ilişkisinin yakınlığını yansıttığından önemlidir. Önerilen ölçüm tekniği, oranlamaları 1'den 5'e kadar olan bir derecelendirme aralığını içermektedir. Böyle bir derecelendirme aralığı yaratılırken, ilk, son ve ortadaki dereceler için doğru açıklamaların verilmiş olması gerekir. Yine, önerilen bu ölçüm örneği, Ar-Ge ve imalat birimlerinin her ikisinden de elde edilen değerler yardımıyla "teknoloji transfer verimliliğinin yarı nicel değerlendirmesidir".

12. Çapraz fonksiyonel takımlar: Bu kriter, takımların sadece sayılarını değil, bunların önem ve oluşumlarını da değerlendirmelidir. Ar-Ge portföyü içerisinde belirli çapraz fonksiyonel takımlara ait atanmış projelerin sayısının, toplam Ar-Ge proje sayısına oranıdır. Bu analiz proje tiplerine bağlı olarak; kısa vadeli geliştirmeler, uzun vadeli geliştirmeler, işlem geliştirme, uygulamalı araştırma vb. alt başlıklara bölünebilir (Cooper ve Kleinschmidt, 1996; Ulusoy, 1998; Tipping vd., 1995).

13. Ürün teknolojisi kazançları: Bu kriter, müşteriler için her bir rakip ürünün ne kadar değer taşıdığını ölçmektedir. Burada; her bir rakip ve ürünün sağladığı yarar, sayısal olarak derecelendirilir. Bu derecelendirmenin ve rakiplerin sıralanmasının yapılabilmesi için müşteri anketleri kullanılır.

Bu kriterde '*müşteri değerlendirmesi*' firmanın ürünlerinin seçilen bir müşteri grubu tarafından sayısal sıralanmasının, aynı müşteri grubunun pazardaki en iyi rekabet edici ürünler için yaptığı sıralamaya bölünmesidir. Bu kriterde '*ekonomik değerlendirme*':

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Teknik çabalar} \\ \text{ile ortaya} \\ \text{konulan kalite} \\ \text{özelliklerinin} \\ \text{üstünlüklerinden} \\ \text{elde edilen birim} \\ \text{başına fiyat} \end{array} \right\} \times \left\{ \begin{array}{l} \text{Özellikleri} \\ \text{sağlayan birim} \\ \text{maliyet} \end{array} \right\} \times \left\{ \begin{array}{l} \text{Özellikleri} \\ \text{sağlayan ürünler} \\ \text{için birim satış} \\ \text{miktarı} \end{array} \right\}$$

(26)

'*Pazar payı değerlendirme*' ise, kalite özelliklerini sağlayan ürünler için diferansiyel pazar payı kazancı olarak tanımlanmaktadır.

14. Rekabet hareketlerine uyum zamanları: Firmanın rakiplerinin en iyi ürün karını yakalayabilmek için ihtiyaç duyduğu zamanın, rakiplerin firmanın en yeni ürününün karına yetişmek için ihtiyaç duydukları zamana oranıdır. Bu kriter, firmanın bir liderlik pozisyonunu yakalayabilmesi ya da rakiplerinin sahip olduğu teknolojiyi yakalayabilme yeteneği ile ilgilidir.

15. Teknolojideki mevcut gelişme: Yıllık Ar-Ge personel ve ekipman giderlerinin; en iyi rakip, endüstri ortalaması ya da endüstri toplamına oranlanması olarak tanımlanabilir.

16. Personel kalitesi: Personel kalitesiyle ilgili pek çok kriter oluşturulabilir. Ancak seçilen kriterler, firmanın teknoloji geliştirme stratejisine uygun olmalıdır. Ar-Ge'nin pazarlama, imalat gibi iç müşterilerinden gelen derecelendirme aralığına (örneğin 1'den 5'e kadar derecelendirme) '*iç müşteri değerlendirme*', firmanın temel müşterilerinden gelen derecelendirme aralığına '*dış müşteri değerlendirme*' denir. Makul bir zaman diliminde profesyonel olarak çalışanların aldığı dış ödüller ve söylev davetlerinin sayısına '*firma dışında tanınma*', uzman çalışanlarca yapılan yayınlar, makaleler, alınan patentlerin sayısına da '*basılı yayınlar*' denilmektedir. Firmanın personel kalitesinin değerlendirilmesinde; iç ve dış müşteri değerlendirmeleri, firma dışında tanınma ve basılı yayınlar birer faktör olarak kullanılmaktadır.

