

ÜLKELERİN İNOVASYON PERFORMANSININ ÖLÇÜLMESİNDE YAPAY SINIR AĞLARI, BULANIK DEMATEL TABANLI ANALİTİK AĞ SÜRECİ VE AĞIRLIK KISITLI VERİ ZARFLAMA ANALİZİ YAKLAŞIMLARININ BÜTÜNLEŞİK OLARAK KULLANILMASI VE BİR UYGULAMA*

Enver ÇAKIN**, Aslı ÖZDEMİR***

ÖZ

Bu çalışmada, Yapay Sinir Ağları (YSA), Bulanık DEMATEL Tabanlı Analitik Ağ Süreci (BDAAS) ve Ağırlık Kısıtlı Veri Zarflama Analizi (AKVZA) yaklaşımlarını bütünlük olarak kullanarak ülkelerin inovasyon performansını ölçen bir model geliştirilmiştir. Küresel İnovasyon Endeksi raporları kapsamında 21 adet inovasyon performans göstergesi ele alınarak öncelikle YSA ile bu kriterler arasındaki ilişkiler belirlenmiştir. Daha sonra bu ilişkiler BDAAS yönteminde kullanılarak kriterlerin önem dereceleri hesaplanmıştır. Son olarak ise bu önem dereceleri ağırlık kısıtı olarak AKVZA yönteminde kullanılarak 104 ülkenin inovasyon performansı ölçülmüştür. Önerilen modelin klasik yöntemlere göre daha gerçekçi çözümler sunduğu ve performansı daha yüksek olan ülkeleri daha iyi ayırt ettiği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Yapay Sinir Ağları, Bulanık DEMATEL Tabanlı Analitik Ağ Süreci, Ağırlık Kısıtlı Veri Zarflama Analizi, Güven Bölgesi.*

JEL Kodları: C44, O30

HYBRID USAGE OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORK, FUZZY DEMATEL BASED ANP AND ASSURANCE REGION DEA MODEL FOR MEASURING INNOVATION PERFORMANCE OF COUNTRY

ABSTRACT

In this study, a model is developed to measure the innovation performance of countries using Artificial Neural Networks (ANN), Fuzzy DEMATEL Based Analytical Network Process (FDANP) and Assurance Region Data Envelopment Analysis (DEA/AR). Taking into account the 21 innovation performance indicators studied in the Global Innovation Index reports, the relationship between these criteria is determined with YSA firstly. Then these relations are used in the FDANP method and the importance ratings of the criteria are calculated and finally, these importance scores are used as a weight constraint in the DEA/AR method to measure the innovation performances of 104 countries. It is concluded that the proposed model offers more realistic solutions than classical methods and even better distinguishes countries that have a higher performance.

Keywords: *Artificial Neural Networks, Fuzzy DEMATEL Based Analytic Network Process, Assurance Region Data Envelopment Analysis.*

JEL Codes: C44, O30

* Bu çalışma, yazarlardan Doç. Dr. Aslı ÖZDEMİR'in tez danışmanlığında diğer yazar Dr. Enver ÇAKIN'ın hazırlanmış olduğu aynı başlıklı doktora tezinin bir bölümüne dayanmaktadır.

** KOSGEB KOBİ Uzmanı, KOSGEB İzmir Kuzey Müdürlüğü, İzmir, e-posta: enver.cakin@kosgeb.gov.tr
ORCID: 0000-0001-7523-8193

*** Dokuz Eylül Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, İzmir, e-posta: asli.yuksekk@deu.edu.tr
ORCID: 0000-0003-4494-5818

GİRİŞ

Son yıllarda yaşanan yıkıcı rekabet ortamında işletmeler gibi ülkeleri de geleceğe taşıyacak en önemli unsurlardan biri inovasyondur. Bu nedenle ülkelerde artık Ar-Ge ve inovasyon faaliyetlerine daha fazla kaynak ayırarak rekabet avantajı sağlamak istemektedirler. Yeterli kaynak ayırmanın yanı sıra bu kaynakların gerçekten etkin ve verimli kullanılıp kullanılmadığını ölçmek için dönemsel olarak performans değerlendirmesi yapılması gerekmektedir. Ülkelerin inovasyon performansının ölçülmesi, ülkelerin diğer ülkeler arasındaki yerini görmesi, inovasyon göstergeleri arasından hangi alanlara odaklanması ve hedeflere ulaşıp ulaşılmadığının tespit edilmesi açısından büyük önem arz etmektedir.

VZA, parametrik olmayan doğrusal programlama tabanlı bir performans değerlendirme aracı olarak birçok uygulamada kullanılmaktadır. Klasik VZA modellerinin aksine güven bölgesi modeliyle girdi ve çıktı değişkenlerinin ağırlıklarına sınırlar konması sağlanmaktadır. Böylelikle girdi ve çıktı değişkenlerinin önem dereceleri dikkate alınmakta, karar vericiler için önemli değişkenler ile önemli olmayan değişkenler birbirinden ayırt edilmektedir. Bu değişkenlerin önem derecelerinin belirlenmesi modelin tutarlı çözüm üretmesi açısından çok önemli bir konudur. Literatür incelendiğinde, bu ağırlıkların belirlenmesinde karar vericilerden, piyasa verilerinden ya da ağırlıklandırma tekniklerinden (AHP, AAS vb.) faydalanılmaktadır. Ancak tüm bu yöntemler subjektif bir bakış açısına neden olmaktadır. Çünkü bu yöntemlerde karar vericilerin görüşleri doğrultusunda kriterlerin ağırlıkları belirlenmekte ve karar vericiler değiştikçe hem kriterlerin ağırlıkları hem de önemli olan ve olmayan değişkenler farklılık arz etmektedir. Bu nedenle gerçekten hangi değişkenlerin önemli olup olmadığı net olarak belirlenememektedir. Bu dezavantajı gidermek için girdi ve çıktı verileri arasındaki ilişkiler dikkate alınarak YSA ve Bulanık DAAS ile değişkenlerin önem dereceleri objektif bir şekilde belirlenmiştir. Çünkü herhangi bir karar vericiye ihtiyaç duyulmadan ve herhangi bir subjektif görüş olmadan sadece ilgili değişkenlerin değerleri ve değerleri arasındaki ilişkiler analiz edilmiştir.

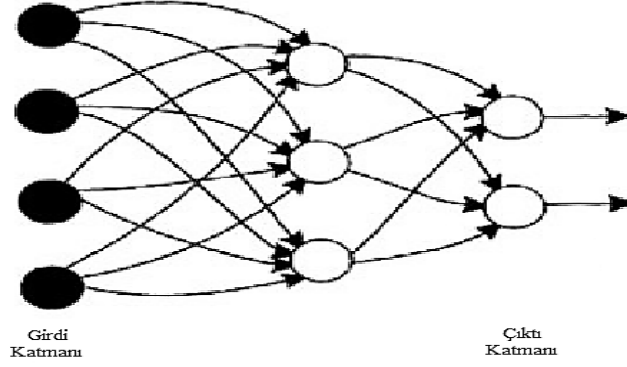
Bu çalışma ile ilk defa YSA, BDAAS ve AKVZA yaklaşımları birlikte kullanılarak performans ölçümünde uygulanmıştır. Klasik VZA yerine değişkenlerin ağırlıklarını dikkate alan AKVZA yaklaşımının kullanılması ile daha tutarlı ve daha objektif sonuçlara ulaşılabileceği ortaya konulmuştur. Ayrıca AKVZA'da kullanılan girdi ve çıktı değişkenlerinin alt ve üst limitlerinin, YSA ve BDAAS yöntemleri ile birlikte herhangi bir karar vericiye ihtiyaç duymadan da belirlenebileceği gösterilmiştir. YSA, BDAAS ve AKVZA yaklaşımları ile birlikte ülkelerin inovasyon performanslarını ölçen objektif bir değerlendirme sistemi kurulması amaçlanmıştır.

Bu amaç ışığında çalışma dört bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde YSA'nın, ikinci bölümde BDAAS ve üçüncü bölümde ise AKVZA yöntemlerinin teorik çerçevesi ele alınmıştır. Son bölümde ise ülkelerin inovasyon performansının ölçüldüğü uygulama bölümüne yer verilmiştir.

YAPAY SİNİR AĞLARI VE PERTURB YÖNTEMİ

Yapay Sinir Ağları (YSA), biyolojik sinir sisteminden esinlenerek geliştirilmiş bir bilgi işleme paradigmasıdır. Karmaşık ve belirsiz verilerden anlamlı sonuçlar çıkarma gibi önemli bir yeteneğe sahiptir (Zakaria vd., 2014). YSA, deneyimsel bilgileri depolama özelliğine sahip ve bu bilgileri kullanıma uygun hale getiren birbirleriyle bağlantılı yapay nöron gruplarıdır (Hung vd., 2009). YSA, insan beyninin özelliklerinden olan öğrenme yolu ile yeni bilgiler türetebilme, yeni bilgiler oluşturabilme ve keşfedebilme gibi yetenekleri herhangi bir yardım almadan otomatik olarak gerçekleştirmek amacı ile geliştirilen bilgisayar sistemleridir (Öztemel, 2012).

YSA, işlem birimleri olarak da adlandırılan birbirleriyle belirli ağırlıklarla bağlantılı yapay nöronlardan oluşmaktadır. YSA'daki ağ kelimesi değişik katmanlardaki mevcut nöronlar arasındaki bağlantılar anlamına gelmektedir (Zakaria vd., 2014). Şekil 1'de örnek bir YSA yapısı gösterilmektedir.



Şekil 1: Basit Bir YSA Yapısı

Kaynak: Gurney, 1997

YSA'nın doğrusal olmayan özellikteki problemleri iyi modelleyebilme, öğrenme, uyarlanabilirlik, paralel işleme yeteneği, örneklere dayalı çıkarım, içeriksel bilgi işleme, hata toleransı, dağıtılmış hafıza, kendi kendine organize etme gibi birçok güçlü yönü bulunmaktadır (Li, 1994; Haykin, 1999; Maind ve Wankar, 2014). YSA'nın en önemli dezavantajlarından biri ağın davranışının açıklanamamasıdır. Yani, ağ içinde işleyişin nasıl olduğu tam olarak bilinmemektedir. Vellido ve diğerleri (1999), YSA konusunda yapılan birçok çalışmayı incelemiş ve bu çalışmaların çoğunda YSA'nın en önemli dezavantajının ağın davranışının açıklanamaması olduğunun vurgulandığını belirtmiştir. YSA herhangi bir probleme çözüm getirdiğinde bu sonuçları nasıl ürettiği, hangi girdileri ne derecede dikkate aldığı, hangi girdileri önemsemediği gibi konulara açıklık getirmek zordur. Bu sorunu gidermek için literatürde Sinir Yorumlama Şeması, Garson Algoritması, İlişkili Ağırlıklar Yöntemi, Kısmi Türevler Yöntemi, Perturb, Profile ve Stepwise yöntemleri önerilmiştir.

Bu çalışmada perturb yöntemi ile değişkenler arasındaki ilişki incelenmiştir. Bu yöntem, hata kareleri ortalamasındaki değişimi dikkate alan bir yöntemidir. Amaç, diğer değişkenler sabit tutulurken incelenen değişken miktarındaki değişimin ağın hata kareleri

Ülkelerin İnovasyon Performansının Ölçülmesinde Yapay Sinir Ağları, Bulanık Dematel Tabanlı Analitik Ağ Süreci ve Ağırlık Kısıtlı Veri Zarflama Analizi Yaklaşımlarının Bütünleşik Olarak Kullanılması ve Bir Uygulama

ortalaması değeri üzerindeki etkisini incelemektir. Genellikle girdi değişkeninin miktarı %10'u ile %50'si kadar arttırılabilir. Her bir girdi değişiminin hata kareleri ortalaması üzerindeki etkisi girdinin göreceli önemini göstermektedir (Scardi ve Harding, 1999; Gevrey vd., 2003; Olden vd., 2004).

