

**OECD ÜLKELERİNİN AR-GE ETKİNLİKLERİNİN VZA/AHP
SIRALI METODU İLE BELİRLENMESİ**

Serap Pelin ÖZTÜRK

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MAYIS 2010
ANKARA**

Serap Pelin ÖZTÜRK tarafından hazırlanan OECD ÜLKELERİNİN AR-GE ETKİNLİKLERİNİN VZA/AHP SIRALI METODU İLE BELİRLENMESİ adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Serpil EROL
Tez Danışmanı, Endüstri Müh. Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Taner ALTUNOK
Endüstri Müh. Anabilim Dalı, Çankaya Üniversitesi

Prof. Dr. Serpil EROL
Endüstri Müh. Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Ediz ATMACA
Endüstri Müh. Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Tarih : 25 / 05 / 2010

Bu tez ile G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Bilal TOKLU
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Serap Pelin ÖZTÜRK

OECD ÜLKELERİNİN AR-GE ETKİNLİKLERİNİN VZA/AHP SIRALI METODU İLE BELİRLENMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Serap Pelin ÖZTÜRK

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Mayıs 2010

ÖZET

Teknolojik yenilikler, üretimde verimliliği artırmak amacıyla ekonomik büyümeye önemli katkı sağlamaktadır. Teknolojik yeniliğin en önemli göstergelerinden birisi ise Ar-Ge (Araştırma Geliştirme) faaliyetleridir. Bu çalışmada; Ar-Ge harcamaları, araştırmacı sayıları, üçlü patent sayıları ve bilimsel yayın sayıları bakımından, Türkiye'nin diğer OECD ülkeleri arasındaki yeri VZA (Veri Zarflama Analizi)/AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesi) sıralı metoduyla belirlenmiştir. İki aşamalı olan bu metod ile; önce veri zarflama analizi modelleri oluşturulmuş ve bu modellerin çözümleri LINDO programında yapılmış, ikinci aşamada ise AHP tekniği ile etkinlik sıralaması bulunmuştur. Veri zarflama analizinde kullanılan girdiler ve çıktılar arasındaki matematiksel ilişki, SPSS 13.0 paket programı kullanılarak, yapılan regresyon analiziyle belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, Türkiye'nin Ar-Ge etkinliğindeki konumu tespit edilmiş, Türkiye'yi daha etkin hale getirebilmek için gereken öneriler sunulmuştur.

Bilim Kodu : 906.1.066
Anahtar Kelimeler : VZA, AHP, VZA/AHP, Ar-Ge etkinliği
Sayfa Adedi : 88
Tez Yöneticisi : Prof. Dr. Serpil EROL

**DETERMINING R&D EFFICIENCY OF OECD COUNTRIES WITH
HIERARCHICAL DEA/AHP METHODOLOGY**

(M.Sc. Thesis)

Serap Pelin ÖZTÜRK

GAZI UNIVERSITY

INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

May 2010

ABSTRACT

Technological innovations contribute to the economic growth by increasing productivity in the production process. One of the most important factors in technological innovations are research and development activities. In this study, Turkey's relative standing among other OECD countries is determined by using hierarchical DEA/AHP methodology by means of research and development expenditures, the number of researchers, the number of triadic patent and the number of articles. With this two phase method, first data envelopment analysis (DEA) models are prepared and models are solved on LINDO programme. In the second stage, efficiency ordering is found with AHP (Analytic Hierarchy Process) method. With regression analysis made on SPSS 13.0, mathematical relationships between inputs and outputs of data envelopment analysis are defined. According to results, Turkey's position on R&D is determined and suggestions to bring Turkey more active are offered.

Science Code : 906.1.066
Key Words : DEA, AHP, DEA/AHP, R&D efficiency
Page Number : 88
Adviser : Prof. Dr. Serpil EROL

TEŞEKKÜR

Tez alıŐması sűresince deęerli yardım ve katkılarıyla beni yűnlendiren deęerli Hocam, Prof. Dr. Serpil EROL'a, yine kıymetli tecrűbelerinden yararlandıęım çalıŐma arkadaŐlarıma, manevi destekleriyle beni hiçbir zaman tek bırakmayan çok deęerli aileme teŐekkűrű bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xiii
1. GİRİŞ	1
2. AR-GE FAALİYETİ VE AR-GE’NİN ÖNEMİ	3
2.1. Ar-Ge Göstergeleri	3
2.1.1. Ar-Ge harcamaları	4
2.1.2. Ar-Ge personeli sayısı	7
2.1.3. Patent sayıları	8
2.1.4. Bilimsel yayın sayısı	12
3. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ, ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ, VZA/AHP SIRALI METODU VE LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	15
3.1. Veri Zarflama Analizi (VZA)	15
3.1.1. Giriş	15
3.1.2. VZA ile ilgili literatür araştırması	16
3.1.3. Temel VZA modelleri	17
3.1.4. VZA’nın uygulama aşamaları	19
3.1.5. VZA’nın uygulamasındaki amaçlar	20
3.2. Analitik Hiyerarşi Prosesi	20

	Sayfa
3.2.1. Giriş.....	20
3.2.2. AHP'nin uygulama alanları.....	21
3.2.3. AHP'nin avantajları	21
3.2.4. AHP ve ölçek kullanımı	22
3.2.5. AHP'nin teorik temelleri.....	24
3.2.6. Analitik hiyerarşi prosesi uygulama adımları	25
3.3. VZA/AHP Sıralı Metodu.	27
3.3.1. Giriş.....	27
3.3.2. Literatürde VZA/AHP.....	27
3.3.3. VZA/AHP sıralı metodu	29
4. OECD ÜLKELERİNİN AR-GE ETKİNLİKLERİNİN BELİRLENMESİ	35
4.1. Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı'na Genel Bakış	35
4.2. VZA/AHP Sıralı Metodu ile OECD Ülkelerinin Ar-Ge Etkinlik Düzeyinin Belirlenmesi	36
4.2.1. Araştırma yöntemi.....	36
4.2.2. Karar birimlerinin seçimi	37
4.2.3. Değişken seçimi	38
4.2.4. VZA/AHP sıralı metodun uygulanması	39
4.3. OECD Ülkelerinin Ar-Ge Etkinliklerinin Değerlendirilmesi	54
4.3.1. Kişi başına ar-ge harcamaları ile üçlü patent sayıları arasındaki ilişki	55
4.3.2. Araştırmacı sayısı ile üçlü patent sayıları arasındaki ilişki	57
4.3.3. Bilimsel yayın sayıları ile üçlü patent sayıları arasındaki ilişki.....	59

Sayfa

4.3.4. Tüm faktörler arasındaki korelasyonlar ve çoğul doğrusal modelleme	61
5.SONUÇ VE ÖNERİLER	63
KAYNAKLAR	66
EKLER.....	69
EK-1 1. karar birimi modelleri.....	70
EK-2 1. karar birimi LINDO çıktıları	73
ÖZGEÇMİŞ	88

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Ar-Ge harcamaları (2006).....	5
Çizelge 2.2. Ar-Ge harcamalarının GSYİH içindeki payı (2007).....	6
Çizelge 2.3. Ar-Ge hizmetlerinde istihdam edilen personel sayısı	8
Çizelge 2.4. Üçlü patent sayıları (2006).....	9
Çizelge 2.5. SCI'ya giren yayın sayısına göre 2007 yılı ülke sıralaması.....	13
Çizelge 2.6. SCI veri tabanına göre Türkiye'de makale sayıları	14
Çizelge 3.1. Saaty önem skalası.....	23
Çizelge 3.2. Ortalama rassal tutarlılık (RI) değerleri.....	27
Çizelge 3.3. VZA/AHP modelinin E matrisi	31
Çizelge 3.4. VZA/AHP modelinin ikili karşılaştırmalı matrisi	32
Çizelge 3.5. VZA/AHP modelinin normalleştirilmiş ikili karşılaştırma matrisi (A')	33
Çizelge 3.6. A' matrisinden bulunan A" matrisi	33
Çizelge 3.7. A" matrisinden bulunan A''' matrisi	34
Çizelge 4.1. Karar verme birimleri	38
Çizelge 4.2. Girdi ve çıktı değerleri.....	40
Çizelge 4.3. E matrisi değerleri.....	42
Çizelge 4.4. A matrisi değerleri	46
Çizelge 4.5. A' matrisi değerleri.....	49
Çizelge 4.6. A" matrisi.....	52
Çizelge 4.7. A''' matrisi	53
Çizelge 4.8. Ülkelerin etkinlik sıralaması	54

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.9. Kişi başına ar-ge harcamaları ile üçlü patent sayıları arasındaki doğrusal modele ilişkin ANOVA tablosu	55
Çizelge 4.10. Kişi başına ar-ge harcamaları ile üçlü patent sayıları arasındaki doğrusal modele ilişkin açıklama katsayısı.....	56
Çizelge 4.11. Kişi başına ar-ge harcamaları ile üçlü patent sayısı arasındaki doğrusal modele ilişkin regresyon katsayıları.....	57
Çizelge 4.12. Araştırmacı sayısı ile üçlü patent sayıları arasındaki doğrusal Modele ilişkin ANOVA tablosu.....	57
Çizelge 4.13. Araştırmacı sayısı ile üçlü patent sayıları arasındaki doğrusal modele ilişkin açıklama katsayısı	58
Çizelge 4.14. Araştırmacı sayısı ile üçlü patent sayısı arasındaki doğrusal modele ilişkin regresyon katsayıları.....	59
Çizelge 4.15. Bilimsel yayın sayıları ile üçlü patent sayıları arasındaki doğrusal modele ilişkin ANOVA tablosu	59
Çizelge 4.16. Bilimsel yayın sayıları ile üçlü patent sayıları arasındaki doğrusal modele ilişkin açıklama katsayısı	60
Çizelge 4.17. Bilimsel yayın sayısı ile üçlü patent sayısı arasındaki doğrusal modele ilişkin regresyon katsayıları.....	61
Çizelge 4.18. Tüm faktörler arasındaki korelasyonlar	61
Çizelge 4.19. A, B, D faktörlerinin doğrusal regresyon modeline konulması ile yapılan analizde doğrusal modele ilişkin açıklama katsayısı.....	62
Çizelge 4.20. B ve D faktörlerinin doğrusal regresyon modeline konulması ile yapılan analizde doğrusal modele ilişkin açıklama katsayısı.....	62

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. 1998-2007 Türkiye'deki yerli ve yabancı patent başvuruları	11
Şekil 2.2. Türkiye'deki yerli patent tescil sayıları (1998–2007).....	12
Şekil 3.1. VZA/AHP sıralı metodun uygulama aşamaları	29
Şekil 3.2. İki seviyeli AHP	32
Şekil 4.1. Araştırmanın uygulama aşamaları	37
Şekil 4.2. Uygulamanın AHP diyagramı	45
Şekil 4.3. Kişi başına Ar-Ge harcamaları ile üçlü patent sayısı arasındaki ilişki	56
Şekil 4.4. Araştırmacı sayıları ile üçlü patent sayısı arasındaki ilişki.....	58
Şekil 4.5. Bilimsel yayın sayıları ile üçlü patent sayısı arasındaki ilişki	60

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
aij	i kriterinin j kriterine göre önem düzeyi
aji	$aji=1/aij$
n	Karşılaştırma matrisinin boyutu
e_k	k karar biriminin etkinliği
Kısaltmalar	Açıklama
Ar-Ge	Araştırma geliştirme
AHP	Analitik hiyerarşi prosesi
BCC	Banker, Charnes, Cooper
CCR	Charnes, Cooper, Rhodes
CI	Tutarlılık indeksi
CR	Tutarlılık oranı
CRS	Ölçeğe göre sabit getiri
DEA	Data envelopment analysis
DMU	Decision making unit
DRS	Ölçeğe göre azalan getiri
GSYİH	Gayri safi yurtiçi hasıla
IRS	Ölçeğe göre artan getiri
OECD	Organisation for Economic Cooperation and Development
RI	Ortalama rassal tutarlılık
SCI	Fen bilimleri atıf endeksi (Science citation index)
TPE	Türk Patent Enstitüsü
VZA	Veri zarflama analizi

1. GİRİŞ

Toplumların ekonomik kalkınmasını ve refah düzeylerini belirleyen en önemli etken teknolojik gelişmeler ve bilimsel alanlardaki ilerlemelerdir. Bir ülkenin uluslararası pazarda rekabet edebilmesi ve refah düzeyinin artması için Ar-Ge'ye dayalı ürün ve üretim yöntemlerini geliştirmesi gerekir.

Gelişmiş ülkeler, Ar-Ge çalışmalarını yaygınlaştırmak, bilgi üretmek, insan gücünü verimli bir şekilde değerlendirmek, geliştirip ürettikleri ürünleri dünyaya pazarlayabilmek için ileri teknolojinin üretimi ve kullanımına önem vermektedir. Bunun için de Ar-Ge ve yenilik çalışmalarına büyük miktarda fon ayırmaktadırlar.

Bilim ve teknoloji alanındaki gelişmeyi değerlendirmede ve diğer ülkelerle karşılaştırmada, uluslararası kabul gören bazı göstergeler kullanılmaktadır. Bunlar: araştırma ve geliştirme harcamaları, Ar-Ge personeli sayısı, uluslararası bilimsel dergilerde yayınlanan makale sayıları ve patent sayılarıdır.

Ar-Ge harcamaları ve personeli ile ilgili göstergelere bakıldığında, gelişmiş ülkelerin bilim ve teknoloji konusunda kendi kendilerine yeter durumda oldukları, gelişmekte olan ülkelerin ise, bilim ve teknoloji alt yapılarının henüz yeterli olmadıkları sonucuna varılmaktadır.

Bu çalışmada, OECD ülkelerinin Ar-Ge düzeyini belirleyen göstergeler incelenmiştir. Bu göstergeler: Ar-Ge harcamaları, araştırmacı sayıları, üçlü patent sayıları ve bilimsel yayın sayılarıdır. OECD ülkelerinin Ar-Ge etkinlikleri, iki aşamalı bir yöntem olan VZA/AHP sıralı metoduyla ölçülmüştür. Bu yöntemle OECD ülkeleri sadece; “etkin” veya “etkin değil” şeklinde sınıflandırılmamış, aynı zamanda ülkelerin Ar-Ge etkinlik sıralaması belirlenmiştir. Bu çalışmanın temel amacı; Ar-Ge harcamaları, araştırmacı sayıları, üçlü patent sayıları ve bilimsel yayın sayıları bakımından, Türkiye'nin diğer OECD ülkeleri arasındaki yerinin değerlendirilmesidir. Çalışma beş bölümden oluşmaktadır:

Birinci bölümde; konuya kısa bir giriş yapılmıştır. Çalışmanın içeriği hakkında genel bir bilgi verilmiştir.

İkinci bölümde Ar-Ge hakkında genel bilgi verilmiş ve Ar-Ge'nin önemi vurgulanmıştır. Ar-Ge göstergelerinden; Ar-Ge harcamaları, Ar-Ge personeli sayısı, bilimsel yayın sayısı ve üçlü patent sayıları incelenmiştir.

Üçüncü bölümde; veri zarflama analizinin genel yapısı, literatür taraması, temel VZA modelleri ve uygulama aşamaları ile VZA'nın uygulamasındaki amaçlar incelenmiştir, ayrıca analitik hiyerarşi prosesinin genel yapısına, kullanım alanlarına, avantajlarına, ölçek kullanımına, teorik temellerine ve uygulama adımlarına değinilmiştir. Bu bölümün sonunda VZA/AHP sıralı metodunun genel yapısı, konuyla ilgili literatür çalışmaları ve VZA/AHP sıralı metodunun uygulama aşamaları yer almaktadır.

Dördüncü bölümde; OECD hakkında genel bilgi verilerek üye ülkelere değinilmiştir. Ayrıca VZA/AHP sıralı metot ile ilgili bir uygulama verilmektedir. Uygulama olarak; OECD'ye üye ülkelerin Ar-Ge etkinliğinin değerlendirmesi yapılmıştır. OECD üyesi ülkelerin Ar-Ge etkinlikleri SPSS 13.0 paket programı kullanılarak regresyon analiziyle değerlendirilmiştir.

Son olarak da elde edilen sonuçlar irdelenerek, Türkiye'nin Ar-Ge etkinliğindeki konumu tespit edilmiş, Türkiye'yi daha etkin hale getirebilmek için gereken öneriler sunulmuştur.

2. AR-GE FAALİYETİ VE AR-GE'NİN ÖNEMİ

Ar-Ge, bilgiyi ve bilimi kullanarak yeni bir buluş yapmak, bir ürün üretmek veya var olan mevcut bir ürün üzerinde değişiklik yaparak o ürünü daha verimli ve daha işlevsel hale getirmek olarak tanımlanır. Ar-Ge'nin temelinde bilim ve bilgi yer almaktadır.

Bir ülkenin veya firmanın teknoloji yeteneğini tanımlamakta yaygın olarak kullanılan değişkenlerden biri Ar-Ge'dir. Ar-Ge, sadece yeni bilimsel ve teknolojik bilgi ortaya koyma veya mevcut bilgilerin mal ve hizmet üretimine yönelik olarak uygulanması açısından değil, aynı zamanda teknoloji yeteneğini kazanma sürecinde büyük önem arz eden bilgi birikimi ve deneyim kazanmanın en temel öğelerinden biridir.

Teknolojik bilgi, Ar-Ge çalışmalarının bir sonucu olarak ortaya çıkmakta, tüm ekonomiye yayılmakta ve paylaşılmakta; bunun sonucunda da ekonomik büyüme gerçekleşmektedir. Araştırma-geliştirme çalışmaları, günümüzün rekabet ortamı içinde işletmelerin veya ülkelerin bir varoluş mücadelesidir.

Bilim ve teknolojiadaki ilerlemeler Ar-Ge faaliyetlerinin arttırılması ile mümkün olmaktadır. Bu doğrultuda ülkelerin bilim ve teknoloji bağlamında dünyadaki konumu Ar-Ge faaliyetleri ile belirlenir.

2.1. Ar-Ge Göstergeleri

Ülkelerin Ar-Ge faaliyetleri hakkında bilgi edinmek ve birbirleriyle karşılaştırma yapabilmek için, Ar-Ge göstergelerinden yararlanılır.

OECD ülkelerinin bilim ve teknoloji seviyelerinin karşılaştırılmasında kullanılan genel kabul gören Ar-Ge göstergeleri şunlardır [1] :

- a. Ar-Ge harcamaları
- b. Ar-Ge personeli sayısı

- c. Patent sayıları
- d. Bilimsel yayın sayıları.

2.1.1. Ar-Ge harcamaları

Bilimsel ve teknolojik sistemin en önemli göstergelerinden bir tanesi Ar-Ge faaliyetlerine ayrılan parasal kaynak ve insan gücüdür. Gelişmiş ülkelerin araştırma-geliştirme faaliyetlerine ayırmış olduğu insan gücü ve mali kaynakların büyük boyutlara ulaşması sonucunda dünyada Ar-Ge faaliyetlerinin % 95'i bu ülkelerde yapılmaktadır. Diğer taraftan dünya nüfusunun % 70'ini oluşturan gelişmekte olan ülkelerde ise, Ar-Ge faaliyetlerinin sadece % 5'i yapılmaktadır [2].

2006 yılı için çeşitli ülkelerdeki Ar-Ge harcamaları ile ilgili veriler Çizelge 2.1'de gösterilmiştir. Çizelge 2.1'den de görüleceği üzere, dünyadaki en fazla Ar-Ge harcaması ABD'ye (Amerika Birleşik Devletleri) aittir. ABD'yi Japonya, Almanya, Fransa ve İngiltere izlemektedir. Türkiye'nin Ar-Ge harcamaları ise, 4689498 \$ ile Çizelge 2.1'de yer alan diğer ülkelere göre yetersizdir.