17. Proje çevrim zamanının iyileştirilmesi: Çevrim zamanlarının kısaltılması, çeşitli darboğazlara ve düşük kalite işçiliğine neden olabilir. Bir başka endişe ise, çevrim zamanlarının kısa olabilmesi için firmanın uzun ve stratejik projelerin yerine kısa vadeli ve hızlı projeler seçmesi gerekir. Bir müşteri ürününün tanımlanmasından, ticari satışlarının başlamasına kadar geçen zamana '*pazar çevrim zamanı*' denir (Tipping vd., 1995). Yine, belirlenen müşteri ürününe ait belirli bir projenin başlatılmasından, ticari satışların başlamasına

kadar ihtiyaç duyulan süreye 'proje yönetimi zamanı' denir.

18. Teknik yetenek için müşteri değerlendirme- si: Firmanın teknik servis sağlama veya yeni ürün yaratmadaki teknik yeterliliğinin, müşterilerce değerlendirilmesidir.

19. Patentlerin sayısı: Patentler; teknik değişiklikleri ve zaman içerisindeki yaratıcı girdi ve çıktıları ölçmede faydalı kriterlerdir (USGAO, 1997). Bu nedenle firmanın sahip olduğu patentlerin sayısı, Ar-Ge performans ölçümü için önemli bir kriterdir. Aktif patent sayısının, firmanın ürün veya işlemlerini korumak için kullanılan toplam patent sayısına oranıdır.

20. Patent ile korunan satışlar: Firmanın sahip olduğu patentlerle korunan ürünlere ait satışların, toplam yıllık satış miktarına oranı olarak tanımlanabilir.

21. Müşteri memnuniyeti: Kilit dış müşterilerin derecelendirme aralığı (1-5 arası) kullanılarak, sağlanan teknik servis ve ürün/işlem teknolojisi kazançlarıyla ilişkili çeşitli boyutların değerlendirilmesine 'dış müşteri memnuniyeti' denir. Kilit iç müşteriler için; pazarlama, mühendislik, imalat gibi önemli boyutların aynı yaklaşımla değerlendirilmesine ise, 'iç müşteri memnuniyeti' denir (Tipping vd., 1995).

22. Tamamlanan aşama göstergeleri (milestones-kilometre taşları): Planlanan tamamlanma tarihinin ilk 3 ayı içerisinde erişilen proje aşama göstergelerinin, toplam aşama göstergelerine oranına 'tamamlanan proje aşama göstergelerinin yüzdesi' ve aşama göstergesinin önceden tahmin edilmiş olan tamamlanma tarihinde hedeflerin gerçekleşme yüzdesine ise, 'her bir aşama göstergesinin performans seviyesi' denilmektedir (Tipping vd., 1995).

23. Müşteri iletişim zamanı: Araştırmacı başına, dış veya iç müşteriler ile doğrudan iletişim kurmak için harcanan ortalama zamandır.

24. İç teknik işlemlerin verimliliği: Ticari olarak başarılı olan projelerin toplam maliyetlerinin, bu projelerin sayılarına oranlanmasına 'proje değerlendirmesi' ve toplam Ar-Ge bütçesinin, ticari çıktıya sahip proje sayısına oranlanmasına 'portföy değerlendirmesi' denilmektedir (Tipping vd., 1995).

25. Amaç açıklığı: Hangi projelerin performans amaçlarının açık ve net olarak belirlendiğini ve proje takımındaki bütün katılımcılarca anlaşıldığının ölçüsünü değerlendiren derecelendirme aralığıdır.

26. Proje liderliği: Etkili bir proje liderinin, proje takımı içerisinde çıkarabildiği projelerin yüzdesidir.

27. Ar-Ge kalite endeksi: Müşteri ihtiyaçlarını karşılamak için üretilen ürün ve hizmet sayısının, müşteri ihtiyaçlarının sayısına oranıdır (Werner ve Souder, 1997).

28. Ürün yüzdesi: Son t yılda Ar-Ge kaynaklı geliştirilen ürün sayısının, firmanın ticari olarak fayda sağladığı toplam ürün sayısına oranıdır.

29. Ar-Ge harcamaları/Satış oranı: Son t yılda toplam Ar-Ge harcamalarının, toplam satışlara oranıdır.

30. Kar/satış oranı: Son t yılda geliştirilen ürünlerden elde edilen net karın, toplam satışlara oranıdır.

31. Kazanç/Maliyet oranı: Son t yılda geliştirilen projelerden/ürünlerden elde edilen gelirin, Ar-Ge'nin toplam maliyetine oranıdır.

32. Ar-Ge yenilik-buluş oranı: Son t yılda geliştirilen ürünlerden elde edilen gelirin, Ar-Ge biriminin toplam gelirlerine oranıdır.