BULANIK DEMATEL TABANLI ANALİTİK AĞ SÜRECİ

DEMATEL yöntemi, kriterler arasındaki ilişkileri belirleyen, kriterleri sebep ve sonuç kriterleri olarak ayıran ve kriterler arasındaki ilişkileri diyagram şeklinde gösterebilme yeteneğine sahip önemli bir yöntemdir. AAS yöntemi de birden fazla alternatifin ve kriterin olduğu karmaşık karar problemlerinde sıklıkla kullanılan çok kriterli karar verme yöntemlerinden biridir. Ayrıca AAS alternatiflerin kullanılmadığı durumlarda sadece kriterler kullanılarak da kriterlerin önem derecesi bulunabilmektedir. DEMATEL ve AAS yöntemleri birlikte kullanılarak hem kriterler arasındaki ilişkiler belirlenmiş olur hem de kriterlerin önem dereceleri belirlenir. DAAS yöntemi DEMATEL ve AAS yöntemlerinin kombinasyonundan oluşmaktadır. Bulanık DAAS, Bulanık DEMATEL ve DAAS yöntemlerinin bir kombinasyonu olarak Lu ve diğerleri (2013) tarafından yapılan çalışma ile yeni bir bulanık ÇKKV tekniği olarak tanıtılmıştır. Bulanık DAAS yönteminde, DAAS yönteminden farklı olarak; ilk aşamada kriterler arasındaki ilişki derecesi belirlenirken, insan düşünce sistemine daha yakın olan bulanık mantık yaklaşımı ile kesin değerler yerine sözel değerlerin kullanılmakta ve böylece belirsizlik ortamlarında klasik yöntemlere oranla daha tutarlı ve daha gerçekçi çözümlere ulaşılabilmektedir. Bulanık DAAS yönteminin uygulama aşamaları aşağıdaki gibi açıklanabilir (Lu vd., 2013; Yang vd., 2013 ve Hu vd., 2015):

1. **Aşama**-Bulanık Direkt İlişki Matrisinin Oluşturulması
2. **Aşama**-Bulanık Normalize Direkt İlişki Matrisinin Oluşturulması
3. **Aşama**-Bulanık Toplam Etki Matrisinin Oluşturulması
4. **Aşama**-Ağ Etki Diyagramının Oluşturulması
5. **Aşama**-Başlangıç Süpermatrisin Elde Edilmesi
6. **Aşama**-Ağırlıklandırılmış Süpermatrisin Elde Edilmesi
7. **Aşama**-Limit Süpermatrisin Elde Edilmesi

AĞIRLIK KISITLI VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

VZA, Dantzig (1951) ve Farrell (1957) tarafından yapılan çalışmaları temel alarak Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından 1978 yılında geliştirilmiştir (Johnes, 2006). VZA, çoklu girdileri çoklu çıktılara çeviren karar verme birimlerinin (KVB) performansını değerlendirmede kullanılan veri odaklı bir yaklaşımdır. Son yıllarda performans değerlendirmede yaygın bir şekilde birçok uygulamada kullanıldığı görülmektedir. Çok az varsayım gerektirmesinden dolayı girdiler ve çıktılar arasındaki karmaşık ilişkilerin analizinde zorlanan diğer tekniklere göre kolaylık sağlamaktadır (Cooper vd., 2011). VZA modeli olarak ilk geliştirilen model 1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından geliştirilen CCR modelidir. 1984 yılında ise Banker, Charnes ve Cooper'in yaptığı çalışma ile BCC modeli ortaya konulmuştur. Daha sonraki yıllarda toplamsal model,

Kano oran modeli gibi çeşitli modeller geliştirilmiştir (Liu ve Sharp, 1999). Aşağıda doğrusal programlama olarak girdi odaklı CCR modeli yer almaktadır (Charnes vd., 1978):

$$\begin{aligned} \max \theta_o &= \sum_{r=1}^s \mu_r y_{ro} & \sum_{i=1}^m \omega_i x_{io} &= 1 \\ \sum_{r=1}^s \mu_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m \omega_i x_{ij} &\leq 0 & , & (j = 1, \dots, n) \\ \mu_r, \omega_i &\geq \varepsilon \geq 0 & , & (r = 1, \dots, s) , (i = 1, \dots, m) \end{aligned}$$

$\theta_o = 1$ ise KVB etkin, 1 değilse etkin olmayan KVB olarak adlandırılmaktadır. Ayrıca kısıtta yer alan ε değeri ağırlıkların 0 olmasını engelleyen, 10^{-6} gibi küçük bir sayıdır.

CCR, BCC gibi klasik VZA modellerinde girdi ve çıktı değişkenleri ile KVB'ler belirlenip, KVB'lere ilişkin tüm veriler toplandıktan sonra analize başlanmakta ve analiz sonucunda her KVB'nin etkinliğini maksimum yapacak girdi ve çıktı ağırlıklarının optimum sonuçları bulunmaktadır. Dolayısıyla; bu modellerde ağırlıklar esnek olarak belirlenmekte, karar vericinin modele herhangi bir etkisi söz konusu olmamaktadır. Ancak bu modellerde çözüm sonucunda bazen en önemli girdi veya çıktı değişkenlerinin ağırlıkları 0'a yakın değerler alabilmekte, önemli olmayan değişkenlerin ağırlıkları da daha yüksek ağırlık değerleri alarak normalde etkin olmayan bir KVB'nin etkin olmasına neden olabilmektedir. Böylelikle yapılan etkinlik analizi tutarsız sonuçlara yol açabilmektedir. Bu dezavantajlı durumları engellemek için girdi ve çıktı ağırlıklarına kısıtlamalar eklenebilen çeşitli modeller geliştirilmiştir. Bu modellerin en önemlilerinde biri girdi ve çıktı ağırlıklarına direkt sınırlamalar konulması sağlayan güven bölgesi modelidir. Güven Bölgesi modeli, ilk olarak Thompson ve diğerleri (1986) tarafından Teksas'da yüksek enerjili fizik laboratuvarı için yer seçimi alternatiflerini değerlendirme konusunda yaptıkları çalışma ile geliştirilmiştir (Thompson vd., 1986). CCR ya da BCC modeline aşağıda yer alan ağırlık kısıtları eklenerek ARI modeli elde edilebilmektedir (Özdemir ve Demireli, 2013):

$$\frac{LB_i}{UB_j} \leq \frac{v_i}{v_j} \leq \frac{UB_i}{LB_j} , \quad \frac{LB_r}{UB_p} \leq \frac{\mu_r}{\mu_p} \leq \frac{UB_r}{LB_p}$$

Kısıtlarda yer alan LB_i ve UB_i değerleri i . girdi değişkenine ilişkin ağırlığın, LB_r ve UB_r değerleri ise r . çıktı değişkenine ilişkin ağırlığın alt ve üst sınırlarını göstermektedir. i ve j girdi kümesinin, r ve p ise çıktı kümesinin birer elemanıdır.

YAPAY SİNİR AĞLARI, BULANIK DAAS VE AĞIRLIK KISITLI VERİ ZARFLAMA ANALİZİ YÖNTEMLERİ İLE İNOVASYON PERFORMANSININ ÖLÇÜLMESİ

Araştırmanın Amacı ve Yöntemi

Yapılan çalışma ile YSA, Bulanık DAAS ve Ağırlık Kısıtlı VZA yaklaşımlarını entegre bir şekilde kullanarak ülkelerin inovasyon performansını ölçen objektif bir değerlendirme sisteminin kurulması amaçlanmaktadır. Klasik VZA yaklaşımında model çözüldükten sonra değişkenlerin ağırlıkları belirlendiğinden bazı önemli değişkenlerin düşük ağırlık değerine, bazı önemli olmayan değişkenlerin de yüksek ağırlık değerine

Ülkelerin İnovasyon Performansının Ölçülmesinde Yapay Sinir Ağları, Bulanık Dematel Tabanlı Analitik Ağ Süreci ve Ağırlık Kısıtlı Veri Zarflama Analizi Yaklaşımlarının Bütünleşik Olarak Kullanılması ve Bir Uygulama

sahip olduğu böylelikle yapılan etkinlik değerlendirmesinin de gerçeği yansıtmaması gibi birtakım sorunların ortaya çıkabildiği görülmektedir. Güven bölgesi modeli ile değişkenlere ağırlık kısıtlaması konularak daha tutarlı sonuçlara ulaşılabilmektedir. Ancak güven bölgesi modelinde de ağırlıkların belirlenmesi konusu gündeme gelmektedir. Karar vericilerin subjektif yargılarına bağlı olarak ağırlıklar değişebilmektedir. Bu çalışmada değişkenlere ilişkin ağırlık değerleri YSA ve Bulanık DAAS yaklaşımları bir arada kullanılarak belirlenmiştir. İnovasyon performansını ölçmede kullanılan değişkenler Tablo 1’de yer almaktadır.

Tablo 1: Çalışma Kapsamında Dikkate Alınan Kriterler

Ana Kriterler	Alt Kriterler	2. Alt Kriterler
D1 - Kurumlar	C1 - Politik Çevre	Politik istikrar, devletin etkinliği
	C2 - Düzenleyici Çevre	Düzenleyici kalite, hukukun üstünlüğü, işten çıkarma maliyeti
	C3 - İş Çevresi	İş kurma kolaylığı, iflas sorununu çözme kolaylığı, vergi ödeme kolaylığı
D2 - İnsan Kaynağı ve Araştırma	C4 - Eğitim	Eğitim harcamaları (% GSYİH), Kamu harcamaları/öğrenci (ortaöğretim), okul hayatı süresi, okuma, matematik ve bilimdeki PISA sıralaması, öğrenci/öğretmen oranı (ortaöğretim)
	C5 - Yükseköğretim	Yükseköğretime kayıt, fen ve mühendislik mezunları, yükseköğretime gelen hareketlilik
	C6 - Araştırma & Geliştirme	Araştırmacılar, Ar-Ge'ye ilişkin brüt harcamalar, üniversite sıralaması
D3 - Altyapı	C7 - Bilgi ve iletişim teknolojileri altyapısı	BİT erişimi, BİT kullanımı, devletin online hizmetleri, e-katılım
	C8 - Genel altyapı	Elektrik üretimi, lojistik performans, brüt sermaye oluşumu
	C9 - Ekolojik sürdürülebilirlik	Enerji kullanımı çevresel performans, ISO 14001 çevre sertifikası
D4 - Pazar Gelişmişliği	C10 - Kredi	Kredi alma kolaylığı, özel sektöre yönelik krediler, mikrofinans brüt krediler
	C11 - Yatırım	Yatırımcıları koruma kolaylığı, piyasa değeri, işlem gören toplam stok değeri, girişim sermayesi fırsatları
	C12 - Ticaret & Rekabet	Uygulanan tarife oranı, yerel rekabetin yoğunluğu
D5 - İş Çevresi Gelişmişliği	C13 - Bilgi işçileri	Bilgi yoğun istihdam, eğitim veren firmalar, işletmeler tarafından Ar-Ge harcamaları, kadın istihdamı
	C14 - İnovasyon bağlantıları	Üniversite-sanayi işbirliği, kümelenme gelişimi, dışarıdan finanse edilen Ar-Ge harcamaları, stratejik ittifak, patent aileleri
	C15 - Bilginin özümsemesi	Telif ve lisans ücreti, ileri teknoloji ithalatları, haberleşme, bilgisayar ve bilgi hizmetleri, yabancı yatırımı net akışı
D6 - Bilgi ve Teknoloji	C16 - Bilginin üretimi	Yurtiçi patent, uluslararası patent, faydalı model, bilimsel ve teknik makaleler, atıf yapıma sayısı (H indeksi)
	C17 - Bilginin etkisi	Büyüme hızı, yeni işletmeler, yazılım harcamaları, ISO 9001 sertifikası, orta-yüksek ve ileri teknoloji üretimi
	C18 - Bilginin yayılımı	Telif ve lisans ücreti gelirleri, ileri teknoloji ihracatları, haberleşme, bilgisayar ve bilgi hizmetleri gelirleri, yabancı yatırımı net gelirleri
D7 - Yaratıcılık	C19 - Maddi olmayan duran varlıkları	Yurtiçi tescilli markalar, Madrid markaları, BİT ve iş modeli oluşturma, BİT ve organizasyonel model oluşturma
	C20 - Yaratıcı mallar ve hizmetler	Kültürel ve yaratıcı hizmetler ihracatı, ulusal filmler, küreselleşme ve medya, basım ve yayın, yaratıcı mal ihracatı
	C21 - Çevrimiçi yaratıcılık	Jenerik üst düzey alanlar, ülke kodları, wikipedia düzenleme, Youtube video yükleme

Kaynak: Global Innovation Index, 2015: 9.

Çalışma kapsamında INSEAD tarafından her yıl yayımlanan Küresel İnovasyon Endeksi ölçüm çalışmalarında yer alan değişkenler kullanılmıştır. Küresel İnovasyon Endeksi kapsamında yapılan analizler ortalama alınarak yapılan basit bir analiz tekniğidir. Bu çalışma kapsamında aynı değişkenler kullanılarak daha kapsamlı bir metodoloji sunulması hedeflenmektedir.

