

Savunma Sanayi Ar-Ge Merkezlerinin Performanslarının Bütünleşik Entropi-ARAS Yöntemi ile Değerlendirilmesi

Araştırma Makalesi /Research Article

Seda SALMAN¹
İskender PEKER²

ÖZ: Çalışmanın amacı, Türkiye Savunma Sanayinde faaliyet gösteren Ar-Ge merkezlerinin performanslarının çok kriterli karar verme yöntemleri ile değerlendirilmesidir. Bu doğrultuda 7 farklı firmaya ait 12 Ar-Ge merkezinin verileri ile gerçekleştirilen çalışmada öncelikle literatür araştırması ve uzman görüşleri doğrultusunda Ar-Ge merkezlerinin performansını etkileyen kriterler belirlenmiştir. Ardından Entropi yöntemi kullanılarak bu kriterlerin ağırlık değerleri tespit edilmiştir. Son olarak ARAS yöntemiyle çalışma kapsamında ele alınan alternatifler sıralanmıştır. Elde edilen bulgulara göre, en yüksek ağırlığa sahip olan kriter Ar-Ge gelirleri en düşük ağırlığa sahip olan kriter ise Ar-Ge harcamalarıdır.

Anahtar Kelimeler: Ar-Ge Merkezleri, Türkiye Savunma Sanayi, Entropi Yöntemi, ARAS Yöntemi.

JEL Kodu: O32, H56, C60

Evaluation of the Performance of Defense Industry R & D Centers by Integrated Entropy - ARAS Methods

ABSTRACT: The aim of this study is to evaluate the performance of R&D centers in defense industry in Turkey by multicriteria decision making techniques. In this sense, 12 R&D centers belonging to seven different companies are included in the evaluation. First of all, the criteria which affect the performances of R&D centers are identified by literature review and expert's opinion. After, Entropy method is used to determine the weights of the criteria and ARAS method is used to sort out the alternatives mentioned in the scope of the study. According to the results of the study, the most important criterion is R&D revenues and the least important criterion is R&D expenses.

Keywords: R&D Centers, Turkish Defense Industry, Entropy Method, ARAS Method.

JEL Codes: O32, H56, C60

Geliş Tarihi / Received: 25/11/2020 Kabul Tarihi / Accepted: 28/01/2021

¹ Arş. Gör., Gümüşhane Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, sedasalman@gumushane.edu.tr, orcid.org/0000-0001-6887-5995.

² Doç. Dr., Gümüşhane Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, iskenderpeker@gumushane.edu.tr, orcid.org/0000-0001-6402-5117.

1. Giriş

Endüstri 4.0 ile birlikte işletmelerin Araştırma ve Geliştirme (Ar-Ge) faaliyetleri ile rekabet gücünü yükseltmeleri bir zorunluluk haline gelmiştir. Bilgi çağı olarak adlandırılan bu dönemde üretimin belirleyici faktörlerinin emek ya da sermaye yoğunluğundan bilgiye doğru kaydığı görülmektedir. Ticarileştirilebilir bilginin en önemli kaynağı olan Ar-Ge faaliyetleri ve bu faaliyetlerin performansını ölçmek son derecede önemlidir. Bu nedenle Ar-Ge faaliyetlerinin performanslarını değerlendirmek, özellikle de bu denli önemli ve Ar-Ge faaliyetlerinin yoğunlaştığı bir sektör olan Savunma Sanayinde bu değerlendirmeyi yapmak giderek değer kazanmaktadır. Ayrıca, düzensiz ve devamlılığı olmayan Ar-Ge faaliyetleri yerine, sistematik bir şekilde Ar-Ge faaliyetlerinin yürütüldüğü Ar-Ge merkezlerini odak noktasına almak da değerlendirmenin gerçekçi sonuçlarına ulaşmak açısından büyük önem taşımaktadır.

Literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde, 2008 yılında faaliyete geçmelerinin ardından Ar-Ge merkezlerinin performanslarının değerlendirilmesine dair ciddi bir açıklık olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanında, Ar-Ge merkezlerinin veya firmaların performanslarını değerlendiren çalışmaların da çoğunlukla iktisadi bakış açısı ile gerçekleştirildikleri ve Ar-Ge faaliyetlerinin ekonomik büyüme üzerine etkisine yoğunlaştıkları görülmektedir. Ancak Ar-Ge merkezlerinin performansını doğrudan ölçen çalışmaların azlığı literatürde doldurulması gereken bir boşluk ortaya çıkarmaktadır.

Yukarıdaki motivasyonlar ışığında Türkiye Savunma Sanayi Ar-Ge merkezlerinin performanslarını Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) tekniklerinden olan Bütünleşik Entropi ve ARAS (Additive Ratio Assessment) Yöntemleri ile değerlendirmeyi amaçlayan bu çalışmada öncelikle araştırmayla ilgili kavramsal çerçeve ortaya konulmuştur. Takip eden aşamada Ar-Ge performansını ölçen ve Savunma Sanayinde Ar-Ge faaliyetleri konusunda yapılan çalışmaların yer aldığı literatür araştırması sunulmuştur. 4. bölümde çalışmada kullanılan yöntemlerin tanıtıldığı metodolojiye yer verilmiştir. Savunma sanayi kapsamında gerçekleştirilen uygulamanın yer aldığı 5. bölümün ardından elde edilen bulgular ışığında sonuçlar yorumlanmış ve araştırmanın kısıtları ile gelecek çalışmalar için bazı önerilere yer verilerek çalışma sonlandırılmıştır.

2. Kavramsal Çerçeve

Küreselleşen Dünya ekonomisinin artan rekabet ortamında ekonomik kalkınmalarını sağlayabilmek adına hem şirketler hem de ülkeler teknolojik kapasitelerini artırmaya çalışmaktadır. Bu amaç doğrultusunda ülkeler ve şirketler tarafından Ar-Ge faaliyetlerine yapılan işgücü ve sermaye yatırımları milyar dolarlar seviyesine ulaşmaktadır ve bu miktar her geçen yıl artmaktadır. Çalışmanın bu bölümünde Ar-Ge'nin tanımı yapılarak Türkiye'deki ve Dünya'daki Ar-Ge faaliyetleri ve gelişimine dair bilgiler sunulacaktır. Ardından

Ar-Ge Merkezleri kapsamlı bir şekilde ele alınarak çalışmanın odak noktası olan Türkiye Savunma Sanayi ile ilgili önemli bilgi ve istatistiklere yer verilecektir.

2.1. Ar-Ge'nin Tanımı ve Önemi

Ar-Ge, yeni üretim teknikleri, teknolojik ve yönetsel bilgi ve sonuç olarak yeni ürünlerin ortaya çıkartılması için önemli bir stratejik faaliyet olarak değerlendirilmektedir. Bugüne kadar birçok tanımı yapılan Ar-Ge için en yaygın şekilde kabul edilen tanım Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) tarafından yayımlanan Frascati Kılavuzunda alanının önde gelen bilim insanlarının katkılarıyla oluşturulmuştur. Söz konusu kılavuzda yer alan tanımına göre Ar-Ge; “insan, kültür ve toplumun bilgi dağarcığının genişletilmesi ve bu bilginin yeni uygulama ve ürünler yaratmak adına kullanılmasını ifade eden sistematik ve yaratıcı faaliyetler bütünüdür (OECD, 2002: 30)”.

Küresel ekonomi zincirinin her bir üyesi, rekabetçi ve sürdürülebilir ekonomik büyümeyi devam ettirebilmek için Ar-Ge faaliyetlerinin çok önemli bir enstrüman olduğunu bilmek zorundadırlar (OECD, 2004). Ar-Ge faaliyetlerinin önemini kavrayan ülkelerin, şirketleri aracılığıyla rekabet gücü ve verimliliklerinin artma eğilimine gireceği bölgelerarası gelişmişlik düzeyleri arasındaki farkın kapatılacağı öngörülmektedir. Ar-Ge faaliyetlerinin sonuçlarından yeni fikirlerin ortaya çıkarılması ve bu sayede gelişmişliğin sağlanması, Ar-Ge ile ekonomik büyüme arasında doğrusal bir ilişki bulunduğunun önemli bir kanıtı olarak gösterilmektedir (Pessoa, 2010: 152).

Ar-Ge faaliyetlerinin uygulama açısından öneminin yanında teorik bilgiye, yani bilimsel bilgi birikimine de katkıları olduğunu dile getiren (Yıldız 2005: 214), Ar-Ge'yi bir ülkenin bilim ve teknoloji seviyesinin en önemli göstergelerinden birisi olarak tanımlamaktadır. Bu bağlamda, bir ülkenin Ar-Ge faaliyetlerine verdiği önem ile Dünya'daki mevcut bilimsel bilgiyi veri olarak kabul ediş biçimi arasında kuvvetli bir ilişki olduğu iddia edilebilir.

