



## AR-GE Projelerinde Seçim Kriterleri- Cam Sektöründe Bir Uygulama

İrem Düzdar Argun, Elif Acar

*Endüstri Mühendisliği / Düzce Üniversitesi, Türkiye*

*[a.acrelif@gmail.com](mailto:a.acrelif@gmail.com) Başlıca yazarın mail adresi*

**Özet** – Pazar koşullarının zorlaştığı ve rekabetin yoğunlaştığı günümüz dünyasında, firmaların ayakta kalabilmeleri için farklılaşan, kaliteli, düşük maliyetli ve maksimum fayda sağlayan ürünler yaratmaları gerekmektedir. Bu koşulları sağlamak için firmalar katma değeri yüksek ve yenilikçi Araştırma ve Geliştirme projelerine ihtiyaç duymaktadırlar. Akademik dünya ve iş dünyasında sıklıkla ele alınan AR-GE projesi seçimi konusu hem özel şirketler hem de kamu kurum ve kuruluşları için kritik öneme sahiptir. AR-GE projelerinin seçim aşamasında dikkatli yatırım ve iş gücü planlaması yapılması gerekmektedir. Dikkatli yapılan ve planlanan AR-GE projeleri gerek firma açısından gerekse ülke açısından yüksek katma değer sağlamaktadır. AR-GE projeleri arasında şirketin stratejik hedefleri ve kar beklentileri ile örtüşen projelerin seçilmesi şirketin geleceği açısından kritik öneme sahiptir. Karar vericiler, tüm kriterleri karşılayan en iyi seçeneği seçmelidir. Literatür açısından oldukça zengin olan bu sorunun çözümü için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir.

Araştırma Geliştirme projelerinin seçim problemi çok sayıda kriter içerdiğinden karmaşık bir problem olarak görülmüş ve bu nedenle Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) Yöntemleriyle çözümü ele alınmıştır. Çalışmada bir cam üretim firması AR-GE departmanından 3 uzman ile görülmüş ve çözümlenmeler belirlenen uzmanların değerlendirmelerinden yola çıkılarak yapılmıştır. Kriterlerin ağırlıklarını belirlemek için Analitik Hiyerarşi Proses (AHP) yöntemi kullanılmıştır.

Bu tez çalışmasının sonunda cam sektöründe AR-GE projelerinin seçim kriterleri belirlenmiştir. Bundan sonraki süreçlerde çalışma örnek alınarak cam sektörü dışında başka sektörlerde de kriterlere eklemeler yapılarak alternatif seçimleri yapılabilir.

*Anahtar Kelimeler – AHP, AR-GE, Proje Seçimi, Çok Kriterli Karar Verme, ÇKKV*

### I. GİRİŞ

Günümüzde şirketler, faaliyet gösterdikleri yurt içi ve yurt dışı pazarlarda güçlü bir konuma sahip olmak, teknolojiyi yakından takip ederek veya mevcut ürünlerini iyileştirerek kendilerini geliştirmek ve yeni ürünler üretebilmek için güçlü Araştırma ve Geliştirme (AR-GE) programlarına ihtiyaç duymaktadır. OECD tarafından AR-GE; insani, sosyal ve kültürel bilgiyi artıran ve bu bilgiyi yeni uygulamalar için kullanan, sistem bazında yaratıcı faaliyetler gerçekleştirmek olarak tanımlanmaktadır [1].

AR-GE faaliyetleri, artan bilginin yeni teknolojilere dönüştürülmesine veya mevcut malzeme ve insan kaynaklarının daha verimli kullanılmasına yönelik yatırımlar olarak ifade edilmektedir. Birçok çalışma, ülkeler genelinde AR-GE faaliyetlerindeki artışlar ile üretkenlik kazanımları arasında güçlü bir ilişki olduğunu göstermektedir.

Yeni ürün, hizmet veya süreç oluşturmak için kurum veya şirketler tarafından yürütülen araştırma ve geliştirme faaliyetleri, başta üniversiteler olmak üzere araştırma kurumları ve özel şirketler tarafından yürütülür [2]. Günümüzde AR-GE

araştırmaları, ülkenin ileri teknoloji ürünlerinin geliştirilmesinde büyük önem taşıyan ve know-how olarak bilinen donanımları ifade etmektedir [3].