Yapay Sinir Ağları ile Değişkenler Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi

Yapılan çalışma kapsamında değişkenler arasındaki ilişkiler ve değişkenlerin önem dereceleri YSA ile analiz edilmiştir. Herbir değişken bağımlı değişken, onun dışında kalan diğer tüm değişkenler de bağımsız değişken olarak ele alınarak alt kriterler için 21 model, ana kriterler için de 7 model olmak üzere toplam 28 YSA modeli kurulmuştur. Matlab R2014a programı ile YSA analizleri gerçekleştirilmiştir. YSA modeli olarak literatürde birçok çalışmada kullanılan ve tutarlı sonuçlar verdiği ispatlanmış bir model olan çok katmanlı ileri beslemeli geri yayılım ağı kullanılmıştır. Eğitim algoritması olarak da hızlı yakınsaması, güçlü yapısı ve lokal minimuma ulaşma yeteneğine sahip doğrusal olmayan optimizasyon yöntemlerinden biri olan (Zhang vd., 1998) Levenberg-Marquardt yöntemi seçilmiştir. Aktivasyon fonksiyonu olarak hiperbolik tanjant kullanılmıştır. Analizler yapılmadan önce eğitim performansını arttırmak için tüm veriler $[-1,1]$ olacak şekilde normalize edilmiştir. Herbir modelde 20 bağımsız değişken olduğundan girdi nöronu 20, bağımlı değişken de 1 tane olduğundan çıktı nöronu 1 olarak ele alınmıştır. Çok katmanlı ağın mimari yapısının oluşturulmasında gizli katman sayısı ve gizli katmandaki nöron sayısının ağın hatasını minimum yapacak şekilde belirlenmesine dikkat edilmelidir. Bu parametreleri belirlemek için bazı yöntemler önerilse de her veri seti için uygulanacak standart bir yöntem yoktur. Bunun için deneme-yanılgı ile ağ mimarisi oluşturulmaktadır. Bunun için farklı stratejiler geliştirilmiştir. Tek katmanlı, iki katmanlı ve üç katmanlı olmak üzere ve her katmandaki nöron sayıları da değiştirilerek çeşitli alternatifler belirlenmiştir.

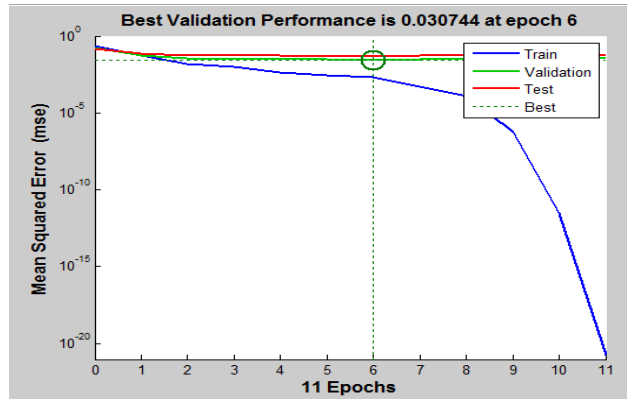
Tek katmanlı modellerde, 5, 10, 20 ve 30 nöronlu 4 farklı model; iki gizli katmanlı modellerde her katmanda 5, 10, 20 ve 30 nöronun olduğu 16 farklı model ve de üç gizli katmanlı modellerde ise her katmanda 5, 10, 20 ve 30 nörona sahip 4 farklı model olmak üzere toplam 24 adet farklı model denenmiştir. Performans ölçütü olarak hata kareleri ortalaması (HKO) ve korelasyon katsayısı (R) kullanılmıştır. HKO, gerçek çıktı ve tahmini çıktı arasındaki farkın kareleri toplamının örnek sayısına oranı, korelasyon katsayısı ise gerçek çıktı ile tahmini çıktı değerleri arasındaki ilişki düzeyidir. Her yıl 104 ülke verisi ele alınmış olup toplamda 416 veri kullanılmıştır. Veriler zaman olarak eskiden yeniye doğru sıralanmıştır. Verilerin %70'i eğitim (ilk 292 veri), %15'i doğrulama (293. ile 354. arasındaki veriler: 62 veri) ve %15'i de test seti (355. ile 416. arasındaki veriler: 62 veri) olarak ayrılarak eğitime başlanmıştır. Ağ en düşük hataya ulaştığı iterasyon sayısında (İS) eğitim tamamlanmış, en düşük HKO değerine ve en yüksek R değerine sahip model seçilmiştir. En iyi ağ yapısı belirlendikten sonra da değişkenlerin önem derecelerini belirlemek amacıyla perturb yöntemi uygulanmıştır. Diğer değişkenler sabit tutulmak şartıyla her bir değişken belirli oranda arttırılarak (%10-%50) ağın HKO değeri üzerindeki değişimi incelenmiştir. Bu çalışmada değişim miktarı %20 seçilerek 28 değişken için aynı stratejiler uygulanmış ve en iyi ağ yapısı ile girdilerin önem dereceleri belirlenmiştir. Aşağıda politik çevre değişkenini etkileyen değişkenlerin önem derecesinin belirlenmesi süreci gösterilmektedir. Tablo 2'de politik çevre değişkenine ilişkin YSA ile yapılan denemeler görülmektedir.

Ülkelerin İnovasyon Performansının Ölçülmesinde Yapay Sinir Ağları, Bulanık Dematel Tabanlı Analitik Ağ Süreci ve Ağırlık Kısıtlı Veri Zarflama Analizi Yaklaşımlarının Bütünleşik Olarak Kullanılması ve Bir Uygulama

Tablo 2: Politik Çevre Değişkenine İlişkin Yapılan Denemeler

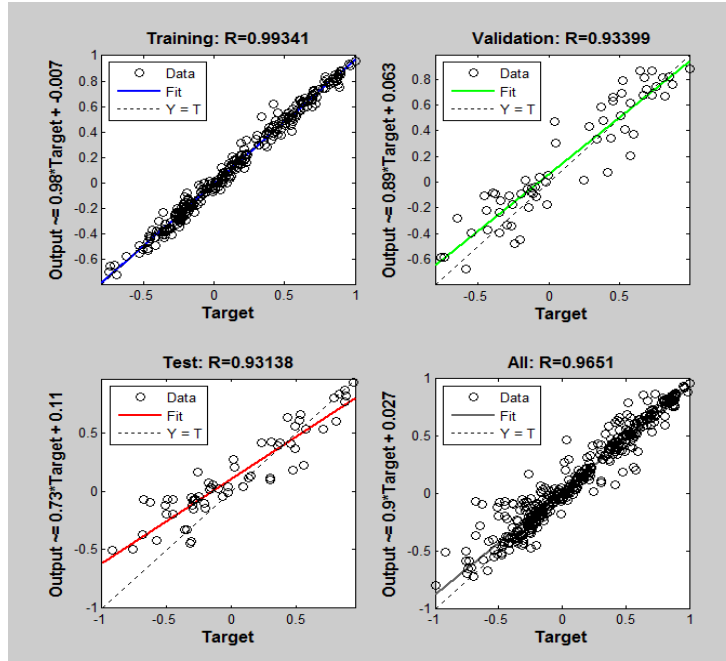
Deneme	Parametreler			Eğitim Seti		Doğrulama Seti		Test Seti	
	GKS	NS	İS	HKO	R	HKO	R	HKO	R
1	1	5	6	0,0211	0,94	0,0426	0,90	0,0653	0,90
2	1	10	12	0,0090	0,97	0,0394	0,91	0,0439	0,92
3	1	20	12	0,0038	0,98	0,0432	0,91	0,0592	0,89
4	1	30	9	0,0110	0,98	0,0367	0,92	0,0448	0,91
5	2	5-5	9	0,0220	0,93	0,0392	0,91	0,0620	0,91
6	2	5-10	10	0,0143	0,95	0,0352	0,91	0,0543	0,90
7	2	5-20	12	0,0108	0,96	0,0337	0,92	0,0597	0,92
8	2	5-30	9	0,0165	0,95	0,0472	0,88	0,0715	0,86
9	2	10-5	14	0,0079	0,97	0,0307	0,92	0,0614	0,90
10	2	10-10	12	0,0085	0,97	0,0367	0,91	0,0686	0,86
11	2	10-20	9	0,0187	0,94	0,0324	0,92	0,0523	0,91
12	2	10-30	9	0,0141	0,95	0,0448	0,90	0,0962	0,82
13	2	20-5	16	0,00009	0,99	0,0308	0,93	0,0704	0,86
14	2	20-10	9	0,0225	0,95	0,0352	0,92	0,0346	0,92
15	2	20-20	9	0,0141	0,96	0,0451	0,89	0,0671	0,87
16	2	20-30	11	0,0020	0,99	0,0292	0,93	0,0455	0,92
17	2	30-5	11	0,0057	0,98	0,0351	0,92	0,0641	0,89
18	2	30-10	11	0,0024	0,99	0,0307	0,94	0,0373	0,93
19	2	30-20	11	0,0008	0,99	0,0438	0,90	0,0647	0,86
20	2	30-30	9	0,000064	0,99	0,0429	0,90	0,0676	0,89
21	3	5-5-5	13	0,0161	0,95	0,0410	0,90	0,0565	0,90
22	3	10-10-10	12	0,0048	0,98	0,0623	0,86	0,0683	0,89
23	3	20-20-20	11	0,0017	0,99	0,0350	0,92	0,0568	0,88
24	3	30-30-30	9	8,71E-24	1,00	0,0624	0,87	0,0562	0,92

Tablo 2'deki test setinin HKO ve R değerleri incelendiğinde, eğitim, doğrulama ve test setlerinde en düşük hata kareler ortalaması ve en yüksek korelasyon katsayısı değerlerine sahip 18 nolu deneme olan 2 gizli katmanlı, ilk katmanda 30 nörona ve ikinci katmanda da 10 nörona sahip ağ yapısının en iyi sonuç verdiği görülmektedir. Bu ağın eğitimine ilişkin performans grafiği aşağıda Şekil 2'de yer almaktadır.



Şekil 2: Politik Çevre Değişkenine İlişkin Ağ Eğitim Performans Grafiği

Enver Çakın ve Aslı Özdemir



Şekil 3: Politik Çevre Değişkenine İlişkin Korelasyon Grafikleri

Tahmini değerler ile gerçek değerler arasındaki ilişkileri gösteren korelasyon grafikleri Şekil 3'de gösterilmektedir. Eğitim verilerinin korelasyon katsayısı 0,99; doğrulama setinin korelasyon katsayısı 0,93; test setinin korelasyon katsayısı 0,93 ve tüm verilerin korelasyon katsayısı 0,96 olarak bulunmuştur. Bu değerler, değişkenler arasında güçlü bir ilişkinin olduğunu göstermektedir. Tüm verilere ilişkin, YSA tarafından tahmin edilen değerler ile gerçek değerler Şekil 4'de yer almaktadır.