2.2. Ar-Ge Merkezleri

Firmalar ve daha makro açıdan ülkeler, küresel rekabet ortamında rakiplerine oranla bir adım daha önde olabilmek için verimliliklerini arttırmak, bunun içinde çağın gerekliliği olarak teknoloji ve bilgi yoğun üretime odaklanmak durumundadırlar. Bilhassa özel sektör, makroekonomik gelişme için önemli bazı roller üstlenmektedir. Bu nedenle özel sektör tarafından faaliyete geçirilen Ar-Ge merkezleri, yalnızca söz konusu şirketlerin verimlilik ve karlılıklarını, yenilikçiliklerini ilgilendirmemekte, bunun ötesinde tüm sektör hatta ülke gelişmişliğine fayda sağlayabilmektedir. Ar-Ge merkezleri 5746 sayılı kanun çerçevesinde şöyle tanımlanmaktadır;

“Ar-Ge merkezleri Ar-Ge ve yenilik projelerini veya sözleşme çerçevesinde siparişe dayalı olarak yürütülen Ar-Ge ve yenilik faaliyetlerini gerçekleştirmek üzere kurulan ve dar mükellef kurumların Türkiye'deki işyerleri dâhil, kanuni veya iş merkezi

Türkiye’de bulunan sermaye şirketlerinin; organizasyon yapısı içinde ayrı bir birim şeklinde örgütlenmiş, münhasıran yurtiçinde araştırma ve geliştirme faaliyetlerinde bulunan ve en az otuz tam zaman eşdeğer Ar-Ge personeli istihdam eden, yeterli Ar-Ge birikimi ve yeteneği olan birimleri olarak ifade edilmektedir” (Ar-Ge Faaliyetlerinin Desteklenmesi Hakkında Kanun, 2008: madde 2/c).

Daha sonra güncel şartlara uyarlanarak Ar-Ge reform paketi olarak isimlendirilen 6676 sayılı “Ar-Ge faaliyetlerinin desteklenmesi hakkında kanun ile bazı kanun hükmünde kararnamelerde değişiklik yapılmasına dair kanun” ile 2016 yılında bazı değişiklikler yapılmıştır. İlgili kanun değişikliği ile birlikte otuz tam zaman eşdeğer Ar-Ge personeli sayısını on beşe kadar indirmeye, kanuni seviyesine kadar artırmaya veya belirlenen sınırlar dâhilinde sektörler itibarıyla farklılaştırmaya Bakanlar Kurulu yetkilendirilmiştir (Ar-Ge Faaliyetlerinin Desteklenmesi Hakkında Kanun, 2016: madde 29/6).

Ar-Ge harcamalarının ekonomik gelişmişliğe katkısı konusunda çok az tartışma olmasına rağmen, söz konusu ilişkinin kamu ve özel sektör tarafından finanse edilen Ar-Ge harcamalarında farklılaşacağı bazı yazarlar tarafından dile getirilmektedir. Örneğin, Griliches (1998: 4), ABD’de özel ve kamu sektörleri tarafından finanse edilen Ar-Ge harcamalarının ekonomik gelişme üzerinde farklı boyutlarda etkili olduğunu, özel sektör Ar-Ge harcamalarının ekonomik kalkınmaya çok daha güçlü bir şekilde etki ettiğini ortaya çıkarmaktadır.

2.2.1 Türkiye’de Ar-Ge Merkezleri

Dokuzuncu kalkınma planının temel stratejisi olan “sürdürülebilir küresel rekabet gücüne ulaşmak” (DPT, 2007) için ülkenin Ar-Ge payına katkıda bulunan büyük işletmelerin kendi teknolojilerini üretebilmesine destek vermek amacıyla 5746 sayılı kanun 2008 yılında yürürlüğe girmiştir. Kanun ile amaçlanan temel hedef, katma değeri yüksek ürünlerin üretimi için gerekli olan değerli teknolojik bilgiye ulaşmak ve Ar-Ge faaliyetlerini yaygınlaştırmak için özel sektörü teşvik etmektir.

Tüm Ar-Ge harcamalarının kurumlar vergisinden muaf edilmesi, Ar-Ge çalışanları ücretlerinde gelir vergisi stopajı destekleri, yine çalışanların prim paylarında birtakım destekler ve söz konusu faaliyetlere damga vergisi istisnaları 5746 sayılı kanunda Ar-Ge merkezlerine sağlanan başlıca destekler olarak göze çarpmaktadır.

Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Ar-Ge Teşvikleri Genel Müdürlüğü tarafından sunulan son verilere göre; Türkiye genelinde aktif 1238 Ar-Ge merkezi mevcuttur. 2016 Ocak ayında 239 olan Ar-Ge merkezi sayısı, son 3 yıllık periyotta yüksek bir ivme ile 5 katına çıkmıştır. Bu merkezlerde toplamda 65.489 kişi istihdam edilmektedir. İstihdam edilen kişilerin yaklaşık %54’ü lisans mezunu, %17’si yüksek lisans mezunu ve %1,5’lik kısmını doktora ve üstü eğitim seviyesine sahiptir. Ar-Ge merkezleri tarafından tamamlanan veya devam etmekte

olan proje sayısı 60.215'dir. Proje sonrası tescil edilmiş patent sayısı 7.039 iken, başvurusu yapılmış patent sayısı 17.367'dir. Ar-Ge merkezi olan yabancı sermayeli firma sayısı 209'dur. Ar-Ge teşvikleri Türkiye'de faaliyet gösteren yabancı sermayeli firmaların Ar-Ge merkezlerini tıpkı Hindistan ve Çin örneklerinde olduğu gibi ev sahibi ülkeye taşımalarına, sonrasında gerçekleştirilecek bilgi ve teknoloji yayılımları sayesinde ise yerel firmaların söz konusu bu gelişmiş bilgidен yararlanmasına sebep olabilecektir (Blomström ve Kokko, 1998: 248).

Türkiye'deki Ar-Ge merkezlerinin sektörel dağılımına bakıldığında makine ve teçhizat imalatı sanayi, otomotiv yan sanayi ve yazılım endüstrisi, dayanıklı tüketim malları, savunma sanayi, elektronik, bilgi ve iletişim teknolojileri gibi katma değeri yüksek ürünler üreten merkezler olması dikkat çekmektedir. Ülke ekonomisinin gelişmesi birçok farklı sanayi dalında eşgüdümlü yenilikçi yatırımları gerektirmektedir. Ancak hiçbir sanayi dalı kapalı sistem değildir. Yani birbirleri ile ilişki içerisinde, kıt kaynakları en verimli şekilde değerlendirmeye çalışan sanayilerde bazen Devletler ve Hükümetler kritik sektörlerе daha fazla önem vermekte ve kaynak dağılımında söz konusu sektörlerе ayrıcalıklar tanımaktadır. Savunma sanayi de bu kritik sektörlerden birisi olarak değerlendirilmektedir. Bazen Devletler ekonomik refahlarından, eğitim ve sağlık sistemi gibi kritik alanlardan tasarruflara katlanmak pahasına savunma sanayine kaynak aktarımına hızla devam edebilmektedirler. Bu denli önemli bir sektörde yenilikçi ürün ve sistemlerin varlığı çok kritik bir nitelik taşımaktadır. Bu yüzden savunma sanayinde gerçekleştirilen Ar-Ge faaliyetlerini ve bu faaliyetlerin performanslarını araştırmak önemli bir araştırma konusu olmaktadır.

2.3. Savunma Sanayi ve Savunma Sanayinde Ar-Ge Faaliyetleri

Savunma Sanayi, bir ülkenin ekonomik gelişmişliği, bilimsel araştırma kapasitesi ve coğrafik konumu ile karşılıklı etkileşim içinde olan ve sürekli gelişen dinamik bir sektördür. Ülkeden ülkeye değişen önemi bir yana özellikle sürekli terör ve savaş tehdidi altında olan büyük ülkeler için çok önemli bir sektör olarak karşımıza çıkan savunma sanayi, birçok uluslararası işbirliğine de ev sahipliği yapmaktadır.

Savunma sanayi firmaları, yenilikçi uygulamaları ve Ar-Ge faaliyetlerine diğer birçok sektördeki firmalardan çok daha fazla önem vermek durumundadır. Rakip firma veya ülkeler tarafından geliştirilen yeni bir teknoloji sizin elinizde bulunan teknolojiyi bir anda ve diğer birçok sektörde karşılaşılamayacak bir ölçüde demode yapabilir, hatta bazı durumlarda tamamen işlevsiz hale bile getirebilir. Bu nedenle, sürekli bir şekilde gerçekleştirilecek Ar-Ge faaliyetleri ve yenilikçiliği destekleyecek organizasyon yapıları, yönetim uygulamaları savunma sanayi firmaları ve genel olarak sektör için çok önemli görülmelidir. Bu açıdan bir ülkenin sürdürülebilir güvenliği ve ekonomik gelişmişliğinin seyrini öngörebilmek için savunma sanayinde faaliyet gösteren Ar-Ge merkezlerinin performansını ölçmek önemli bir araştırma konusu olarak görülebilir. Katma

değeri oldukça yüksek ürünler üreten savunma sanayinde, 5746 sayılı Ar-Ge faaliyetlerinin Desteklenmesi Hakkında Çıkan Kanun kapsamında verilen teşvik ve muafiyetlerin sağladığı faydalar ile sektörde faaliyet gösteren firmaların Ar-Ge merkezleri sayısı gün geçtikçe artmaktadır. Tablo 1’de Savunma Sektöründe 2020 yılı itibariyle faaliyet gösteren firmalar tarafından kurulan 39 Ar-Ge merkezi alfabetik sıraya göre verilmiştir.