Şirketler AR-GE faaliyetlerinde ürettiği teknik bilgilerin ticarileştirilmesini sağlamak, departmanları yeni teknolojilere adapte etmek ve iç gelişimi hızlandırmak, departman maliyetlerini azaltmak, maliyetleri düşürürken ürün ve hizmetlerin kalitesini ve verimliliğini artırmak, teknik altyapıyı güçlendirmek çeşitli amaçlara hizmet etmektedir.

Bu çalışmada bir cam üretim irması için AR-GE proje seçiminde hangi kriterlerin ön planda olduğunu belirlemek adına Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden birisi olan Analitik Hiyerarşi Proses (AHP) yönteminden destek alınacaktır. Çalışma için belirlenen 5 ana kriter ve 28 alt kriter mevcuttur. Yapılan literatür taraması sonucunda belirlenen kriterler uzman görüşlere sunularak anket yöntemiyle önem derecelerinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

Firmalar artan rekabet koşullarına ayak uydurabilmek için AR-GE projelerine büyük ölçüde önem vermektedirler. Bu bağlamda yapılan literatür taraması şu şekildedir:

Yakıcı ve Perçin (2012) AR-GE projeleri seçimi aşamasında bulanık TOPSIS yöntemini uygulamışlardır [4].

Güryeli 2016 yılında yazmış olduğu tez çalışmasında, özel sektördeki AR-GE projelerinin seçimi aşamasında hangi kriterlerin kullanılması gerektiğini inceliş ve bu kriterlerin oranlarını çözümlenmiştir. Çalışmada ÇKKV Yöntemlerinden biri olan AHP yöntemi ile belirlenen kriterlerin ağırlıkları hesaplanmıştır [5].

Uçakcıoğlu ve Eren 2017 yılında yapmış olduğu çalışmada, savunma sanayisinde faaliyet gösteren bir firma için yatırım projelerinin seçimini değerlendirilmiştir. Çalışmada ÇKKV yöntemlerinden AHP ve VIKOR yöntemi, belirlenen kriterler ve projeler arasında yatırım projesinin belirlenmesinde uygulanmıştır [6].

Uçakcıoğlu' nun 2017 yılında yaptığı çalışmasında, havacılık savunma sanayinde faaliyet gösteren firma için yatırım projelerinin seçimini değerlendirmiştir. Çalışmada ÇKKV yöntemlerinden AHP ve VIKOR yöntemleri kullanılmıştır [7].

Binici ve Aksakal'ın 2019 yılında yaptığı çalışmada AR-GE projelerinin seçildiği bir yarışma için projelerin değerlendirme süreci incelenmiştir.

UTA yöntemi, yapısının marjinal faydayı dikkate alması ve doğrusal programlama yöntemlerini içermesi nedeniyle seçilmiştir [8].

Bayrakdaroğlu ve Kundakçı' nın çalışmasında karmaşık bir problem olan AR-GE projelerinin seçimi için ÇKKV yöntemlerinden EDAS yöntemi kullanılmıştır [9].

Yıldız' ın yapmış olduğu çalışmada bir firma için en uygun projenin seçimi bulanık ÇKKV yöntemlerinden olan Bulanık VIKOR yöntemi ile belirlenmiştir [10].

Kurt ve Yıldız tarafından yapılan çalışmada, Toksan Otomotiv A.Ş AR-GE Merkezi'ne sunulan AR-GE/inovasyon proje önerileri değerlendirilerek ve önceliklendirilerek proje portföyü için bir karar modeli oluşturulması amaçlanmıştır. Belirlenen bu kriterlerin ve ölçeklerin sözel ifadelerinin bulanık TOPSIS yöntemine göre değerlendirilmesi ve sabitlemesi, nitel ve nicel kriterlerin bulanık bir ortamda değerlendirilmesini sağlamakta, böylece karar vericilerin subjektif değerlendirmelerini en aza indirmektedir [11].

Türkmen' in 2022 yılında yazmış olduğu doktora tezinde, bir AR-GE firması için 5 proje arasından en uygununun seçimi için çok kriterli karar verme yöntemlerinden ANP ve Bulanık TOPSIS uygulanmıştır [12].

## II. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma koşullarının sürekli değişmesi ve zaman içinde zorlaşması, insanları, kurumları ve işletmeleri kararlar alırken iyi ile başarılı olanlar arasında seçim yapmaya zorlamaktadır. Karar verme adımında Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinin kullanılması yöneticilerin alternatifleri değerlendirmesine ve iş kaynaklarını daha verimli kullanmasına yardımcı olur [6].

ÇKKV yöntemlerini kullanmaktaki amaç çok sayıda alternatif ve kriter olması durumunda, karar verme mekanizmasını kontrol altında tutmak ve karar verme sonuçlarını mümkün olan en uygun ve hızlı şekilde elde etmektir.