Çizelge 2.1. Ar-Ge harcamaları (2006) [1]

Ülke	Ar-Ge Harcaması (\$)
ABD	343747500
Almanya	67143260
Avusturya	7355186
Belçika	6526386
Çek Cumhuriyeti	3507594
Danimarka	4727270
Finlandiya	5966786
Fransa	41539453
İngiltere	36035852
İtalya	17827040
Japonya	138767292
Kanada	23563512
Kore	35897697
Macaristan	1842908
Meksika	5918977
Norveç	3474474
Türkiye	4689498
Yunanistan	1739517
İrlanda	2258169
İspanya	15299287
İsveç	11867333
İsviçre	7297042
İzlanda	293034
Lüksemburg	524906
Avustralya	11704330
Slovak Cumhuriyeti	470966

Çizelge 2.2’de 2007 yılı için çeşitli ülkelerdeki toplam Ar-Ge harcamalarının GSYİH içindeki payı verilmiştir. Gelişmiş ülkelerde Ar-Ge faaliyetlerine ayrılan kaynakların GSYİH içindeki payının % 1’i geçtiği görülmektedir. Gelişmekte olan ülkelerde ise bu oran %1-0,1 arasında değişme göstermektedir. Ar-Ge harcamalarının GSYİH

içindeki payı İsveç'te %3,63, Finlandiya'da % 3,47, ABD'de %2,68 olduğu görülmektedir. Türkiye'de bu gösterge % 0,60'tır. Bu da şunu göstermektedir ki; Türkiye'de GSYİH içinde Ar-Ge harcamalarına ayrılan pay Çizelge 2.2'de yer alan diğer ülkelere göre daha düşük seviyededir.

Çizelge 2.2. Ar-Ge harcamalarının GSYİH içindeki payı (2007) [3]

Ülke	Oran(%)
ABD	2,68
İsveç	3,63
Fransa	2,08
Finlandiya	3,47
İngiltere	1,8
İsviçre	2,8
Hollanda	1,73
Norveç	1,57
Danimarka	2,54
Çek Cumhuriyeti	1,53
Rusya	1,12
Belçika	1,89
Kanada	1,89
Almanya	2,53
Avustralya	2,02
Avusturya	2,56
İtalya	1,15
Macaristan	0,97
Meksika	0,47
İrlanda	1,36
Türkiye	0,60
Yunanistan	0,57
Yeni Zelanda	1,16
Polonya	0,56

Ar-Ge harcamalarına göre ülkeler dört gruba ayrılabilir [2]:

- Ar-Ge harcamalarının GSYİH içindeki payı % 1,5'inin üzerinde olan ülkeler: Bunlar teknoloji lider ülkelerdir.
- Ar-Ge harcamalarının GSYİH içindeki payı % 1-1,5 arasındaki ülkeler: Bunlar yüksek teknoloji ülkeleridir.
- Ar-Ge harcamalarının GSYİH içindeki payı % 0,5-1 arasındaki ülkeler: Bunlar orta derecede teknolojiye sahip ülkelerdir.
- Ar-Ge harcamalarının GSYİH içindeki payı % 0,5'in altında olan ülkeler: Düşük teknoloji ülkeleridir.

Ar-Ge harcamalarının GSYİH içindeki payı % 0,60 olan Türkiye ise orta derecede teknolojiye sahip ülkeler grubunda yer almaktadır.

2.1.2. Ar-Ge personeli sayısı

Bilim ve teknoloji ile ilgili Ar-Ge faaliyetlerinin ikinci önemli göstergesi Ar-Ge personeli sayısıdır. Çizelge 2.3 'de 2006 yılında çeşitli ülkelerdeki Ar-Ge faaliyetlerinde istihdam edilen personel sayısı verilmiştir. En fazla toplam araştırmacı sayısı ABD'dedir. ABD'yi Japonya ve Almanya izlemektedir. 1 000 000 kişi başına düşen araştırmacı sayısında ise, Finlandiya başta yer almaktadır, Finlandiya'yı İsveç ve Japonya izlemektedir. Türkiye'de ise bu gösterge 577'dir.

Çizelge 2.3. Ar-Ge hizmetlerinde istihdam edilen personel sayısı [1]

ÜLKE	Toplam araştırmacı sayısı	1 000 000 kiři başına dūřen araştırmacı sayısı
ABD	1 394 682	4651
Almanya	279 800	3385
Avusturya	30 452	3656
Belçika	33 923	3252
Çek Cumhuriyeti	26 267	2578
Danimarka	28 653	5276
Finlandiya	40 410	7680
Fransa	204 490	3352
İrlanda	12 167	2882
İsveç	55 729	6138
İsviçre	26 400	3536
İspanya	115 798	2638
İzlanda	5724	4286
İngiltere	183 534	3033
İtalya	82 500	1406
Japonya	709 691	5546
Kanada	125 330	3935
Kore	199 990	4162
Meksika	48 401	464
Norveç	21 653	4767
Türkiye	42 663	577
Yunanistan	19 907	1789
Avustralya	85 384	4152
Lüksemburg	5015	4084

2.1.3. Patent sayıları

En genel tanımı ile patent; bir ürün veya bir proses olabilen bir buluş için, patent sahibine belirli bir süre için verilen bir haktır.

Patent verilerinin analizi uzun zamandan beri teknolojik değişim sürecinin çeşitli yönlerini analiz etmek için kullanılan önemli bir metot olarak karşımıza çıkmaktadır [4].

En sık kullanılan patent verileri “patent başvuruları” ve “patent tescilleri” yani kabul edilerek kayıt ve koruma altına alınan patent sayıları olmak üzere iki türdür.

Avrupa, Amerika ve Japonya Patent Ofisleri nezdinde yapılan patentler ‘üçlü patent’ (triadic patent) olarak adlandırılır. Üçlü patentlerin ticari değerleri yüksektir. Çünkü; ofislerin üçünden birden patent almanın bedeli fazladır.

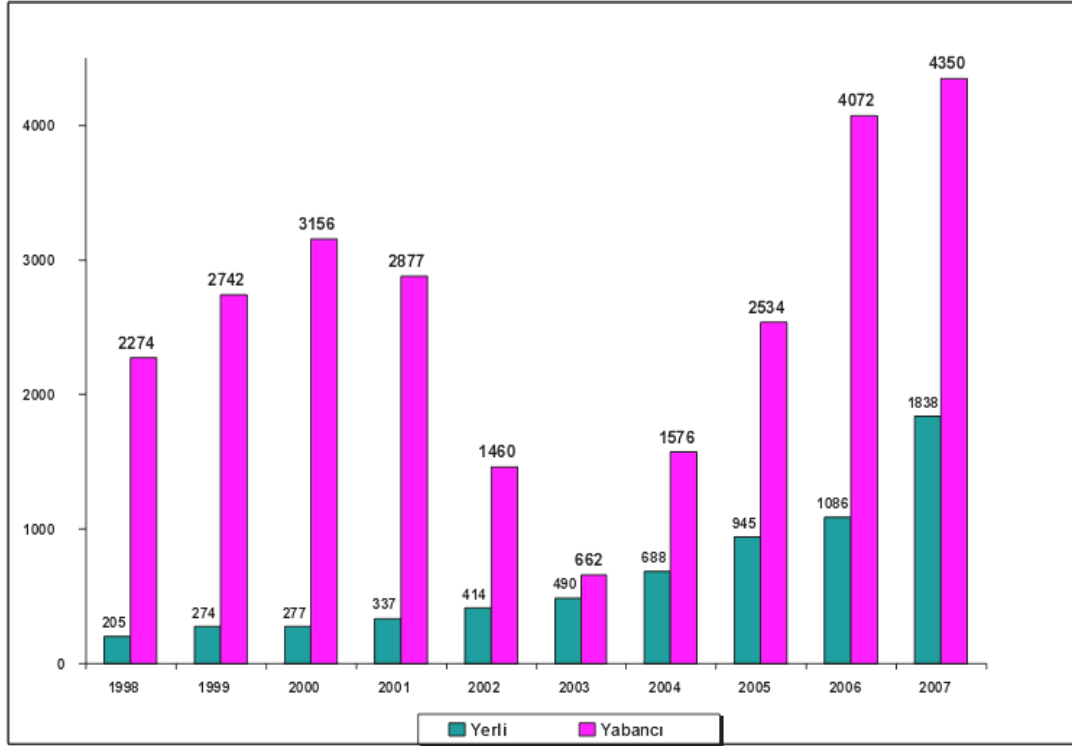
Çizelge 2.4’de 2006 yılında çeşitli ülkelerdeki üçlü patent sayıları verilmiştir. En fazla üçlü patent sayısı ABD’ye aittir. ABD’yi Japonya ve Almanya izlemektedir. Türkiye’de ise 2006 yılındaki üçlü patent sayısı 22’dir.

Çizelge 2.4. Üçlü patent sayıları (2006) [1]

Ülkeler	Üçlü Patent Sayıları (2006)
ABD	15 942
Almanya	6171
Brezilya	65
Çek Cumhuriyeti	17
Çin	484
Danimarka	277
Estonya	3
Fransa	2499
İngiltere	1663
İtalya	767
Japonya	14 187
Kore	2785
Lüksemburg	23
Meksika	17
Norveç	131
Portekiz	10
Slovak Cumhuriyeti	4
Şili	5
Türkiye	22
Yeni Zelanda	54
Yunanistan	15

Şekil 2.1’de gösterilen 1998–2007 yılları arasındaki Türkiye’deki yerli ve yabancı patent başvuru sayılarına bakıldığında yerli başvuru sayısında sürekli bir artış gözlenmesiyle beraber 2007 yılında önemli bir artış sağlanmıştır. Yerli başvuru sayılarındaki artış oranı; 2004 yılında % 40, 2005 yılında % 37, 2006 yılında % 15 olarak gerçekleşmiş, 2007 yılında ise % 69 artış sağlanmıştır. Özellikle, doğrudan yapılan ulusal yerli başvuruların % 80 civarında artması, başvurularda beklenen artışın başladığını göstermektedir.

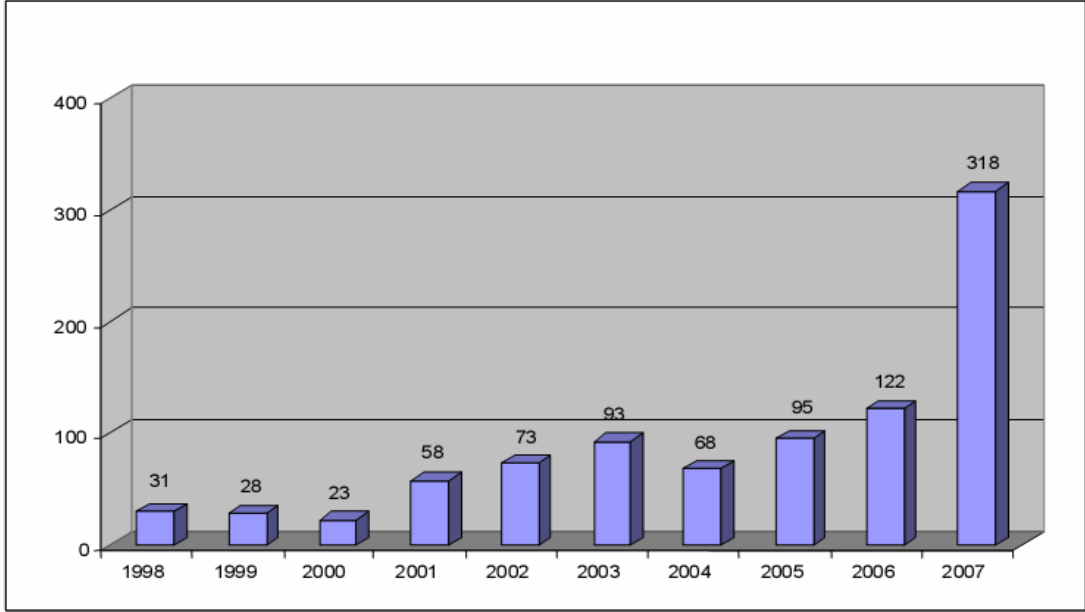
2007 yılında gerçekleşen yerli başvuru sayısındaki artışın ana nedeni olarak, araştırma ve inceleme yapılacak teknolojik alan sayısının artırılması ve yerli buluş sahiplerinin finansal yönden desteklenmesi amacıyla TÜBİTAK (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu) ve TPE (Türk Patent Enstitüsü) işbirliğinde gerçekleştirilen “Patent Teşvik Sistemi”nin uygulanması gösterilebilir. Ayrıca, araştırma ve incelemenin bazı alanlarda TPE’de yapılması ve patent konusunda kamuda oluşan bilincin artmasının da önemli etkisi olduğu düşünülmektedir. Önümüzdeki yıllarda da yerli başvuru sayılarında önemli artışlar kaydedilmeye devam edilmesi beklenmektedir. Türkiye’nin 1 Kasım 2000 tarihinde Avrupa Patent Sözleşmesine katılımı ile birlikte yabancı başvuru sayılarında 2002 yılından itibaren azalma gözlenmiş, ancak bir Avrupa patenti başvurusunun sonuçlandırılma süresinin ortalama 40-44 ay alması nedeniyle 2004 yılından itibaren önemli ölçüde artışlar kaydedilmiştir [5] .



Şekil 2.1. 1998-2007 Türkiye’deki yerli ve yabancı patent başvuruları [5]

TPE’ye yapılan patent başvuruları üç grupta değerlendirilebilir. Bunlar: Doğrudan TPE’ye yapılan yerli ve yabancı başvurular, Patent İşbirliği Antlaşması aracılığıyla yapılan yerli ve yabancı başvurular ve Avrupa Patent Sözleşmesi aracılığıyla Türkçe istemleri ve fasikülleri TPE’ye sunulan Avrupa patenti başvuru ve patentleridir.

Şekil 2.2’de Türkiye’deki yerli patent tescil sayıları gösterilmiştir [5]. Yerli patent tescillerinde 2007 yılında % 161 artış sağlanmıştır. Başvurularda sağlanan artışa bağlı olarak önümüzdeki yıllarda patent tescil sayılarının daha da artması beklenmektedir.



Şekil 2.2. Türkiye’deki yerli patent tescil sayıları (1998–2007) [5]

2.1.4. Bilimsel yayın sayısı

Uluslararası bilimsel dergilerde yer alan yayın sayıları, bilimsel üretim bakımından diğer bir gösterge olarak kabul edilmektedir. Bilimsel hakem değerlendirmesinden geçmeden bilimsel yayın kabul edilmeyen ve binlerce derginin taranmasına dayanan Fen Bilimleri Atıf Endeksi’ndeki (SCI - Science Citation Index) dergilerde yer alan yayınların dikkate alınması ile bilimsel yayınlara bir standart getirilmiştir.

Çizelge 2.5’de, 2007 yılına ait SCI’e giren yayın sayısına göre 30 ülkenin sıralaması yer almaktadır. 209 694 yayın sayısı ile ABD, 52 895 yayın sayısı ile Japonya, 47 121 yayın sayısı ile İngiltere ve ilk üç sırayı oluşturmaktadır. Türkiye de 8637 yayın sayısı ile 14. sıradadır.

Çizelge 2.5. SCI'ya giren yayın sayısına göre 2007 yılı ülke sıralaması [6]

Ülkeler	Yayın Sayısı
ABD	209 694
Japonya	52 895
İngiltere	47 121
Almanya	44 407
Fransa	30 740
Kanada	27 799
İtalya	26 544
İspanya	20 980
Kore	18 467
Avustralya	17 830
Hollanda	14 209
İsveç	9914
İsviçre	9190
Türkiye	8637
Polonya	7136
Belçika	7070
Danimarka	5235
Finlandiya	4988
Yunanistan	4980
Avusturya	4825
Meksika	4222
Norveç	4078
Çek Cumhuriyeti	3688
Portekiz	3424
Yeni Zelanda	3172
İrlanda	2487
Macaristan	2452
Slovak Cumhuriyeti	970
İzlanda	232
Lüksemburg	73

Çizelge 2.6'da yıllar bazında Türkiye'nin SCI'ya giren makale sayıları yer almaktadır. Türkiye, SCI verilerine göre 1995 yılında 1714 olan toplam makale yayın sayısını 2000 yılında 3484'e, 2007'de 8637'ye yükseltmiştir.

Çizelge 2.6. SCI veri tabanına göre Türkiye'de makale sayıları [6]

Yıl	Türkiye'deki Makale Sayısı
1995	1714
1996	2228
1997	2480
1998	2795
1999	3222
2000	3484
2001	4150
2002	5226
2003	6038
2004	7434
2005	7816
2006	8180
2007	8637

3. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ, ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ, VZA/AHP SIRALI METODU VE LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Çalışmanın bu bölümünde; veri zarflama analizi, analitik hiyerarşi prosesi ve VZA/AHP sıralı metodu hakkında genel bilgiler verilmiş, literatür incelemesi yapılmıştır.

3.1. Veri Zarflama Analizi (VZA)

3.1.1. Giriş

VZA, birden çok ve farklı ölçeklerle ölçülmüş girdi ve çıktılarının karşılaştırılmasının zor olduğu durumlarda, karar verme birimlerinin görelî performanslarını ölçmeyi amaçlayan doğrusal programlamaya dayalı bir tekniktir [8].

VZA, literatürdeki adıyla ‘Data Envelopment Analysis’, doğrusal programlama teorisinin prensiplerine dayanan ve spesifik olarak karar verme birimlerinin (literatürdeki adıyla ‘Decision Making Units’ ya da ‘DMU’s’) görelî verimliliğini tahmin etmek için tasarlanmış parametrik olmayan bir yöntemdir. VZA’da ‘karar verme birimi’ terimi, birtakım girdileri birtakım çıktılara dönüştürmekten sorumlu işletme veya ekonomik kuruluşlar olarak tanımlanır. Bu tanıma şirketler, organizasyonlar, şirket içerisindeki departmanlar, şehirler, hükümet programları da dahil edilebilmektedir [8].

VZA, ilk olarak 1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından, ürettikleri mal ya da hizmet açısından birbirine benzer ekonomik karar birimlerinin ‘görelî’ etkinliklerinin ölçülmesi amacıyla geliştirilmiş olan parametrik olmayan bir etkinlik ölçütüdür. İlk başta, kar amacı gütmeyen işletmelerin karşılaştırmalı etkinliğinin ölçülmesini hedefleyen bu yöntem, daha sonraları kar amaçlı üretim ve hizmet sektörlerinde de işletmeler arası görelî etkinliğin ölçümünde yaygınca kullanılmaya başlanmıştır. Yöntemin getirdiği önemli bir yenilik; birçok girdi kullanılarak birçok

çıktının elde edildiği üretim ortamlarında, parametrik yöntemlerde olduğu gibi önceden belirlenmiş herhangi bir analitik üretim fonksiyonunun varlığının öngörülmesine gereksinim duymadan ölçüm yapabilmektedir [9].

VZA, her bir karar verme biriminin göreceli verimliliğini; gözlemlenen girdi ve çıktılardan, ağırlıklı çıktılardan ağırlıklı girdilere oranını hesaplayarak belirler. Her bir karar verme birimine ait her bir girdi ve çıktı için, bir optimizasyon prensibi çerçevesinde (simplex metodu tekrarlanarak) ağırlıklar seçilir. Charnes, Cooper ve Rhodes farklı karar birimleri için ortak ağırlıklar belirlemenin zorluklarını görerek, her bir birimin diğer birimlerle karşılaştırıldığında kendisini en iyi durumda gösteren bir ağırlıklar kümesi benimsemesinin uygun olacağını öne sürmüşlerdir [8,10].