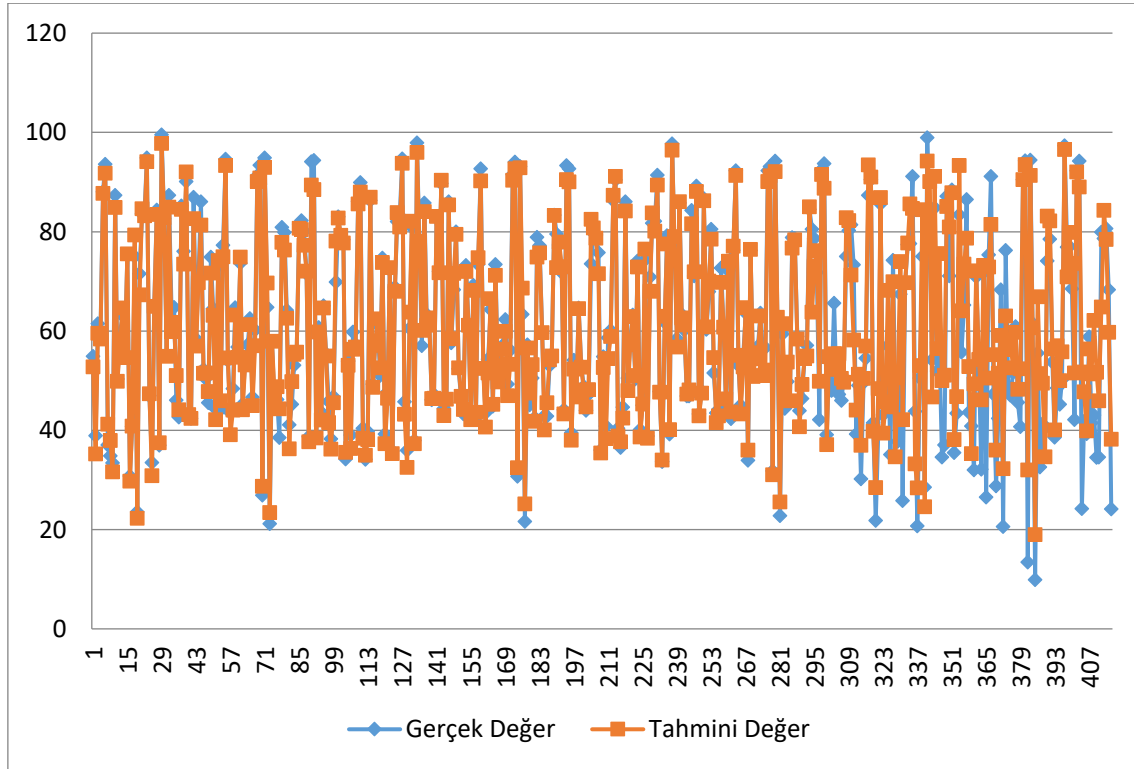
Tablo 3: Politik Çevre Değişkenini Etkileyen Değişkenlerin Önem Dereceleri

Değişkenler	HKO Değişim (%)	Normalize
C2 - Düzenleyici Çevre	7,996	0,097
C3 - İş Çevresi	1,227	0,015
C4 - Eğitim	0,675	0,008
C5 - Yükseköğretim	9,530	0,115
C6 - Araştırma & Geliştirme	26,176	0,316
C7 - Bilgi ve iletişim teknolojileri altyapısı	0,204	0,002
C8 - Genel altyapı	2,863	0,035
C9 - Ekolojik sürdürülebilirlik	0,818	0,010
C10 - Kredi	3,885	0,047
C11 - Yatırım	3,067	0,037
C12 - Ticaret & Rekabet	0,613	0,007
C13 - Bilgi işçileri	0,409	0,005
C14 - İnovasyon bağlantıları	3,681	0,044
C15 - Bilginin özümsemesi	0,204	0,002
C16 - Bilginin üretimi	7,362	0,089
C17 - Bilginin etkisi	0,613	0,007
C18 - Bilginin yayılımı	3,067	0,037
C19 - Maddi olmayan duran varlıklar	0,409	0,005
C20 - Yaratıcı mallar ve hizmetler	9,407	0,114
C21 - Çevrimiçi yaratıcılık	0,613	0,007

Ülkelerin İnovasyon Performansının Ölçülmesinde Yapay Sinir Ağları, Bulanık Dematel Tabanlı Analitik Ağ Süreci ve Ağırlık Kısıtlı Veri Zarflama Analizi Yaklaşımlarının Bütünleşik Olarak Kullanılması ve Bir Uygulama

Ağ parametreleri optimize edilip en iyi ağ yapısı oluşturulduktan sonra politik çevre değişkenini etkileyen değişkenlerin önem derecelerini belirlemek için perturb yöntemi uygulanmıştır. Diğer değişkenler sabit tutularak her bir değişkenin değeri %20'si kadar artırılarak ağın HKO üzerindeki değişimleri incelenmiştir. Tablo 3'de politik çevre değişkenini etkileyen değişkenlerin önem dereceleri yer almaktadır.

Tablo 3 incelendiğinde politik çevre değişkenini en fazla etkileyen değişkenlerin Ar-Ge, yükseköğretim, yaratıcı mallar ve hizmetler, düzenleyici çevre ve bilginin üretimi olduğu; en az etkileyen değişkenlerin de çevrimiçi yaratıcılık, bilgi işçileri, maddi olmayan duran varlıklar, bilginin özümsemesi ve bilgi-iletişim teknolojileri altyapısı olduğu anlaşılmaktadır. Diğer alt değişkenler ve ana değişkenlere aynı işlemler uygulanarak birbirleri üzerindeki önem dereceleri hesaplanmıştır.



Şekil 4: Politik Çevre Değişkenine Ait Tahmini Değer ile Gerçek Değerin Karşılaştırılması

Bulanık DAAS ile Değişkenlerin Ağırlıklandırılması

YSA ile hem alt kriterler hem de ana kriterler arasındaki ilişkiler belirlendikten sonra bu ilişkiler Bulanık DAAS yönteminde kullanılarak bulanık direkt ilişki matrisi elde edilmiştir. YSA modelleri kurulduktan sonra perturb yöntemiyle elde edilen her bir değişkeninin diğer tüm değişkenleri etkileme derecelerinden faydalanılmıştır. Bu etkileme dereceleri, ağın HKO üzerindeki yüzdesel değişimleridir. Bu YSA katsayıları, Bulanık DAAS yönteminde kullanılan dilsel değişkenlere ve o dilsel değişkenlere karşılık gelen bulanık katsayılara çevrilmiştir. Her bir alt kriteri etkileyen 20 alt kriter ve toplam da 21 tane alt kriter olduğundan alt kriterler için toplam $21 \times 20 = 420$ tane YSA katsayısı

bulunmaktadır. Aynı şekilde herbir ana kriteri etkileyen 6 ana kriter ve toplamda 7 ana kriter olduğundan ana kriterler için $6 \times 7 = 42$ tane YSA katsayısı mevcuttur. Öncelikle alt kriterler için elde edilen 420 tane YSA katsayısı küçükten büyüğe doğru sıralanmıştır. Çünkü YSA katsayılarının değeri büyüdükçe değişkenleri etkileme dereceleri de artmaktadır. Daha sonra doğrusal olmayan normalizasyon yöntemlerinden biri olan sigmoid normalizasyon işlemi uygulanmıştır.

Normalizasyon işleminden sonra tüm normalize edilen veriler toplanmış, herbir değer de bu toplam değere bölünerek verilerin toplamı "1" olacak şekilde düzenlenmiştir. Verilerin toplamının "1" olacak şekilde düzenlenmesinin nedeni, Bulanık DAAS yönteminde de ilişkilerin derecelerinin 0 ile 1 arasında olmasındandır. Bulanık DAAS yönteminde değişkenler arasındaki ilişkileri ölçen toplam beş seviye olduğundan veriler beş bölüme ayrılmıştır. Kümülatif toplamı 0,20'ye kadar olan veriler "etki yok", 0,20 ile 0,40 arasında olan veriler "düşük derecede etkili", 0,40 ile 0,60 arasında olan veriler "orta derecede etkili", 0,60 ile 0,80 arasındaki veriler "yüksek derecede etkili", 0,80 ile 1,00 arasındaki veriler de "çok yüksek derecede etkili" olarak gruplandırılmıştır. Alt kriterler için YSA katsayılarının Bulanık DAAS katsayılarına dönüştürülme süreci EK-1'de yer almaktadır. YSA katsayılarının Bulanık DAAS katsayılarına dönüştürme sürecinde uygulanan tüm aşamalar ana kriterler içinde aynı şekilde gerçekleştirilmiş olup, EK-2'de ana kriterler için dönüştürme tablosu yer almaktadır. Hem ana kriter hem de alt kriterler için YSA katsayılarının Bulanık DAAS katsayılarına dönüştürme sürecindeki, hangi aralıktaki YSA katsayılarının, hangi Bulanık DAAS dilsel değişkeni ve bulanık katsayısını aldığını gösteren Tablo 4'de yer almaktadır.

Tablo 4: YSA-Bulanık DAAS Dönüştürme Süreci

Değişkenler	YSA Katsayı Aralıkları	Bulanık DAAS Katsayıları	Dilsel Değişkenler
Alt Kriterler	0-1,389	(0.00,0.00,0.25)	Etki Yok
	1,429-2,339	(0.00,0.25,0.50)	Düşük Derecede Etki
	2,375-3,931	(0.25,0.50,0.75)	Orta Derecede Etki
	3,935-7,176	(0.50,0.75,1.00)	Yüksek Derecede Etki
	7,306-51,086	(0.75,1.00,1.00)	Çok Yüksek Derecede Etki
Ana Kriterler	0-2,153	(0.00,0.00,0.25)	Etki Yok
	2,623-4,545	(0.00,0.25,0.50)	Düşük Derecede Etki
	4,673-5,902	(0.25,0.50,0.75)	Orta Derecede Etki
	6,429-13,443	(0.50,0.75,1.00)	Yüksek Derecede Etki
	15,217-28,037	(0.75,1.00,1.00)	Çok Yüksek Derecede Etki

YSA katsayılarından faydalanılarak ilk aşamada hem alt kriterler hem de ana kriterler için bulanık direkt ilişki matrisi oluşturulmuş olup, EK-3'de alt kriterlere ait Tablo 5'de de ana kriterlere ait bulanık direkt ilişki matrisleri yer almaktadır.

Ülkelerin İnovasyon Performansının Ölçülmesinde Yapay Sinir Ağları, Bulanık Dematel Tabanlı Analitik Ağ Süreci ve Ağırlık Kısıtlı Veri Zarflama Analizi Yaklaşımlarının Bütünleşik Olarak Kullanılması ve Bir Uygulama

Tablo 5: Ana Kriterlere İlişkin Bulanık Direkt İlişki Matrisi

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
D1	(0.00,0.00, 0.00)	(0.75,1.00, 1.00)	(0.00,0.00, 0.25)	(0.50,0.75, 1.00)	(0.00,0.00, 0.25)	(0.75,1.00, 1.00)	(0.75,1.00, 1.00)
D2	(0.50,0.75, 1.00)	(0.00,0.00, 0.00)	(0.50,0.75, 1.00)	(0.00,0.25, 0.50)	(0.25,0.50, 0.75)	(0.00,0.00, 0.25)	(0.50,0.75, 1.00)
D3	(0.50,0.75, 1.00)	(0.00,0.00, 0.25)	(0.00,0.00, 0.00)	(0.75,1.00, 1.00)	(0.75,1.00, 1.00)	(0.00,0.25, 0.50)	(0.00,0.25, 0.50)
D4	(0.50,0.75, 1.00)	(0.00,0.25, 0.50)	(0.00,0.00, 0.25)	(0.00,0.00, 0.00)	(0.25,0.50, 0.75)	(0.00,0.25, 0.50)	(0.00,0.00, 0.25)
D5	(0.75,1.00, 1.00)	(0.25,0.50, 0.75)	(0.00,0.25, 0.50)	(0.25,0.50, 0.75)	(0.00,0.00, 0.00)	(0.00,0.00, 0.25)	(0.25,0.50, 0.75)
D6	(0.75,1.00, 1.00)	(0.00,0.00, 0.25)	(0.00,0.00, 0.25)	(0.25,0.50, 0.75)	(0.75,1.00, 1.00)	(0.00,0.00, 0.00)	(0.00,0.25, 0.50)
D7	(0.25,0.50, 0.75)	(0.50,0.75, 1.00)	(0.00,0.00, 0.25)	(0.00,0.25, 0.50)	(0.25,0.50, 0.75)	(0.50,0.75, 1.00)	(0.00,0.00, 0.00)

Alt kriterler için bulanık direkt ilişki matrisi oluşturulduktan sonra bulanık normalize direkt ilişki matrisi oluşturulmuş ve daha sonra bu matris yardımıyla bulanık toplam etki matrisi elde edilmiş olup, EK-5’de mevcuttur. Toplam etki matrisi incelendiğinde, $(r+c)$ değeri diğer değişkenlere göre yüksek olan C5-Yükseköğretim, C3-İş Çevresi, C6-Araştırma & Geliştirme, C12-Ticaret & Rekabet, C1-Politik Çevre ve C2-Düzenleyici Çevre değişkenlerinin diğer değişkenler ile daha fazla ilişkili olduğu belirlenmiştir. $(r-c)$ değerleri pozitif olan C1-Politik Çevre, C2-Düzenleyici Çevre, C6-Araştırma & Geliştirme, C7-Bilgi ve iletişim teknolojileri altyapısı, C12-Ticaret & Rekabet, C16-Bilginin üretimi, C18-Bilginin yayılımı, C20-Yaratıcı mallar ve hizmetler ve C21-Çevrimiçi yaratıcılık değişkenlerinin etkileyen, C3-İş Çevresi, C4-Eğitim, C5-Yükseköğretim, C8-Genel altyapı, C9-Ekolojik sürdürülebilirlik, C10-Kredi, C11-Yatırım, C13-Bilgi işçileri, C14-İnovasyon bağlantıları, C15-Bilginin özümsemesi, C17-Bilginin etkisi ve C19-Maddi olmayan duran varlıklar değişkenlerinin de etkilenen değişkenler olduğu görülmektedir.