Bu çalışmada ÇKKV yöntemlerinden biri olan AHP yöntemi kullanılarak cam sektörü için AR-GE projelerinin seçimi aşamasında hangi kriterlerin daha önemli olduğu belirlenecektir.

### A. AHP Yöntemi

AHP, karar verme problemlerinin çözüm aşamasında en sık kullanılan yöntemlerden birisidir. 1968 yılında Myers ve Alpert tarafından

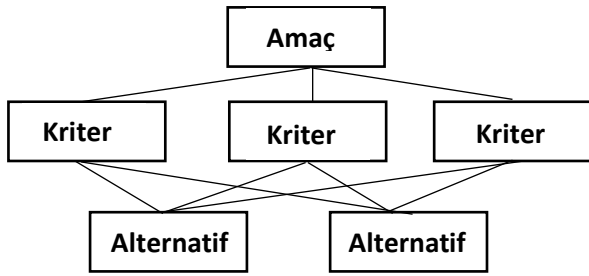
önerilmiştir. Bu yöntemin geliştiricisi Saaty'dir. Liberatore, 1986 tarihli çalışmasında, AR-GE proje seçimi problemini çözmek için Analitik Hiyerarşi Sürecini kullanmayı amaçlamış, bu amaçla tasarlanan bir uzman destek sisteminin, organizasyonel içerik, sosyal ve ekonomik faydaları maliyetle bir araya getiren ve değerlendiren bir yöntem içermesi gerektiğine dikkat çekmiştir [12].

AHP yaklaşımı, karar verme sürecinde hem soyut hem de somut kriterleri ele alma fırsatı sunmaktadır. Somut kriterlerle açıklanan, bilginin yapay olarak ölçülmesini gerektirmeyen fiziksel nesnel bilgidir. Soyut ölçütler açısından yorumlananlar; kişisel subjektif düşünce, duygu ve inançları içeren yargılardır [5].

Diğer çok kriterli karar verme yöntemlerinden farklı olarak AHP, kriterleri ikili olarak karşılaştırır ve karşılaştırmaların tutarlı olup olmadığını ölçer. Bu üstünlüğünden dolayı AHP sadece çok kriterli karar verme problemlerinin çözümünde kullanılmaz, özellikle birçok uygulamada kriter ağırlıklarının belirlenmesi için uygundur.

AHP yönteminin çözüm aşamaları aşağıda verilmektedir.

1. **Adım:** Hiyerarşik Yapının Oluşturulması: Karar amacı ile tepeden başlayarak hiyerarşik yapı oluşturulur. 2. sırada kriterler ve alt sırada alternatifler bulunur [13]. Şekil 1'de örnek bir hiyerarşi yapısı gösterilmiştir.



Şekil 1. Örnek Hiyerarşik Yapısı [13]

2. **Adım:** İkili karşılaştırmanın yapılabilmesi için ilgili kişilere anket yapılmalıdır. Eşitlik 1'de  $(n * n)$  ikili karşılaştırma matrisi gösterilmiştir.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{21} & a_{31} & \dots & a_{n1} \\ 1/a_{21} & 1 & a_{32} & \dots & a_{n2} \\ 1/a_{31} & 1/a_{32} & 1 & \dots & a_{n3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{m1} & 1/a_{m2} & 1/a_{m3} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

3. **Adım:** İkili Karşılaştırmalar matrisinin oluşturulması: Karar seçenekleri her bir

ölçüte göre karşılaştırılır. Kriterlerin önem derecelerinin belirlenmesi için eşitlik 2.1'de gösterilen  $(n * n)$  ikili karşılaştırma matrisi Tablo 1'de Saaty'nin oluşturduğu 1-9 karşılaştırma ölçeği kullanılarak oluşturulur.