Tablo 1: Savunma Sanayi Ar-Ge Merkezleri

3en Savunma	Assan	Havelsan (HTR)	Roketsan 1
Akana Mühendislik	ATEL Teknoloji	Havelsan Ankara	Roketsan 2
Aselsan A.Ş	Aydın Yazılım	Havelsan İstanbul	Roketsan (Bilkent)
Aselsan A.Ş (HBT)	Baykar Makine	Kalekalıp Makina	Samsun Yurt Savunma
AselsanA.Ş.(MGEO)	Best Grup Savunma	ME-GE Teknik	Sarsılmaz Silah
Aselsan (REHİS)	BİTES Savunma	Mms Savunma	Stm Savunma (NEP)
Aselsan A.Ş. (SST)	Bmc Otomotiv	Nero Endüstri	STM Savunma
AselsanA.Ş. (UGES)	Deltav Uzay	Nurol Makine	Tr Mekatronik
Aselsan Hassas Optik	Elektral Elektromekanik	Papilon	Vestel Savunma
Aspilsan	FNSS	Promec	

Kaynak: <https://agtm.sanayi.gov.tr/#>(Erişim Tarihi: 23.11.2020) (Yazar tarafından düzenlenmiştir)

Sanayi ve Teknoloji Bakanlığına bağlı Ar-Ge Teşvikleri Genel Müdürlüğü tarafından sunulan Ar-Ge merkezi istatistiklerine göre (Tablo 1), Aralık 2020 itibariyle savunma sanayi Ar-Ge merkezleri sayısı 39’a ulaşmıştır. 2016 yılında Savunma sanayinde faaliyette bulunan firmaların Ar-Ge merkezi sayılarının 16 olması gün geçtikçe artan hızda Ar-Ge merkezlerinin yaygınlaştığının bir diğer göstergesi niteliğindedir. Savunma sanayi Ar-Ge merkezlerinin yoğun bir biçimde Ankara’da kuruldukları anlaşılmaktadır. Toplam 39 Ar-Ge merkezinin 29’u Ankara’da, 4 tanesi İstanbul’da ve 2 tanesi Düzce’de yer almakta iken; İzmir, Samsun, Kayseri ve Sivas’ta birer adet Ar-Ge merkezi bulunmaktadır.

3. Literatür Araştırması

Çalışmanın amacı doğrultusunda literatür bölümü aşağıdaki gibi iki başlık altında incelenmiştir:

3.1. Ar-Ge Merkezlerinin Performanslarının Değerlendirilmesi ile İlgili Yapılmış Çalışmalar

Ar-Ge faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan ileri teknoloji ürünlerin ve yenilikçi süreçlerin mikro açıdan firmaların verimlilik, etkililik ve kârlılığına makro açıdan ise ev sahibi ülkenin ekonomik büyümesine önemli katkı yaptığı tartışmasızdır. Ancak Ar-Ge faaliyetlerinin yapıyor olması tek başına ekonomik büyümenin gerçekleşeceğini göstermez. Aynı zamanda söz konusu faaliyetlerinin yüksek bir performansla yürütülmesi önem arz etmektedir. Bu nedenle firmalar tarafından

gerçekleştirilen Ar-Ge faaliyetlerinin performanslarının nasıl ölçüldüğü önemli bir konu özelliği taşımaktadır. Bu sorun Ar-Ge faaliyetlerinin yoğun olarak gerçekleştirildiği Ar-Ge merkezleri için daha da önemli bir hal almaktadır. Ar-Ge faaliyetleri, teknik bilginin yoğunluğu ve karmaşıklığından dolayı firmalar için önemli maliyetlere sebep olmaktadır. Bu nedenle Ar-Ge faaliyetlerinin performansını ölçmek sadece bilimsel çalışmalar için önemli bir araştırma konusu olmamakta, aynı zamanda firmalar için de önemli bir stratejik kontrol mekanizması işlevini görmektedir. Ancak maliyetlere neden olarak gösterilen teknik bilgi yoğunluk ve karmaşıklığı aynı zamanda Ar-Ge faaliyetlerinin performanslarını değerlendirmeyi de hayli zorlaştırmaktadır (Kerssens-van Drongelen ve Bilderbeek, 1999). Bu bağlamda literatür araştırmasının bu bölümünde Ar-Ge merkezlerinin performanslarının ölçülmesine yönelik gerçekleştirilen araştırmalara yer verilmiştir:

Geisler (1994) ABD’de iki kamu kaynaklı Ar-Ge merkezi üzerine yapmış olduğu ve Ar-Ge performansı değerlendirmesi için bir model önerisi niteliği taşıyan çalışmasında Ar-Ge performansını değerlendirmek için girdi ve çıktı kriterlerini belirlerken özellikle müşteri odaklı bakış açısıyla hareket edilmesi gerektiğini dile getirmiştir. Szakonyi (1994) Dünya’da farklı Ar-Ge merkezlerinin başarıları ile ilgili yapmış olduğu derleme çalışmasında Ar-Ge faaliyetlerinin performansını artırmaya yönelik bir takım öneriler sunmuştur. Kim ve Oh (2002) Kore’de faaliyet gösteren Ar-Ge merkezlerinde istihdam edilen 1200 araştırmacı üzerine yapmış oldukları araştırmada Ar-Ge çalışanlarını motive etmenin güçlü bir Ar-Ge performansı için gerekli olduğunu dile getirmişlerdir. Yazarlara göre ayrıca etkili olmayan bir Ar-Ge performans değerlendirmesi çalışanların motive edilmesini engelleyebilir. Tsai ve Wang (2004) 1994-2000 dönemini kapsayan çalışmalarında, Tayvan’da faaliyet gösteren 83 elektronik firmasının Ar-Ge merkezlerinin performansını inceledikleri çalışmada, firmalarının Ar-Ge’ye yaptığı yatırımların rekabet avantajı sağladığını dile getirmişlerdir. Fey ve Birkinshaw (2005), çalışmalarında İngiltere ve İsveç’te faaliyet gösteren 107 büyük firmanın Ar-Ge merkezlerinin performanslarını incelemişler, üniversite-sanayi gibi işbirliklerinin Ar-Ge performansını artırdığını söylemişlerdir. Chiesa vd. (2009), İtalya’da faaliyet gösteren 15 adet teknoloji yoğunluklu firmanın Ar-Ge merkezlerinin performanslarını ölçtükleri çalışmada, firmaların Ar-Ge performansını ölçerken farklı göstergeleri ele aldıklarını dile getirmişlerdir. Buna göre Dengeli Değerlendirme Çizelgesi (Balanced Scorecard) tekniği ile finansal, müşteri odaklı, verimlilik odaklı ve öğrenme-yenilik odaklı kriterlerle performans değerlemesi yapılmaktadır. Dengeli Değerleme Çizelgesini Ar-Ge merkezlerinin performanslarını değerlemede etkili bir teknik olarak gören bir diğer çalışma Beirgh vd. (2014) tarafından gerçekleştirilmiştir. Gangopadhyay vd. (2018) ABD, Almanya ve Japonya’da yüksek teknoloji sektörlerde kamu tarafından finanse edilen Ar-Ge merkezlerinin performanslarını değerlendirmek için VZA yönteminden yararlanmışlardır. Salimi ve Rezaei (2018) Hollanda’da faaliyet gösteren 50 yüksek teknoloji KOBİ kapsamında gerçekleştirdikleri çalışmada 4

farklı kriter yardımı ile ÇKKV teknikleri ile performans değerlendirmesi gerçekleştirmişlerdir. Wu vd. (2019) Tayvan'da ileri teknoloji sektöründe Ar-Ge merkezlerinin performanslarını Veri Zarflama Analizi (VZA) ile değerlendirmişlerdir. Yazarlar, toplam varlıklar, Ar-Ge personel sayısı ve Ar-Ge harcamalarını girdi göstergesi olarak, aktif karlılığı, hisse senedi getiri oranı ve patent sayılarını ise çıktı göstergeleri olarak ele alarak Ar-Ge faaliyetlerinin verimliliği artırıcı bir rolü olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Türkiye'de yapılan çalışmalara bakıldığında ise, Mete ve Dağdeviren (2017) Ar-Ge merkezleri için etkin bir bilgi yönetimi modeli oluşturdukları çalışmada, bilgi yönetimi ile Ar-Ge performansı arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Örneklem olarak otomotiv yan sanayinde faaliyet gösteren Ar-Ge merkezlerinin seçildiği çalışmada, bilginin etkin yönetimi ile Ar-Ge performansı arasında kuvvetli bir ilişki olduğu sonucuna varılmıştır. Sıki ve Acartürk (2019) Türkiye'de 5746 sayılı kanunla birlikte kurulan, ilaç endüstri kolunda faaliyet gösteren ilaç Ar-Ge merkezlerinin faaliyetlerini yenilik ve patent bakımından değerlendirdikleri çalışmalarında, Ar-Ge merkezi oluşumunun yenilik faaliyetlerini artırdığını, dolayısıyla bu gelişme ışığında patent başvuru sayısında artış yaşandığı sonucuna ulaşmışlardır.

3.2. Savunma Sanayi Ar-Ge Faaliyetlerinin Değerlendirilmesine Yönelik Yapılmış Çalışmalar

Savunma sanayi farklı iç dinamikleri gereği diğer sektörlerden ayrı bir şekilde değerlendirilmelidir. Önceki bölümlerde dile getirildiği gibi, bazen ülkeler ekonomik refahlarından, hatta kritik sağlık ve eğitim harcamalarından kırsak savunma harcamalarına yönelmek zorunda kalmaktadır (Hartley, 2014). Bu nedenle savunma sanayinde gerçekleştirilen harcama ve yatırımlar her zaman verimlilik ve ekonomik büyüme ile sonuçlanmayabilir. Ar-Ge harcamaları da savunma sanayinde gerçekleştirilen önemli faaliyetlerden birisi olduğu için bu sektörde gerçekleştirilen Ar-Ge faaliyetlerinin performansını ölçmek önemli bir araştırma sorusu olmaktadır. Savunma sanayi harcamaları ile ekonomik büyüme arasında olumsuz yönlü ilişkiler bulan çalışmalar ilgili literatürde yer almaktadır. Örneğin, Başar ve Künü (2012) 1997-2004 yılları arasında 36 ülkede savunma harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi test etmişler ve söz konusu ilişkinin istatistikî olarak anlamlı ve olumsuz yönde gerçekleştiği sonucuna ulaşmışlardır. Savunma harcamaları ile ekonomik büyüme ilişkisinin olumsuz yönde olacağını dile getiren diğer bazı çalışmalar ise Lim (1983), Faini vd., (1984), Deger (1986) ve Galvin (2003) olarak ifade edilebilir.