3.1.2. VZA ile ilgili literatür araştırması

Veri zarflama analizi; ilk olarak 1978’de Charnes, Cooper ve Rhodes’un “European Journal of Operational Research”de yayınlanan makaleleri ile ortaya çıkan, özel ve kamu sektörü organizasyonlarının performanslarını ölçmede yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir [11]. VZA çok sayıda girdi ve çıktılardan söz konusu olduğu durumlarda, karar verme birimleri arasında göreceli olarak etkinlik ölçümü yapar [12]. Bu yöntem özellikle kâr beklentisi olmayan kamu sektörü kuruluşlarında uygulanmaktadır [13].

1978’de Charnes, Cooper ve Rhodes’un (CCR) öne sürdüğü model, ölçeğe göre sabit getiri modelidir. Bu alanda ilk uygulamalar eğitim sektörü üzerine olmuştur [14]. 1984’te ise Banker, Charnes ve Cooper (BCC) tarafından ölçeğe göre değişken getiri (VRS-Variable Returns to Scale) modeli geliştirilmiştir [14].

Veri zarflama analizi yöntemi, tezin konusu olan Ar-Ge ile ilgili çalışmalarda önemli bir uygulama yeri bulmuştur. Bu çalışmalar şunlardır:

Lee ve Park (2005), Asya ülkelerinin (27 ülke) Ar-Ge etkinliğini sınıflandıran bir analiz çalışması yapmışlardır. Bu çalışma için veri zarflama analizi yöntemi kullanmışlardır [15].

Chen ve Lin (2006), Taiwan'daki 52 firma için veri zarflama analizini kullanarak Ar-ge performanslarını değerlendirmişlerdir [16].

Eilat, Golany ve Shtub (2006), Ar-ge projelerinin etkinliği üzerine bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmayı yaparken veri zarflama analizinden yararlanmışlardır [17].

Prieto ve Zofio (2007), farklı ekonomilere ait teknolojileri karşılaştırmaya dayalı bir girdi-çıkıtı modeli oluşturmuşlardır. Bu çalışmada parametrik olmayan veri zarflama analizi tekniklerinden yararlanmışlardır. Model, OECD ülkeleri veri setine uygulanmıştır [18].

Sueyoshi ve Goto (2009) , Japon makine ve elektrik endüstrisini karşılaştırmak için; veri zarflama analizi ve ayrıştırma çözümlemesinden yararlanmışlardır. Çalışmanın sonucu olarak, araştırma geliştirme harcamalarının Japon makine endüstrisi finansal performansını pozitif, elektrik ekipmanı endüstrisini ise negatif etkilediği vurgulanmıştır [19].

Lee, Park ve Choi (2009), çalışmalarında uluslararası araştırma geliştirme programlarının performansını ölçmek ve karşılaştırmak için veri zarflama analizini kullanmışlardır [20].

3.1.3. Temel VZA modelleri

VZA'nın temel çatısını oluşturan oransal model şu şekilde ifade edilmektedir:

$$e_k = \max \sum_{r=1}^t u_r Y_{rk} / \sum_{i=1}^m v_i X_{ik} \quad (3.1)$$

Kısıt:

$$\sum_{r=1}^t u_r Y_{rj} / \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \geq 1 ; j=1,2,\dots,n. \quad (3.2)$$

$$u_r \geq 0 ; r=1,2,\dots,t \quad (3.3)$$

$$v_i \geq 0 ; i=1,2,\dots,m \quad (3.4)$$

Notasyonlar:

e_k : k karar biriminin etkinliği

u_r : k karar birimi tarafından r'inci çıktıya verilen ağırlık

v_i : k karar birimi tarafından i'inci girdiye verilen ağırlık

Y_{rk} : k karar birimi tarafından üretilen r'inci çıktı

X_{ik} : k karar birimi tarafından üretilen i'inci girdi

Y_{rj} : j'inci karar birimi tarafından üretilen r'inci çıktı

X_{ij} : j'inci karar birimi tarafından üretilen i'inci girdi

n : Karar birimi sayısı

t : Çıktı sayısı

m : Girdi sayısı

Bu modelin çözümü, doğrusal bir model olmaması nedeniyle zordur. Bu nedenle Charnes ve Cooper'ın önerdiği "ağırlıklı doğrusal" VZA modeli elde edilmiştir [9].

Ağırlıklı VZA modeli aşağıdaki gibi formüle edilmektedir:

$$e_k = \max \sum_{r=1}^t u_r Y_{rk} \quad (3.5)$$

t m

$$\sum_{r=1}^t u_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \geq 0 ; j=1, \dots, n. \quad (3.6)$$

$$\sum_{i=1}^m v_i X_{ik} = 1 \quad (3.7)$$

$$u_r \geq 0 ; r=1, 2, \dots, t \quad (3.8)$$

$$v_i \geq 0 ; i=1, 2, \dots, m \quad (3.9)$$

Bu modele göre; karar verme birimi (k) etkin ise amaç fonksiyonunun değeri 1'e eşit olur ve bu karar birimiyle ilgili kısıt 0'a eşitlenir. Etkinliği ölçülen karar verme birimi etkin değilse, bu durumda da amaç fonksiyonunun değeri 1'den küçük olacaktır. Etkin hale getirebilmek için uygun bir referans kümesi belirlenir. Bunun için etkin olmayan karar birimlerinin çözümünde ortaya çıkan çıktıya ve girdiye verilen ağırlık değerleri (u_r ve v_i) tüm kısıtlarda yerine koyulur; sıfıra eşitlenen kısıt, karar verme birimi referans kümesine girer.

3.1.4.VZA'nın uygulama aşamaları

VZA'nın uygulanabilmesi için gerekli olan bazı adımlar vardır. Bu adımlar şunlardır [21] :

Adım 1: Karar birimlerinin seçimi,

Adım 2: Girdi ve çıktıların seçimi,

Adım 3: Tüm karar birimleri için girdi ve çıktı verilerinin elde edilmesi,

Adım 4: Görel verimliliğin ölçülmesi,

Adım 5: Verimli olmayan karar birimleri için hedef belirlenmesi,

Adım 6: Sonuçların değerlendirilmesi.

3.1.5. VZA'nın uygulamasındaki amaçlar

VZA'nın uygulanmasındaki amaçlar şunlardır [22]:

- Karşılaştırılan birimlerin her biri için girdi-çıktı boyutlarından herhangi birinde görece etkinsizliğin kaynaklarının ve miktarlarının belirlenmesi,
- Etkinliğe göre birimlerin sınıflandırılması,
- Karşılaştırılan birimlerin yönetimlerinin değerlendirilmesi,
- Birimlerin kontrolü dışındaki program ve politikaların verimliliklerini değerlendirmek ve program etkinsizliği ile yönetsel etkinsizliği ayırt etmek,
- Değerlendirme altındaki birimler için kaynakların yeniden atanması amacıyla niceliksel bir temel oluşturulması,
- Birimler arasındaki karşılaştırma ile doğrudan doğruya ilişkili olmayan amaçlar için etkin birimlerin ya da etkin girdi-çıktı ilişkilerinin belirlenmesi,
- Spesifik girdi-çıktı ilişkileri için yürürlükteki standartların gerçekleşen performansa göre incelenmesi ve gözden geçirilmesi,
- Önceki çalışmalardaki sonuçların karşılaştırılması.

3.2. Analitik Hiyerarşi Prosesi

3.2.1.Giriş

Analitik Hiyerarşi Prosesi, 1970'lerde Profesör Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen birden çok kriterli karmaşık problemlerin çözümünde kullanılan bir karar verme yöntemidir. AHP, karar vericilerin karmaşık problemleri; problemin ana

hedefi, kriterleri, alt kriterler ve alternatifleri arasındaki ilişkiyi gösteren hiyerarşik yapıda modellemelerine yardımcı olur.

AHP, karar hiyerarşisinin tanımlanabilmesi için kullanılan, kararı etkileyen faktörler yönünden karar noktalarının yüzde dağılımlarını veren bir karar verme ve tahminleme yöntemidir. AHP'nin en önemli özelliği; karar vericinin hem objektif hem de subjektif düşüncelerinin karar sürecine dahil edilmesidir. Yani bu yöntemde bilgi, deneyim, bireyin düşünceleri ve önsezileri mantıksal bir şekilde birleştirilir. AHP çok geniş bir uygulama alanına sahiptir ve birçok karar problemlerinde etkin olarak kullanılmaktadır.

Profesör Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen Analitik Hiyerarşi Prosesi, 1970 yılından itibaren gittikçe genişleyen bir uygulama alanına sahip olmuştur. Ar-Ge konusunda, AHP uygulamasına yönelik fazla bir çalışmaya rastlanamamıştır. Huang ve diğerleri (2008), bulanık analitik hiyerarşi prosesi metodu ile Taiwan'daki endüstriyel teknolojik geliştirme programını değerlendirmişlerdir [23].

3.2.2. AHP'nin uygulama alanları

AHP birbirinden farklı birçok kararı inceleyerek, karar vermede yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. AHP, geliştirildiği 1970'li yıllardan bugüne kadar çeşitli alanlarda kullanılmıştır. İnsan kaynakları, finans, pazarlama, nükleer teknoloji, üretim, satınalma, matematik, bilgi teknolojileri seçimi, satış, çevre bilimleri ve daha birçok alanda uygulamaları vardır.

3.2.3. AHP'nin avantajları

Saat'ye göre AHP'nin esas özellikleri ve avantajları şunlardır [24]:

- *Model teklifi ve benzersizliği (Unity)* : AHP birçok karar verme problemine uygulanabilen, anlaşılması kolay esnek bir yöntemdir.

- *Karmaşıklık (Complexity)* : AHP karar verme sürecinde kullanılan faktörlere ilişkin hem yerel hem de global ağırlıkları incelemeye fırsat verir.
- *Bağımlılık (Interdependence)* : AHP’de tek yönlü bir bağımlılık söz konusudur.
- *Hiyerarşik yapılanma (Hierarchy structuring)* : AHP karar verme problemlerinin hiyerarşik yapılanmasında birinci seviyede amaç, ikinci seviyede faktörler, üçüncü seviyede de alternatifler yer alır.
- *Ölçme (Measurement)* : AHP, karar verme sürecinde kullanılan faktörleri ikili karşılaştırmalar kullanarak ölçer ve her faktör ve alt faktör için bir ağırlık değeri hesaplar.
- *Uyumluluk (Consistency)* : AHP, karar verme sürecinde kullanılan ikili karşılaştırma karar matrisinin tutarlılığını inceler ve daha hassas ve mantıklı sonuçlar alınmasını sağlar.
- *Birleştirmek (Synthesis)* : AHP her alternatif için bir öncelik değeri hesaplar.
- *Ödünleşim (Tradeoffs)* : AHP, karar verme sürecinde kullanılan faktörlere bağlı olarak alternatif önceliklerini belirler ve sonucunda bu öncelikleri birleştirir.
- *Yargı ve grup uyumu (Judgement and consenceus)* : AHP karar verme sürecinde birden fazla karar vericinin yargılarını birleştirmeye imkan sağlar.
- *Sürecin tekrarı (Process repetition)* : AHP karar vericilerin yargılarını karar verme sürecinde değiştirmesine imkan sağlayan esnek bir yöntemdir, ayrıca karar verme sürecinde kullanılan faktör ve alt faktörlerin değiştirilmesine de imkan sağlar.

3.2.4. AHP ve ölçek kullanımı

AHP uygulamasının sonuçlarının etkili olması için kişilerin, konuyu iyi bir şekilde bilmeleri gerekmektedir. Bu nedenle AHP uygulamasında konuyla ilgili olan

kişilerin bir mülakatla veya anketle görüşleri alınır. Sonuçların tutarlı olabilmesi için görüşleri alınan kişilerin konularında uzman veya orta dereceli bilgi sahibi olmaları tercih edilir. Çünkü AHP’de elde edilen sonuçlar tamamen bu kişilerin verdikleri yargı ve kararlara bağlıdır. Bu yargılar ile ikili karşılaştırma matrisi oluşturularak, yargılar sayısal verilere dönüştürülür.

Saaty, skala değeri olarak 1-9 ölçeğini gerçekleştirmiş ve yaptığı çalışmalarında da kullanmıştır. Saaty’ye göre 1-9 ölçeği en iyi sonuçların elde edilmesini sağlamaktadır. Bunun dışında 1-5, 1-7, 1-15, 1-20 ve hatta 1-90 gibi ölçekler uygun çözümü elde etmede kullanılmaktadır [25]. Çizelge 3.1 ’de Saaty önem skalası verilmiştir.

Çizelge 3.1. Saaty önem skalası

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit önemli	İki faaliyet amaca eşit düzeyde katkıda bulunur.
3	Birinin diğerine göre çok az önemli olması	Tecrübe ve yargı bir tercihi diğerine çok az derecede tercih ettirir.
5	Kuvvetli derecede önemli	Tecrübe ve yargı bir tercihi diğerine kuvvetli bir şekilde tercih ettirir.
7	Çok kuvvetli düzeyde önemli	Bir faaliyet güçlü bir şekilde tercih edilir ve baskınlığı uygulamada rahatlıkla görülür.
9	Aşırı derecede önemli	Bir faaliyetin diğerine tercih edilmesine ilişkin kanıtlar çok büyük bir güvenilirliğe sahiptir.
2,4,6,8	Ortalama değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanmak üzere yukarıda listelenen yargılar arasına düşen değerler.

Eğer i kriteri j kriteri ile karşılaştırıldığında Çizelge 3.1 ’de bulunan değerlerden birini alıyorsa; j kriteri ile i kriterinin karşılaştırma değeri, i ve j kriterlerinin aldığı değerlerin çarpımına göre tersidir. Kısaca; $a_{ji}=1/a_{ij}$ ’dir.

AHP çözümlenirken, Çizelge 3.1’de görüldüğü gibi üst sınır “9” ile sınırlandırılmıştır. Bunun çeşitli nedenleri vardır [25]:

- Nitelik bakımından farklılıklar pratikte anlamlı olup, karşılaştırılan sayıların aynı büyüklük sırasından gelmesi ya da karşılaştırmayı yapmak için kullanılan özellikler ile ilgili olarak birbirine yakın olması yapılan çalışmaya büyük bir doğruluk kazandırmaktadır.
- Nitelik bakımından farklılıkları oluşturma 5 simge tarafından (zayıf, vasat, orta, iyi ve çok iyi) iyi bir şekilde temsil edilebilir. Daha fazla doğruluk gerektiğinde, birbirine yakın simgeler arasında uzlaşma sağlanabilir.
- Rakamları değerlendirmek için çoğu kez kullanılan pratik bir yöntem, hislerimizi üç kategoride sınıflandırmaktır. Bunlar yüksek, orta ve düşük seviyelerdir. Daha detaylı bir sınıflandırma için ise bu kategorilerin her biri tekrar kendi içerisinde yüksek, orta, düşük sınıflamasına tabi tutulur. Anlam farklılıkları her zaman 9 değişik tür ifade etmektedir. Bu nedenle 9 rakamının üstüne çıkılmaması gerekmektedir.
- Bir matrisin elemanları çok büyük sayılardan oluşuyorsa, bu durum daha büyük tutarsızlıklar meydana getirebilir.

3.2.5. AHP’nin teorik temelleri

- *Aksiyom 1* : Karşılıklı Olma (Reciprocal Condition) : Eğer bir a kriteri b kriterine göre x kez daha önemli ise, b kriteri de a’ya göre 1/x kez daha önemlidir. $a_{ij}=x$ ise $a_{ji}=1/x$ ’tir.
- *Aksiyom 2* : Homojenlik (Homogeneity) : İkili karşılaştırmalarda a ve b kriterleri için birinin diğerine göre ∞ kez üstün kabul edilemez. Yani $a_{ij} \neq \infty$ dır. Kullanılan ölçek 1-9 aralığında olduğu için a_{ij} değerleri de 1/9, 1/8,....., 1,, 7, 8, 9 aralığında bir değer olacaktır.

- *Aksiyom 3* : Bağımsızlık (Independence) : Kriterler kendi aralarında ve alternatiflerden bağımsızdırlar.
- *Aksiyom 4* : Beklenti (Expectations) : Karar verme problemi hiyerarşik yapıda sunulabilir.

3.2.6. Analitik hiyerarşi prosesi uygulama adımları

Analitik Hiyerarşi Prosesinin uygulama adımları şu şekildedir [26]:

1. Problemin tanımlanması ve bu problemdeki hedefin belirlenmesi,
2. Hedeflerden başlamak sureti ile, orta seviyede kriterleri ve en alt düzeyde de alternatifleri (seçenek) sırası ile hiyerarşik yapıya oturtma,
3. Hangi alternatif ya da kriterin hangisine baskın olduğunu belirlemek için, Saaty'nin önem skalasını kullanarak hem alternatifler (en alt düzey), hem de kriterler (orta düzey) arasındaki ikili karşılaştırmaların yapılması ve ikili karşılaştırma matrislerinin ($n \times n$) boyutunda hazırlanması,
4. İkili karşılaştırma matrisinde her sütun için, sütun toplamalarının alınması ve matristeki elemanların ilgili sütun toplamına bölünerek matrisin normalize edilmesi,
5. Normalize edilmiş olan matriste her alternatif ya da kriter için oluşmuş satır toplamalarının alınması. (bu aşamada hesaplanan değerler kriterler ya da seçenekler için öncelik değerleridir ve bu değerlerin oluşturduğu matris ise öncelik vektör matrisidir.)
6. Öncelik vektörü ile oluşturulan öncelik matrisindeki, her kriter ya da seçenek için elde edilmiş olan öncelik değerlerinin, o kriter ya da seçeneğe ait ikili karşılaştırma matrisinde bulunan sütundaki tüm elemanlarla çarpılması. (bu

aşamada hesaplanan değerlerle oluşturulan matris ağırlıklandırılmış toplam matristir.)

7. Ağırlıklandırılmış toplam matristeki satır toplam değerlerinin, 5. Adımda elde edilen öncelik matrisi satır değerlerine bölünmesi ve oluşan (nx1) boyutundaki son matrisdeki değerlerin aritmetik ortalamasının alınması ile λ_{\max} değerinin hesaplanması.

8. Tutarlılık indeksinin hesaplanması.

$$CI = (\lambda_{\max} - n)/(n - 1) \quad CI : \text{Tutarlılık İndeksi}$$

9. CI'nın kullanılması ile tutarlılık oranının hesaplanması.

Çizelge 3.2'de ortalama rassal tutarlılık (RI) değerleri gösterilmiştir.

$$CR = CI/RI \quad CR : \text{Tutarlılık Oranı}$$

RI : Ortalama Rassal Tutarlılık

AHP'de tutarlılık oranı 0,10 değerinden küçük çıkmalıdır. Bulunan bu değer 0,10 'dan büyük ise ikili karşılaştırma matrisi incelenmeli ve yapılacak düzenlemenin ardından adımlar tekrar edilmelidir.

10. Kriterler bazında hesaplanan alternatif öncelikleri ile, kriterlerin kendi aralarında ikili karşılaştırılmaları sonucu elde edilen kriter önceliklerinin her alternatif için çarpılması ile ulaşılmak istenen son öncelik değerinin hesaplanması,

11. Kriterler bazında hesaplanan alternatif öncelikleri ile, kriterlerin kendi aralarında ikili karşılaştırılmaları sonucu elde edilen kriter önceliklerinin her alternatif için çarpılması ile ulaşılmak istenen son öncelik değerinin hesaplanması.