Tablo 1. İkili Karşılaştırma Matrisi Önem Dereceleri [13]

Önem Dereceleri	Değer Tanımları
1	Eşit derecede öneme sahip
3	Kısmen daha önemli
5	Kuvvetle daha önemli
7	Çok kuvvetle daha önemli
9	Aşırı derecede daha önemli
2,4,6,8	Ara değerler

4. **Adım:** Özvektörün Belirlenmesi: İkili karşılaştırma matrisinin sütunlarının sırayla toplamı hesaplanır. Her bir matris değeri bu toplama bölünür ve bulunan sonuç matrisi normalize edilmiş ikili karşılaştırma matrisidir. Normalize edilmiş matrisin satır değerlerinin ortalaması hesaplanır.
5. **Adım:** Özvektörün Tutarlılığının Hesaplanması: Bulunan kriter ağırlıklarının tutarlı olup olmadığını test etmek için tutarlılık oranı hesaplanır. Tutarlılık oranının 0,10'dan büyük olduğu durumda uzman görüşlerin değerlendirmelerinde tutarsızlık olduğunu ifade eder. Bu durumda, bulunan değerlerin tutarlı hale getirilmesi gerekir. CR değerini hesaplamak için önce A matrisinin en büyük özvektörünü  $(\lambda_{max})$  hesaplanması gerekir.

$i=1,2,3,\dots,n$  ve  $j=1,2,3,\dots,n$  olmak üzere,

$$D = [a_{ij}]_{n \times n} \times [w_i]_{n \times 1} = [d_i]_{n \times 1} \quad (2)$$

$$\lambda_{max} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{w_i}}{n} \quad (3)$$

Tutarlılık oranının hesaplanmasında bulunması gereken bir başka değer ise rassallık endeksi (RI)'dir. Tablo 2'de RI değerleri gösterilmiştir. Bu bilgiler doğrultusunda CR değerinin hesaplanması şu şekildedir

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (4)$$

Tablo 2. Rassallık Endeksi Tablosu [13]

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

fazla çalışma olduğundan en sık karşılaşılan makaleler incelenip, hangi kriterlerin baz alındığına bakılmıştır. Araştırmalar sonucunda seçilen kriterler Tablo 3’ de detaylı olarak gösterilmiştir. Kriterler belirlendikten sonra hiyerarşik yapı oluşturulur. Hiyerarşik yapı oluşturulurken Şekil 1’ den yardım alınmıştır.

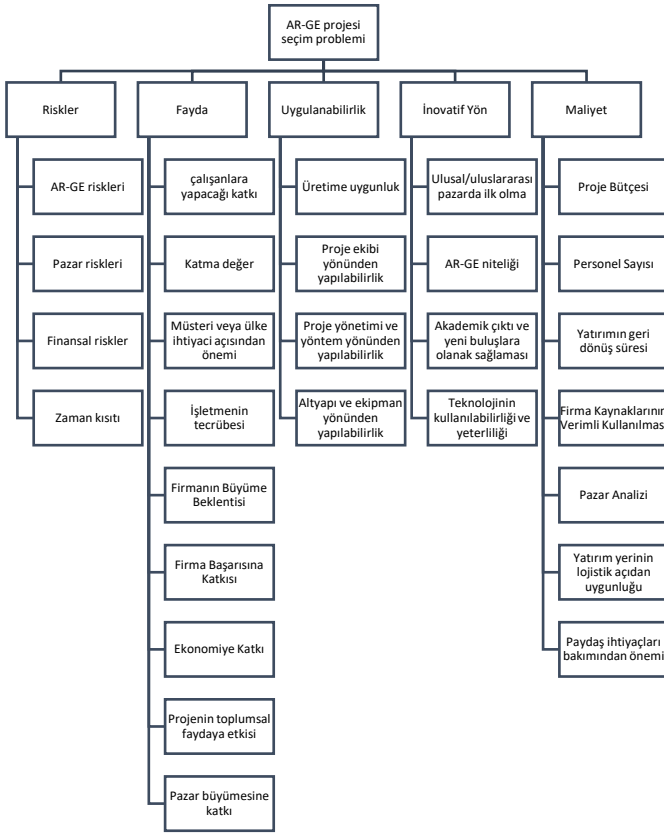
Tablo 3. Makale Kriter Karşılaştırma Tablosu