Savunma harcamalarının ekonomik büyüme üzerine etkisine yönelik birçok çalışma olmasına rağmen savunma sanayinde yürütülen Ar-Ge faaliyetlerinin ekonomik büyüme üzerine etkisine dair literatürün oldukça kısıtlı olduğu görülmektedir. Örneğin, Chakrabarti ve Anyanwu (1993), ABD savunma sanayinde 1955-1988 yılları arasında Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyüme üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığını, bunun da ötesinde teknik beceri

kapasitesi ve teknolojik yenilikçilik üzerine bile istatistiki olarak anlamlı bir etkiye sahip olmadığını dile getirmişlerdir. Goel vd. (2008), 1983-2000 yıllarını kapsayan periyotta ABD savunma sektöründe yapılan Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyüme üzerine etkisinin diğer tüm sektörlerden daha kuvvetli gerçekleştiğini göstermişlerdir. Peled (2001), İsrail'in ekonomik kalkınmasında ülkenin kuruluşundan bu yana yüksek derecede önem verdiği savunma harcamalarının yadsınamaz katkıları olduğunu belirtmiştir. Yazar, ileri teknolojinin devlet ve özel sektör tarafından desteklendiği savunma sanayinde Ar-Ge faaliyetlerinin yenilikçi ürün ve süreçler yaratarak ekonomik büyümeyi yönlendirdiğini dile getirmiştir. Hagedoorn (2002), Kuzey Amerika, Avrupa ve Asya'da 1960-1998 yılları arasında gerçekleştirilen stratejik Ar-Ge ortaklıklarının sektörel dağılımını incelemiştir. Yazar, stratejik Ar-Ge ortaklıklarının en yoğun şekilde savunma sanayinde gerçekleştiği sonucuna varmıştır. Hagedoorn ve Cloudt (2003) ise 4 farklı sektörde gerçekleştirdikleri çalışmada Ar-Ge performansını; patent sayıları, patent başvuruları, Ar-Ge harcamaları ve yenilikçi ürün oranı gibi göstergeler kullanarak ölçmüşlerdir. Çalışmanın örnekleminde yer alan sektörlerden birisi olan Savunma sanayinde yer alan şirketlerin Ar-Ge performanslarının oldukça yüksek olduğu araştırmanın önemli bulgularından birisi olarak dikkat çekmektedir.

İlgili literatür araştırması doğrultusunda Ar-Ge merkezlerinin performanslarının değerlendirildiği kısıtla sayıda çalışmanın olduğu ifade edilebilir. Daha özele inilerek Savunma Sanayi Ar-Ge merkezlerini konu edinen çalışmaların ise yok denecek kadar az olduğunu söylemek mümkündür. Bu çalışmalarda daha çok Ar-Ge merkezlerinin ekonomik büyüme üzerine etkisi istatistiksel yöntemlerle test edilmeye çalışılmıştır. Öte yandan çok az sayıda çalışma ise Doğrusal Programlara tabanlı bir yöntem olan Veri Zarflama Analizi ile gerçekleştirilmiştir. Mevcut çalışmanın gerek Savunma sanayisi Ar-Ge merkezlerinin performansını konu edinmesi ile gerekse bu performansı Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri ile değerlendirmesi açısından literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

4. Uygulama

Bu bölümde, öncelikle araştırmanın amacı ile ilgili bilgiler verilip daha sonra araştırmanın örneklemi ve yöntemleri açıklanacaktır. Uygulama bölümü ile analizler ve bulgular hakkında bilgiler verilerek bölüm sonlandırılacaktır.

4.1. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, Ar-Ge faaliyetlerinin yoğun şekilde gerçekleştirildiği sektörlerin başında gelen Savunma sanayinde faaliyet gösteren Ar-Ge merkezlerinin performanslarını ilgili literatürde sıklıkla kullanılan kriterleri (Ar-Ge Harcamaları, Ar-Ge Personel Sayısı, Patent Sayısı ve Ar-Ge Gelirleri) dikkate alarak bütünleşik ÇKKV yöntemleri ile (Entropi-ARAS) değerlendirmektir.

4.2. Araştırmanın Örnekleme

Çalışmanın amacı doğrultusunda araştırmanın evrenini Türkiye Savunma Sanayinde faaliyet gösteren kamu ve özel sektör kuruluşları oluşturmaktadır. Ar-Ge Teşvikleri Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan Ar-Ge Merkezleri raporuna göre Şubat 2019 itibari ile Türkiye Savunma Sanayinde faaliyet gösteren 34 Ar-Ge merkezi bulunmaktadır. Bu 34 Ar-Ge Merkezi toplam 23 farklı kuruluşun bünyesinde faaliyet göstermektedir. Savunma ve Havacılık Sanayi İmalatçılar Derneği (SASAD) tarafından her yıl yayınlanan performans raporuna göre 2019 yılı itibari ile Türkiye Savunma Sanayinde faaliyet gösteren 202 imalatçı firma bulunmaktadır. Ar-Ge faaliyetleri herhangi bir firma tarafından rastgele yıllarda sistemsiz bir şekilde gerçekleştirilebilir ve gelir tablosunda veya faaliyet raporunda gösterilebilir. Ancak Ar-Ge faaliyetlerinden ekonomik büyümeye katkı sağlamasını beklemek için söz konusu faaliyetlerin sistemli bir şekilde gerçekleşmesi, kurumun önemli bir kültürünü oluşturması gerekmektedir. Düzensiz gerçekleştirilen Ar-Ge faaliyetlerinin uzun dönemde ekonomik büyümeye etki sağlaması pek muhtemel değildir. Bu nedenle, Ar-Ge faaliyetlerinin sistemli ve uzun vadeli bir stratejik bakış açısı olduğunu kanıtlayan Ar-Ge merkezlerine sahip özel ve kamu kuruluşlarını örnekleme dahil etmek bu çalışmanın öncelikli kriterini oluşturmaktadır.

Yukarıda belirtilen kriter evrene uygulandığında araştırmanın analiz düzeyi firma olmaktan çıkıp Ar-Ge merkezleri olmaktadır. Ar-Ge Teşvikleri Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan Ar-Ge Merkezleri raporuna göre Aralık 2020 tarihi itibari ile Türkiye Savunma Sanayinde faaliyet gösteren 39 Ar-Ge merkezi bulunmaktadır. Bu 39 Ar-Ge Merkezi toplam 28 farklı kuruluşun bünyesinde faaliyet göstermektedir. Çalışma kapsamında Türkiye Savunma Sanayinde faaliyet gösteren 12 Ar-Ge Merkezi araştırmanın örneklemini oluşturmaktadır. Veriler elde edilirken Ar-Ge merkezlerinin tamamı isimlerinin gizli tutulması şartı ile verileri paylaşabileceklerini dile getirmişlerdir. Bu nedenle 12 Ar-Ge merkezi herhangi bir sıra gözetmeksizin $A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6, A_7, A_8, A_9, A_{10}, A_{11}$ ve A_{12} şeklinde kodlanmıştır. Bundan sonraki bölümlerde söz konusu kodlama kullanılarak analizler gerçekleştirilecek ve bulgular yorumlanacaktır.

4.3. Araştırmada Kullanılan Yöntemler

Ar-Ge merkezlerinin performanslarını değerlendirmeyi amaçlayan bu çalışma kapsamında öncelikle farklı kriterler kullanılarak ele alınan Ar-Ge faaliyetleri için bu kriterlerin ağırlıklandırılması önem arz etmektedir. Bu nedenle kriterlerin ağırlıklandırılması için Entropi yöntemi ve firmaların performanslarına göre sıralanması için ise ARAS yöntemleri kullanılmıştır.

4.3.1. Entropi Yöntemi

Bilgi Entropisi kavramı, Shannon ve Weaver tarafından 1947 yılında bilgi karmaşıklığı dahilinde oluşan belirsizliğin ortadan kaldırılması adına, olasılık teorisinden yararlanılarak literatüre kazandırılmıştır (Shemshadi vd., 2011:

12161). Daha sonra kriterlerin önem düzeylerini ve ağırlıklarını saptamak amacıyla Entropi yönteminin ÇKKV problemlerinde kullanılması ilk olarak 1982 yılında Zeleny tarafından önerilmiştir. Literatür incelendiğinde, Entropi'nin ÇKKV problemlerinde objektif ağırlıklandırma için kullanılması oldukça yaygındır (Örneğin; Shemshadi vd. 2011, Chen vd.2015, Tunca vd. 2016).