33. Olsen'in geri dönüş endeksi:

$$\text{Geri Dönüş Endeksi} = \frac{\text{(Başarılı ise araştırmanın değeri) (Başarı şansı)}}{\text{Araştırmanın maliyeti}} \quad (27)$$

34. Ar-Ge verimlilik endeksi: Ar-Ge performansının değerlendirilmesinde kullanılan anahtar kriterlerden biridir. Toplam ürün geliştirme performansı için bir ölçüm sağlayarak, yetenekler ve verimlilik üzerindeki nitel kararlara yardımcı olur. Bu endeks, son t yılda geliştirilen ürünlerin şimdiki kazanç değerinin (/karının), kümülatif Ar-Ge maliyetlerinin şimdiki değerine oranlanması ile hesaplanır.

35. Zamanlılık endeksi:

$$\text{Zamanlılık Endeksi} = \frac{\text{Belirli bir periyotta ve zamanında tamamlanan proje sayısı}}{\text{Aynı periyodun başında başlayan proje sayısı}} \times 100\% \quad (28)$$

36. Gelecek potansiyel endeksi:

$$\text{Gelecek Potansiyel Endeksi} = \frac{\text{Henüz geliştirilmekte olan projelerin beklenen gelecek kazanç değeri}}{\text{Bu projeleri geliştirmek için tüm maliyetlerin şu anki değeri}} \quad (29)$$

7. SONUÇ

Global ekonomi içerisinde faaliyet gösteren çok uluslu şirketler, rekabet avantajları sayesinde Ar-Ge çalışmalarına ciddi olarak baksalar da, şirketleri içerisindeki Ar-Ge birimlerini daha verimli olarak büyütmek için yaptıkları teşebbüslerde çok başarılı oldukları söylenemez. Bunun nedeni, işletmelerde Ar-Ge birimlerinin performans ve verimliliğinin ölçülebilmesi ve sü-

rekli olarak geliştirilebilmesi için kabul edilmiş tek ve kesin bir metodolojinin olmamasıdır. Pek çok iyi araştırmacı ve mühendis; işletmelerin kendine has özellikler taşıması nedeniyle Ar-Ge birimlerinin performansını etkili bir şekilde ölçmenin imkansız olduğunu düşündüğünden, bu birimlerin performansını ölçmede genellikle başarısız olunmuştur.

Bu çalışmada sunulan Ar-Ge birimi ve projelerinin ölçüm kriterleri ve performans değerlendirme metodları, hemen her tür işletmede kullanılabilir özelliktedir. İşletmelerde Ar-Ge birimlerini “yeni bilgi keşfi, yeni ürün icat etme ve mevcut ürünlerin geliştirilmesi” hedeflerine ulaştıracak en uygun performans ölçüm ve metodlarının seçilmesi gerekir. Gerek endüstri gerekse araştırma işletmelerinin Ar-Ge birimleri, projelerinin performans ölçüm ve değerlemesini yapabilmelerinde “metot ve kriterlerin seçimi”, faaliyet alanları ile doğrudan ilişkilidir. Endüstri işletmelerinde genellikle nicel-objektif özellikli performans ölçüm metodlarını, hizmet işletmelerinde ise ağırlıklı olarak nitel-objektif ve subjektif özellikli performans ölçüm metodlarını kullanma eğilimi vardır. Bu eğilimin esas nedeni, ölçüm metodlarında kullanılacak verilerin nicel ve nitel özellik taşımasıdır. İşletme yöneticilerinin Ar-Ge birimi yöneticilerini desteklediği oranda, anılan kriterler ve değerlendirme metodları işletmeye yararlı olacaktır.

Günümüz global ekonomisinde işletmelerin Ar-Ge birimleri stratejik bir konuma gelmiştir. Ar-Ge birimi ve projelerinin performans ölçüm ve değerlemesine yönelik bu çalışmanın esas amacı; özellikle çeşitli sektörlerde faaliyet gösteren işletme yöneticileri ile bu alanda araştırma yapmayı düşünen araştırmacılara yararlı olmaktadır.

Firmalar tarafından kullanılacak çerçeve niteliğinde sunulan bu teorik bazı çalışmaya ilave olarak, gelecekte belli bir sektörde faaliyet gösteren firmaların Ar-Ge birimi ve projelerinin performans ölçüm ve değerlemelerinin mukayesesi için ayrı bir istatistiksel analiz çalışması yapılacaktır.