Ana kriterler için de aynı hesaplamalar yapılmış ve öncelikle Tablo 6’da yer alan bulanık normalize direkt ilişki matrisi elde edilmiştir.

Tablo 6: Ana Kriterlere İlişkin Bulanık Normalize Direkt İlişki Matrisi

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
D1	(0.000,0.000, 0.000)	(0.231,0.211, 0.174)	(0.000,0.000, 0.043)	(0.154,0.158, 0.174)	(0.000,0.000, 0.043)	(0.231,0.211, 0.174)	(0.231,0.211, 0.174)
D2	(0.154,0.158, 0.174)	(0.000,0.000, 0.000)	(0.154,0.158, 0.174)	(0.000,0.053, 0.087)	(0.077,0.105, 0.130)	(0.000,0.000, 0.043)	(0.154,0.158, 0.174)
D3	(0.154,0.158, 0.174)	(0.000,0.000, 0.043)	(0.000,0.000, 0.000)	(0.231,0.211, 0.174)	(0.231,0.211, 0.174)	(0.000,0.053, 0.087)	(0.000,0.053, 0.087)
D4	(0.154,0.158, 0.174)	(0.000,0.053, 0.087)	(0.000,0.000, 0.043)	(0.000,0.000, 0.000)	(0.077,0.105, 0.130)	(0.000,0.053, 0.087)	(0.000,0.000, 0.043)
D5	(0.231,0.211, 0.174)	(0.077,0.105, 0.130)	(0.000,0.053, 0.087)	(0.077,0.105, 0.130)	(0.000,0.000, 0.000)	(0.000,0.000, 0.043)	(0.077,0.105, 0.130)
D6	(0.231,0.211, 0.174)	(0.000,0.000, 0.043)	(0.000,0.000, 0.043)	(0.077,0.105, 0.130)	(0.231,0.211, 0.174)	(0.000,0.000, 0.000)	(0.000,0.053, 0.087)
D7	(0.077,0.105, 0.130)	(0.154,0.158, 0.174)	(0.000,0.000, 0.043)	(0.000,0.053, 0.087)	(0.077,0.105, 0.130)	(0.154,0.158, 0.174)	(0.000,0.000, 0.000)

Bulanık normalize direkt ilişki matrisi elde edildikten sonra da Tablo 7’de yer alan bulanık toplam etki matrisine ulaşılmıştır.

Tablo 7: Ana Kriterlere İlişkin Bulanık Toplam Etki Matrisi

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
D1	(0.244,0.269,0.376)	(0.354,0.362,0.425)	(0.055,0.067,0.219)	(0.243,0.310,0.449)	(0.165,0.196,0.339)	(0.342,0.345,0.405)	(0.354,0.367,0.431)
D2	(0.302,0.365,0.532)	(0.123,0.163,0.285)	(0.173,0.197,0.332)	(0.109,0.188,0.394)	(0.180,0.250,0.411)	(0.109,0.147,0.306)	(0.256,0.205,0.442)
D3	(0.321,0.378,0.505)	(0.115,0.166,0.305)	(0.018,0.044,0.160)	(0.314,0.354,0.443)	(0.298,0.35,0.421)	(0.092,0.186,0.319)	(0.115,0.06,0.344)
D4	(0.218,0.281,0.433)	(0.069,0.153,0.290)	(0.011,0.034,0.174)	(0.049,0.099,0.232)	(0.108,0.179,0.329)	(0.061,0.136,0.270)	(0.069,0.11,0.261)
D5	(0.345,0.388,0.492)	(0.192,0.253,0.372)	(0.029,0.099,0.241)	(0.151,0.242,0.393)	(0.073,0.29,0.261)	(0.109,0.14,0.277)	(0.192,0.253,0.377)
D6	(0.383,0.395,0.468)	(0.131,0.161,0.282)	(0.020,0.042,0.186)	(0.172,0.242,0.376)	(0.294,0.10,0.391)	(0.109,0.13,0.215)	(0.131,0.03,0.320)
D7	(0.228,0.09,0.477)	(0.235,0.282,0.415)	(0.036,0.057,0.216)	(0.073,0.089,0.370)	(0.073,0.168,0.395)	(0.222,0.26,0.391)	(0.102,0.151,0.275)

Ana kriterlere ilişkin bulanık toplam etki matrisinin durulaştırılmış hali ve ana değişkenlere ait satır toplamı (\bar{r}) ve sütun toplamı (\bar{c}) toplamları ve farkları Tablo 8’de yer almaktadır.

Tablo 8: Ana Kriterlere İlişkin Etkileyen ve Etkilenen Değişkenler

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	$r+c$	$r-c$
D1	0,296	0,380	0,114	0,334	0,233	0,364	0,384	4,675	-0,464
D2	0,400	0,190	0,234	0,240	0,280	0,187	0,334	3,577	0,155
D3	0,402	0,195	0,074	0,370	0,352	0,199	0,221	2,616	1,009
D4	0,311	0,171	0,073	0,126	0,205	0,156	0,147	2,995	-0,617
D5	0,408	0,272	0,123	0,262	0,154	0,175	0,274	3,492	-0,154
D6	0,415	0,191	0,083	0,263	0,332	0,151	0,218	3,177	0,130
D7	0,338	0,311	0,103	0,211	0,267	0,291	0,176	3,451	-0,059

Toplam etki matrisi incelendiğinde, ($r+c$) değeri diğer değişkenlere göre yüksek olan D1-Kurumlar, D2-İnsan Kaynağı ve Araştırma, D5-İş Çevresi Gelişmişliği ve D7-Yaratıcılık değişkenlerinin diğer değişkenler ile daha fazla ilişkili olduğu belirlenmiştir. ($r-c$) değerleri pozitif olan D2-İnsan Kaynağı ve Araştırma, D3-Altyapı ve D6-Bilgi ve Teknoloji değişkenleri etkileyen, D1-Kurumlar, D4-Pazar Gelişmişliği, D5-İş Çevresi Gelişmişliği ve D7-Yaratıcılık değişkenleri etkilenen değişkenler olduğu görülmektedir. Ana kriterler için toplam etki matrisinin satırları toplanmış ve her bir hücre bu satır toplamına bölünerek satır toplamları “1” olacak şekilde düzenlenmiştir. Daha sonra matrisin transpozesi alınarak başlangıç süpermatris elde edilmiş olup, Tablo 9’da yer almaktadır. Bu matrisin belirli bir oranda üssü alınarak limit süpermatris oluşturulmuş ve Tablo 10’de yer almaktadır.

Ülkelerin İnovasyon Performansının Ölçülmesinde Yapay Sinir Ağları, Bulanık Dematel Tabanlı Analitik Ağ Süreci ve Ağırlık Kısıtlı Veri Zarflama Analizi Yaklaşımlarının Bütünleşik Olarak Kullanılması ve Bir Uygulama

Tablo 9: Ana Kriterlere İlişkin Başlangıç Süpermatris

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
D1	0,141	0,214	0,222	0,261	0,244	0,251	0,199
D2	0,181	0,102	0,108	0,144	0,163	0,116	0,183
D3	0,054	0,125	0,041	0,061	0,074	0,050	0,061
D4	0,159	0,129	0,204	0,106	0,157	0,159	0,124
D5	0,111	0,150	0,194	0,173	0,092	0,201	0,157
D6	0,173	0,100	0,110	0,131	0,105	0,091	0,172
D7	0,182	0,179	0,122	0,124	0,164	0,132	0,104

Tablo 10: Ana Kriterlere İlişkin Limit Süpermatris

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
D1	0,213	0,213	0,213	0,213	0,213	0,213	0,213
D2	0,148	0,148	0,148	0,148	0,148	0,148	0,148
D3	0,068	0,068	0,068	0,068	0,068	0,068	0,068
D4	0,144	0,144	0,144	0,144	0,144	0,144	0,144
D5	0,147	0,147	0,147	0,147	0,147	0,147	0,147
D6	0,131	0,131	0,131	0,131	0,131	0,131	0,131
D7	0,148	0,148	0,148	0,148	0,148	0,148	0,148

Tablo 10 incelendiğinde, en önemli ana kriterin D1-Kurumlar olduğu, D2-İnsan Kaynağı ve Araştırma, D4-Pazar Gelişmişliği, D5-İş Çevresi Gelişmişliği, D6-Bilgi ve Teknoloji ve D7-Yaratıcılık değişkenlerinin ağırlıklarının yaklaşık aynı olduğu, D3-Altyapı değişkeninin ise en az öneme sahip olduğu görülmektedir.

Ana kriterler için yapılan hesaplamaların aynısı alt kriterler için de yapılmıştır. Öncelikle toplam etki matrisinin satırları her bir ana kriter dikkate alınarak normalize edilmiş, transpozesi alınarak bulanık başlangıç süpermatris elde edilmiştir. Daha sonra bulanık başlangıç süpermatris ile Tablo 9'da yer alan ana kriterlere ilişkin başlangıç süpermatrisin ilgili hücreleri birbirleriyle çarpılarak bulanık ağırlıklandırılmış süpermatris oluşturulmuştur. Son olarak da bulanık ağırlıklandırılmış süpermatrisin belirli bir oranda üssü alınarak bulanık limit süpermatris elde edilmiş ve EK-5'de yer almaktadır. Tablo 11'de ise hem ana hem de alt kriterlerin önem dereceleri görülmektedir.

Tablo 11 incelendiğinde, en önemli değişkenlerin C3-İş Çevresi, C5-Yükseköğretim, C1-Politik Çevre, C2-Düzenleyici Çevre ve C20-Yaratıcı mallar ve hizmetler değişkenleri olduğu, en az öneme sahip değişkenlerin ise C7-Bilgi ve iletişim teknolojileri altyapısı, C9-Ekolojik sürdürülebilirlik, C8-Genel altyapı, C4-Eğitim ve C18-Bilginin yayılımı değişkenleri olduğu belirlenmiştir. Ana kriterler değerlendirildiğinde, D1-Kurumlar ana kriterinin en önemli ana kriter, D3-Altyapı ana kriterinin ise en az öneme sahip olduğu görülmektedir. D1-Kurumlar kümesindeki en önemli kriterin C3-İş Çevresi kriteri olduğu, D2-İnsan Kaynağı ve Araştırma kümesindeki en önemli kriterin C5-Yükseköğretim kriteri olduğu, D3-Altyapı kümesindeki en önemli kriterin C8-Genel altyapı kriteri olduğu, D4-Pazar Gelişmişliği kümesindeki en önemli kriterin C11-Yatırım kriteri olduğu, D5-İş Çevresi Gelişmişliği kümesindeki en önemli kriterin C13-Bilgi işçileri

ve C15-Bilginin özümsemesi olduğu, D6-Bilgi ve Teknoloji kümesindeki en önemli kriterin C17-Bilginin etkisi olduğu ve D7-Yaratıcılık kümesindeki en önemli kriterin C20-Yaratıcı mallar ve hizmetler olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 11: Kriterlerin Önem Dereceleri

Ana Kriterler	Ana Kriterlerin Ağırlıkları	Alt Kriterler	Lokal Ağırlıklar	Global Ağırlıklar
D1 - Kurumlar	0,213	C1 - Politik Çevre	0,286	0,061
		C2 - Düzenleyici Çevre	0,286	0,061
		C3 - İş Çevresi	0,428	0,091
D2 - İnsan Kaynağı ve Araştırma	0,148	C4 - Eğitim	0,229	0,034
		C5 - Yükseköğretim	0,507	0,075
		C6 - Araştırma & Geliştirme	0,264	0,039
D3 - Altyapı	0,068	C7 - Bilgi ve iletişim teknolojileri altyapısı	0,220	0,015
		C8 - Genel altyapı	0,456	0,031
		C9 - Ekolojik sürdürülebilirlik	0,324	0,022
D4 - Pazar Gelişmişliği	0,144	C10 - Kredi	0,333	0,048
		C11 - Yatırım	0,361	0,052
		C12 - Ticaret & Rekabet	0,306	0,044
D5 - İş Çevresi Gelişmişliği	0,147	C13 - Bilgi işçileri	0,353	0,052
		C14 - İnovasyon bağlantıları	0,294	0,043
		C15 - Bilginin özümsemesi	0,353	0,052
D6 - Bilgi ve Teknoloji	0,131	C16 - Bilginin üretimi	0,345	0,045
		C17 - Bilginin etkisi	0,378	0,049
		C18 - Bilginin yayılımı	0,277	0,036
D7 - Yaratıcılık	0,148	C19 - Maddi olmayan duran varlıkları	0,331	0,049
		C20 - Yaratıcı mallar ve hizmetler	0,364	0,054
		C21 - Çevrimiçi yaratıcılık	0,305	0,045