Entropi yönteminde kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesi için başlangıç matrisinin oluşturulması ilk aşamada yeterli olduğundan uygulama için bir avantaj sağlamaktadır. Ayrıca kriterlerin değerlendirilmesine ihtiyaç olmamaktadır (Özdağoğlu vd. 2017: 10). Entropi yönteminde kriterlerin ağırlıkları belirlenirken, konu olan problemin model oluşturulmadan tanımlanması ve AHP-Delphi gibi yöntemlerin doğasında bulunan sübjektif değerlendirme dezavantajını ortadan kaldırarak (Wang ve Lee, 2009: 8981) verileri direkt olarak kullanması Entropi yönteminin avantajları arasındadır (Çakır ve Perçin, 2013: 79). Beş aşamada gerçekleştirilen Entropi Ağırlıklandırma Yönteminin uygulama adımları aşağıda gösterilmektedir (Wang ve Lee, 2009: 8982, Li vd. 2011: 2087):

1. Aşama: Başlangıç Karar Matrisinin Oluşturulması

Öncelikle çok kriterli karar problemini oluşturulan m adet alternatif ve n adet kriter için x_{ij} (i alternatifinin j kriteri için değeri) değerinin yer aldığı D başlangıç karar matrisi oluşturulur.

$$D = \begin{matrix} & \begin{matrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \end{matrix} \\ \begin{matrix} x_{21} \\ \vdots \\ x_{m1} \end{matrix} & \begin{matrix} x_{22} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{m2} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{matrix} \end{matrix} \quad i=1,2,3\dots, m ; j=1,2,3\dots,n \quad (1)$$

2. Aşama: Normalize Edilmiş Karar Matrisinin Oluşturulması

Veri setini oluşturan değerlerin farklı ölçüm birimlerine sahip olması tutarlılığı bozacağı için, alternatiflerin karşılaştırılabilir olmasını engellemektedir. Bunun için x_{ij} değerlerinin ortak birimlere dönüştürülmesi amacıyla kriterlerin fayda (2) ve maliyet (3) yönlü olmalarına göre ayrı normalize işlemi yapılarak P_{ij} değerleri bulunur.

Kriterlerin fayda yönlü olmaları durumunda:

$$P_{ij} = \frac{x_{ij} - x_j^{\min}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} \quad i=1,2,3\dots, m ; j=1,2,3\dots,n \quad (2)$$

Kriterlerin maliyet yönlü olmaları durumunda:

$$P_{ij} = \frac{x_j^{\max} - x_{ij}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} \quad i=1,2,3\dots, m ; j=1,2,3\dots,n \quad (3)$$

formülleri kullanılmaktadır.

Bu aşamada her bir alternatif (m) ve kriter (n) için ayrı ayrı normalize edilen r_{ij} değerlerinin yer aldığı R matrisi oluşturulur.

3. Aşama: Entropi Değerlerinin Hesaplanması (e_j)

Bu aşamada her bir kriter için entropi değeri (e_j), aşağıda yer alan formüller (4-5) yardımıyla hesaplanmaktadır.

$$e_j = -k \sum_{i=1}^m f_{ij} \ln(f_{ij}) \quad i=1,2,3\dots, m ; j=1,2,3\dots,n \quad (4)$$

e_j değerinin hesaplanması için eşitlikte yer alan k (entropi katsayısı) ve f_{ij} değerlerinin bilinmesi gerekmektedir.

$$k = 1/\ln(m)^{-1}$$

$$f_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{i=1}^m r_{ij}} \quad i=1,2,3\dots, m ; j=1,2,3\dots,n \quad (5)$$

4. Aşama: Farklılaşma Derecesinin Hesaplanması (d_j)

Her bir kritere ait bilginin farklılaşma derecesinin (d_j) hesaplanması için aşağıdaki eşitlik (6) kullanılmalıdır. Bu değer hangi kriterde yüksekse o kriterin önemi daha çok olmaktadır.

$$(d_j) = 1 - e_j \quad (j \text{ tane kriter için ayrı ayrı hesaplanmalıdır.}) \quad (6)$$

5. Aşama: Entropi Ağırlığının Hesaplanması (w_j)

Matriste yer alan farklılık derecelerinin normalize edilmesiyle nihai objektif ağırlıkları aşağıdaki eşitlikte (7) çözüme ulaşacaktır.

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j} \quad (j \text{ tane kriter için ayrı ayrı hesaplanmalıdır.}) \quad (7)$$

Her bir kriter için ayrı ayrı hesaplanan Entropi ağırlıklarından büyük olana sahip kriter, karar verme veya değerlendirme aşamasında daha önemli olduğu sonucu taşımaktadır (Çakır ve Perçin, 2013: 84). Elde edilen Entropi ağırlıklarının toplamı daima 1'e eşittir.

4.3.2. ARAS Yöntemi

ÇKKV problemlerine yönelik geliştirilen ARAS yöntemi, 2010 yılında Zavadskas ve Turskis tarafından literatüre kazandırılmıştır (Zavadskas ve Turskis, 2010: 163-165). Yöntemin mantığı, karar alternatiflerini çeşitli kriterler baz alınarak fayda fonksiyonu değerine göre sıralama yapmaktır. Literatürde yer alan birçok ÇKKV yöntemi, ya elde edilen çözümlerin fayda fonksiyonu ağırlıklarını optimal alternatif çözüm değerleri ile karşılaştırarak ya da en uygun pozitif ve en uygun negatif sonuca olan göreceli uzaklıklarını baz alarak alternatifleri değerlendirmektedir. Bu çalışmada kullanılan ARAS yöntemi ise alternatifleri değerlendirmek için araştırmacının karar matrisine eklediği optimal fayda fonksiyonu ile alternatiflerin fayda fonksiyonlarını karşılaştırmaktadır (Shariati

vd. 2014: 411). Kısacası ARAS Yöntemi alternatiflerin performansını değerlendirirken her alternatifin optimal alternatife oransal benzerliğinden faydalanır (Dadelovd, 2012: 69; Sliogerienevd, 2013: 13). Bu nedenle ÇKKV yöntemleri arasında oransal değerlendirme imkânı sunan en uygun yöntem olarak değerlendirilen ARAS Yönteminin uygulama aşamaları Zavadskas ve Turskis (2010: 163-165) tarafından önerildiği şekliyle aşağıda özetlenmektedir:

1. Aşama: Karar Matrisinin Oluşturulması

Öncelikle diğer ÇKKV yöntemlerinde olduğu gibi karar matrisi oluşturulur. Karar matrisinde m adet alternatif ve n adet kriter için x_{ij} (i alternatifinin j kriteri için değeri) değerinin yer almaktadır.

$$D = \begin{matrix} & x_{01} & x_{02} & \dots & x_{0n} \\ x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{matrix} \quad i=0,1,2,3\dots, m ; j=1,2,3\dots, n \quad (8)$$

ARAS yönteminde karar matrisi oluşturulurken, yöntemin temelini de oluşturan optimal değerler en üste yazılır. Kriterlerin Optimal değerleri belirlenirken, kriterler eğer fayda yönlü ise kriterin maksimum değeri, kriterler eğer maliyet yönlü ise kriterin minimum değeri alınır. Örneğin; karar matrisinde yer alan x_{01} değeri, 1. kriterin optimal değeridir.

2. Aşama: Karar Matrisinin Normalize Edilmesi

Bu aşamada matriste yer alan değerler aynı ölçekte yazılarak $[0 - 1]$ normalize edilir. Burada normalize işlemi yine kriterlerin fayda veya maliyet özelliği dikkate alınarak yapılır.

Kriter fayda yönlü ise; her bir değer ait olduğu sütun toplamına bölünerek işlem gerçekleştirilir (9).

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=0}^m x_{ij}} \quad (9)$$

Kriter maliyet yönlü ise aşağıdaki eşitlik kullanılır (10).

$$\bar{x}_{ij} = \frac{1/x_{ij}}{\sum_{i=0}^m 1/x_{ij}} \quad (10)$$

Daha sonra elde edilen değerler normalize matrisine yerleştirilir.

3. Aşama: Ağırlıklı Karar Matrisinin Oluşturulması

Eğer çalışmada kriterler farklı önem derecelerine sahipse kriterlerin ağırlıklandırılması gerekmektedir. Kriterlerin ağırlıkları 0-1 arasında değer alırken, toplamları 1 olmak zorundadır. Söz konusu ağırlıklandırma işlemi uzman görüşleri alınarak veya diğer ÇKKV teknikleri gibi çözümler gerçekleştirilerek yapılabilmektedir. Örneğin, bu çalışmada kriterlerin ağırlıklandırılma işlemi Entropi ağırlık yöntemi ile gerçekleştirilecektir.

Bu aşamada kriterlerin ağırlıkları (w_j) belirlenerek, bir önceki adımda oluşturulan normalize karar matrisindeki değerlerle çarpılarak ağırlıklı normalize karar matrisi (x^n) elde edilir (11).

$$x_{ij} = x_{ij}^- * w_j; i=0,1,2,\dots,m \quad (11)$$

4. Aşama: Alternatiflere Ait En Uygun Optimal Değerlerinin Hesaplanması

Bu aşamada alternatiflere ait optimal değerleri (S_i), ağırlıklandırılmış karar matrisinde yer alan alternatiflerin bütün kriterlere ait değerleri toplanarak elde edilir (5). S_i değeri i . alternatifin optimal değeridir. Yani en etkin alternatif S_i değeri en yüksek olan alternatiftir.

$$S_i = \sum_{j=1}^n x_{ij}; i=0,1,2,\dots,m \quad (12)$$

5. Aşama: Fayda Derecesinin Hesaplanması ve Sıralamanın Elde Edilmesi

Fayda derecesi K_i , her bir alternatifin optimal değerinin en iyi alternatifin sahip olduğu optimal değere (S_0) bölünmesi ile bulunur (13).

$$K_i = \frac{S_i}{S_0}; i=0,1,2,\dots,m \quad (13)$$

Hesaplanan K_i oranları $[0,1]$ aralığında değerler alır. Bu değerler büyükten küçüğe doğru sıralanarak alternatiflerin değerlendirilmesi yapılır.