Çizelge 3.2. Ortalama rassal tutarlılık (RI) değerleri

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

3.3. VZA/AHP Sıralı Metodu

3.3.1. Giriş

Veri Zarflama Analizi yönteminde karar verme birimleri, etkin veya etkin olmayan diye iki sınıfa ayrılır. Ancak karar verme birimleri birbirine göre değerlendirilemez.

AHP tekniğinde ise, karar vermede etkili olan kriterler sübjektif olarak değerlendirilir. Böylece farklı kişiler farklı sonuçlar elde edebilirler.

Her iki tekniğin dezavantajlarını gidermek için VZA/AHP sıralı metodu önerilmiştir. Bu metod iki aşamalıdır. İlk aşamada, VZA tekniği kullanılarak birimler “etkin” ve “etkin olmayan” olmak üzere iki sınıfa ayrılır. İkinci aşamada ise; birinci aşamada bulunan sonuçlar AHP tekniği kullanılarak sınıflandırılır ve karar verme birimleri için etkinlik sıralaması bulunur.

Kısacası VZA/AHP sıralı metodu her iki tekniğin de avantajlarını bünyesinde barındırmaktadır. Bu çalışmada da VZA/AHP sıralı metodu kullanılarak; birimler sadece etkinlik bakımından değerlendirilmemiş, aynı zamanda karar verme birimleri için etkinlik sıralaması bulunmuştur.

3.3.2. Literatürde VZA/AHP

Literatürü incelediğimizde; Ar-Ge ile ilgili, VZA/AHP sıralı metodu uygulanarak yapılan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak tezde kullanılan yöntem VZA/AHP sıralı metodu olduğu için; bu yöntemin uygulandığı çalışmalar aşağıda verilmiştir:

Stern, Mehrez ve Hadad (2000), çalışmalarında birden çok girdi ve çıktıya sahip organizasyon birimleri için iki aşamalı bir model önermişlerdir. İlk aşamada birimlere veri zarflama analizi, ikinci aşamada ise analitik hiyerarşi prosesi uygulamışlardır [27].

Yang ve Kuo (2003), çalışmalarında tesis yerleşim probleminin çözümü için, hiyerarşik AHP ve VZA yaklaşımını önermişlerdir. Nitelik performans ölçümleri AHP'yle değerlendirilmiştir. Daha sonra VZA, çoklu kriterli tesis yerleşim problemini çözmek için uygulanmıştır [28].

Rouyandegn (2004), İran Amir Kabir Üniversitesi fakültelerinin etkinliğini VZA/AHP sıralı metodu ile ölçmüştür [29].

Korpela, Lehmusvaara ve Nisonen (2007), depo operatör ağı seçimi için birleştirilmiş AHP ve VZA yaklaşımını önermişlerdir [30].

Wang, Liu ve Elhag (2008), çalışmalarında birleştirilmiş AHP-VZA metodolojisini önermişlerdir. Önceki köprü şekillerini temel alan yüzlerce veya binlerce köprü şekillerinin risklerini değerlendirmişlerdir. AHP-VZA metodolojisinde; AHP kriterleri belirlemek için, VZA değerleri belirlemek için kullanılmıştır [31].

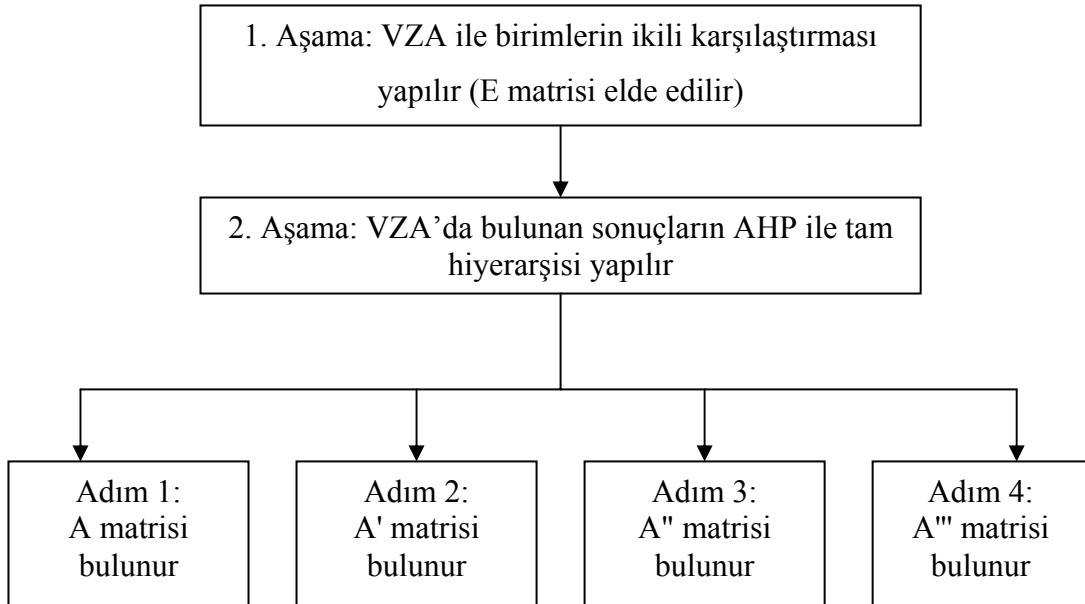
Giokas ve Pentzaropoulos (2008), OECD'ye üye 30 ülkenin telekomünikasyon sektörünün etkinliğini hem veri zarflama analizi hem de AHP yöntemi kullanarak ölçmüşlerdir [32].

Tseng ve Lee (2009), VZA/AHP modeliyle insan kaynaklı aktiviteler ve organizasyon performansı değişkenleri arasındaki ilişkiyi bulmaya çalışmışlardır. Bu çalışmayı Tayvan elektronik endüstrisindeki 129 kuruluş ve Çin'deki 112 kuruluş kolu için uygulamışlardır. İnsan kaynaklı aktivitelerin organizasyon performansı üzerindeki etkisi gösterilmiş ve karşılaştırma yapılmıştır [33].

Sueyoshi, Shang ve Chiang (2009), bir otomobil kiralama şirketinin birimleri için birleştirilmiş VZA ve AHP uygulamışlardır [34].

3.3.3. VZA/AHP sıralı metodu

VZA/AHP sıralı metodu iki aşamalı bir metottur. Birinci aşamada VZA ile birimlerin ikili karşılaştırması yapılır. İkinci aşamada birinci aşamada bulunan sonuçların AHP ile tam hiyerarşisi yapılır [27]. VZA/AHP sıralı metodun uygulama aşamaları Şekil 3.1'de gösterilmektedir.



Şekil 3.1. VZA/AHP sıralı metodun uygulama aşamaları

1. Aşama:

K ($k=1,2,\dots,n$) karar birimi (DMU_k) değerlendirilmesi gerekir. Her karar birimi, m sayıdaki girdiyi s sayıdaki çıktı üretimi için kullanılır. Örnek olarak DMU_k , x_{ik} ($i=1,2,\dots,m$) girdiyi y_{rk} ($r=1,2,\dots,s$) çıktının üretimi için kullanır. X ($s \times n$) ve Y ($m \times n$); sırasıyla girdi ve çıktı matrislerinin miktarlarıdır. VZA'da her birim, tüm birimlerle karşılaştırılırken VZA/AHP sıralı metodunda karar birimleri birbirine göre ikili karşılaştırılırlar.

Amaç fonksiyonu:

$$e_{k,k'} = \max \sum_{r=1}^s u_r y_{rk} / \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} \quad (3.10)$$

Kısıt:

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rk} / \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} \leq 1 \quad k=1, \dots, n \quad (3.11)$$

$$u_r \geq 0 \quad r=1,2,\dots,s, \quad v_i \geq 0 \quad i=1,2,\dots,m \quad (3.12)$$

Modelde:

$e_{k,k'}$: k karar biriminin, k' karar birimine göre etkinliği ($k'=1, \dots, n$ ve $k=1, \dots, n$ $k \neq k'$)

u_r : k karar birimi tarafından r'inci çıktıya verilen ağırlık

v_i : k karar birimi tarafından i'inci girdiye verilen ağırlık

y_{rk} : k karar birimi tarafından üretilen r'inci çıktı

x_{ik} : k karar birimi tarafından üretilen i'inci girdi

y_{r1} : l'inci karar birimi tarafından üretilen r'inci çıktı

x_{i1} : l'inci karar birimi tarafından üretilen i'inci girdi

n : Karar birimi sayısı

s : Çıktı sayısı

m : Girdi sayısı

Yukarıda verilen model, ağırlıklı doğrusal modele dönüştürülerek aşağıdaki şekilde formüle edilir:

$$e_{k,k'} = \max \sum_{r=1}^s u_r y_{rk} \quad (3.13)$$

Kısıt:

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{i1} = 1 \quad (3.14)$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rk} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} \leq 1 \quad (3.15)$$

$$u_r \geq 0 \quad r=1,2,\dots,s, \quad v_i \geq 0 \quad i=1,2,\dots,m \quad (3.16)$$

Ağırlıklı doğrusal modelin çözülmesiyle $e_{k,k'}$ elemanları bulunur ve ikili karşılaştırmalı E matrisi elde edilir. ($k'=1,\dots,n$ ve $k=1,\dots,n$ $k \neq k'$)

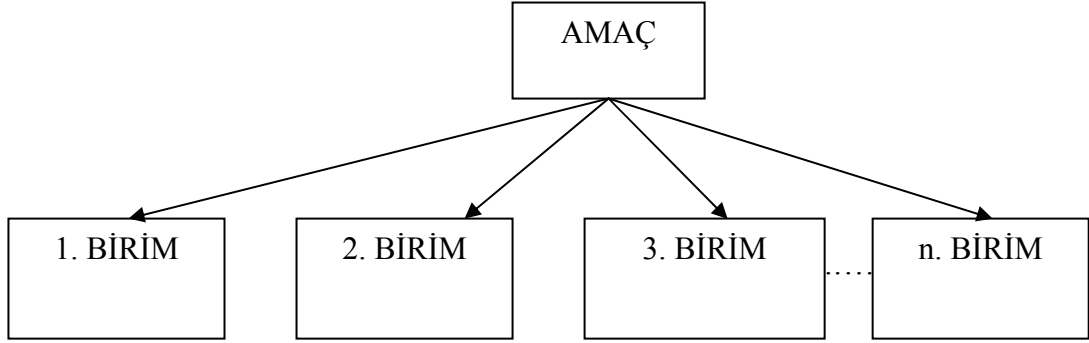
Çizelge 3.3. VZA/AHP modelinin E matrisi [29]

	1	2	3	...	N
1	1	$e_{1,2}$	$e_{1,3}$	...	$e_{1,n}$
2	$e_{2,1}$	1	$e_{2,3}$	...	$e_{2,n}$
3	$e_{3,1}$	$e_{3,2}$	1	...	$e_{3,n}$
.
.
.
n	$e_{n,1}$	$e_{n,2}$	$e_{n,3}$	...	1

2. Aşama:

VZA/AHP sıralı metodu, sürecinin ikinci aşamasında ise iki seviyeli AHP modeli verilmektedir.

Şekil 3.2’de birinci seviyede amaç, bunu takip eden ikinci seviyede ise n birim bulunmaktadır.



Şekil 3.2. İki seviyeli AHP [29]

Bu aşamada kullanılan algoritmanın adımları şöyledir:

Adım 1:

İkili karşılaştırmalı matrisin elemanları $a_{k,k'} = e_{k,k'} / e_{k',k}$ formülünden bulunur. (Bu formül, k kurum birimin verimliliğini k' kurum birimine göre göstermektedir.)

Çizelge 3.4. VZA/AHP modelinin ikili karşılaştırmalı matrisi [29]

	1	2	3	...	N
1	1	$a_{1,2}$	$a_{1,3}$	...	$a_{1,n}$
2	$a_{2,1}$	1	$a_{2,3}$	...	$a_{2,n}$
3	$a_{3,1}$	$a_{3,2}$	1	...	$a_{3,n}$
.
.
.
n	$a_{n,1}$	$a_{n,2}$	$a_{n,3}$	...	1

İkili karşılaştırma matrisi bulunduktan sonra her bir sütundaki değerler toplanır.

Adım 2:

Bu işlemden sonra adım 1'deki matristeki her bir eleman o sütun toplamına bölünür.

(A') matrisi: $a'_{k,k} = a_{k,k} / \sum_{k=1}^n a_{k,k}$ elde edilen matris normalleştirilmiş matristir.

Çizelge 3.5. VZA/AHP modelinin normalleştirilmiş ikili karşılaştırma matrisi (A') [29]

	1	2	3	...	N
1	1	$a'_{1,2}$	$a'_{1,3}$	...	$a'_{1,n}$
2	$a'_{2,1}$	1	$a'_{2,3}$	...	$a'_{2,n}$
3	$a'_{3,1}$	$a'_{3,2}$	1	...	$a'_{3,n}$
.
.
.
n	$a'_{n,1}$	$a'_{n,2}$	$a'_{n,3}$	...	1

Adım 3: Satırlar toplanarak, sütun vektörü elemanları bulunur. (A'') $a''_k = \sum_{k=1}^n a'_{k,k}$

Çizelge 3.6. A' matrisinden bulunan A'' matrisi [29]

1	a''_1
2	a''_2
3	a''_3
.	.
.	.
.	.
n	a''_n

Adım 4: Sütun vektörü normalize edilerek (A''') $a'''_k = a''_k / \sum_{k=1}^n a''_k$ bulunur, Bu da

Çizelge 3.7'de gösterilmektedir.

Çizelge 3.7. A" matrisinden bulunan A''' matrisi [29]

1	a^m_1
2	a^m_2
3	a^m_3
.	.
.	.
.	.
n	a^m_n

4. OECD ÜLKELERİNİN AR-GE ETKİNLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Bu bölümde OECD ülkelerinin Ar-Ge etkinliklerinin düzeyinin belirlenmesi için bir etkinlik değerlendirme çalışması yapılmıştır. Bu amaçla önce OECD genel olarak tanıtılmıştır.

4.1. Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı'na Genel Bakış

Uluslararası ekonomik bir örgüt olan OECD; 14 Aralık 1960 tarihinde imzalanan Paris Sözleşmesi'ne dayanılarak kurulmuştur. Avrupa'nın Marshall Planı çerçevesinde yeniden yapılanması amacıyla 1948 yılında kurulan Avrupa Ekonomik İşbirliği Örgütü'nün mirasçısıdır.

Avrupa'nın yeniden yapılanması maksadıyla, 2. Dünya Savaşı'ndan sonra Amerika ve Kanada tarafından sağlanan yardımın yönetilmesine yönelik olarak Avrupa Ekonomik İşbirliği Teşkilatı kurulmuştur. 1961 yılında Avrupa Ekonomik İşbirliği Teşkilatı, Avrupa Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı'na yani OECD'ye dönüşmüştür.

Avrupa Ekonomik İşbirliği Konferansı 12 Temmuz 1947'de Paris'te toplanmıştır. 16 Nisan 1948'de de Avrupa Ekonomik İşbirliği Örgütü Anlaşması imzalanmıştır. Bu konvansiyon 16 ülkenin katılımıyla gerçekleşmiştir. Bu ülkeler: Avusturya, Belçika, Danimarka, Fransa, Yunanistan, İzlanda, İrlanda, İtalya, Lüksemburg, Norveç, Hollanda, Portekiz, İngiltere, İsveç, İsviçre ve Türkiye'dir. Topluluğa 1955'te Almanya, 1959'da ise İspanya katılmıştır. Türkiye, 29 Mart 1961 Tarih ve 293 sayılı yasa ile OECD'ye katılmıştır.

Örgütün adı 30 Eylül 1961'de Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü şeklinde değiştirilmiştir. Uluslararası Enerji Ajansı 1974 tarihinde OECD bünyesine katılmıştır. Uluslararası Çalışma Örgütü, Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü, Dünya Bankası, Birleşmiş Milletler Mülteciler Yüksek Komisyonu, Uluslararası Para Fonu, Dünya Ticaret Örgütü, Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı, Avrupa Konseyi

gibi kuruluşlar OECD komitelerine katılırlar ve temsil edilirler. Avrupa Birliği gözlemci statüsüyle OECD’de temsil edilmektedir. Avrupa Toplulukları Komisyonu OECD’nin faaliyetlerinde aktif olarak görev alır.

OECD'nin 20 kurucu üyesi bulunmaktadır. Bu ülkeler: Türkiye, ABD, Kanada, Fransa, Hollanda, Belçika, Lüksemburg, Federal Almanya, İtalya, Portekiz, İngiltere, Danimarka, İrlanda, Yunanistan, İsviçre, Avusturya, İsveç, İzlanda, Norveç ve Avrupa Topluluğu’dur.

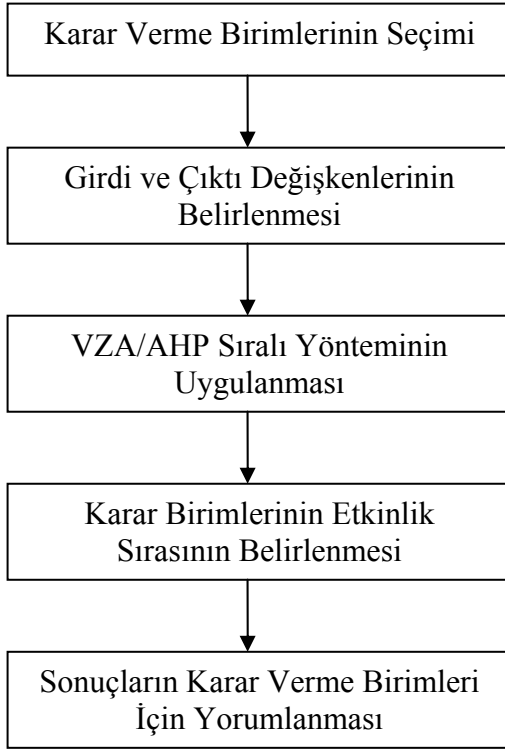
Daha sonra; Japonya, Finlandiya, Avustralya, Yeni Zelanda, Meksika, Çek Cumhuriyeti, Macaristan, Polonya, Güney Kore son olarak da Slovakya'nın örgüte üyeliği ile teşkilata üye ülke sayısı 30'a yükselmiştir.

4.2. VZA/AHP Sıralı Metodu ile OECD Ülkelerinin Ar-Ge Etkinlik Düzeyinin Belirlenmesi

4.2.1. Araştırma yöntemi

Uygulama genel olarak aşağıdaki aşamalardan oluşmaktadır (Şekil 4.1) :

1. Aynı kararların uygulandığı, benzer organizasyona sahip olan karar verme birimlerinin seçimi,
2. Karar verme birimlerinin etkinliğinin ölçülebilmesi için, bu birimlere ait girdi ve çıktı değişkenlerinin belirlenmesi,
3. VZA/AHP sıralı yönteminin uygulanması,
4. Karar birimlerinin etkinlik sırasının belirlenmesi,
5. Sonuçların karar verme birimleri için yorumlanması.