Ağırlık Kısıtlı Veri Zarflama Analizi ile İnovasyon Performansının Ölçülmesi

YSA ile değişkenler arasındaki ilişkiler belirlenip daha sonra Bulanık DAAS yönteminde bu ilişkiler kullanılarak tüm değişkenlerin ağırlıkları bulunmuştur. Bu bulanık ağırlıklar VZA'da ağırlık kısıtı olarak kullanılarak 15 adet girdi ve 6 adet çıktı değişkeni dikkate alınarak her yıl 104 ülkenin 2012, 2013, 2014 ve 2015 yıllarındaki inovasyon performansları ölçülmüştür. Endeks çalışmalarında genellikle her bir veri diğer veriler dikkate alınarak normalize edilmektedir. Küresel İnovasyon Endeksi çalışmasında da veriler normalize edildiğinden, bir ülkenin herhangi bir kriterine ilişkin değerinin artması o ülkenin o kriter çerçevesinde diğer ülkelere göre daha iyi olduğunu göstermektedir. Veriler herhangi bir düzenleme yapılmadan analize başlandığında VZA'nın temel mantığı olan çıktı/girdi oranı dikkate alınarak yapılan hesaplamalarda girdi değeri yüksek olan ülkelerin etkinlik değerleri düşük, girdi değeri düşük olan ülkelerin ise etkinlik değerleri yüksek çıkmakta bu da tutarsız sonuçlara yol açmaktadır. Bu dezavantajı gidermek için girdi değişkenlerine ilişkin verilerin çarpmaya göre tersi alınarak (1/x) analizlere başlanmıştır.

Ülkelerin İnovasyon Performansının Ölçülmesinde Yapay Sinir Ağları, Bulanık Dematel Tabanlı Analitik Ağ Süreci ve Ağırlık Kısıtlı Veri Zarflama Analizi Yaklaşımlarının Bütünleşik Olarak Kullanılması ve Bir Uygulama

Ülkelerin inovasyon performansının ölçülmesinde klasik VZA modellerinden CCR modeli ile süperetkinlik (Reduced CCR) modeli ile analiz yapılmıştır. Ayrıca Bulanık DAAS ile elde edilen ağırlıklardan faydalanarak oluşturulan Güven Bölgesi (AR) kısıtları hem CCR hem de süperetkinlik (RCCR) modeline eklenerek analizler yapılmıştır. VZA ile ilgili tüm analizler EMS (Efficiency Measurement System) programından faydalanılarak gerçekleştirilmiştir. Oluşturulan Güven Bölgesi (AR) kısıtları programa matris şeklinde tanıtıldığından dolayı kısıtlara ilişkin matris oluşturulmuş olup, söz konusu matris EK-6'da yer almaktadır. Güven Bölgesi (ARI) modelinde girdiler kendi arasında çıktılar da kendi arasında ilişkilendirilip kısıtlar belirlendiğinden dolayı, öncelikle girdi ve çıktılar kendi aralarında ağırlık toplamları "1" olacak şekilde normalize edildikten sonra Tablo 12'de yer alan alt ve üst limitler elde edilmiştir.

Tablo 12: Ağırlık Kısıtlarında Kullanılan Alt ve Üst Limitler

Değişkenler	Alt Kriterler	Alt Limit	Üst Limit
Girdi Değişkenleri	C1 - Politik Çevre	0,090	0,095
	C2 - Düzenleyici Çevre	0,080	0,104
	C3 - İş Çevresi	0,127	0,151
	C4 - Eğitim	0,043	0,061
	C5 - Yükseköğretim	0,096	0,135
	C6 - Araştırma & Geliştirme	0,049	0,067
	C7 - Bilgi ve iletişim teknolojileri altyapısı	0,020	0,029
	C8 - Genel altyapı	0,041	0,052
	C9 - Ekolojik sürdürülebilirlik	0,032	0,034
	C10 - Kredi	0,072	0,076
	C11 - Yatırım	0,075	0,086
	C12 - Ticaret & Rekabet	0,060	0,073
	C13 - Bilgi işçileri	0,076	0,083
	C14 - İnovasyon bağlantıları	0,061	0,070
	C15 - Bilginin özümsemesi	0,078	0,081
Çıktı Değişkenleri	C16 - Bilginin üretimi	0,164	0,175
	C17 - Bilginin etkisi	0,182	0,186
	C18 - Bilginin yayılımı	0,126	0,145
	C19 - Maddi olmayan duran varlıkları	0,178	0,193
	C20 - Yaratıcı mallar ve hizmetler	0,193	0,204
	C21 - Çevrimiçi yaratıcılık	0,156	0,178

Çalışma kapsamında dikkate alınan 104 ülkenin CCR, süperetkinlik (RCCR), ağırlık kısıtlı VZA (CCR/AR) ve ağırlık kısıtlı süperetkinlik (RCCR/AR) modelleri ile 2012, 2013, 2014 ve 2015 yıllarına ait ölçülen inovasyon etkinlik değerleri EK-7'de yer almaktadır. EK-8'de ise ülkelerin etkinlik sıralaması mevcuttur. EK-7'de yer alan Tablo incelendiğinde; CCR modeline göre 2012 yılında 26, 2013 ve 2014 yılında 24, 2015 yılında ise 21 ülkenin etkin olduğu görülmektedir. Süperetkinlik modeline göre, en yüksek üç etkinlik değerine sahip ülkenin 2012 yılında Singapur, İsviçre ve Hong Kong; 2013 yılında İsviçre, Hong Kong ve Lüksemburg; 2014 yılında Birleşik Arap Emirlikleri, Singapur ve Çin ve 2015 yılında da İsviçre, Çin ve Singapur olduğu sonucuna

ulaşmıştır. CCR modeline göre dört yılda da etkin olan ülkelerin Çin, Danimarka, Finlandiya, Hong Kong, İzlanda, İrlanda, Kore, Lüksemburg, Hollanda, Norveç, Singapur, İsveç, İsviçre, Birleşik Arap Emirlikleri, İngiltere ve Amerika olduğu anlaşılmaktadır. Ağırlık kısıtlı VZA modeline göre, 2012, 2013, 2014 ve 2015 yıllarında sadece 1 ülkenin etkin olduğu ve o ülkenin de İsviçre olduğu görülmektedir. Ağırlık kısıtlarının CCR modeline eklenmesiyle birlikte tüm ülkelerin etkinlik değerlerinin düştüğü gözlemlenmiştir. Aşağıda yer alan Tablo 13'de etkinlik değerlerine ilişkin tanımlayıcı istatistiksel analizler mevcuttur.

Tablo 13: Etkinlik Değerlerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistiksel Analizler

VZA Modelleri	Tanımlayıcı İstatistikler	2012	2013	2014	2015
CCR	Maksimum	1,000	1,000	1,000	1,000
	Minimum	0,296	0,328	0,387	0,337
	Ortalama	0,721	0,744	0,774	0,747
	Etkin Olan KVB	26	24	24	21
	Etkin Olmayan KVB	78	80	80	83
	Etkin Olmayan KVB'lerin Ort.	0,629	0,668	0,707	0,683
RCCR	Maksimum	1,783	1,586	1,747	1,620
	Minimum	0,296	0,328	0,387	0,337
	Ortalama	0,777	0,797	0,832	0,792
	Etkin Olan KVB	26	24	24	21
	Etkin Olmayan KVB	78	80	80	83
	Etkin Olmayan KVB'lerin Ort.	0,629	0,668	0,707	0,683
CCR/AR	Maksimum	1,000	1,000	1,000	1,000
	Minimum	0,014	0,018	0,024	0,018
	Ortalama	0,324	0,325	0,350	0,309
	Etkin Olan KVB	1	1	1	1
	Etkin Olmayan KVB	103	103	103	103
	Etkin Olmayan KVB'lerin Ort.	0,318	0,319	0,344	0,302
RCCR/AR	Maksimum	1,135	1,189	1,086	1,202
	Minimum	0,014	0,018	0,024	0,018
	Ortalama	0,326	0,327	0,351	0,311
	Etkin Olan KVB	1	1	1	1
	Etkin Olmayan KVB	103	103	103	103
	Etkin Olmayan KVB'lerin Ort.	0,318	0,319	0,344	0,302

Tablo 13 incelendiğinde, CCR modeline göre ortalama etkinlik değeri 2012 yılında 0,721; 2013 yılında 0,744; 2014 yılında 0,774 ve 2015 yılında 0,747 olduğu belirlenmiştir. Ağırlık kısıtlı VZA (CCR/AR) modeline göre, etkinlik ortalamaları 2012 yılında 0,324; 2013 yılında 0,325; 2014 yılında 0,350 ve 2015 yılında ise 0,309 olarak gözlemlenmektedir. Ayrıca ağırlık kısıtlı VZA modelinde etkin olan KVB'lerin sayısının ciddi şekilde düştüğü ve AR modelinin etkin olan KVB'leri daha iyi ayrıştırdığı görülmektedir.

Ülkelerin İnovasyon Performansının Ölçülmesinde Yapay Sinir Ağları, Bulanık Dematel Tabanlı Analitik Ağ Süreci ve Ağırlık Kısıtlı Veri Zarflama Analizi Yaklaşımlarının Bütünleşik Olarak Kullanılması ve Bir Uygulama

SONUÇ

Son yıllarda ülkelerin gelişmişlik düzeylerinde kullanılan en önemli kriterler olarak Ar-Ge, inovasyon, teknoloji, bilimsel yayınlar, patent gibi konular ön plana çıkmaktadır. Her ülke gelişmiş ülkelere teknoloji transferi yaparak üretmek yerine kendi teknolojisini üreterek, teknolojilerini diğer ülkelere satarak ve inovatif ürünler üreterek büyümek istemektedirler. Bu nedenle tüm ülkeler bütçelerinden ciddi payları Ar-Ge ve inovasyon faaliyetlerine ayırmaya başlamışlar ve her geçen gün bu payları arttırmaya devam etmektedirler. Ayrılan bu kaynakların amacına ulaşacak şekilde kullanılıp kullanılmadığının tespit edilebilmesi, ülkelerin diğer ülkeler karşısındaki durumlarını net bir şekilde görebilmesi, ülkelerin güçlü ve zayıf noktalarının belirlenebilmesi için sürekli olarak inovasyon performanslarının ölçülmesi önemli bir konudur. Performans ölçümü sonucunda ülkeler diğer ülkeler arasındaki sıralamasını görebilmekte ve zayıf noktalarına yönelik gerekli tedbirleri alarak iyileştirebilmektedir.

Yapılan çalışma ile yapay zeka tekniklerinden biri olan YSA'nın ve ÇKKV tekniklerinden olan Bulanık DAAS ve AKVZA'nın bütünleşik olarak kullanılması ile inovasyon performansını ölçen bir model geliştirilmiştir. Bunun yanında çalışmanın alana birçok katkısının olabileceği düşünülmektedir. İlk olarak YSA'ya getirilen "kara kutu" eleştirisi irdelenerek girdilerin önem düzeyinin belirlenememesi sorunu perturb yöntemiyle çözümlenmiştir. Ayrıca YSA'dan elde edilen değişkenler arasındaki ilişkiler Bulanık DAAS yönteminde kullanılmıştır. Böylelikle karar vericiye ihtiyaç duyulmadan sadece veriler arasındaki ilişkiler dikkate alınarak objektif bir ağırlıklandırma sistemi kurulmuştur. Son olarak da AKVZA modellerinde ağırlıkların belirlenmesinde uzman görüşleri, piyasa verileri, AHP, AAS, DEMATEL vb. gibi teknikler yerine yapay zeka ve ÇKKV teknikleri temelli bir yöntem önerilmiştir. Ayrıca YSA, Bulanık DAAS ve AKVZA yaklaşımları bütünleşik olarak ilk defa bir çalışmada ve performans ölçümü için kullanılmıştır.