4.4. Kriterlerin Belirlenmesi

Çalışma kapsamında Ar-Ge merkezlerinin performansını değerlendirmek için yararlanılan kriterlerin belirlenmesinde üç aşamalı bir yöntem kullanılmıştır. İlk aşamada geniş çaplı bir literatür araştırması gerçekleştirilmiştir. İkinci aşamada yenilik ve Ar-Ge faaliyetleri üzerine çalışmalar gerçekleştiren akademisyenlerin görüşü ile kriterlerin çerçevesi biraz daha daraltılmıştır. Son olarak Ar-Ge merkezleri ile yapılan görüşmeler ile kriterler netleştirilmiştir. Bu doğrultuda çalışma kapsamında analize dâhil edilecek kriterler; *Ar-Ge Harcamaları*, *Ar-Ge Personel Sayısı*, *Patent Sayısı* ve *Ar-Ge Gelirleri* olarak belirlenmiştir. Bu kapsamda, belirlenen kriterlerden; Ar-Ge Harcamaları (K_1) maliyet yönlü kriter olarak ele alınırken; Ar-Ge Personel Sayısı (K_2), Patent Sayısı (K_3) ve Ar-Ge Gelirleri (K_4) fayda yönlü kriterler olarak dikkate alınmıştır. Çalışmada kullanılan Ar-Ge harcamaları kriteri şirketlerin toplam ciro içinde Ar-Ge harcamaları yüzdesi iken; Ar-Ge Gelirleri kriteri Ar-Ge sonucunda ortaya çıkan yeni ürünlerden elde edilen cironun toplam ciro içindeki yüzdesidir. Ar-Ge Personel Sayısı ve Patent sayısı ise adet olarak analize tabi tutulmuştur.

4.5. Verilerin Toplanması

Çalışma yayına hazırlanırken Türkiye Savunma Sanayinde Ar-Ge merkezine sahip 23 kuruluştan 7 tanesi araştırma kapsamında oluşturulan anket formuna cevap vererek araştırmaya katkıda bulunmuşlardır. Geri kalan 16 şirketten 12'si

verilerin stratejik önem taşıdığını belirterek araştırmaya katılmayacaklarını belirtmişlerdir. Geri kalan 4 şirketten birisi anket formunun gönderildiği tarihte Ar-Ge merkezinin faaliyette bulunmadığını belirtmiş diğer 3'ü ise hiçbir şekilde geri dönüşte bulunmamıştır. Bu kriter ve kısıtlamalar dahilinde araştırmanın örneklemini 7 kuruluş bünyesinde faaliyette bulunan 12 Ar-Ge merkezi oluşturmaktadır. Araştırma kapsamında oluşturulan anket formunda kuruluşlardan, farklı yıllar arasında karşılaştırma yapabilmek adına 2015-2019 yılları için verileri ayrı ayrı doldurmaları istenmiştir. Anket formu Mart ayı itibarıyla şirketlere gönderilmiş olup belli aralıklarla Ağustos ayına kadar form gönderilmeye devam edilmiştir. Ancak kuruluşların çoğunlukla yalnızca bir kaç yıla ait verilerini paylaşmaları nedeni ile her kuruluşun ortak olarak yanıtladıkları tek yıl olan 2018 yılı araştırmanın kapsamını oluşturmaktadır.

4.6. Verilerin Analizi

4.6.1. Entropi Yöntemi ile Kriterlerin Ağırlıklarının Belirlenmesi

Araştırmanın bu bölümünde Ar-Ge merkezlerinin performans değerlendirmesinin yapılabilmesi için öncelikle literatürde sıklıkla kullanılan nesnel bir ağırlıklandırma yöntemi olarak birçok araştırmacı tarafından önerilen Entropi yöntemi kullanılarak Ar-Ge merkezlerinden elde edilen kriterler ağırlıklandırılmıştır. Tablo 2'de 12 Ar-Ge merkezinin kriter değerlerinden oluşan başlangıç karar matrisi gösterilmektedir.

Tablo 2: Başlangıç Karar Matrisi

	K_1	K_2	K_3	K_4
A ₁	3,3358	422	21	12,4451
A ₂	7,4568	943	48	27,8196
A ₃	6,0034	759	39	22,3973
A ₄	6,6274	838	43	24,7253
A ₅	2,3400	296	15	8,73000
A ₆	0,2288	29,0	1,0	0,85360
A ₇	0,0000	35,0	1,0	0,00000
A ₈	0,1100	33,0	1,0	0,38000
A ₉	16,000	314	22	97,0000
A ₁₀	0,3800	79,0	21	0,86000
A ₁₁	0,1600	27,0	2,0	0,00000
A ₁₂	1,0100	21,0	3,0	19,0000
Max	16,000	943	48	97,0000
Min	0,0000	21,0	1,0	0,00000

Araştırma kapsamında Ar-Ge performans kriterleri olarak ele alınan Ar-Ge harcamaları (K_1), Ar-Ge çalışan sayısı (K_2), Patent sayısı (K_3) ve Ar-Ge gelirleri (K_4) fayda ya da maliyet yönlü oluşları göz önünde bulundurularak farklı şekillerde normalize edilmişlerdir. Söz konusu kriterlerden K_1 maliyet yönlü, diğer kriterler ise fayda yönlü olarak değerlendirilmiştir. Araştırmanın

yöntemlerinin açıklandığı bölümde formüle edilen sisteme uygun olarak Entropi yöntemi kriter ağırlıkları Tablo 3'teki gibi belirlenmiştir.

Tablo3: Kriter Ağırlıkları

	K_1	K_2	K_3	K_4
Ağırlıklar	0,050322	0,31555	0,261452	0,372677
Sıralama	4	2	3	1

Tablo 5'e göre en önemli kriter 0,372677 ağırlık değerine sahip olan *Ar-Ge Gelirleri* (K_4)'dir. *Ar-Ge Personel Sayılarını* temsil eden K_2 kriteri ise (0,31555) *Ar-Ge Gelirlerinden* sonra en önemli kriter olarak göze çarpmaktadır. K_1 olarak kodlanan *Ar-Ge Harcamaları* ise 0,050322 gibi düşük bir ağırlık puanı ile en düşük öneme sahip kriter niteliğindedir.

4.6.2. ARAS Yöntemi ile Alternatiflerin Sıralamasının Belirlenmesi

Araştırmanın örneklemini oluşturan 12 *Ar-Ge* merkezinden oluşan alternatiflerin sıralanması için ARAS yöntemi kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan yöntemlerin açıklandığı bölümde sunulan çözüm sıralamasına uygun olarak başlangıç karar matrisi Tablo 4'te gösterilmektedir.

Tablo 4: ARAS Yöntemi Başlangıç Karar Matrisi

	K_1	K_2	K_3	K_4
A_0	0.0000	943	48	97.0000
A_1	3.3358	422	21	12.4451
A_2	7.4568	943	48	27.8196
A_3	6.0034	759	39	22.3973
A_4	6.6274	838	43	24.7253
A_5	2.3400	296	15	8.73000
A_6	0.2288	29	1	0.85360
A_7	0.0000	35	1	0.00000
A_8	0.1100	33	1	0.38000
A_9	16.000	314	22	97.0000
A_{10}	0.3800	79	21	0.86000
A_{11}	0.1600	27	2	0.00000
A_{12}	1.0100	21	3	19.0000
Toplam	43.6522	4739	265	311.2109

Tablo 4 incelendiğinde başlangıç karar matrisine A_0 (optimal) değeri eklenmiştir. Bir maliyet kriteri olan ve bu nedenle minimum olması istenilen K_1 kriteri için alternatifler arasında en küçük değere sahip (A_7) alternatifi, fayda kriteri olan ve maksimum olması istenilen diğer kriterler için ise alternatiflerden en yüksek değerlere sahip (sırasıyla A_2 ve A_9) olanlar kullanılarak optimal alternatif

değerleri elde edilmiştir. Ardından ARAS yönteminin uygulama basamakları sırasıyla dikkate alınarak alternatiflerin skorları Tablo 5'teki gibi elde edilmiştir. Tablo 5'e göre A₉ en yüksek A₇ ise en düşük performansa sahip alternatiflerdir.