	[14]	[15]	[8]	[16]	[9]	[10]	[11]	[17]	[6]	[4]	[5]	[12]	[7]
Proje Bütçesi		x	x	x	x			x	x	x		x	x
Proje yönetimi ve yöntem yönünden yapılabilirlik			x	x	x								
Altyapı ve ekipman yönünden yapılabilirlik				x	x		x				x		
Proje ekibi yönünden yapılabilirlik	x			x	x						x		
Yatırımın geri dönüş süresi				x	x	x				x		x	
AR-GE riskleri				x	x								x
Pazar riskleri				x	x	x		x		x			
Finansal riskler				x	x	x		x				x	
Zaman kısıtı	x	x		x	x				x		x	x	x
Paydaş ihtiyaçları bakımından önemi				x			x					x	
Katma değer				x	x								
AR-GE niteliği				x	x				x				
Ulusal/uluslararası pazarda ilk olma		x		x			x				x		
Akademik çıktı ve yeni buluşlara olanak sağlaması				x	x		x					x	
Müşteri veya ülke ihtiyacı açısından önemi					x		x						
Personel Sayısı									x				x
Ekonomiye Katkı			x						x				x
üretim uygunluk			x			x	x	x		x	x		
teknolojinin kullanılabilirliği ve yeterliliği			x				x	x			x		
yatırım yerinin lojistik açıdan uygunluğu											x		
işletmenin tecrübesi							x				x	x	
Pazar Analizi			x				x					x	
Firma Başarısına Katkısı						x		x		x		x	
firmanın Büyüme Beklentisi						x							
Projenin toplumsal faydaya etkisi												x	
Pazar büyümesine katkı							x						
çalışanlara yapacağı katkı							x					x	
firma kaynaklarının verimli kullanılması						x	x					x	

### III. BULGULAR

AHP yönteminin uygulama aşamasında öncelikle kriterler belirlenerek başlanır. AR-GE projesi seçim probleminin kriterlerini belirlerken literatürdeki makalelerden faydalanılmıştır. Konu hakkında çok

Tablo 4. Ana Kriterlerin İkili Karşılaştırma Tablosu



Şekil 2. Hiyerarşik Yapı

Amaç, kriterler ve alt kriterler belirlendikten sonra kriterlerin ve alt kriterlerin kendi aralarında önem derecelerinin belirlenmesi için uzmanlara anket gönderilmiştir. Bu çalışmada 3 uzman görüş alınmıştır. Uzmanlar tarafından doldurulan anketlerin geometrik ortalamaları alınarak her bir tablo için tek bir ikili karşılaştırma matrisine dönüştürülmüştür. Geometrik ortalama yaklaşımı literatürde ideal yaklaşım olarak nitelendirilmektedir [10]. Ana kriterlerin ikili karşılaştırma tablosu Tablo 4’de verilmiştir.

Ana Kriterler	Fayda	İnovatif Yön	Maliyet	Risk	Uygulanabilirlik
<b>Fayda</b>	1,000	0,630	0,843	1,554	0,464
<b>İnovatif Yön</b>	1,587	1,000	1,533	0,585	0,281
<b>Maliyet</b>	1,186	0,652	1,000	0,843	0,585
<b>Risk</b>	0,644	1,710	1,186	1,000	1,554
<b>Uygulanabilirlik</b>	2,154	3,557	1,710	0,644	1,000

Fayda ana kriterinin ikili karşılaştırma tablosu Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5.Fayda ana kriterinin ikili karşılaştırma tablosu

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
K1	1,00	0,64	0,26	0,69	0,54	0,21	0,63	0,58	0,20
K2	1,55	1,00	2,03	3,91	1,59	0,65	1,59	1,14	1,00
K3	3,91	0,49	1,00	1,10	1,44	0,69	0,61	0,65	0,58
K4	1,44	0,26	0,91	1,00	0,63	0,52	0,69	1,10	0,33
K5	1,84	0,63	0,69	1,59	1,00	0,28	3,56	2,27	0,69
K6	4,72	1,53	1,44	1,91	3,56	1,00	1,44	1,41	3,00
K7	1,59	0,63	1,65	1,44	0,28	0,69	1,00	0,78	0,30
K8	1,71	0,87	1,53	0,91	0,44	0,71	1,29	1,00	0,75
K9	4,93	1,00	1,71	3,04	1,44	0,33	3,30	1,33	1,00

İnovatif yön ana kriterinin ikili karşılaştırma tablosu Tablo 6’ da verilmiştir.

Tablo 6.İnovatif yön ana kriterinin ikili karşılaştırma tablosu

	K10	K11	K12	K13
K10	1	5,429	0,693	0,620
K11	0,184	1	0,193	0,189
K12	1,442	5,19	1	0,620
K13	1,613	5,278	1,613	1

Maliyet ana kriterinin ikili karşılaştırma tablosu Tablo 7’ de verilmiştir.

Tablo 7.Maliyet ana kriterinin ikili karşılaştırma tablosu

	K14	K15	K16	K17	K18	K19	K20
K14	1,000	4,642	3,979	3,684	0,437	0,693	4,217
K14	0,200	1,000	2,466	1,442	1,000	1,442	0,585
K14	0,237	0,405	1,000	0,441	0,273	0,342	0,493
K14	0,322	0,693	2,268	1,000	0,481	0,693	1,442
K14	2,289	1,000	3,659	2,080	1,000	2,027	3,557
K14	1,442	0,693	2,924	1,442	0,493	1,000	1,710
K14	0,237	1,710	2,027	0,693	0,281	0,585	1,000

Risk ana kriterinin ikili karşılaştırma tablosu Tablo 8’ de verilmiştir.