Şekil 4.1. Araştırmanın uygulama aşamaları

4.2.2. Karar birimlerinin seçimi

Bu çalışmada, OECD'ye üye olan 30 ülke incelenmiştir. Bu ülkeler Çizelge 4.1'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.1. Karar verme birimleri

SIRA NO	ÜLKE ADI	SIRA NO	ÜLKE ADI
1	AVUSTRALYA	16	KORE
2	AVUSTURYA	17	LÜKSEMBURG
3	BELÇİKA	18	MEKSİKA
4	KANADA	19	HOLLANDA
5	ÇEK CUMHURİYETİ	20	YENİ ZELANDA
6	DANİMARKA	21	NORVEÇ
7	FİNLANDİYA	22	POLONYA
8	FRANSA	23	PORTEKİZ
9	ALMANYA	24	SLOVAK CUMHURİYETİ
10	YUNANİSTAN	25	İSPANYA
11	MACARİSTAN	26	İSVEÇ
12	İZLANDA	27	İSVİÇRE
13	İRLANDA	28	TÜRKİYE
14	İTALYA	29	İNGİLTERE
15	JAPONYA	30	AMERİKA BİRLEŞİK DEVLETLERİ

4.2.3. Değişken seçimi

OECD'ye üye ülkelerin Ar-Ge faaliyetleriyle ilgili çalışmaları incelendiğinde çeşitli değişkenlerin kullanıldığını görmekteyiz. Seçilen girdi ve çıktılarda; girdi sayısı m , çıktı sayısı p ise en az $m+p+1$ tane karar birimine ihtiyaç vardır. Çalışmaya alınan karar birimi sayısı 30 olduğundan girdi ve çıktı sayısının toplamının en fazla 29 olması, çalışmanın sonuçlarının güvenilirliği açısından gerekli bir kısıttır. Gerek verilere ulaşmanın zorluğu, gerekse daha önce Lee ve Park'ın (2005) yaptığı çalışmanın [15] sonucu; değişken sayısı, 2 girdi ve 2 çıktı olmak üzere 4 olarak

belirlenmiştir. Girdi değişkenleri: kişi başına Ar-Ge harcamaları ve araştırmacı sayısı; çıktı değişkenleri: üçlü patent sayıları ve bilimsel yayın sayıları olarak belirlenmiştir. Girdilerin çıktılara dönüşmesindeki zaman periyodu bu çalışmada oldukça önemlidir. Ar-Ge girdilerinin Ar-Ge çıktılarına dönüşmesi için 3 veya 5 yıllık bir zaman dilimi geçmelidir [15]. Bu yüzden; bu çalışmada, girdi verilerinin 1999-2003 yılları arasındaki ortalama değerleri incelenmiştir. Çıktı verilerinin ise 2004 yılındaki değerleri dikkate alınmıştır.

4.2.4. VZA/AHP sıralı metodun uygulanması

Birinci aşama: VZA ile karar birimlerinin ikili karşılaştırması yapılır. OECD'ye üye olan 30 ülkenin kişi başına Ar-Ge harcamaları, araştırmacı sayıları, üçlü patent sayıları ve bilimsel yayın sayıları incelenmiş, incelenen değişkenler ve değerleri Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Girdi ve çıktı değerleri

OECD ÜLKELER	GİRDİLER		ÇIKTILAR	
	Kişi Başına Ar-ge Harcamaları (\$) Ortalama (1999-2003)	Araştırmacı Sayısı Ortalama (1999-2003)	Üçlü Patent Sayıları (2004)	Bilimsel Yayın Sayıları (2004)
AVUSTRALYA	387	63 302	349	14 788
AVUSTURYA	462	18 715	263	4526
BELÇİKA	461	27 851	339	5984
KANADA	455	97 251	538	22 626
ÇEK CUMHURİYETİ	155	13 099	14	2622
DANİMARKA	511	17 718	230	4988
FİNLANDİYA	631	31 109	347	5098
FRANSA	511	159 558	2370	31 317
ALMANYA	561	243 252	5792	43 623
YUNANİSTAN	89	12 856	6	3329
MACARİSTAN	75	12 056	33	2479
İZLANDA	556	1444	3	174
İRLANDA	287	7516	54	1665
İTALYA	229	67 739	735	22 313
JAPONYA	715	640 427	13 622	57 420
KORE	330	100 643	935	11 037
LÜKSEMBURG	921	1646	23	46
MEKSİKA	32	21 006	11	3209
HOLLANDA	515	39 029	1238	12 602
YENİ ZELANDA	193	8516	44	2903
NORVEÇ	588	17 893	92	3252
POLONYA	60	55 172	9	5686
PORTEKİZ	105	14 690	6	2142
SLOVAK CUMHURİYETİ	85	9861	2	955
İSPANYA	170	60 805	169	15 570
İSVEÇ	819	38 399	679	10 314
İSVİÇRE	739	24 105	819	8107
TÜRKİYE	30	19 813	9	4098
İNGİLTERE	423	154 500	1666	47 660
AMERİKA BİRLEŞİK DEVLETLERİ	825	1 236 870	14 236	200 870

30 ülke için ikili karşılaştırma yapılırken, 900 model oluşturulmuş ve modeller LINDO paket programı ile çözülmüştür. 1. karar birimine ait ağırlıklı doğrusal modelin bir kısmı aşağıda verilmiş olup, tamamı Ek-1'dedir. Modelin LINDO çıktıları Ek-2'de verilmiştir.

Model şu şekildedir:

$$e_{1,2} = \text{Max } 349u_1 + 14788u_2$$

Kısıt:

$$349u_1 + 14788u_2 - 387v_1 - 63302v_2 \leq 0$$

$$263u_1 + 4526u_2 - 462v_1 - 18715v_2 \leq 0$$

$$387v_1 + 63302v_2 = 1$$

$$u_1 \geq 0$$

$$u_2 \geq 0$$

$$v_1 \geq 0$$

$$v_2 \geq 0$$

$$e_{1,3} = \text{Max } 349u_1 + 14788u_2$$

Kısıt:

$$349u_1 + 14788u_2 - 387v_1 - 63302v_2 \leq 0$$

$$339u_1 + 5984u_2 - 461v_1 - 27851v_2 \leq 0$$

$$387v_1 + 63302v_2 = 1$$

$$u_1 \geq 0$$

$$u_2 \geq 0$$

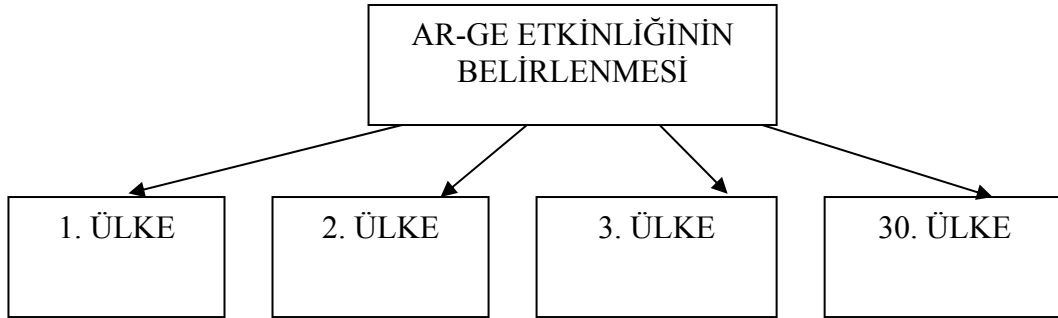
$$v_1 \geq 0$$

$$v_2 \geq 0$$

-
-
-
-

30 ülkeye ait ağırlıklı doğrusal modellerin çözülmesiyle ikili karşılaştırmalı E matrisi elde edilir. E matrisi değerleri Çizelge 4.3’de gösterilmiştir.

İkinci Aşama: Birinci aşamada bulunan sonuçların AHP ile tam hiyerarşisi yapılır. Uygulamaya ait iki seviyeli AHP diyagramı Şekil 4.2’de verilmektedir. Birinci seviyede amaç, bunu takip eden ikinci seviyede ise 30 birim bulunmaktadır.



Şekil 4.2. Uygulamanın AHP diyagramı

Bu aşama 4 adımdan oluşmaktadır. Aşamamın adımları şöyledir:

Adım 1: $a_{k,k'} = e_{k,k'} / e_{k',k}$ formülünden A matrisi (Çizelge 4.4) elde edilir.

Çizelge 4.4. (Devam) A matrisi değerleri

Ülkeler	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	1,1362	1,9387	1	0,7092	1	1	1	1	1	1
2	1	2,0072	1,0917	1	1	1	1	1	0,7489	1
3	1	1,7831	1	1	1	1	1	1	0,6654	1
4	1,1314	1,9308	1	0,7063	1	1	1	1	1	1
5	0,9734	1	1	0,6076	1	1	1	1	0,6913	1
6	1	2,3364	1,2709	1	1	1	1	1	0,8718	1
7	1	1,3599	1	1	1	1	1	1	0,5075	1
8	1	1,6289	1	1	1	1,5989	1,0630	1	1	1
9	1	1,4883	1	1	1	1,6353	1,7041	1	1	1
10	1	1	1	0,7861	1	1	1	1	1	1
11	1	1,3175	1	0,6242	1	1	1	1	1	1
12	0,7590	1	0,5439	0,3658	1	1	1	1	0,3731	0,4021
13	1	1,8385	1	0,6725	1	1	1	1	0,6860	1
14	1,6020	2,7337	1,4869	1	1	1	1	1	1	1
15	1	1	1	1	1	1	1,5223	1	1	1
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17	1	1	1	1	0,6569	1	1	1	0,4405	1
18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19	1	2,6802	1,4577	1	1	1	2,2701	1	1	1
20	1	2,4869	1	1	1	1	1	1	1	1
21	1	1,5082	0,9533	0,5517	1	1	1	1	0,5628	1
22	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23	0,7091	1	1	0,4426	1	1	1	0,9544	0,8336	1
24	0,4709	1	1	0,2940	1	0,8831	1	0,6339	0,4591	0,7469
25	1,0154	1,3379	1	1	1	1	1	1	1	1
26	1	2,2291	1,2125	1	1	1	1,2655	1	0,8318	1
27	1	2,7917	1,5183	1	1	1	2,4319	1	1	1
28	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
29	1,5003	2,5601	1,3925	1	1	1,1607	1	1,1235	1	1
30	1	1,3478	1	1	1	1,2390	1	1,0631	1	1

Çizelge 4.4. (Devam) A matrisi değerleri

Ülkeler	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	1,0722	1	1,6023	2,4125	1	1	1	1	0,7572	1
2	1,3306	1	1	1	1	0,9003	0,8930	1	1	1
3	1,1823	1	1	1,1554	1	1	1	1	1	1
4	1,0759	1	1,5956	2,4026	1	1	1	1	0,7542	1
5	1	1	1	1,5057	0,7817	1	1	1	0,6488	1
6	1,5491	1	1	1	1	1	0,8897	1	1	1
7	1	1	1	1	1	0,6633	0,7364	1	1	1
8	1,0800	1	1,3460	2,0267	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1,2300	1,8518	1	1	1	1	1	1
10	1	1	1,1427	2,3014	1	1	1	1	0,8394	1
11	1	1	1,4102	2,1235	0,9848	1	1	1	0,6665	1
12	0,6630	1	1	1	0,7474	0,4486	0,3582	1	0,3906	0,7419
13	1,0489	1	1	1	1	0,8247	0,6586	1	0,7181	1
14	1,8125	1	2,2593	3,4013	1	1	1	1	1	1
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16	1	1	1	1,1323	1	1	1	1	0,8615	0,8071
17	1	1	1	1	1	0,7902	0,4112	1	1	1
18	1	1	1,0477	1,5775	1	1	1	1	0,8900	0,9406
19	1,7768	1	1,1996	2,1781	1	1,2022	1	1	1	1
20	1	1	1	1,3388	1	1	1	1	1	1
21	1	1	1	1	1	0,6766	0,5403	1	1	1
22	1	1	1	1	1	1	1	0,6937	0,8410	0,6345
23	1	1	1	1,5057	0,5694	1	1	0,8991	0,4726	0,8978
24	1	1	0,6641	1	0,3782	0,8921	1	0,4682	0,3139	0,5963
25	1	1	1,7562	2,6441	1	1	1	1	0,8300	1
26	1,4779	1	1	1,1209	1	1	1	1	1	1
27	1,8508	1	1	1	1	1	1	1	1	1
28	1	1,4415	1,1122	2,1358	1	1	1	1	1	1
29	1	1,1890	2,1159	3,1857	1,2048	1	1	1	1	1
30	1	1,5760	1,1138	1,6770	1	1	1	1	1	1

Adım 2: Adım 1'deki matristeki her bir eleman o sütun toplamına bölünür ve A' matrisi elde edilir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. A' matrisi değerleri

Ülkeler	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,0345	0,0336	0,0335	0,0346	0,0365	0,0343	0,0312	0,0354	0,0355	0,0335
2	0,0345	0,0336	0,0335	0,0346	0,0313	0,0343	0,0312	0,0354	0,0355	0,0335
3	0,0345	0,0336	0,0335	0,0319	0,0313	0,0343	0,0341	0,0354	0,0355	0,0335
4	0,0345	0,0336	0,0363	0,0346	0,0363	0,0343	0,0312	0,0354	0,0355	0,0335
5	0,0295	0,0336	0,0335	0,0297	0,0313	0,0343	0,0312	0,0354	0,0355	0,0335
6	0,0345	0,0336	0,0335	0,0346	0,0313	0,0343	0,0312	0,0354	0,0355	0,0335
7	0,0345	0,0336	0,0307	0,0346	0,0313	0,0343	0,0312	0,0296	0,0324	0,0335
8	0,0345	0,0336	0,0335	0,0346	0,0313	0,0343	0,0374	0,0354	0,0355	0,0335
9	0,0345	0,0336	0,0335	0,0346	0,0313	0,0343	0,0342	0,0354	0,0355	0,0335
10	0,0345	0,0336	0,0335	0,0346	0,0313	0,0343	0,0312	0,0354	0,0355	0,0335
11	0,0303	0,0336	0,0335	0,0305	0,0321	0,0343	0,0312	0,0354	0,0355	0,0335
12	0,0178	0,0167	0,0188	0,0179	0,0313	0,0146	0,0230	0,0217	0,0238	0,0335
13	0,0345	0,0308	0,0335	0,0346	0,0313	0,0270	0,0312	0,0354	0,0355	0,0335
14	0,0486	0,0336	0,0335	0,0489	0,0515	0,0343	0,0312	0,0354	0,0355	0,0427
15	0,0345	0,0336	0,0335	0,0346	0,0313	0,0343	0,0312	0,0354	0,0355	0,0335
16	0,0345	0,0336	0,0335	0,0346	0,0313	0,0343	0,0312	0,0221	0,0217	0,0335
17	0,0345	0,0336	0,0335	0,0346	0,0313	0,0343	0,0312	0,0333	0,0208	0,0335
18	0,0345	0,0336	0,0335	0,0346	0,0313	0,0343	0,0312	0,0354	0,0355	0,0335
19	0,0345	0,0449	0,0504	0,0346	0,0452	0,0393	0,0616	0,0354	0,0355	0,0335
20	0,0345	0,0336	0,0335	0,0346	0,0313	0,0343	0,0312	0,0354	0,0355	0,0335
21	0,0322	0,0252	0,0284	0,0321	0,0313	0,0221	0,0312	0,0328	0,0355	0,0335
22	0,0345	0,0336	0,0335	0,0346	0,0313	0,0343	0,0312	0,0354	0,0355	0,0335
23	0,0215	0,0336	0,0335	0,0216	0,0313	0,0343	0,0312	0,0263	0,0288	0,0293
24	0,0143	0,0336	0,0290	0,0144	0,0207	0,0343	0,0312	0,0175	0,0191	0,0145
25	0,0345	0,0336	0,0335	0,0346	0,0400	0,0343	0,0312	0,0354	0,0355	0,0335
26	0,0345	0,0373	0,0335	0,0346	0,0313	0,0343	0,0471	0,0354	0,0355	0,0335
27	0,0345	0,0376	0,0335	0,0346	0,0313	0,0385	0,0424	0,0354	0,0355	0,0335
28	0,0345	0,0336	0,0335	0,0346	0,0313	0,0343	0,0312	0,0354	0,0355	0,0335
29	0,0456	0,0336	0,0335	0,0458	0,0482	0,0343	0,0312	0,0354	0,0355	0,0400
30	0,0345	0,0336	0,0335	0,0346	0,0313	0,0343	0,0312	0,0354	0,0355	0,0335

Çizelge 4.5. (Devam) A' matrisi değerleri

Ülkeler	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0,0375	0,0401	0,0313	0,0275	0,0337	0,0317	0,0291	0,0335	0,0389	0,0343
2	0,0330	0,0415	0,0341	0,0388	0,0337	0,0317	0,0291	0,0335	0,0291	0,0343
3	0,0330	0,0369	0,0313	0,0388	0,0337	0,0317	0,0291	0,0335	0,0259	0,0343
4	0,0373	0,0399	0,0313	0,0274	0,0337	0,0317	0,0291	0,0335	0,0389	0,0343
5	0,0321	0,0207	0,0313	0,0235	0,0337	0,0317	0,0291	0,0335	0,0269	0,0343
6	0,0330	0,0483	0,0398	0,0388	0,0337	0,0317	0,0291	0,0335	0,0339	0,0343
7	0,0330	0,0281	0,0313	0,0388	0,0337	0,0317	0,0291	0,0335	0,0197	0,0343
8	0,0330	0,0337	0,0313	0,0388	0,0337	0,0507	0,0310	0,0335	0,0389	0,0343
9	0,0330	0,0308	0,0313	0,0388	0,0337	0,0518	0,0497	0,0335	0,0389	0,0343
10	0,0330	0,0207	0,0313	0,0305	0,0337	0,0317	0,0291	0,0335	0,0389	0,0343
11	0,0330	0,0272	0,0313	0,0242	0,0337	0,0317	0,0291	0,0335	0,0389	0,0343
12	0,0250	0,0207	0,0170	0,0142	0,0337	0,0317	0,0291	0,0335	0,0145	0,0137
13	0,0330	0,0380	0,0313	0,0261	0,0337	0,0317	0,0291	0,0335	0,0267	0,0343
14	0,0528	0,0565	0,0465	0,0388	0,0337	0,0317	0,0291	0,0335	0,0389	0,0343
15	0,0330	0,0207	0,0313	0,0388	0,0337	0,0317	0,0444	0,0335	0,0389	0,0343
16	0,0330	0,0207	0,0313	0,0388	0,0337	0,0317	0,0291	0,0335	0,0389	0,0343
17	0,0330	0,0207	0,0313	0,0388	0,0221	0,0317	0,0291	0,0335	0,0171	0,0343
18	0,0330	0,0207	0,0313	0,0388	0,0337	0,0317	0,0291	0,0335	0,0389	0,0343
19	0,0330	0,0554	0,0456	0,0388	0,0337	0,0317	0,0662	0,0335	0,0389	0,0343
20	0,0330	0,0514	0,0313	0,0388	0,0337	0,0317	0,0291	0,0335	0,0389	0,0343
21	0,0330	0,0312	0,0298	0,0214	0,0337	0,0317	0,0291	0,0335	0,0219	0,0343
22	0,0330	0,0207	0,0313	0,0388	0,0337	0,0317	0,0291	0,0335	0,0389	0,0343
23	0,0234	0,0207	0,0313	0,0171	0,0337	0,0317	0,0291	0,0320	0,0324	0,0343
24	0,0155	0,0207	0,0313	0,0114	0,0337	0,0280	0,0291	0,0212	0,0178	0,0256
25	0,0335	0,0276	0,0313	0,0388	0,0337	0,0317	0,0291	0,0335	0,0389	0,0343
26	0,0330	0,0461	0,0379	0,0388	0,0337	0,0317	0,0369	0,0335	0,0324	0,0343
27	0,0330	0,0577	0,0475	0,0388	0,0337	0,0317	0,0709	0,0335	0,0389	0,0343
28	0,0330	0,0207	0,0313	0,0388	0,0337	0,0317	0,0291	0,0335	0,0389	0,0343
29	0,0495	0,0529	0,0436	0,0388	0,0337	0,0368	0,0291	0,0377	0,0389	0,0343
30	0,0330	0,0279	0,0313	0,0388	0,0337	0,0393	0,0291	0,0357	0,0389	0,0343