Önerilen modelin uygulaması Küresel İnovasyon Endeksi raporlarında yer alan ülkelerin gerçek ve resmi verileri üzerinde gerçekleştirilerek inovasyon performansları ölçülmüştür. Analiz sonuçları, geliştirilen bu modelin uygulanabileceğini, klasik yöntemlere göre daha farklı ve daha tutarlı sonuçlar verebileceğini göstermiştir. Nicel verilerin yer aldığı tüm karar verme, performans değerlendirme ve seçim problemlerinde bu modelin faydalı olacağı öngörülmektedir. İnsan kaynakları, tedarikçi performansı değerlendirme, proje seçimi ve değerlendirme, yer seçimi, pazarlama, üretim, finans vb. birçok alanda performans değerlendirme ve karar verme problemlerinde bu model kolaylık kullanılabileceği düşünülmektedir.

Gelecek çalışmalarda uzmanlar yardımıyla elde edilen bilgiler ile ağırlık kısıtları oluşturularak performans ölçümü yapılabilir ve bu çalışmanın sonuçları ile karşılaştırılabilir. YSA tek başına kullanılarak perturb yöntemi ile bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki etkisi belirlenebilir ve klasik yöntemler ile (regresyon analizi, lojistik regresyon analizi vb.) karşılaştırmalı olarak YSA'nın performansı incelenebilir. YSA ve Bulanık DAAS yöntemleri birarada kullanılarak nicel verilerin olduğu durumlarda herhangi bir uzman görüşüne ihtiyaç duyulmadan problemde yer alan kriterlerin önem dereceleri bulunabilir. Ayrıca bu ağırlıklar farklı ÇKKV tekniklerinde (TOPSIS, ELECTRE,

VIKOR, PROMETHEE vb.) kullanılarak performans ölçümünde farklı bir model olarak da uygulanabilir. YSA, Bulanık DAAS ve ÇKKV teknikleri ile oluşturulacak model inovasyon performansı ölçümünde kullanılabilir ve bu çalışmadan elde edilen sonuçlar ile karşılaştırmalı olarak incelenebilir.

KAYNAKÇA

- Charnes, A., Cooper, W.W. & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*. 2(6), 429-444.
- Cooper, W.W., Seiford, L.M. & Zhu, J. (2011). Data envelopment analysis: History, models, and interpretations. In Cooper, W.W., Seiford, L.M. & Zhu, J (Eds.), *Handbook on data envelopment analysis*. (pp. 1-39). USA: Springer Science+Business Media.
- Gevrey, M., Dimopoulos, I. & Lek, S. (2003). Review and comparison of methods to study the contribution of variables in artificial neural network models. *Ecological Modelling*, 160(3), 249-264.
- Gurney, K. (1997). *An introduction to neural networks*. London and New York: UCL Press Limited.
- Haykin, S. (1999). *Neural networks-A comprehensive foundation* (Second Edition). India: Pearson Prentice Hall.
- Hu, S.K., Lu, M.T. & Tzeng, G.H. (2015). Improving mobile commerce adoption using a new hybrid fuzzy MADM model. *International Journal of Fuzzy System*, 17(3), 399-413.
- Hung, N. Q., Babel, M.S., Weesakul, S. & Tripathi, N.K. (2009). An artificial neural network model for rainfall forecasting in Bangkok-Thailand. *Hydrology and Earth System Sciences*. 13(8), 1413-1425.
- INSEAD (2011). *The global innovation index 2011-Accelerating growth and development*. Editor: Soumitra Dutta.
- INSEAD & WIPO (2012). *The global innovation index 2012- Stronger innovation linkages for global growth*. Editor: Soumitra Dutta.
- INSEAD, WIPO & Johnson Cornell University (2013). *The global innovation index 2013-The local dynamics of innovation*. Editors: Soumitra Dutta and Bruno Lanvin.
- INSEAD, WIPO & Johnson Cornell University (2014). *Global innovation index 2014-The human factor in innovation*. Editors: Soumitra Dutta, Bruno Lanvin, and Sacha Wunsch-Vincent.
- INSEAD, WIPO & Johnson Cornell University (2015). *The global innovation index 2015-Effective innovation policies for development*. Editors: Soumitra Dutta, Bruno Lanvin, and Sacha Wunsch-Vincent.
- Johnes, J. (2006). Data envelopment analysis and its application to the measurement of efficiency in higher education. *Economics of Education Review*, 25(3), 273-288.
- Li, E.Y. (1994). Artificial neural networks and their business applications. *Information & Management*, 27(5), 303-313.

Ülkelerin İnovasyon Performansının Ölçülmesinde Yapay Sinir Ağları, Bulanık Dematel Tabanlı Analitik Ağ Süreci ve Ağırlık Kısıtlı Veri Zarflama Analizi Yaklaşımlarının Bütünleşik Olarak Kullanılması ve Bir Uygulama

- Liu, W. & Sharp, J. (1999). DEA models via goal programming. In Georg Westermann (Eds.), *Data envelopment analysis in the service sector*. (pp. 1-22). Deutsche: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Lu, M.T., Tzeng, G.H. & Tang, L.L. (2013). Environmental strategic orientations for improving green innovation performance in fuzzy environment - Using new fuzzy hybrid MCDM model. *International Journal of Fuzzy Systems*, 15(3), 297-316.
- Maind, S.B. & Wankar, P. (2014). Research paper on basic of artificial neural network. *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication*. 2(1), 96-100.
- Olden, J.D., Joy, M.K. & Death, R.G. (2004). An accurate comparison of methods for quantifying variable importance in artificial neural networks using simulated data. *Ecological Modelling*, 178(3-4), 389-397.
- Özdemir, A. ve Demireli, E. (2013). Ağırlık kısıtlı veri zarflama analizi ile mevduat bankalarının etkinlik ölçümüne yönelik bir uygulama. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 9(19), 215-238.
- Öztemel, E. (2012). *Yapay Sinir Ağları*. İstanbul: Papatya Yayıncılık.
- Scardi, M. & Harding, L.W. (1999). Developing an empirical model of phytoplankton primary production: A neural network case study. *Ecological Modelling*, 120(2-3), 213-223.
- Thompson, R.G., Singleton, Jr., F.D., Thrall, R.M., Smith, B.A. & Wilson, M. (1986). Comparative site evaluations for locating a high-energy physics lab in Texas. *Interfaces*, 16(6), 35-49.
- Vellido, A., Lisboa, P.J.G. & Vaughan, J. (1999). Neural networks in business: A survey of applications (1992–1998). *Expert Systems with Applications*, 17(1), 51-70.
- Yang, W.T., Liu, W.H., Liu, H.H. & Lanasari (2013). Evaluating influential factors in event quality using DEMATEL method. *International Journal of Trade, Economics and Finance*, 4(3), 92-97.
- Zakaria, M., Al-Shebany, M. & Sarhan, S. (2014). Artificial neural network: A brief overview. *International Journal of Engineering Research and Applications*, 4(2), 7-12.
- Zhang, G., Patuwo, B.E. & Hu, M.Y. (1998). Forecasting with artificial neural networks: The state of the art. *International Journal of Forecasting*, 14, 35-62.

Enver Çakın ve Aslı Özdemir

EK 1: Alt Kriterlere İlişkin YSA Katsayılarının Bulanık DAAS Katsayılarına Dönüşümü

Sıra No	YSA Katsayıları	e^x	e^{-x}	$\frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$	Toplam	0-1 Arası Normalize	Bulanık DANP Katsayıları	Dilsel Değişkenler
1	0,005	1,005	0,995	0,005	357,934	0,0000140	(0.00,0.00,0.25)	Etki Yok
2	0,020	1,020	0,980	0,020	357,934	0,0000559	(0.00,0.00,0.25)	Etki Yok
.
17	0,204	1,226	0,815	0,201	357,934	0,0005622	(0.00,0.00,0.25)	Etki Yok
18	0,246	1,279	0,782	0,241	357,934	0,0006737	(0.00,0.00,0.25)	Etki Yok
.
125	1,361	3,900	0,256	0,877	357,934	0,0024491	(0.00,0.00,0.25)	Etki Yok
126	1,389	4,011	0,249	0,883	357,934	0,0024668	(0.00,0.00,0.25)	Etki Yok
.
131	1,429	4,175	0,240	0,891	357,934	0,0024906	(0.00,0.25,0.50)	Düşük Derecede Etki
132	1,431	4,183	0,239	0,892	357,934	0,0024917	(0.00,0.25,0.50)	Düşük Derecede Etki
.
157	1,646	5,186	0,193	0,928	357,934	0,0025935	(0.00,0.25,0.50)	Düşük Derecede Etki
158	1,679	5,360	0,187	0,933	357,934	0,0026059	(0.00,0.25,0.50)	Düşük Derecede Etki
.
202	2,290	9,875	0,101	0,980	357,934	0,0027371	(0.00,0.25,0.50)	Düşük Derecede Etki
203	2,321	10,186	0,098	0,981	357,934	0,0027405	(0.00,0.25,0.50)	Düşük Derecede Etki
.
208	2,375	10,751	0,093	0,983	357,934	0,0027459	(0.25,0.50,0.75)	Orta Derecede Etki
209	2,407	11,101	0,090	0,984	357,934	0,0027488	(0.25,0.50,0.75)	Orta Derecede Etki
.
249	3,226	25,179	0,040	0,997	357,934	0,0027850	(0.25,0.50,0.75)	Orta Derecede Etki
250	3,231	25,305	0,040	0,997	357,934	0,0027851	(0.25,0.50,0.75)	Orta Derecede Etki
.
274	3,817	45,468	0,022	0,999	357,934	0,0027911	(0.25,0.50,0.75)	Orta Derecede Etki
275	3,883	48,570	0,021	0,999	357,934	0,0027914	(0.25,0.50,0.75)	Orta Derecede Etki
.
279	3,935	51,162	0,020	0,999	357,934	0,0027917	(0.50,0.75,1.00)	Yüksek Derecede Etki
280	3,939	51,367	0,019	0,999	357,934	0,0027917	(0.50,0.75,1.00)	Yüksek Derecede Etki
.
298	4,499	89,927	0,011	1,000	357,934	0,0027931	(0.50,0.75,1.00)	Yüksek Derecede Etki
299	4,592	98,692	0,010	1,000	357,934	0,0027932	(0.50,0.75,1.00)	Yüksek Derecede Etki
.
342	6,633	759,758	0,001	1,000	357,934	0,0027938	(0.50,0.75,1.00)	Yüksek Derecede Etki
343	6,634	760,518	0,001	1,000	357,934	0,0027938	(0.50,0.75,1.00)	Yüksek Derecede Etki
.
351	7,306	1489,208	0,001	1,000	357,934	0,0027938	(0.75,1.00,1.00)	Çok Yüksek Derecede Etki
352	7,310	1495,177	0,001	1,000	357,934	0,0027938	(0.75,1.00,1.00)	Çok Yüksek Derecede Etki
.
370	8,672	5837,162	0,000	1,000	357,934	0,0027938	(0.75,1.00,1.00)	Çok Yüksek Derecede Etki

Ülkelerin İnovasyon Performansının Ölçülmesinde Yapay Sinir Ağları, Bulanık Dematel Tabanlı Analitik Ağ Süreci ve Ağırlık Kısıtlı Veri Zarflama Analizi Yaklaşımlarının Bütünleşik Olarak Kullanılması ve Bir Uygulama

371	8,718	6111,943	0,000	1,000	357,934	0,0027938	(0.75,1.00,1.00)	Çok Yüksek Derecede Etki
.
414	24,198	3,229E+10	0,000	1,000	357,934	0,0027938	(0.75,1.00,1.00)	Çok Yüksek Derecede Etki
415	25,229	9,053E+10	0,000	1,000	357,934	0,0027938	(0.75,1.00,1.00)	Çok Yüksek Derecede Etki
.
418	37,949	3,027E+16	0,000	1,000	357,934	0,0027938	(0.75,1.00,1.00)	Çok Yüksek Derecede Etki
419	50,256	6,697E+21	0,000	1,000	357,934	0,0027938	(0.75,1.00,1.00)	Çok Yüksek Derecede Etki
420	51,086	1,536E+22	0,000	1,000	357,934	0,0027938	(0.75,1.00,1.00)	Çok Yüksek Derecede Etki

EK 2: Ana Kriterlere İlişkin YSA Katsayılarının Bulanık DAAS Katsayılarına Dönüşümü