Tablo 5: ARAS Yöntemi Sıralama Sonuçları

Si	K	Sıralanmış K	
0,226306	1,000000	Optimal	A ₀
0,064335	0,284283	0,702144	A ₉
0,143736	0,635142	0,635142	A ₂
0,116178	0,513369	0,566228	A ₄
0,128141	0,566228	0,513369	A ₃
0,045838	0,202548	0,284283	A ₁
0,01289	0,056957	0,202548	A ₅
0,003317	0,014658	0,143159	A ₁₀
0,022255	0,098339	0,128756	A ₁₂
0,158899	0,702144	0,098339	A ₈
0,032398	0,143159	0,073217	A ₁₁
0,016569	0,073217	0,056957	A ₆
0,029138	0,128756	0,014658	A ₇

5. Tartışma

Çalışmada Türkiye Savunma Sanayinde faaliyet gösteren 7 farklı firmaya ait 12 Ar-Ge merkezinin performansı analiz edilmiştir. Bunun için ilk aşamada performans analizinde dikkate alınacak kriterler belirlenmiştir. Belirlenen kriterlerin, Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı bünyesinde hazırlanan, Ar-Ge Merkezi Performans Endeksi Modelinde yer alan kriterlerle örtüştüğü ifade edilebilir (<https://anahtar.sanayi.gov.tr/tr/news/ar-ge-alaninda-kurumsal-performans-endeksleri/9599>). Bulgular incelendiğinde bu araştırmanın örneklemini ve araştırmada kullanılan yöntemler özelinde Ar-Ge merkezlerinin performansını değerlendirmek açısından en önemli kriterin Ar-Ge Gelirleri (K₄) olduğu ortaya çıkmaktadır. Bir fayda ve çıktı kriteri olan ve Ar-Ge faaliyetlerinin yansıması olarak değerlendirilebilecek, çalışma kapsamında da Ar-Ge faaliyetleri sonucunda elde edilen yeni ürünlerden elde edilen gelirin toplam ciroya oranlanması şeklinde hesaplanan Ar-Ge gelirleri kriterinin en önemli performans kriteri olarak bulunması literatürle de (Cuaresma ve Wörz ,2005; Lee ve Hong, 2010) uyumlu bir sonuç olarak karşımıza çıkmaktadır.

Ar-Ge Personel sayısı (K₂) ve Ar-Ge faaliyetleri sonucunda elde edilen Patent sayısı (K₃) kriterleri Ar-Ge merkezlerinin performanslarının ölçümünde önemli bir ağırlığa sahip diğer kriterler olarak göze çarpmaktadır. Araştırma kapsamında Ar-Ge performans kriteri olarak ele alınan ve tek maliyet kriteri olarak değerlendirilebilecek Ar-Ge Harcamalarının (K₁) ise Ar-Ge performansını değerlendirmede en düşük ağırlığa sahip bir girdi kriteri olduğu görülmektedir. Fayda-maliyet ayırımından sonra dikkat çeken bir diğer husus da girdi kriterleri

olarak değerlendirilebilecek Ar-Ge harcaması ve Ar-Ge personel sayısı kriterlerinin en düşük ağırlığa, çıktı kriterleri olarak değerlendirilebilecek patent sayısı ve Ar-Ge gelirleri kriterlerinin ise anlamlı bir şekilde en yüksek ağırlığa sahip olmalarıdır.

Entropi yöntemi ile ağırlıklandırılan kriterler yardımı ile alternatiflerin sıralanması işlemi literatürde sıklıkla kullanılan ARAS Yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. ARAS Yöntemi sonucunda sıralanan alternatifler incelendiğinde en yüksek Ar-Ge performansına sahip alternatifin A₉ olduğu görülmektedir. A₉ alternatifi olarak kodlanan Ar-Ge merkezinin Entropi yöntemi ile en yüksek ağırlığa sahip kriter olarak elde edilen K₄ kriterinde diğer Ar-Ge merkezlerinden çok yüksek değerlere sahip olduğu bu sonucun bir nedeni olarak gösterilebilir. K₄ kriterinde en yüksek değere sahip Ar-Ge merkezlerinin aynı zamanda en yüksek performansa sahip Ar-Ge merkezleri (A₉, A₂, A₄) olduğu, tam tersine en düşük K₄ kriter değerine sahip Ar-Ge merkezlerinin ise en düşük performansa sahip Ar-Ge merkezleri (A₇, A₆, A₁₁) oldukları görülmektedir. Performansı en yüksek Ar-Ge merkezinin bünyesinde yer aldığı firmanın Ar-Ge faaliyetleri sonucundan elde edilen ürünlerden sağladığı gelirin toplam ciroya oranı %97 gibi yüksek bir seviyede olması, söz konusu Ar-Ge merkezinin en yüksek performansa sahip merkez olmasının önemli bir göstergesi olarak sunulabilir.

6. Sonuç ve Öneriler

Ekonomik kalkınmalarını sağlayarak küresel rekabet ortamında avantajlı konumlar elde etmeyi amaçlayan firmalar ve ülkeler için Ar-Ge faaliyetleri çok önemli bir değere sahiptir. Hem ülkeler hem de firmalar her yıl milyarlarca dolar bütçelerini bu amaç doğrultusunda Ar-Ge yatırımlarına aktarmaktadır. Ancak her kurum ve ülke tarafından gerçekleştirilen Ar-Ge faaliyetleri beklenen etkileri gösterememektedir. Savunma Sanayi, özellikle II. Dünya Savaşı sonrası birçok ülkede en çok bütçe ayrılan ve önemsenen sektörlerin başında gelmektedir. Hatta bazı ülkeler toplumsal refahları için çok önemli yere sahip olan eğitim ve sağlık alanlarından kısarak Savunma harcamalarına öncelik vermektedir. Bu nedenle toplum tarafından elde edilen milli gelirin büyük bir çoğunluğunun aktarıldığı Savunma Sanayi harcamalarının nasıl değerlendirildiği çok önemli bir araştırma konusu olmaktadır. Yukarıdaki motivasyonlar ile Türkiye Savunma Sanayi Ar-Ge Merkezlerinin performanslarını değerlendirmeyi amaçlayan bu çalışmanın hem Savunma Sanayini örnekleme dâhil etmesi hem de Ar-Ge faaliyetlerinin sistematik bir şekilde gerçekleştirildiği, bu nedenle önemli çıktılar elde etmesi beklenen Ar-Ge merkezlerini odak noktası olarak ele alması ile literatüre önemli katkılar yapması beklenmektedir. İlgili literatür incelendiğinde Ar-Ge merkezlerinin performansını değerlendirmeye yönelik çalışmaların oldukça kısıtlı sayıda olduğu, kritik bir sektör olan Savunma Sanayi Ar-Ge merkezlerini bu konuda örneklem olarak alan çalışmaların ise yok denecek kadar az olduğu görülmektedir. Söz konusu bu kısıtlı sayıda çalışmaların da iktisadi bakış açısıyla Ar-Ge faaliyetlerinin ekonomik büyüme üzerine etkisini ölçmeye yönelik olduğu

görülmektedir. Bu açıdan ilgili literatüre katkı yapması beklenen bu çalışmanın ayrıca ÇKKV yöntemlerini kullanması ile de önemli katkılar yapması beklenmektedir.

Çalışmanın en önemli kısıtını örneklem oluşturmaktadır. Türkiye Savunma Sanayinde faaliyet gösteren 39 Ar-Ge merkezi olmasına rağmen bu Ar-Ge merkezlerinden 12 tanesi araştırmaya katkı yapmışlar, diğerleri ise farklı nedenler ile araştırmaya katılmamayı tercih etmişlerdir. Bununla birlikte Ar-Ge merkezlerine gönderilen soru formunda yer alan bazı kriterlere ait verilerin merkezler tarafından paylaşılmaması da kriterlerin kısıtlı sayıda kullanılmasına neden olmuştur. Söz konusu bu araştırma kısıtının oluşmasında firmaların verilerini paylaşmaktan kaçınmaları etkili olmuştur. Ancak firmaların isimlerinin gizli tutulması koşulu ile konu hakkında bilimsel bilgi birikimine önemli katkılar yapabilecek verilerin ortak bir platformda akademik çalışmaların hizmetine sunulması bu kısıtın önemli ölçüde ortadan kaldırılmasını sağlayabilecektir.

Ayrıca, Üniversite-Sanayi işbirliğinin geliştirilmesi ve bilgi paylaşımının kazan-kazan bakış açısıyla hem bilimsel bilgi birikimine hem de Sanayi kuruluşlarının çıkarına olacağına anlaşılması daha çok sayıda ve daha kapsayıcı çalışmaların yapılabilmesine imkan verebilecektir. Bu nedenle gelecekte yapılacak çalışmaların daha fazla Ar-Ge merkezi veya firmayı örnekleme dahil ederek ve Ar-Ge performans kriterlerini daha kapsayıcı şekilde ele alarak gerçekleştirilmesi ilgili literatüre önemli katkılar sağlayacaktır. Ayrıca bu çalışma yalnızca özel sektör tarafından yönlendirilen Ar-Ge faaliyetlerini odak noktasına almaktadır. Gelecekte gerçekleştirilecek çalışmaların kamu, özel veya üniversite eliyle gerçekleştirilen Ar-Ge faaliyetlerini karşılaştırmalı bir şekilde değerlendirmeleri bilimsel bilgi birikimine önemli katkılar sağlayacaktır. İlgili literatür incelendiğinde Ar-Ge performansının çok farklı yöntemler kullanılarak değerlendirildiği görülmektedir. Bunun yanında gelecekteki çalışmaların VZA, VIKOR, AHP ve ANP gibi farklı ÇKKV Yöntemleri ile performans değerlendirmesi yapması ve bu yöntemleri Bulanık Mantık ile bütünleştirerek farklı bakış açıları sunmaları literatüre önemli katkılar sağlayacaktır. Son olarak, bu çalışmada ülkeler açısından kritik öneme sahip sektörlerden birisi olan Savunma Sanayi örneklem olarak seçilmiştir. Ancak farklı ülkelerin savunma sanayi sektörü veya aynı teknolojik yoğunluğa sahip farklı sektörler ile gerçekleştirilebilecek karşılaştırmalı araştırmalar önemli bilgiler sunabilir.