Çizelge 4.5. (Devam) A' matrisi değerleri

Ülkeler	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	0,0316	0,0320	0,0450	0,0495	0,0358	0,0352	0,0363	0,0344	0,0291	0,0349
2	0,0392	0,0320	0,0280	0,0205	0,0358	0,0317	0,0324	0,0344	0,0384	0,0349
3	0,0348	0,0320	0,0280	0,0237	0,0358	0,0352	0,0363	0,0344	0,0384	0,0349
4	0,0317	0,0320	0,0448	0,0493	0,0358	0,0352	0,0363	0,0344	0,0290	0,0349
5	0,0294	0,0320	0,0280	0,0309	0,0279	0,0352	0,0363	0,0344	0,0249	0,0349
6	0,0456	0,0320	0,0280	0,0205	0,0358	0,0352	0,0323	0,0344	0,0384	0,0349
7	0,0294	0,0320	0,0280	0,0205	0,0358	0,0233	0,0267	0,0344	0,0384	0,0349
8	0,0318	0,0320	0,0378	0,0416	0,0358	0,0352	0,0363	0,0344	0,0384	0,0349
9	0,0294	0,0320	0,0345	0,0380	0,0358	0,0352	0,0363	0,0344	0,0384	0,0349
10	0,0294	0,0320	0,0321	0,0472	0,0358	0,0352	0,0363	0,0344	0,0323	0,0349
11	0,0294	0,0320	0,0396	0,0436	0,0352	0,0352	0,0363	0,0344	0,0256	0,0349
12	0,0195	0,0320	0,0280	0,0205	0,0267	0,0157	0,0130	0,0344	0,0150	0,0259
13	0,0309	0,0320	0,0280	0,0205	0,0358	0,0290	0,0239	0,0344	0,0276	0,0349
14	0,0534	0,0320	0,0634	0,0698	0,0358	0,0352	0,0363	0,0344	0,0384	0,0349
15	0,0294	0,0320	0,0280	0,0205	0,0358	0,0352	0,0363	0,0344	0,0384	0,0349
16	0,0294	0,0320	0,0280	0,0232	0,0358	0,0352	0,0363	0,0344	0,0331	0,0282
17	0,0294	0,0320	0,0280	0,0205	0,0358	0,0278	0,0149	0,0344	0,0384	0,0349
18	0,0294	0,0320	0,0294	0,0324	0,0358	0,0352	0,0363	0,0344	0,0342	0,0328
19	0,0523	0,0320	0,0337	0,0447	0,0358	0,0423	0,0363	0,0344	0,0384	0,0349
20	0,0294	0,0320	0,0280	0,0275	0,0358	0,0352	0,0363	0,0344	0,0384	0,0349
21	0,0294	0,0320	0,0280	0,0205	0,0358	0,0238	0,0196	0,0344	0,0384	0,0349
22	0,0294	0,0320	0,0280	0,0205	0,0358	0,0352	0,0363	0,0238	0,0323	0,0221
23	0,0294	0,0320	0,0280	0,0309	0,0203	0,0352	0,0363	0,0309	0,0181	0,0313
24	0,0294	0,0320	0,0186	0,0205	0,0135	0,0314	0,0363	0,0161	0,0120	0,0208
25	0,0294	0,0320	0,0493	0,0543	0,0358	0,0352	0,0363	0,0344	0,0319	0,0349
26	0,0435	0,0320	0,0280	0,0230	0,0358	0,0352	0,0363	0,0344	0,0384	0,0349
27	0,0545	0,0320	0,0280	0,0205	0,0358	0,0352	0,0363	0,0344	0,0384	0,0349
28	0,0294	0,0461	0,0312	0,0438	0,0358	0,0352	0,0363	0,0344	0,0384	0,0349
29	0,0294	0,0381	0,0594	0,0654	0,0431	0,0352	0,0363	0,0344	0,0384	0,0349
30	0,0294	0,0505	0,0312	0,0344	0,0358	0,0352	0,0363	0,0344	0,0384	0,0349

Adım 3: Adım 2’de bulunan A' matrisindeki satırlar toplanarak, sütun vektörü elemanları bulunur. Böylece A" matrisi (Çizelge 4.6) elde edilir.

Çizelge 4.6. A" matrisi

OECD ÜLKELER	A"
1	1,0440
2	1,0035
3	0,9993
4	1,0457
5	0,9382
6	1,0306
7	0,9423
8	1,0607
9	1,0651
10	1,0037
11	0,9930
12	0,6829
13	0,9417
14	1,2246
15	1,1026
16	0,9509
17	0,9083
18	0,9943
19	1,2108
20	1,0250
21	0,9007
22	0,9578
23	0,8695
24	0,6935
25	1,0520
26	1,0568
27	1,1268
28	1,0279
29	1,1930
30	1,1399

Adım 4: Adım 3’de bulunan A" matrisindeki her bir eleman o sütun toplamına bölünür ve A''' matrisi (Çizelge 4.7) elde edilir.

Çizelge 4.7. A''' matrisi

OECD ÜLKELER	A'''
1	0,03459
2	0,03324
3	0,03311
4	0,03464
5	0,03108
6	0,03414
7	0,03122
8	0,03514
9	0,03529
10	0,03325
11	0,03290
12	0,02262
13	0,03120
14	0,04057
15	0,03653
16	0,03150
17	0,03009
18	0,03294
19	0,04011
20	0,03396
21	0,02984
22	0,03173
23	0,02881
24	0,02297
25	0,03485
26	0,03501
27	0,03733
28	0,03405
29	0,03952
30	0,03776

Çizelge 4.7’de yer alan A^{'''} matrisinden elde edilen değerlere göre 30 ülkenin etkinlik sırası Çizelge 4.8’de verilmiştir. Çizelge 4.8’den görüleceği üzere; en etkin olan 14. birim (0,04057) İtalya ve en az etkin 12. birim (0,02262) İzlanda’dır. Türkiye 0,03405 değeri ile 14. sırada yer almaktadır.

Çizelge 4.8. Ülkelerin etkinlik sıralaması

1. İtalya (en etkin)	16. Yunanistan
2. Hollanda	17. Avusturya
3. Birleşik Krallık	18. Belçika
4. Amerika Birleşik Devletleri	19. Meksika
5. İsviçre	20. Macaristan
6. Japonya	21. Polonya
7. Almanya	22. Kore
8. Fransa	23. Finlandiya
9. İsveç	24. İrlanda
10. İspanya	25. Çek Cumhuriyeti
11. Kanada	26. Lüksemburg
12. Avustralya	27. Norveç
13. Danimarka	28. Portekiz
14. Türkiye	29. Slovak Cumhuriyeti
15. Yeni Zelanda	30. İzlanda (en az etkin)

4.3. OECD Ülkelerinin Ar-Ge Etkinliklerinin Değerlendirilmesi

Ülkelerin etkinlik değerleri belirlenirken veri zarflama yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntemde amaç en az girdi değeriyle en çok çıktı elde etmektir. Herhangi bir ülke daha etkin hale getirilmek isteniyorsa ya girdiler azaltılıp çıktılar artırılır ya da aynı girdi değerleri ile daha fazla çıktı elde etmek yoluna gidilir.

Girdi ve çıktı değişkenleri arasındaki ilişkiyi matematiksel olarak tanımlamak için SPSS 13.0 paket programı kullanılarak bir regresyon analizi çalışması yapılmıştır. Yapılan regresyon analizinde üçlü patent sayısı bağımlı değişken olarak belirlenmiştir. Çünkü üçlü patent sayısı; kişi başına Ar-Ge harcamaları, araştırmacı sayısı ve bilimsel yayın sayısının değişimlerden etkilenen ve böylece bu değişkenlerle arasında bağıntı kurulmak istenen değişkendir. Analiz sonucunda yer alan “A” değeri; kişi başına Ar-Ge harcamalarını, “B” değeri; araştırmacı sayısını, “C” değeri; üçlü patent sayılarını, “D” değeri ise; bilimsel yayın sayılarını göstermektedir.

4.3.1. Kişi başına ar-ge harcamaları ile üçlü patent sayıları arasındaki ilişki

Kişi başına Ar-Ge harcamalarının üçlü patent sayıları üzerindeki etkisini incelemek için ANOVA testi uygulanmıştır. Test sonucunda elde edilen tablo Çizelge 4.9'da gösterilmektedir. ANOVA tablosundaki anlamlılık sütunundaki (Sig.) değer (0,012) kişi başına ar-ge harcamaları ile üçlü patent sayıları arasındaki ilişkinin $p < 0,05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Eğer bu sütundaki değer 0,05'in üzerinde olsaydı, ilişkinin anlamsız olduğu ortaya çıkacaktı.

Çizelge 4.9. Kişi başına ar-ge harcamaları ile üçlü patent sayıları arasındaki doğrusal modele ilişkin ANOVA tablosu

ANOVA						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	75489625	1	75489625	7,21	0,012
	Residual	293160784	28	10470028		
	Total	368650409	29			
a- Predictors(Constant) : A						
b- Dependent Variable: C						
Significant (p) is at the 0,05 level						

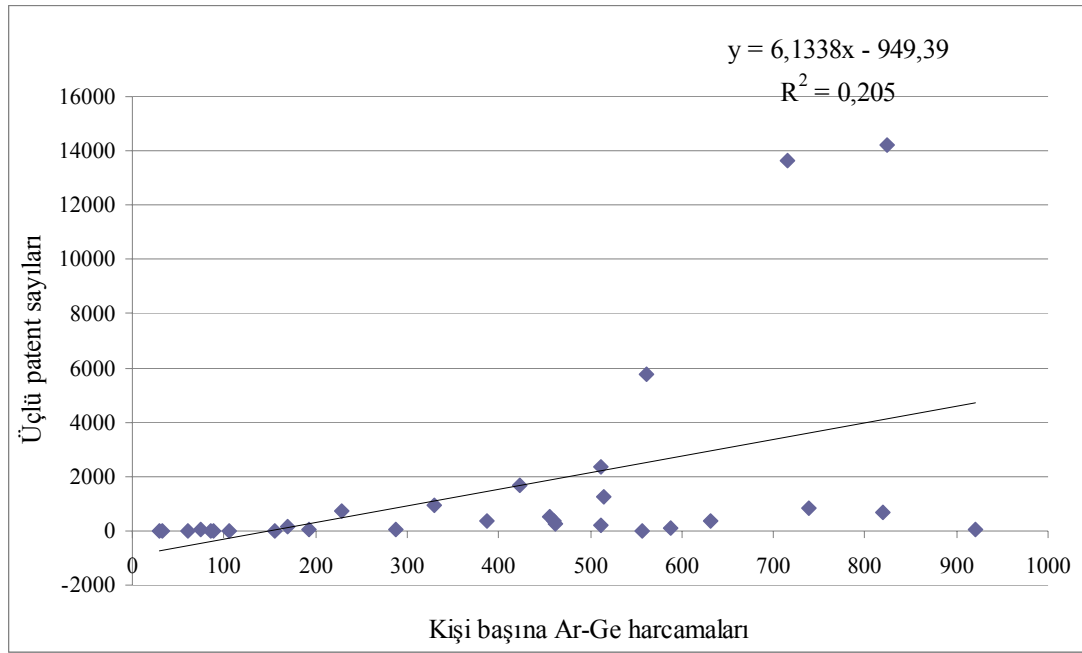
Çizelge 4.10'da üçlü patent sayılarının yaklaşık %20'sinin kişi başına Ar-Ge harcamalarına bağlı olarak değiştiği verilmiştir. Yani; kişi başına Ar-Ge

harcamalarıyla, üçlü patent sayıları arasında zayıf bir ilişki bulunmaktadır. Kişi başına Ar-Ge harcamalarıyla, üçlü patent sayıları arasındaki korelasyon değeri 0,453 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.10. Kişi başına ar-ge harcamaları ile üçlü patent sayıları arasındaki doğrusal modele ilişkin açıklama katsayısı

Model	R	R Square	Std. Error of the Estimate
1	0,453	0,205	3235,742

Kişi başına Ar-ge harcamaları ile üçlü patent sayıları arasındaki doğrusal ilişki Şekil 4.3'de gösterilmektedir.



Şekil 4.3. Kişi başına Ar-Ge harcamaları ile üçlü patent sayısı arasındaki ilişki

Kişi başına Ar-Ge harcamaları ile üçlü patent sayısı arasındaki doğrusal modele ilişkin regresyon katsayıları tablosundan (Çizelge 4.11) görüleceği üzere; Ar-Ge harcamaları ile üçlü patent sayısı arasındaki regresyon denklemi $Y=6,1338X-949,39$ 'dur. Bu denkleme göre; Ar-Ge harcamalarındaki bir birimlik artışın, üçlü

patent sayıları değerinde 6,1338 birimlik bir artışa neden olacağı, Ar-Ge harcaması yapılmadığında; ($X=0$) üçlü patent sayıları değerinin -949,39 olacağı söylenebilir. Elde edilen sabit değer (-949,39) negatif olduğundan anlamlı değildir.

Çizelge 4.11. Kişi başına ar-ge harcamaları ile üçlü patent sayısı arasındaki doğrusal modele ilişkin regresyon katsayıları

Model		Unstandardized Coefficients	
		B	Std. Error
1	(Constant)	-949,39	1082,395
	A	6,1338	2,283

4.3.2. Araştırmacı sayısı ile üçlü patent sayıları arasındaki ilişki

Araştırmacı sayısının üçlü patent sayıları üzerindeki etkisini incelemek için ANOVA testi uygulanmıştır. Test sonucunda elde edilen tablo Çizelge 4.12’de gösterilmektedir. ANOVA tablosundaki anlamlılık sütunundaki (Sig.) değer, (0,000) araştırmacı sayısı ile üçlü patent sayıları arasındaki ilişkinin $p < 0,05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.12. Araştırmacı sayısı ile üçlü patent sayıları arasındaki doğrusal modele ilişkin ANOVA tablosu

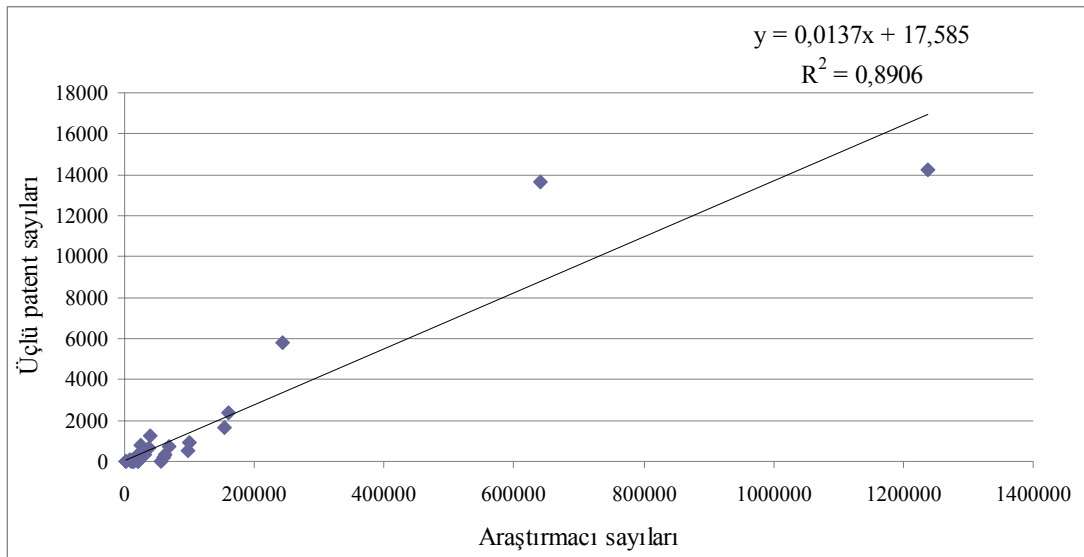
ANOVA						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	328327207	1	328327207	227,987	0,000
	Residual	40323202,7	28	1440114,38		
	Total	368650409	29			
a- Predictors(Constant): B						
b- Dependent Variable: C						
Significant (p) is at the 0,05 level						

Çizelge 4.13’de üçlü patent sayılarının yaklaşık % 89’unun araştırmacı sayılarına bağlı olarak değiştiği gösterilmektedir. Bu iki faktör arasındaki ilişki çok kuvvetli olup, araştırmacı sayıları ile üçlü patent sayıları arasındaki korelasyon değeri 0,944 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.13. Araştırmacı sayısı ile üçlü patent sayıları arasındaki doğrusal modele ilişkin açıklama katsayısı

Model	R	R Square	Std. Error of the Estimate
1	0,944	0,891	1200,048

Araştırmacı sayıları ile üçlü patent sayıları arasındaki doğrusal ilişki Şekil 4.4’de görülmektedir. Şekil 4.2’nin incelendiğinde de görüleceği üzere bir ülkede araştırmacı sayısı arttıkça alınan üçlü patent sayısı da artmaktadır.



Şekil 4.4. Araştırmacı sayıları ile üçlü patent sayısı arasındaki ilişki

Araştırmacı sayısı ile üçlü patent sayısı arasındaki doğrusal modele ilişkin regresyon katsayıları tablosundan (Çizelge 4.14) görüleceği üzere; araştırmacı sayısı ile üçlü patent sayısı arasındaki regresyon denklemi $Y=0,0137X+17,585$ ’dir. Bu denkleme göre; araştırmacı sayılarındaki bir birimlik artışın, üçlü patent sayıları değerinde

0,0137 birimlik bir artışa neden olacağı, araştırmacı sayısı olmadığı; ($X=0$) üçlü patent sayıları değerinin 17,585 olacağı söylenebilir.