KAYNAKÇA

- Baker, N. ve Freeland, J. (1975). Recent Advantages in R&D Benefit Measurement and Project Selection Methods. *Management Science*, 21(10), 1164-1175.
- Booz-Allen & Hamilton Financial & Health Services Group. (1997). *Inabling the Information Society*, Supporting Market Lead Developments, The Hague, Holland.
- Bozeman, B. ve Melkers, J. (1993). *Evaluating R&D Impacts: Methods and Practice*, Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Brown, M.G. ve Svenson, R.A. (1995). Measuring R&D productivity. *Research Technology Management*, 38(3), 95-99.
- Cooper, R.G. ve Kleinschmidt, E.J. (1996). Winning businesses in product development: The critical success factors. *Research Technology Management*, 39(4), 115-119.
- Foster, R.N., Linden, L.H., Whiteley, R.L. ve Kantrow, A.M. (1985). Improving the return on R&D-II. *Research Management*, 28(1), 13-22.
- Hauser, J.R. ve Zettelmeyer, F. (1997). Metrics to evaluate R, D & E. *Research Technology Management*, 40(4), 34-40.
- Meyer, H.M., Tertzakian P. ve Utterback, M.J. (1997). Metrics for managing research and development in the context of the product family. *Management Science*, 43(1), 88-111.
- Moser, M. (1985). Measuring Performance in R&D settings. *Research Management*, 28(5), 31-33.
- Pappas, R.A. ve Remer, D.S. (1985). Measuring R&D productivity. *Research Management*, 28(3), 15-22.
- Patterson, W.C. (1983). Evaluating R&D performance at Alcoa Laboratories. *Research Management*, 26(2), 23-27.
- Peyzin, E., Ulusoy, G., Kaylan, A.R. ve Akova, B. (1998). *Türk Elektronik Sanayiinin Yeni Ürün Geliştirme Yeteneği*, TTGV Raporu, TTGV-001/DS, Ankara, Türkiye.
- Pinto, J.K. ve Slevin, D.P. (1989). Critical success factors in R&D projects. *Research Technology Management*, 32(1), 248-252.
- Reidel, D. Republishing Co. (Oct. 17-18, 1983). *Evaluation of Research and Development Proceedings of the Seminar held in Brussels*, ss.95-96, s.105, Brussels.
- Robb, W.L. (1991). How good is our research. *Research Technology Management*, 34(2), 80-86.
- Rockwell, J. ve Particelli, M. (1982). *New Product Strategy: How the Pros Do It*. Industrial Market, Boston.
- Ronald, D. R., Wood, R.S. ve Alvarez, V. (1999). *Evaluating R&D Performance Using the Cost Savings Metric*. Industrial Research Institute, Inc, Washington.
- Schainblatt, A.H. (1982). How companies measure the productivity of engineers and scientists. *Research Management*, 25(3), 10-18.

- Schmitt, R.W. (1991). The strategic measure of R&D. *Research Technology Management*, 34(6), 76-85.
- Schumann, P.A., Ransley, D. ve Prestwood, D.L. (1995). Measuring R&D performance. *Research Technology Management*, 38(3), 104, 106.
- Steele, L.W. (1988). Evaluating the technical operation. *Research Management*, 31(5), 11-18.
- Szakonyi, R. (1994). Measuring R&D effectiveness-I. *Research Technology Management*, 37(2), 58-63.
- Szakonyi, R. (1994). Measuring R&D Effectiveness-II. *Research Technology Management*, 37(2), 64-75.
- Tipping, J.W., Zeffren, E. ve Fوسفeld, A.R. (1995). Assessing the value of your technology. *Research Technology Management*, 38(5), 16-33.
- Ulusoy, G. (1998). *Firmalarda Ar-Ge Stratejileri ve Ar-Ge Proje Yönetimi*. Boğaziçi Üniversitesi (Tİ-DEB Proje Değerlendirme), İstanbul, Türkiye.
- United States General Accounting Office-USGAO. (1997). *Measuring Performance-Strengths and Limitations of Research Indicators*. Report to Congressional Requesters, ss.2-4, s.18, s.20, New York.
- Villers R. (1964). *Research & Development: Planning & Control*, A publication of the Research Foundation of Financial Executives Institute, New York.
- Walters, J.E. (1965). *Research Management: Principles and Practise*, The Macmillan Co., New York.
- Werner, B.M ve Souder, W.E. (1997a). Measuring R&D performance-State of art. *Research Technology Management*, 40(2), 41-49.
- Werner, B.M. ve Souder, W.E. (1997b). Measuring R&D performance-U.S and German practices. *Research Technology Management*, 40(3), 50-54.
- White, P.A.F. (1975). *Effective Management of Research & Development*, The Mcmillan Co., New York.
- Whiteley, R., Parish, T. ve Nicholson, G. (1998). Evaluating R&D performance using the new sales ratio. *Research Technology Management*, 41(5), 55-61.