Tablo 8.Risk ana kriterinin ikili karşılaştırma tablosu

	K21	K22	K23	K24
K21	1,000	0,585	0,543	0,275
K22	1,710	1,000	0,644	0,630
K23	1,842	1,554	1,000	2,466
K24	3,634	1,587	0,405	1,000

Uygulanabilirlik ana kriterinin ikili karşılaştırma tablosu Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9.Uygulanabilirlik ana kriterinin ikili karşılaştırma tablosu

	K25	K26	K27	K28
K25	1,000	1,339	0,251	0,523
K26	0,747	1,000	0,531	0,556
K27	3,979	1,882	1,000	1,310
K28	1,913	1,800	0,763	1,000

İkili karşılaştırma matrislerinin oluşturulmasından sonraki adım, ilgili matristeki her bir ögenin diğer öğelere göre önemini gösteren özvektörün hesaplanmasıdır. Özvektör hesaplanırken önce ikili

karşılaştırma matrisinin her bir sütununun toplamı hesaplanmıştır. Ardından her bir matris elemanı bulunan toplama bölünmüş ve elde edilen sonuç matrisi normalize edilmiş ikili karşılaştırma matrisi olmuştur. Tablo 10’da normalize edilmiş ana kriter matrisi verilmiştir.

Tablo 10.normalize edilmiş ana kriter matrisi

Ana Kriterler	Fayda	İnovatif Yön	Maliyet	Risk	Uygulanabilirlik
Fayda	0,152	0,083	0,134	0,336	0,120
İnovatif Yön	0,242	0,132	0,244	0,126	0,072
Maliyet	0,180	0,086	0,159	0,182	0,151
Risk	0,098	0,227	0,189	0,216	0,400
Uygulanabilirlik	0,328	0,471	0,273	0,139	0,257

Normalize edilmiş matrisin satır elemanlarının ortalaması hesaplanmıştır. Tablo 11’ de kriter ağırlıkları verilmiştir.

Tablo 11.Ana Kriterlerin Kriter Ağırlıkları Tablosu

Ana Kriterler	Fayda	İnovatif Yön	Maliyet	Risk	Uygulanabilirlik	Kriter A.
Fayda	0,152	0,083	0,134	0,336	0,120	0,165
İnovatif Yön	0,242	0,132	0,244	0,126	0,072	0,163
Maliyet	0,180	0,086	0,159	0,182	0,151	0,152
Risk	0,098	0,227	0,189	0,216	0,400	0,226
Uygulanabilirlik	0,328	0,471	0,273	0,139	0,257	0,294

Bu aşamadan sonra, bulunan kriter ağırlıklarının tutarlı olup olmadığını kontrol etmek için karşılaştırma matrisi ile W vektörü çarpılmıştır. Bu işlem sonucunda bulunan değerler toplanarak D vektörü oluşturulmuştur.

D vektörü elde edildikten sonra bu değerler ağırlık vektöründeki değerlere bölünerek E vektörü elde edilmiştir. Tablo 12’de ana kriterlerin E vektörünün çözümlenmesi gösterilmiştir.

Tablo 12. Ana Kriter Matrisinin E Değerleri Tablosu

D	W	E
0,883	0,165	5,351
0,873	0,163	5,341
0,817	0,152	5,377
1,248	0,226	5,523

Tutarlılık oranının hesaplanması için de  $CR = \frac{CI}{RI}$  Tablo IV’de belirtilen Tesadüfi İndeks Değerleri kullanılarak  $CR = \frac{0,108}{1,115} = 0,09$  olarak bulunmuştur. Bulunan değer literatürde belirtilen 0,1 değerinden küçük çıktığı için ana kriterler matrisi tutarlıdır. Bu işlemler her ana kriter için yapılmış ve değerler hesaplanmıştır. Yapılan işlemler sonucunda bulunan alt kriterler bir ana kritere bağlı olduğundan elde edilen alt kriter ağırlığı ile ilgili ana kriterin ağırlığı çarpılmıştır. Böylece ana kriterler arasındaki önemlilik ilişkisi alt kriterlere de aktarılmıştır.