Çizelge 4.14. Araştırmacı sayısı ile üçlü patent sayısı arasındaki doğrusal modele ilişkin regresyon katsayıları

Model		Unstandardized Coefficients	
		B	Std. Error
1	(Constant)	17,585	239,759
	B	0,0137	0,001

4.3.3. Bilimsel yayın sayıları ile üçlü patent sayıları arasındaki ilişki

Bilimsel yayın sayılarının üçlü patent sayıları üzerindeki etkisini incelemek için ANOVA testi uygulanmıştır. Test sonucunda elde edilen tablo Çizelge 4.15’de gösterilmektedir. ANOVA tablosundaki anlamlılık sütunundaki (Sig.) değer, (0,000) Bilimsel yayın sayıları ile üçlü patent sayıları arasındaki ilişkinin $p<0,05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.15. Bilimsel yayın sayıları ile üçlü patent sayıları arasındaki doğrusal modele ilişkin ANOVA tablosu

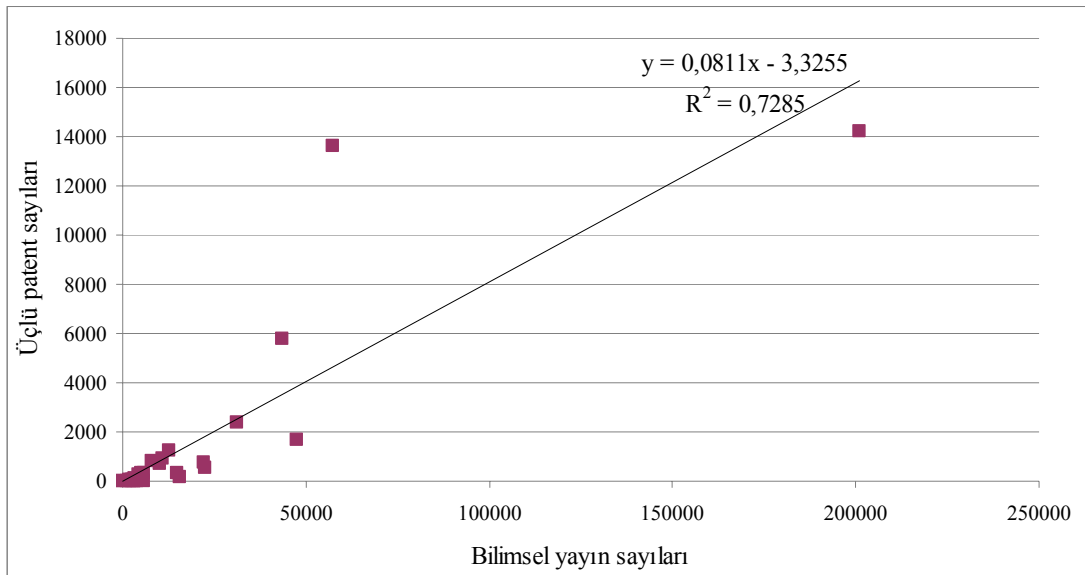
ANOVA						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	268569387	1	268569387	75,139	0,000
	Residual	100081022	28	3574322,23		
	Total	368650409	29			
a- Predictors (Constant) : D						
b- Dependent Variable: C						
Significant (p) is at the 0,05 level						

Çizelge 4.16’de üçlü patent sayılarının yaklaşık % 72’sinin bilimsel yayın sayılarına bağlı olarak değiştiği gösterilmektedir. Bu da iki faktör arasında kuvvetli bir ilişki olduğunu teyit etmektedir. Nitekim iki faktör arasındaki korelasyon 0.854 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.16. Bilimsel yayın sayıları ile üçlü patent sayıları arasındaki doğrusal modele ilişkin açıklama katsayısı

Model	R	R Square	Std. Error of the Estimate
1	0,854	0,729	1890,588

Bilimsel yayın sayısı ile üçlü patent sayıları arasındaki doğrusal ilişki Şekil 4.5'de görülmektedir. Şekil 4.5'den görüleceği üzere bir ülkenin bilimsel yayın sayısı arttıkça üçlü patent sayısı da artmaktadır.



Şekil 4.5. Bilimsel yayın sayıları ile üçlü patent sayısı arasındaki ilişki

Bilimsel yayın sayısı ile üçlü patent sayısı arasındaki doğrusal modele ilişkin regresyon katsayıları tablosundan (Çizelge 4.17) görüleceği üzere; bilimsel yayın sayıları ile üçlü patent sayısı arasındaki regresyon denklemi $Y=0,0811X-3,3255$ 'dir. Bu denkleme göre; bilimsel yayın sayılarındaki bir birimlik artışın, üçlü patent sayıları değerinde 0,0811 birimlik bir artışa neden olacağı, bilimsel yayın sayısı olmadığında; ($X=0$) üçlü patent sayıları değerinin -3,3255 olacağı söylenebilir.

Çizelge 4.17. Bilimsel yayın sayısı ile üçlü patent sayısı arasındaki doğrusal modele ilişkin regresyon katsayıları

Model		Unstandardized Coefficients	
		B	Std. Error
1	(Constant)	-3,3255	385,661
	D	0,0811	0,009

4.3.4. Tüm faktörler arasındaki korelasyonlar ve çoğul doğrusal modelleme

Faktörler arasındaki korelasyonlar Çizelge 4.18'de gösterilmiştir. Çizelge 4.18'in incelenmesinden görüldüğü üzere araştırmacı sayıları (B), bilimsel yayın sayıları (D) ve üçlü patent sayıları (C) arasında yüksek korelasyon bulunmaktadır. Bunun anlamı bir ülkede araştırmacı sayısı arttıkça bilimsel yayın sayısı ve alınan üçlü patent sayılarının artacağıdır. Kişi başına Ar-Ge harcamalarının (A) artmış olması üçlü patent sayılarının ve bilimsel makale sayılarının artması için tek başına yeterli görülmemektedir.

Çizelge 4.18. Tüm faktörler arasındaki korelasyonlar

		A	B	C	D
A	Correlation	1	0,405 (*)	0,453 (*)	0,391 (*)
B	Correlation	0,405 (*)	1	0,944 (**)	0,967 (**)
C	Correlation	0,453 (*)	0,944 (**)	1	0,854 (**)
D	Correlation	0,391 (*)	0,967 (**)	0,854 (**)	1
* Correlation is significant (p) at the 0,05 level.					
** Correlation is significant (p) at the 0,01 level.					

Tüm veriler doğrusal modele konulduğunda R^2 değeri 0,949'a yükselmiştir (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.19. A, B ve D faktörlerinin doğrusal regresyon modeline konulması ile yapılan analizde kullanılan doğrusal modele ilişkin açıklama katsayısı

Model	R	R Square	Std. Error of the Estimate
1	0,974	0,949	849,23

Kişi başına Ar-Ge harcamalarını içeren A girdisi modelden uzaklaştırıldığında R^2 değeri sadece 0,006 değer kaybetmektedir ve 0,943 değerini (Çizelge 4.20) almaktadır. Bu miktar ise önemli değildir. Bu nedenle kişi başına Ar-Ge harcamalarının (A faktörü) modelden uzaklaştırılmasında bir sakınca görülmemektedir. Ayrıca araştırmacı sayısı (B faktörü) için R^2 değerinin 0,891 (Bkz. Çizelge 4.13), olduğu dikkate alındığında bilimsel yayın sayısının (D faktörü) da modelden uzaklaştırılması halinde R^2 değerindeki azalışın 0,052 olduğu, üçlü patent sayılarının tahminde araştırmacı sayıları faktörünün büyük ölçüde yeterli olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.20. B ve D faktörlerinin doğrusal regresyon modeline konulması ile yapılan analizde kullanılan doğrusal modele ilişkin açıklama katsayısı

Model	R	R Square	Std. Error of the Estimate
1	0,971	0,943	881,118

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Teknolojik gelişmelerin ve rekabetin yoğun olduğu bu ortamda Ar-Ge kavramının anlaşılması ve gerekli çalışmaların yapılması, gelişmiş ülkelerle aradaki mesafenin kapanamayacak ölçüde açılmaması için oldukça önemlidir.

Ar-Ge'nin temel göstergelerinden; Ar-Ge harcamaları, patent sayıları, bilimsel yayın sayıları, araştırmacı sayıları ile ilgili yapılan değerlendirmelerde Türkiye'nin son yıllarda gelişme göstermesine karşın gelişmiş ülkeleri geriden izlediği görülmektedir. Bu da ülkemizde henüz istenen seviyede Ar-Ge faaliyetlerinin var olmadığını, Ar-Ge faaliyetlerine ayrılan kaynağın ve personelin yetersiz olduğunu göstermektedir.

Bu çalışmada; Ar-Ge etkinliği kavramına dikkat çekilmeye çalışılmış, OECD ülkelerinin Ar-Ge etkinlikleri VZA/AHP sıralı metodu ile ölçülmüştür. Kullanılan VZA/AHP sıralı metodu; karar birimlerini (OECD ülkeleri) sadece “etkin” veya “etkin değil” şeklinde sınıflandırmamış, aynı zamanda etkinlik sıralaması (karar birimlerinin) da yaparak veri zarflama analizi ve analitik hiyerarşi prosesi yöntemine göre avantaj sağlamıştır. Etkinlik ölçümü sonuçları; İtalya'nın en etkin, İzlanda'nın ise en az etkin olduğunu göstermiştir. Türkiye ise 14. sırada yer almaktadır. Bu sonuç; İtalya'nın çıktıya yönelik üçlü patent ve bilimsel yayın sayılarının çok sayıda olduğunu, aynı zamanda kişi başına Ar-Ge harcamalarının ve araştırmacı sayılarının iyi biçimde kullanıldığını göstermiştir. İzlanda için ise durum tam tersidir. Türkiye'de de çıktıya yönelik üçlü patent ve bilimsel yayın sayılarının az sayıda olması ve bununla birlikte kişi başına Ar-Ge harcamalarının ve araştırmacı sayılarının iyi kullanılmaması, gelişmiş ülkelerin gerisinde kalmamıza neden olmuştur.

Veri zarflama analizinde kullanılan girdi ve çıktılar arasındaki matematiksel ilişkinin anlaşılması için yapılan regresyon analizi çalışmasındaki sonuçlar; bir ülkedeki araştırmacı sayısı ile bilimsel yayın sayısı ve alınan üçlü patent sayıları arasında güçlü bir ilişki olduğunu göstermektedir. Böylece, bir ülkedeki araştırmacı sayısı arttıkça bilimsel yayın sayısı ve alınan üçlü patent sayıları artmaktadır. Ayrıca, kişi

başına Ar-Ge harcamalarının artması üçlü patent ve bilimsel yayın sayılarının artması için tek başına yeterli görülmemektedir. Türkiye’deki araştırmacı sayısı diğer gelişmiş ülkelere göre daha az olduğundan üretilen bilimsel yayın sayılarının ve patent sayılarının yetersiz kalmasına neden olmaktadır.

Literatürde genel kabul gören Ar-Ge göstergelerinin; Ar-Ge harcamaları, bilimsel yayın sayıları, araştırmacı sayısı ve patent sayıları olduğu söylenmişti. Ancak; SPSS 13.0 paket programı ile yapılan regresyon analizi sonucuna göre, bağımlı değişken olan üçlü patent sayılarıyla bağımsız değişkenler (bilimsel yayın sayısı, araştırmacı sayısı ve Ar-Ge harcamaları) arasındaki ilişki sıralaması şu şekildedir: birinci sırada araştırmacı sayısı, ikinci sırada bilimsel yayın sayısı ve üçüncü sırada Ar-Ge harcamalarıdır.

Türkiye’de Ar-Ge’nin istenen seviyeye ulaşması için; GSYİH’da Ar-Ge’ye ayrılan pay artırılmalıdır. Üniversitelere bağlı çalışacak araştırma merkezleri kurulmalıdır. Uluslararası seviyede bilimsel yayın faaliyetleri özendirilmelidir. Ar-Ge seviyemizin yetersizliğinin bir başka nedeni araştırmacı sayısı eksikliği olduğundan, bu eksikliği gidermek için okullaşma oranı yükseltilmeli ve Ar-Ge çalışmaları desteklenmelidir. Üniversite-sanayi işbirliğinin istenen düzeyde gerçekleştirilmesi, Ar-Ge etkinliğinin yükseltilmesinde oldukça önemlidir. Üniversitelerde yenilik getiren ürün ve patent ile sonuçlanacak eğitim programları desteklenmelidir. Patent ve fikri mülkiyet mevzuatı güncelleştirilmeli ve yeni buluşlar desteklenmelidir. Ar-Ge’yi teşvik edici yasal düzenlemeler yapılmalıdır. Ülkemizin her şehrini kapsayacak şekilde “Bilim Merkezleri” ve “Teknoloji parkları” kurulmalı, üniversitelerimizin düzenleyeceği “halka açık” bilimsel konferanslar tertip edilmelidir.

Gelecekteki çalışmalarda, girdiler ve çıktılar arasındaki ilişkinin belirlenmesi sürecinde Analitik Network Prosesi yönteminden faydalanılabilir. Karar verme birimleri kümeleme analizi yönteminden yararlanılarak sınıflandırılabilir. Çok amaçlı programlama yöntemlerinden faydalanılarak çıktılarının maksimizasyonu ile birlikte girdilerin minimizasyonu da sağlanabilir. Ayrıca girdi ve çıktı değişkenleri olarak

diğer Ar-Ge göstergelerinden (ihracat miktarları, yenilik sayımları (anketler), satın alma gücü paritesine göre kişi başına düşen milli gelir vs.) faydalanılabılır.

KAYNAKLAR

1. OECD, “Main science and technology indicators”, *OECD, Paris*, 14-20 (2008).
2. Devlet Planlama Teşkilatı, “Yedinci beş yıllık kalkınma planı, özel ihtisas komisyonu raporu”, *Bilim ve Teknoloji*, 5-149 (1994).
3. OECD, “Economic, environmental and social statistics – science and technology- research and development (R&D)- expenditure on R&D ”, *OECD, Paris*, 64-92 (2009).
4. Abraham, B.P., Moitra, S.D., “Innovation assessment through patent analysis”, *Technovation*, 21:245-252 (2001).
5. Türk Patent Enstitüsü, “2007 faaliyet raporu”, *TPE Yayınları*, 77-81 (2007).
6. SCI, “S&E articles in all fields, by country/economy: 1995 and 2007”, *Science and Engineering Indicators*, 5-14 (2010).
8. Aslankaraoğlu, N., “Veri zarflama analizi ve temel bileşenler analizi ile Avrupa Birliği ülkelerinin sıralanması” Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 4-6 (2006).
9. Yolalan, R., “İşletmeler arası göreceli etkinlik ölçümü”, *MPM Yayınları, Ankara*, 65-483 (1993).
10. Charnes, A., Cooper, W.W., Rhodes. E., “Measuring the efficiency of decision making units”, *European Journal of Operational Research*, 2(6): 429-444 (1978).
11. Sueyoshi, T., “Measuring technical, allocative and overall efficiencies using a DEA algorithm”, *Operational Research Society*, 43: 141-155 (1992).
12. Ali, A.I., Lerme, C.S., Seiford, L. M., “Components of efficiency evaluation in data envelopment analysis”, *European Journal of Operational Research*, 80: 462-473 (1995).
13. Doyle, J., Green, R., “Efficiency and cross- efficiency in DEA: derivations, meanings and uses”, *Operational Research Society*, 45:567-578 (1994).
14. Seiford, L.M., “Data envelopment analysis; the evolution of the state of the art (1978-1995)”, *The Journal of Productivity Analysis*, 7:99-137 (1996).
15. Lee, H.Y., Park, Y.T., “An international comparison of R&D efficiency: DEA approach”, *Asian Journal of Tecnology Innovation*, 13: 2 (2005).

16. Chen, C.T., Lin, M.H., "Using DEA to evaluate R&D performance in the integrated semiconductor firms- case study of Taiwan", *International Journal of the Computer, the Internet and Management*, 14(3): 50-59 (2006).
17. Eilat, H., Golany, B., Shtub, A., "Constructing and evaluating balanced portfolios of R&D projects with interactions : a DEA based methodology", *European Journal of Operational Research*, 172: 1018-1039 (2006).
18. Prieto, A.M., Zofio, J.L., "Network DEA efficiency in input-output models: with an application to OECD countries", *European Journal of Operational Research*, 178: 292-304 (2007).
19. Sueyoshi, T., Goto, M., "Can R&D expenditure avoid corporate bankruptcy? Comparison between Japanese machinery and electric equipment industries using DEA-discriminant analysis", *European Journal of Operational Research*, 196: 289-311(2009).
20. Lee, H., Park, Y., Choi, H., "Comparative evaluation of performance of national R&D programs with heterogeneous objectives : a DEA approach", *European Journal of Operational Research*, 196:847-855 (2009).
21. Aydemir, Z.C., "Bölgesel rekabet edebilirlik kapsamında illerin kaynak kullanım görece verimlilikleri: veri zarflama analizi uygulaması", *DPT-Uzmanlık Tezleri, DPT*, Ankara, 45-91 (2002).
22. Onaran, S., "Veri zarflama analizi kullanılarak üniversite kütüphanelerinin performanslarının değerlendirilmesi", Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 28-29 (2006).
23. Huang, C.C., Chu, P.Y., Chiang, Y.H., "A fuzzy AHP application in government-sponsored R&D project selection", *Omega*, 36:1038-1052 (2008).
24. Saaty, T., "Decision making for leaders", *RWS Publications*, USA, 1-30 (1990).
25. Saaty, T., "The analytic hierarchy process", *McGraw-Hill International Book Company*, USA, 1-72 (1980).
26. Kamal, M. A., Subhi, A.H., "An application of AHP in project management", *International Journal of Project Management*, 19: 19-27 (2001).
27. Stern, Z.S., Mehrez, A., Hadad, Y., "An AHP/DEA methodology for ranking decision making units", *International Transactions in Operational Research*, 7:109-124 (2000).
28. Yang, T., Kuo, C., "A hierarchical AHP/DEA methodology for the facilities layout design problem", *European Journal of Operational Research*, 147:128-136 (2003).

29. Rouyandegn, B.D., “DEA/AHP sıralı metodu ile İran Amir Kabir Üniversitesi fakültelerinin etkinlik ölçümü”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 35-37, (2004).
30. Korpela, J., Lehmusvaara, A., Nisonen, J., “Warehouse operator selection by combining AHP and DEA methodologies”, *International Journal of Production Economics*, 108:135-142 (2007).
31. Wang, Y.M., Liu, J., Elhag, T.M.S., “An integrated AHP-DEA methodology for bridge risk assessment”, *Computers&Industrial Engineering*, 54:513-525 (2008).
32. Giokas, D. I., Pentzaropoulos, G.C., “Efficiency ranking of the OECD member states in the area of telecommunications : a composite AHP/DEA study” *Telecommunications Policy*, 32:672-685 (2008).
33. Tseng, Y.F., Lee, T.Z., “Comparing appropriate decision support of human resource practices on organizational performance with DEA/AHP model”, *Expert Systems with Applications*, 36:6548-6558 (2009).
34. Sueyoshi, T., Shang, J., Chinag, W.C., “A decision support framework for internal audit prioritization in a rental car company: A combined use between DEA and AHP”, *European Journal of Operational Research*, 199:219-231 (2009).