Kaynakça

Araştırma, Geliştirme ve Tasarım Faaliyetlerinin Desteklenmesi Hakkında Kanun; (2008), T. C. Resmi Gazete, 26814, (28.02.2008).

Araştırma ve Geliştirme Faaliyetlerinin Desteklenmesi Hakkında Kanun ile Bazı Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun; (2016), T. C. Resmi Gazete, 29636, (26.02.2016).

- Başar, S. ve Künü, S. (2012). Savunma Harcamalarının İktisadi Büyüme Etkisi. *Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 10,1-30.
- Beirgh, R. G., Razzaghpour, A., Bina, S. ve Zaralia, A. (2014). Designing a New Integrated Model for Performance Evaluation of R&D Centers (Case Study: Energy Research Institute). *European Online Journal of Natural and Social Sciences*, 3(2), 237-249.
- Blomström, M. ve Kokko, A. (1998). Multinational Corporations and Spillovers. *Journal of Economic Surveys*, 12(3), 247-277.
- Chakrabarti, A. K. ve Anyanwu, L. C. (1993). Defense R&D, Technology, and Economic Performance: A Longitudinal Analysis of the US Experience. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 40(2), 136-145.
- Chen, J., Zhang, Y., Chen, Z. ve Nie, Z. (2015). Improving Assessment of Ground water Sustainability with Analytic Hierarchy Process and Information Entropy Method: A Case Study of the Hohhot Plain, China. *Environmental Earth Sciences*, 73(5), 2353-2363.
- Chiesa, V., Frattini, F., Lazzarotti, V. ve Manzini, R. (2009). Performance Measurement in R&D: Exploring the Interplay Between Measurement Objectives, Dimensions of Performance and Contextual Factors. *R&D Management*, 39(5), 487-519.
- Cuaresma, J. C. ve Wörz, J. (2005). On Export Composition and Growth. *Review of World Economics*, 141(1), 33-49.
- Çakır, S. ve Perçin, S. (2013). AB Ülkeleri'nde Bütünleşik Entropi Ağırlık-Topsis Yöntemiyle Ar-Ge Performansının Ölçülmesi. *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 32(1), 77-95.
- Dadelo, S., Turskis, Z., Zavadskas, E. K. ve Dadeliene, R. (2012). Multiple Criteria Assessment of Elite Security Personal on the Basis of ARAS and Expert Methods. *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research*, 46(4), 65-88.
- Deger, S. (1986). Economic Development and Defense Expenditure. *Economic Development and Cultural Change*, 35(1), 179-196.
- DPT (2007), Dokuzuncu Kalkınma Planı 2007 Programı, <https://sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2018/10/2007.pdf>, (Erişim: 23.11.2020)
- Faini, R., Annez, P. ve Taylor, L. (1984). Defense Spending, Economic Structure, and Growth: Evidence Among Countries and Over Time. *Economic Development and Cultural Change*, 32(3), 487-498.
- Fey, C. F. ve Birkinshaw, J. (2005). External Sources of Knowledge, Governance Model, and R&D Performance. *Journal of Management*, 31(4), 597-621.

- Galvin, H. (2003). The Impact of Defense Spending on the Economic Growth of Developing Countries: A Cross-Section Study. *Defense and Peace Economics*, 14(1), 51-59.
- Gangopadhyay, D., Roy, S. ve Mitra, J. (2018). Public Sector R&D and Relative Efficiency Measurement of Global Comparators Working on Similar Research Streams. *Benchmarking: An International Journal*, 25(3), 1059-1084.
- Geisler, E. (1994). Key Output Indicators in Performance Evaluation of Research and Development Organizations. *Technological Forecasting and Social Change*, 47(2), 189-203.
- Goel R. K., Payne J. E., ve Ram R. (2008). R&D Expenditures and US Economic Growth: A Disaggregated Approach. *Journal of Policy Modeling*, 30(2), 237-250.
- Griliches, Z. (1998). Introduction to R&D and Productivity: The Econometric Evidence. In *R&D and Productivity: The econometric evidence* (pp. 1-14). University of Chicago Press.
- Hagedoorn, J. (2002). Inter-Firm R&D Partnerships: An Overview of Major Trends and Patterns Since 1960. *Research Policy*, 31(4), 477-492.
- Hagedoorn, J. ve Cloudt, M. (2003). Measuring Innovative Performance: Is There An Advantage in Using Multiple Indicators? *Research Policy*, 32(8), 1365-1379.
- Hartley, K. (2014). The Political Economy of Aerospace Industries: A Key driver of Growth and International Competitiveness? Edward Elgar Publishing.
- Kerssens-Van Drongelen, I. C. ve Bilderbeek, J. (1999). R&D Performance Measurement: More than Choosing A Set of Metrics. *R&D Management*, 29(1) 35-46.
- Kim, B. ve Oh, H. (2002). An Effective R&D Performance Measurement System: Survey of Korean R&D Researchers, *Omega*, 30(1), 19-31.
- Li, X., Wang, K., Liu, L., Xin, J., Yang, H. ve Gao, C. (2011). Application of the Entropy Weight and TOPSIS Method in Safety Evaluation of Coal Mines. *Procedia Engineering*, 26, 2085-2091.
- Lim, D. (1983). Another Look at Growth and Defense in Less Developed Countries. *Economic Development and Cultural Change*, 31(2), 377-384.
- Lee, J. W. ve Hong, K. (2010). Economic Growth in Asia: Determinants and Prospects. *Asian Development Bank Economics Working Paper Series*, (220), 1-29.
- Mete, H. ve Dağdeviren, M. (2017). Ar-Ge Merkezleri için Bilgi Yönetimi Modellemesi ve Bilgi Yönetiminin Ar-Ge Performansı ile İlişkisi. *Verimlilik Dergisi*, (2), 75-108.

- OECD (2002), Frascati Manual, Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development, 6. Version, OECD: Paris.
- OECD (2004), OECD Principles of Corporate Governance <http://www.oecd.org/corporate/ca/corporategovernanceprinciples/31557724.pdf> Erişim Tarihi: 23.11.2020.
- Özdağoğlu, A., Yakut, E. ve Bahar, S. (2017). Performance Evaluation of Turkish Banking Sector with Data Envelopment Analysis Using Entropic Weights”, *İşletme Fakültesi Dergisi*, 18(1), 1-28.
- Peled, D. (2001). Defense R&D and Economic Growth in Israel: A Research Agenda. Samuel Neaman Institute for Advanced Studies in Science and Technology, Israel Institute of Technology, University of Haifa, Israel.
- Pessoa, A. (2010). R&D and Economic Growth: How Strong is the Link? *Economic Letters* 107, 152- 154.
- Salimi, N. ve Rezaei, J. (2018). Evaluating Firms' R&D Performance Using Best Worst Method. *Evaluation and Program Planning*, 66, 147-155.
- Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Ar-Ge Hizmetleri Genel Müdürlüğü, <https://agtm.sanayi.gov.tr>, 23.11., 2020.
- Shariati, S., Yazdani-Chamzini, A., Salsani, A. ve Tamosaitiene, J. (2014). Proposing A New Model for Waste Dump Site Selection: Case Study of Ayerma Phosphate Mine, *Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics*, 25(4), 410-419.
- Shemshadi, A., Shirazi, H., Toreihi, M. ve Tarokh, M. (2011). A Fuzzy VIKOR Method for Supplier Selection Based on Entropy Measure for Objective Weighting, *Expert Systems with Applications*, 38(10), 12160-12167.
- Sıkı, N. ve Acartürk, F. (2019). Türkiye'deki İlaç Ar-Ge Merkezlerinin Faaliyetlerinin Patent ve Yenilik Açısından Değerlendirilmesi. *Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi*, 43(1), 44-63.
- Sliogeriene, J., Turskis, Z., ve Streimikiene, D. (2013). Analysis and Choice of Energy Generation Technologies: The Multiple Criteria Assessment on the Case Study of Lithuania. *Energy Procedia*, 32, 11-20.
- Szakonyi, R. (1994). Measuring R&D Effectiveness”-I. *Research- Technology Management*, 37(2), 27-32.
- Tsai, K. H. ve Wang, J. C. (2004). The R&D Performance in Taiwan's Electronics Industry: A Longitudinal Examination, *R&D Management*, 34(2), 179-189.
- Tunca, Z. M., Ömürbek, N., Cömert, H. G. ve Aksoy, E. (2016). OPEC Ülkelerinin Performanslarının Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden Entropi ve Maut ile Değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 7(14), 1-12.

- Wang, T. C. ve Lee, H. D. (2009). Developing a Fuzzy TOPSIS Approach Based on Subjective Weights and Objective Weights. *Expert Systems with Applications*, 36(5), 8980-8985.
- Wang, C. H. (2011). Clarifying the Effects of R&D on Performance: Evidence from the High Technology Industries. *Asia Pacific Management Review*, 16(1), 51-64.
- Wu, H.Y., Chen, I. S., Chen, J., K. ve Chien, F. C. (2019). The R&D Efficiency of the Taiwanese Semiconductor Industry. *Measurement*, 137, 203-213.
- Yıldız, H. (2005). Türkiye'de Üniversite-Sanayi İlişkileri ve Kobi'ler (Küçük Sanayi) Açısından Önemi. *Sosyoloji Konferansları*, (31), 207-229.
- Zavadskas, E. K. ve Turskis, Z. (2010). A New Additive Ratio Assessment (ARAS) Method in Multi Criteria Decision-Making. *Technological and Economic Development of Economy*, 16(2), 159-172.