Tablo 13. Kriterlerin Genel Ağırlık Tablosu

Ana Kriterler	Alt Kriterler	Alt Kriter Ağırlıkları	Sıralama	Ana Kriter Ağırlığı
FAYDA	Ekonomiye Katkı	0,008	27	0,165
	Çalışanlara yapacağı katkı	0,023	16	
	Firma Başarısına Katkısı	0,016	21	
	Katma değer	0,011	25	
	Pazar büyümesine katkı	0,019	19	
	Projenin toplumsal faydaya etkisi	0,033	13	
	Müşteri veya ülke ihtiyacı açısından önemi	0,014	23	
	Firmanın Büyüme Beklentisi	0,016	20	
	İşletmenin tecrübesi	0,026	15	
İNOVATİF YÖN	Akademik çıktı ve yeni buluşlara olanak sağlaması	0,041	10	0,163
	Ulusal/uluslararası pazarda ilk olma	0,010	26	
	Teknolojinin kullanılabilirliği ve yeterliliği	0,049	6	
	AR-GE niteliği	0,064	5	
MALİYET	Proje Bütçesi	0,037	11	0,152
	Personel Sayısı	0,020	18	
	Yatırımın geri dönüş süresi	0,007	28	
	Firma Kaynaklarının Verimli Kullanılması	0,015	22	
	Pazar Analizi	0,037	12	
	Paydaş ihtiyaçları bakımından önemi	0,022	17	
	Yatırım yerinin lojistik açıdan uygunluğu	0,013	24	
RİSK	AR-GE riskleri	0,029	14	0,226
	Pazar riskleri	0,046	8	
	Finansal Riskler	0,085	2	
	Zaman Kısıtı	0,066	4	
UYGULANABİLİRLİK	Proje yönetimi ve yöntem yönünden yapılabilirlik	0,045	9	0,294
	Üretime uygunluk	0,047	7	
	Altyapı ve ekipman yönünden yapılabilirlik	0,118	1	
	Proje ekibi yönünden yapılabilirlik	0,084	3	

Tablo 13 incelendiğinde AR-GE projelerinin seçimi aşamasında en önemli kriterin Altyapı ve ekipman yönünden yapılabilirlik, ikinci önemli kriterin Finansal Riskler ve üçüncü önemli kriterin Proje ekibi yönünden yapılabilirlik olduğu görülmektedir.

#### IV. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Günümüz dünyasında, müşteri ihtiyaç ve beklentileri sürekli değişmektedir. Firmalar bu değişen ihtiyaç ve beklentileri karşılamak için sınırlı kaynaklara sahip olmalarına rağmen AR-GE projelerine yatırım yapmak istemektedirler. Bununla birlikte, çeşitli proje değerlerinin riskleri, kriterleri, karşılıklı bağımlılıkları ve diğer kısıtlamaları göz önüne alındığında, birçok uygulanabilir projeden hangisine önce yatırım yapılacağına karar vermek oldukça zor ve karmaşık bir süreçtir. Burada önemli olan sınırlı kaynaklarla maksimum faydayı elde etmek için projeyi doğru seçmektir [11]. Dolayısıyla AR-GE proje seçimi modeli kurgulanırken, seçim amacı, kurumsal stratejiler, karar verici tercihleri, mevcut veriler, kısıtlar ve proje seçimi üzerinde önemli etkisi saptanan diğer tüm olası unsurlar göz önünde bulundurulmalıdır.

Literatür incelendiğinde AHP yöntemi AR-GE proje seçimlerinde sıklıkla kullanılmış fakat cam sektöründe böyle bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmanın sonucunda Firma çalışmayı devam ettirip bundan sonraki süreçlerde farklı alternatif projeler ile de aynı çözümleme yolunu kullanabilir. Bu tez çalışması örnek alınarak cam sektörü dışında başka sektörlerde de kriterlere eklemeler yapılarak alternatif seçimleri yapılabilir.

Yapılan çalışma sonucunda cam firması için AR-GE projeleri seçim aşamasında AR-GE projelerini hangi kriterlere göre değerlendirilmesi gerektiği belirlenmiş ve AHP yöntemi ile kriterlerinin önem ağırlıklarına göre sıralaması yapılmıştır. Yapılan sıralama sonucunda Altyapı ve ekipman yönünden yapılabilirlik kriteri 0,118 kriter ağırlığı ile en önemli kriter, Yatırımın geri dönüş süresi kriteri 0,007 kriter ağırlığı ile en az önemli kriter olarak belirlenmiştir. Firmanın bundan sonraki süreçte AR-GE projelerinin seçimi aşamasında belirlenen kriter ağırlıkları baz alınarak seçimlerini yapabileceklerdir.