EKLER

EK-1 1. karar birimi modelleri

$$\begin{aligned}
 e1,2 &= \text{Max } 349u_1+14788u_2 \\
 \text{st.} \\
 349u_1+14788u_2-387v_1-63302v_2 &\leq 0 \\
 263u_1+4526u_2-462v_1-18715v_2 &\leq 0 \\
 387v_1+63302v_2 &= 1 \\
 u_1 &\geq 0 \\
 u_2 &\geq 0 \\
 v_1 &\geq 0 \\
 v_2 &\geq 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 e1,3 &= \text{Max } 349u_1+14788u_2 \\
 \text{st.} \\
 349u_1+14788u_2-387v_1-63302v_2 &\leq 0 \\
 339u_1+5984u_2-461v_1-27851v_2 &\leq 0 \\
 387v_1+63302v_2 &= 1 \\
 u_1 &\geq 0 \\
 u_2 &\geq 0 \\
 v_1 &\geq 0 \\
 v_2 &\geq 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 e1,4 &= \text{Max } 349u_1+14788u_2 \\
 \text{st.} \\
 349u_1+14788u_2-387v_1-63302v_2 &\leq 0 \\
 538u_1+22626u_2-455v_1-97251v_2 &\leq 0 \\
 387v_1+63302v_2 &= 1 \\
 u_1 &\geq 0 \\
 u_2 &\geq 0 \\
 v_1 &\geq 0 \\
 v_2 &\geq 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 e1,5 &= \text{Max } 349u_1+14788u_2 \\
 \text{st.} \\
 349u_1+14788u_2-387v_1-63302v_2 &\leq 0 \\
 14u_1+2622u_2-155v_1-13099v_2 &\leq 0 \\
 387v_1+63302v_2 &= 1 \\
 u_1 &\geq 0 \\
 u_2 &\geq 0 \\
 v_1 &\geq 0 \\
 v_2 &\geq 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 e1,6 &= \text{Max } 349u_1+14788u_2 \\
 \text{st.} \\
 349u_1+14788u_2-387v_1-63302v_2 &\leq 0 \\
 230u_1+4988u_2-511v_1-17718v_2 &\leq 0 \\
 387v_1+63302v_2 &= 1 \\
 u_1 &\geq 0 \\
 u_2 &\geq 0 \\
 v_1 &\geq 0 \\
 v_2 &\geq 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 e1,7 &= \text{Max } 349u_1+14788u_2 \\
 \text{st.} \\
 349u_1+14788u_2-387v_1-63302v_2 &\leq 0 \\
 347u_1+5098u_2-631v_1-31109v_2 &\leq 0 \\
 387v_1+63302v_2 &= 1 \\
 u_1 &\geq 0 \\
 u_2 &\geq 0 \\
 v_1 &\geq 0 \\
 v_2 &\geq 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 e1,8 &= \text{Max } 349u_1+14788u_2 \\
 \text{st.} \\
 349u_1+14788u_2-387v_1-63302v_2 &\leq 0 \\
 2370u_1+31317u_2-511v_1-159558v_2 &\leq 0 \\
 387v_1+63302v_2 &= 1 \\
 u_1 &\geq 0 \\
 u_2 &\geq 0 \\
 v_1 &\geq 0 \\
 v_2 &\geq 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 e1,9 &= \text{Max } 349u_1+14788u_2 \\
 \text{st.} \\
 349u_1+14788u_2-387v_1-63302v_2 &\leq 0 \\
 5792u_1+43623u_2-561v_1-243252v_2 &\leq 0 \\
 387v_1+63302v_2 &= 1 \\
 u_1 &\geq 0 \\
 u_2 &\geq 0 \\
 v_1 &\geq 0 \\
 v_2 &\geq 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 e1,10 &= \text{Max } 349u_1+14788u_2 \\
 \text{st.} \\
 349u_1+14788u_2-387v_1-63302v_2 &\leq 0 \\
 6u_1+3329u_2-89v_1-12856v_2 &\leq 0 \\
 387v_1+63302v_2 &= 1 \\
 u_1 &\geq 0 \\
 u_2 &\geq 0 \\
 v_1 &\geq 0 \\
 v_2 &\geq 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 e1,11 &= \text{Max } 349u_1+14788u_2 \\
 \text{st.} \\
 349u_1+14788u_2-387v_1-63302v_2 &\leq 0 \\
 33u_1+2479u_2-75v_1-12056v_2 &\leq 0 \\
 387v_1+63302v_2 &= 1 \\
 u_1 &\geq 0 \\
 u_2 &\geq 0 \\
 v_1 &\geq 0 \\
 v_2 &\geq 0
 \end{aligned}$$

EK-1 (Devam) 1. karar birimi modelleri

$$e1,12 = \text{Max } 349u1+14788u2$$

st.

$$349u1+14788u2-387v1-63302v2 \leq 0$$

$$3u1+174u2-556v1-1444v2 \leq 0$$

$$387v1+63302v2=1$$

$$u1 \geq 0$$

$$u2 \geq 0$$

$$v1 \geq 0$$

$$v2 \geq 0$$

$$e1,13 = \text{Max } 349u1+14788u2$$

st.

$$349u1+14788u2-387v1-63302v2 \leq 0$$

$$54u1+1665u2-287v1-7516v2 \leq 0$$

$$387v1+63302v2=1$$

$$u1 \geq 0$$

$$u2 \geq 0$$

$$v1 \geq 0$$

$$v2 \geq 0$$

$$e1,14 = \text{Max } 349u1+14788u2$$

st.

$$349u1+14788u2-387v1-63302v2 \leq 0$$

$$735u1+22313u2-229v1-67739v2 \leq 0$$

$$387v1+63302v2=1$$

$$u1 \geq 0$$

$$u2 \geq 0$$

$$v1 \geq 0$$

$$v2 \geq 0$$

$$e1,15 = \text{Max } 349u1+14788u2$$

st.

$$349u1+14788u2-387v1-63302v2 \leq 0$$

$$13622u1+57420u2-715v1-640427v2 \leq 0$$

$$387v1+63302v2=1$$

$$u1 \geq 0$$

$$u2 \geq 0$$

$$v1 \geq 0$$

$$v2 \geq 0$$

$$e1,16 = \text{Max } 349u1+14788u2$$

st.

$$349u1+14788u2-387v1-63302v2 \leq 0$$

$$935u1+11037u2-330v1-100643v2 \leq 0$$

$$387v1+63302v2=1$$

$$u1 \geq 0$$

$$u2 \geq 0$$

$$v1 \geq 0$$

$$v2 \geq 0$$

$$e1,17 = \text{Max } 349u1+14788u2$$

st.

$$349u1+14788u2-387v1-63302v2 \leq 0$$

$$23u1+46u2-921v1-1646v2 \leq 0$$

$$387v1+63302v2=1$$

$$u1 \geq 0$$

$$u2 \geq 0$$

$$v1 \geq 0$$

$$v2 \geq 0$$

$$e1,18 = \text{Max } 349u1+14788u2$$

st.

$$349u1+14788u2-387v1-63302v2 \leq 0$$

$$11u1+3209u2-32v1-21006v2 \leq 0$$

$$387v1+63302v2=1$$

$$u1 \geq 0$$

$$u2 \geq 0$$

$$v1 \geq 0$$

$$v2 \geq 0$$

$$e1,19 = \text{Max } 349u1+14788u2$$

st.

$$349u1+14788u2-387v1-63302v2 \leq 0$$

$$1238u1+12602u2-515v1-39029v2 \leq 0$$

$$387v1+63302v2=1$$

$$u1 \geq 0$$

$$u2 \geq 0$$

$$v1 \geq 0$$

$$v2 \geq 0$$

$$e1,20 = \text{Max } 349u1+14788u2$$

st.

$$349u1+14788u2-387v1-63302v2 \leq 0$$

$$44u1+2903u2-193v1-8516v2 \leq 0$$

$$387v1+63302v2=1$$

$$u1 \geq 0$$

$$u2 \geq 0$$

$$v1 \geq 0$$

$$v2 \geq 0$$

$$e1,21 = \text{Max } 349u1+14788u2$$

st.

$$349u1+14788u2-387v1-63302v2 \leq 0$$

$$92u1+3252u2-588v1-17893v2 \leq 0$$

$$387v1+63302v2=1$$

$$u1 \geq 0$$

$$u2 \geq 0$$

$$v1 \geq 0$$

$$v2 \geq 0$$

EK-1 (Devam) 1. karar birimi modelleri

$$\begin{aligned}
 e1,22 &= \text{Max } 349u_1 + 14788u_2 \\
 \text{st.} \\
 349u_1 + 14788u_2 - 387v_1 - 63302v_2 &\leq 0 \\
 9u_1 + 5686u_2 - 60v_1 - 55172v_2 &\leq 0 \\
 387v_1 + 63302v_2 &= 1 \\
 u_1 &\geq 0 \\
 u_2 &\geq 0 \\
 v_1 &\geq 0 \\
 v_2 &\geq 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 e1,23 &= \text{Max } 349u_1 + 14788u_2 \\
 \text{st.} \\
 349u_1 + 14788u_2 - 387v_1 - 63302v_2 &\leq 0 \\
 6u_1 + 2142u_2 - 105v_1 - 14690v_2 &\leq 0 \\
 387v_1 + 63302v_2 &= 1 \\
 u_1 &\geq 0 \\
 u_2 &\geq 0 \\
 v_1 &\geq 0 \\
 v_2 &\geq 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 e1,24 &= \text{Max } 349u_1 + 14788u_2 \\
 \text{st.} \\
 349u_1 + 14788u_2 - 387v_1 - 63302v_2 &\leq 0 \\
 2u_1 + 955u_2 - 85v_1 - 9861v_2 &\leq 0 \\
 387v_1 + 63302v_2 &= 1 \\
 u_1 &\geq 0 \\
 u_2 &\geq 0 \\
 v_1 &\geq 0 \\
 v_2 &\geq 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 e1,25 &= \text{Max } 349u_1 + 14788u_2 \\
 \text{st.} \\
 349u_1 + 14788u_2 - 387v_1 - 63302v_2 &\leq 0 \\
 169u_1 + 15570u_2 - 170v_1 - 60805v_2 &\leq 0 \\
 387v_1 + 63302v_2 &= 1 \\
 u_1 &\geq 0 \\
 u_2 &\geq 0 \\
 v_1 &\geq 0 \\
 v_2 &\geq 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 e1,26 &= \text{Max } 349u_1 + 14788u_2 \\
 \text{st.} \\
 349u_1 + 14788u_2 - 387v_1 - 63302v_2 &\leq 0 \\
 679u_1 + 10314u_2 - 819v_1 - 38399v_2 &\leq 0 \\
 387v_1 + 63302v_2 &= 1 \\
 u_1 &\geq 0 \\
 u_2 &\geq 0 \\
 v_1 &\geq 0 \\
 v_2 &\geq 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 e1,27 &= \text{Max } 349u_1 + 14788u_2 \\
 \text{st.} \\
 349u_1 + 14788u_2 - 387v_1 - 63302v_2 &\leq 0 \\
 819u_1 + 8107u_2 - 739v_1 - 24105v_2 &\leq 0 \\
 387v_1 + 63302v_2 &= 1 \\
 u_1 &\geq 0 \\
 u_2 &\geq 0 \\
 v_1 &\geq 0 \\
 v_2 &\geq 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 e1,28 &= \text{Max } 349u_1 + 14788u_2 \\
 \text{st.} \\
 349u_1 + 14788u_2 - 387v_1 - 63302v_2 &\leq 0 \\
 9u_1 + 4098u_2 - 30v_1 - 19813v_2 &\leq 0 \\
 387v_1 + 63302v_2 &= 1 \\
 u_1 &\geq 0 \\
 u_2 &\geq 0 \\
 v_1 &\geq 0 \\
 v_2 &\geq 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 e1,29 &= \text{Max } 349u_1 + 14788u_2 \\
 \text{st.} \\
 349u_1 + 14788u_2 - 387v_1 - 63302v_2 &\leq 0 \\
 1666u_1 + 47660u_2 - 423v_1 - 154500v_2 &\leq 0 \\
 387v_1 + 63302v_2 &= 1 \\
 u_1 &\geq 0 \\
 u_2 &\geq 0 \\
 v_1 &\geq 0 \\
 v_2 &\geq 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 e1,30 &= \text{Max } 349u_1 + 14788u_2 \\
 \text{st.} \\
 349u_1 + 14788u_2 - 387v_1 - 63302v_2 &\leq 0 \\
 14236u_1 + 200870u_2 - 825v_1 - 1236870v_2 &\leq 0 \\
 387v_1 + 63302v_2 &= 1 \\
 u_1 &\geq 0 \\
 u_2 &\geq 0 \\
 v_1 &\geq 0 \\
 v_2 &\geq 0
 \end{aligned}$$

EK-2 1. karar birimi LINDO çıktıları

e1,2

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 1

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
U1	0.000000	0.000000
U2	0.000068	0.000000
V1	0.002584	0.000000
V2	0.000000	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	1.000000
3)	0.887739	0.000000
4)	0.000000	1.000000

NO. ITERATIONS= 1

e1,3

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 0

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
U1	0.000000	0.000000
U2	0.000068	0.000000
V1	0.002584	0.000000
V2	0.000000	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	1.000000
3)	0.786562	0.000000
4)	0.000000	1.000000

NO. ITERATIONS= 0

EK-2 (Devam) 1. karar birimi LINDO çıktıları

e1,4

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 1

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
U1	0.000000	0.000000
U2	0.000068	0.000000
V1	0.000045	0.000000
V2	0.000016	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	1.000000
3)	0.000000	0.000000
4)	0.000000	1.000000

NO. ITERATIONS= 1

e1,5

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 1

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
U1	0.000000	0.000000
U2	0.000068	0.000000
V1	0.000000	0.000000
V2	0.000016	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	1.000000
3)	0.029623	0.000000
4)	0.000000	1.000000

NO. ITERATIONS= 1

EK-2 (Devam) 1. karar birimi LINDO çıktıları

e1,6

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 1

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
U1	0.000000	0.000000
U2	0.000068	0.000000
V1	0.000143	0.000000
V2	0.000015	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	1.000000
3)	0.000000	0.000000
4)	0.000000	1.000000

NO. ITERATIONS= 1

e1,7

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 1

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
U1	0.000647	0.000000
U2	0.000052	0.000000
V1	0.000000	0.000000
V2	0.000016	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	1.000000
3)	0.000000	0.000000
4)	0.000000	1.000000

NO. ITERATIONS= 1

EK-2 (Devam) 1. karar birimi LINDO çıktıları

e1,8

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 0

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
U1	0.000247	0.000000
U2	0.000062	0.000000
V1	0.000000	0.000000
V2	0.000016	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	1.000000
3)	0.000000	0.000000
4)	0.000000	1.000000

NO. ITERATIONS= 0

e1,9

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 0

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
U1	0.000187	0.000000
U2	0.000063	0.000000
V1	0.000000	0.000000
V2	0.000016	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	1.000000
3)	0.000000	0.000000
4)	0.000000	1.000000

NO. ITERATIONS= 0

EK-2 (Devam) 1. karar birimi LINDO çıktıları

e1,10

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 0

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
U1	0.000304	0.000000
U2	0.000060	0.000000
V1	0.000000	0.000000
V2	0.000016	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	1.000000
3)	0.000000	0.000000
4)	0.000000	1.000000

NO. ITERATIONS= 0

e1,11

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 1

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
U1	0.000000	0.000000
U2	0.000068	0.000000
V1	0.000000	0.000000
V2	0.000016	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	1.000000
3)	0.022816	0.000000
4)	0.000000	1.000000

NO. ITERATIONS= 1

EK-2 (Devam) 1. karar birimi LINDO çıktıları

e1,12

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 0

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
U1	0.000000	0.000000
U2	0.000068	0.000000
V1	0.000000	0.000000
V2	0.000016	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	1.000000
3)	0.011045	0.000000
4)	0.000000	1.000000

NO. ITERATIONS= 0

e1,13

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 1

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
U1	0.000000	0.000000
U2	0.000068	0.000000
V1	0.002584	0.000000
V2	0.000000	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	1.000000
3)	0.629011	0.000000
4)	0.000000	1.000000

NO. ITERATIONS= 1

EK-2 (Devam) 1. karar birimi LINDO çıktıları

e1,14

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 2

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.7092067

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
U1	0.000000	138.123199
U2	0.000048	0.000000
V1	0.000000	122.692635
V2	0.000016	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.290793	0.000000
3)	0.000000	0.662753
4)	0.000000	0.709207

NO. ITERATIONS= 2

e1,15

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 1

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
U1	0.000000	0.000000
U2	0.000068	0.000000
V1	0.000000	0.000000
V2	0.000016	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	1.000000
3)	6.234132	0.000000
4)	0.000000	1.000000

NO. ITERATIONS= 1

EK-2 (Devam) 1. karar birimi LINDO çıktıları

e1,16

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 0

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
U1	0.000000	0.000000
U2	0.000068	0.000000
V1	0.000000	0.000000
V2	0.000016	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	1.000000
3)	0.843538	0.000000
4)	0.000000	1.000000

NO. ITERATIONS= 0

e1,17

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 0

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
U1	0.000000	0.000000
U2	0.000068	0.000000
V1	0.000000	0.000000
V2	0.000016	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	1.000000
3)	0.022892	0.000000
4)	0.000000	1.000000

NO. ITERATIONS= 0

EK-2 (Devam) 1. karar birimi LINDO çıktıları

e1,18

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 0

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
U1	0.000000	0.000000
U2	0.000068	0.000000
V1	0.000000	0.000000
V2	0.000016	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	1.000000
3)	0.114838	0.000000
4)	0.000000	1.000000

NO. ITERATIONS= 0

e1,19

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 1

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
U1	0.000000	0.000000
U2	0.000068	0.000000
V1	0.000852	0.000000
V2	0.000011	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	1.000000
3)	0.000000	0.000000
4)	0.000000	1.000000

NO. ITERATIONS= 1

EK-2 (Devam) 1. karar birimi LINDO çıktıları

e1,20

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 0

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
U1	0.000000	0.000000
U2	0.000068	0.000000
V1	0.000438	0.000000
V2	0.000013	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	1.000000
3)	0.000000	0.000000
4)	0.000000	1.000000

NO. ITERATIONS= 0

e1,21

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 2

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
U1	0.002865	0.000000
U2	0.000000	0.000000
V1	0.000000	0.000000
V2	0.000016	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	1.000000
3)	0.019051	0.000000
4)	0.000000	1.000000

NO. ITERATIONS= 2

EK-2 (Devam) 1. karar birimi LINDO çıktıları

e1,22

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 0

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
U1	0.002865	0.000000
U2	0.000000	0.000000
V1	0.000000	0.000000
V2	0.000016	0.000000
ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	1.000000
3)	0.845780	0.000000
4)	0.000000	1.000000

NO. ITERATIONS= 0

e1,23

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 0

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
U1	0.002865	0.000000
U2	0.000000	0.000000
V1	0.000000	0.000000
V2	0.000016	0.000000
ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	1.000000
3)	0.214870	0.000000
4)	0.000000	1.000000

NO. ITERATIONS= 0

EK-2 (Devam) 1. karar birimi LINDO çıktıları

e1,24

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 0

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
U1	0.002865	0.000000
U2	0.000000	0.000000
V1	0.000000	0.000000
V2	0.000016	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	1.000000
3)	0.150046	0.000000
4)	0.000000	1.000000

NO. ITERATIONS= 0

e1,25

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 0

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
U1	0.002865	0.000000
U2	0.000000	0.000000
V1	0.000000	0.000000
V2	0.000016	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	1.000000
3)	0.476313	0.000000
4)	0.000000	1.000000

NO. ITERATIONS= 0

EK-2 (Devam) 1. karar birimi LINDO çıktıları

e1,26

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 2

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
U1	0.000000	0.000000
U2	0.000068	0.000000
V1	0.000156	0.000000
V2	0.000015	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	1.000000
3)	0.000000	0.000000
4)	0.000000	1.000000

NO. ITERATIONS= 2

e1,27

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 0

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
U1	0.000000	0.000000
U2	0.000068	0.000000
V1	0.000283	0.000000
V2	0.000014	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	1.000000
3)	0.000000	0.000000
4)	0.000000	1.000000

NO. ITERATIONS= 0

EK-2 (Devam) 1. karar birimi LINDO çıktıları

e1,28

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 0

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
U1	0.000000	0.000000
U2	0.000068	0.000000
V1	0.000394	0.000000
V2	0.000013	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	1.000000
3)	0.000000	0.000000
4)	0.000000	1.000000

NO. ITERATIONS= 0

e1,29

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 1

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.7572974

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
U1	0.000000	167.928406
U2	0.000051	0.000000
V1	0.000000	161.825165
V2	0.000016	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.242703	0.000000
3)	0.000000	0.310281
4)	0.000000	0.757297

NO. ITERATIONS= 1

EK-2 (Devam) 1. karar birimi LINDO çıktıları

e1,30

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 1

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
U1	0.000000	0.000000
U2	0.000068	0.000000
V1	0.000000	0.000000
V2	0.000016	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	1.000000
3)	5.955882	0.000000
4)	0.000000	1.000000

NO. ITERATIONS= 1

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : ÖZTÜRK, Serap Pelin
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 16.01.1985 Kastamonu
Medeni hali : Bekar
Telefon : 0 (312) 281 16 80
Faks : -
e-mail : serappelinozturk@hotmail.com.

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Gazi Üniversitesi/ Endüstri Müh.	2007
Lise	Elazığ Anadolu Lisesi	2002

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2007-2010	Başkent Danışmanlık	Dış Ticaret Danışmanı

Yabancı Dil

İngilizce

Yayımlar

-

Hobiler

Sinema, Basketbol, Seyahat Etmek