#### KAYNAKLAR

- [1] Tezcan, E. (2018). ARGE VE İNOVASYONDA TÜRKİYE. <https://tr.linkedin.com/pulse/arge-ve-inovasyonda-t%C3%Bcrkiye-erdin%C3%A7-tezcan> Adresinden Alındı
- [2] SUPÇİLLER, A. A., & ÇAPRAZ, O. (2011). AHP-TOPSIS YÖNTEMİNE DAYALI TEDARİKÇİ SEÇİMİ UYGULAMASI. İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ İktisat Fakültesi EKONOMETRİ VE İSTATİSTİK Dergisi, 1-22.
- [3] Ar-Ge Nedir. (2020, Şubat). <https://www.mikrox.com.tr/ar-ge-nedir/> Adresinden Alındı
- [4] YAKICI AYAN, T., & PERÇİN, S. (2012). AR-GE PROJELERİNİN SEÇİMİNDE GRUP KARARINA DAYALI BULANIK KARAR VERME YAKLAŞIMI . Atatürk Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Dergisi, 237-255.
- [5] GÜRYELİ, M. (2016). AR-GE PROJELERİ SEÇİM PROBLEMİNİN AHP YÖNTEMİ İLE İNCELENMESİ: KAMU DESTEKLİ TEKNOLOJİK ÜRÜN YATIRIM DESTEK PROGRAMI ÜZERİNE BİR UYGULAMA.
- [6] UÇAKCIOĞLU, B., & TAMER, E. (2017). Analitik Hiyerarşi Prosesi Ve VIKOR Yöntemleri İle Hava Savunma Sanayisinde Yatırım Projesi Seçimi. Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi, 35-53.
- [7] UÇAKCIOĞLU, B. (2017). HAVA SAVUNMA SANAYİSİNDE YATIRIM PROJELERİ SEÇİMİNİN ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME VE HEDEF PROGRAMLAMA İLE YAPILMASI.
- [8] BİNİCİ, E., & AKSAKAL, E. (2019). Ar-Ge Proje Seçim Problemine Yeni Bir Yaklaşım Ve Çözüm Önerisi: UTA Yöntemi. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 211-226.
- [9] KUNDAKCI, N., & KAS BAYRAKDAROĞLU, F. (2019). BULANIK EDAS YÖNTEMİ İLE AR-GE PROJESİ SEÇİMİ.
- [10] YILDIZ, A. (Tarih Yok). Bulanık VIKOR Yöntemini Kullanarak Proje Seçim Sürecinin İncelenmesi. Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi.
- [11] KURT, Z. B., & YILDIZ, A. (2020). Fuzzy TOPSIS Based Decision Model For Evaluating And Prioritizing R&D / Innovation Projects . 93-107.
- [12] TÜRKMEN, G. F. (2022). AR-GE PROJELERİNİN ÖNCELİKLENDİRİLMESİ VE SEÇİMİ ÜZERİNE ÇOK KRİTERLİ BİR MODEL ÖNERİSİ.
- [13] ONURSAL, B. (2009). PROJE SEÇİMİNDE BULANIK TOPSIS YÖNTEMİ İLE BİR MODEL ÖNERİSİ: İNŞAAT SEKTÖRÜ UYGULAMASI.
- [14] KOÇDAĞ, V. (2013). AHS VE PROMETHEE YÖNTEMLERİ İLE PROJE TERCİH SIRALAMASININ ÇOK ÖLÇÜTLÜ OLARAK BELİRLENMESİ.
- [15] DURMAZ, Ç. (2022). BULANIK ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİNİ KULLANARAK SÜREKLİ İYİLEŞTİRME PROJELERİNİN SEÇİMİ VE ÖNCELİKLENDİRİLMESİ.



- [16] YILDIRIM, B. F., & KUZU YILDIRIM, S. (2022). AR-GE PROJE SEÇİM SÜRECİ İÇİN YENİ BİR ENTEGRE SEZGİSEL BULANIK GRUP KARAR VERME YAKLAŞIMI. Mühendislik Bilimleri Ve Tasarım Dergisi, 643-653.
- [17] AYDIN, Y., & EREN, T. (2018). SAVUNMA SANAYİNDE STRATEJİK ÜRÜN İÇİN ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE TEDARİKÇİ SEÇİMİ. ÖHÜ Müh. Bilim. Derg., 129-148.