Sıra No	YSA Katsayıları	e^x	e^{-x}	$\frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$	Toplam	0-1 Arası Normalize	Bulanık DANP Katsayıları	Dilsel Değişkenler
1	0,238	1,269	0,788	0,234	39,471	0,0059184	(0.00,0.00,0.25)	Etki Yok
2	0,623	1,865	0,536	0,553	39,471	0,0140157	(0.00,0.00,0.25)	Etki Yok
3	0,718	2,050	0,488	0,616	39,471	0,0155980	(0.00,0.00,0.25)	Etki Yok
4	1,038	2,824	0,354	0,777	39,471	0,0196878	(0.00,0.00,0.25)	Etki Yok
5	1,049	2,855	0,350	0,781	39,471	0,0197973	(0.00,0.00,0.25)	Etki Yok
6	1,196	3,307	0,302	0,832	39,471	0,0210897	(0.00,0.00,0.25)	Etki Yok
7	1,399	4,051	0,247	0,885	39,471	0,0224250	(0.00,0.00,0.25)	Etki Yok
8	1,429	4,175	0,240	0,891	39,471	0,0225852	(0.00,0.00,0.25)	Etki Yok
9	2,153	8,611	0,116	0,973	39,471	0,0246607	(0.00,0.00,0.25)	Etki Yok
10	2,153	8,611	0,116	0,973	39,471	0,0246607	(0.00,0.00,0.25)	Etki Yok
11	2,623	13,777	0,073	0,990	39,471	0,0250695	(0.00,0.25,0.50)	Düşük Derecede Etki
12	2,632	13,902	0,072	0,990	39,471	0,0250742	(0.00,0.25,0.50)	Düşük Derecede Etki
13	2,797	16,395	0,061	0,993	39,471	0,0251473	(0.00,0.25,0.50)	Düşük Derecede Etki
14	2,857	17,409	0,057	0,993	39,471	0,0251684	(0.00,0.25,0.50)	Düşük Derecede Etki
15	2,951	19,125	0,052	0,995	39,471	0,0251969	(0.00,0.25,0.50)	Düşük Derecede Etki
16	3,115	22,533	0,044	0,996	39,471	0,0252355	(0.00,0.25,0.50)	Düşük Derecede Etki
17	4,050	57,397	0,017	0,999	39,471	0,0253197	(0.00,0.25,0.50)	Düşük Derecede Etki
18	4,545	94,160	0,011	1,000	39,471	0,0253293	(0.00,0.25,0.50)	Düşük Derecede Etki
19	4,673	107,018	0,009	1,000	39,471	0,0253306	(0.25,0.50,0.75)	Orta Derecede Etki
20	4,710	111,052	0,009	1,000	39,471	0,0253309	(0.25,0.50,0.75)	Orta Derecede Etki
21	4,844	126,976	0,008	1,000	39,471	0,0253319	(0.25,0.50,0.75)	Orta Derecede Etki
22	5,190	179,469	0,006	1,000	39,471	0,0253335	(0.25,0.50,0.75)	Orta Derecede Etki
23	5,246	189,806	0,005	1,000	39,471	0,0253336	(0.25,0.50,0.75)	Orta Derecede Etki
24	5,714	303,081	0,003	1,000	39,471	0,0253345	(0.25,0.50,0.75)	Orta Derecede Etki
25	5,882	358,526	0,003	1,000	39,471	0,0253347	(0.25,0.50,0.75)	Orta Derecede Etki
26	5,902	365,768	0,003	1,000	39,471	0,0253347	(0.25,0.50,0.75)	Orta Derecede Etki
27	6,429	619,554	0,002	1,000	39,471	0,0253349	(0.50,0.75,1.00)	Yüksek Derecede Etki
28	6,884	976,525	0,001	1,000	39,471	0,0253350	(0.50,0.75,1.00)	Yüksek Derecede Etki
29	7,609	2016,261	0,000	1,000	39,471	0,0253350	(0.50,0.75,1.00)	Yüksek Derecede Etki
30	7,692	2190,752	0,000	1,000	39,471	0,0253350	(0.50,0.75,1.00)	Yüksek Derecede Etki
31	8,411	4496,255	0,000	1,000	39,471	0,0253351	(0.50,0.75,1.00)	Yüksek Derecede Etki
32	9,330	1,127E+04	0,000	1,000	39,471	0,0253351	(0.50,0.75,1.00)	Yüksek Derecede Etki
33	12,681	3,216E+05	0,000	1,000	39,471	0,0253351	(0.50,0.75,1.00)	Yüksek Derecede Etki
34	13,443	6,890E+05	0,000	1,000	39,471	0,0253351	(0.50,0.75,1.00)	Yüksek Derecede Etki
35	15,217	4,061E+06	0,000	1,000	39,471	0,0253351	(0.75,1.00,1.00)	Çok Yüksek Derecede Etki
36	17,133	2,759E+07	0,000	1,000	39,471	0,0253351	(0.75,1.00,1.00)	Çok Yüksek Derecede Etki
37	19,723	3,678E+08	0,000	1,000	39,471	0,0253351	(0.75,1.00,1.00)	Çok Yüksek Derecede Etki
38	20,290	6,484E+08	0,000	1,000	39,471	0,0253351	(0.75,1.00,1.00)	Çok Yüksek Derecede Etki
39	20,714	9,908E+08	0,000	1,000	39,471	0,0253351	(0.75,1.00,1.00)	Çok Yüksek Derecede Etki
40	21,799	2,932E+09	0,000	1,000	39,471	0,0253351	(0.75,1.00,1.00)	Çok Yüksek Derecede Etki
41	22,295	4,815E+09	0,000	1,000	39,471	0,0253351	(0.75,1.00,1.00)	Çok Yüksek Derecede Etki
42	28,037	1,501E+12	0,000	1,000	39,471	0,0253351	(0.75,1.00,1.00)	Çok Yüksek Derecede Etki

Ülkelerin İnovasyon Performansının Ölçülmesinde Yapay Sinir Ağları, Bulanık Dematel Tabanlı Analitik Ağ Süreci ve Ağırlık Kısıtlı Veri Zarflama Analizi Yaklaşımlarının Bütünleşik Olarak Kullanılması ve Bir Uygulama

EK 6: Ağırlık Kısıtlarına İlişkin Matris

Kısıtlar	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15	C1	C2	C3	C4	C5	C6	
1	0,104	-0,090	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
2	-0,080	0,095	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
.
.
41	0,000	0,034	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,080	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
42	0,000	-0,032	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,104	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
.
.
101	0,000	0,000	0,000	0,000	0,067	-0,096	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
102	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,049	0,135	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
.
.
123	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,052	0,000	-0,049	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
124	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,041	0,000	0,067	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
.
.
149	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,083	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
150	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,076	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,029	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
.
.
179	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,081	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,032	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
180	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,078	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,034	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
.
.
200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,076	0,073	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
201	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,070	0,000	-0,060	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
.
.
221	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,145	-0,182	0,000	0,000	0,000	
222	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,126	0,186	0,000	0,000	0,000	
.
.
239	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,178	-0,193	
240	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,156	0,204

Enver Çakın ve Aslı Özdemir

EK 7: Etkinlik Değerleri

ÜLKELER	2012				2013				2014				2015				ORTALAMA			
	CCR	RCCR	CCR/AR	RCCR/AR	CCR	RCCR	CCR/AR	RCCR/AR	CCR	RCCR	CCR/AR	RCCR/AR	CCR	RCCR	CCR/AR	RCCR/AR	CCR	RCCR	CCR/AR	RCCR/AR
Anavutluk	44.14%	44.14%	100.00%	100.00%	42.03%	42.03%	11.39%	11.39%	55.80%	55.80%	12.45%	12.45%	45.55%	45.55%	8.83%	8.83%	46.88%	46.88%	12.19%	12.19%
Cezayir	31.51%	31.51%	8.93%	8.93%	35.95%	35.95%	5.03%	5.03%	47.52%	47.52%	6.89%	6.89%	48.48%	48.48%	5.00%	5.00%	40.87%	40.87%	6.46%	6.46%
Ajanin	59.58%	59.58%	22.61%	22.61%	65.58%	65.58%	28.36%	28.36%	58.37%	58.37%	28.00%	28.00%	56.22%	56.22%	22.87%	22.87%	59.94%	59.94%	25.46%	25.46%
Emenistan	46.59%	46.59%	20.58%	20.58%	58.16%	58.16%	24.60%	24.60%	70.80%	70.80%	24.45%	24.45%	72.44%	72.44%	17.39%	17.39%	61.99%	61.99%	21.76%	21.76%
Avusturya	90.31%	90.31%	56.77%	56.77%	100.00%	101.45%	62.38%	62.38%	100.00%	106.64%	72.48%	72.48%	100.00%	108.76%	65.75%	65.75%	97.58%	97.58%	102.44%	102.44%
Avusturya	100.00%	113.13%	59.70%	59.70%	84.69%	84.69%	58.37%	58.37%	99.02%	99.02%	65.26%	65.26%	95.03%	95.03%	60.68%	60.68%	94.97%	94.97%	61.00%	61.00%
Azerbaycan	52.50%	52.50%	17.59%	17.59%	51.25%	51.25%	15.13%	15.13%	59.46%	59.46%	15.56%	15.56%	54.80%	54.80%	14.87%	14.87%	54.50%	54.50%	15.79%	15.79%
Bangladeç	50.51%	50.51%	11.11%	11.11%	38.81%	38.81%	8.50%	8.50%	41.73%	41.73%	8.92%	8.92%	37.55%	37.55%	8.84%	8.84%	42.15%	42.15%	9.34%	9.34%
Belarus	59.42%	59.42%	19.92%	19.92%	64.14%	64.14%	21.93%	21.93%	71.78%	71.78%	25.45%	25.45%	78.39%	78.39%	22.47%	22.47%	68.45%	68.45%	22.44%	22.44%
Belçika	89.83%	89.83%	63.69%	63.69%	90.90%	90.90%	62.27%	62.27%	83.77%	83.77%	62.38%	62.38%	80.35%	80.35%	54.48%	54.48%	88.11%	88.11%	60.74%	60.74%
Bolıya	47.31%	47.31%	9.58%	9.58%	52.19%	52.19%	10.15%	10.15%	49.37%	49.37%	9.41%	9.41%	56.68%	56.68%	9.29%	9.29%	51.39%	51.39%	9.61%	9.61%
Brezilya	51.79%	51.79%	22.98%	22.98%	59.62%	59.62%	23.07%	23.07%	68.63%	68.63%	25.02%	25.02%	56.72%	56.72%	21.15%	21.15%	59.19%	59.19%	23.06%	23.06%
Bulgaristan	77.35%	77.35%	32.58%	32.58%	89.72%	89.72%	31.81%	31.81%	80.49%	80.49%	35.98%	35.98%	80.65%	80.65%	34.61%	34.61%	82.05%	82.05%	33.74%	33.74%
Burkina Faso	46.94%	46.94%	2.56%	2.56%	45.69%	45.69%	2.46%	2.46%	61.71%	61.71%	9.01%	9.01%	61.62%	61.62%	8.42%	8.42%	53.99%	53.99%	5.61%	5.61%
Şili	100.00%	100.50%	33.25%	33.25%	73.48%	73.48%	31.22%	31.22%	84.66%	84.66%	34.73%	34.73%	79.00%	79.00%	30.93%	30.93%	84.29%	84.29%	34.11%	34.11%
Çin	100.00%	104.10%	33.74%	33.74%	100.00%	126.51%	37.53%	37.53%	100.00%	152.42%	44.69%	44.69%	100.00%	154.27%	38.29%	38.29%	100.00%	134.33%	38.56%	38.56%
Kolombiya	52.96%	52.96%	24.70%	24.70%	61.24%	61.24%	26.70%	26.70%	61.67%	61.67%	26.80%	26.80%	59.75%	59.75%	24.64%	24.64%	58.90%	58.90%	25.72%	25.72%
Kosta Rika	71.13%	71.13%	8.61%	8.61%	97.27%	97.27%	24.65%	24.65%	86.98%	86.98%	24.74%	24.74%	75.38%	75.38%	21.77%	21.77%	82.69%	82.69%	19.94%	19.94%
Cote D'ivoire	40.47%	40.47%	4.97%	4.97%	55.54%	55.54%	3.03%	3.03%	78.77%	78.77%	5.07%	5.07%	74.43%	74.43%	3.64%	3.64%	62.33%	62.33%	4.18%	4.18%
Burkina Faso	67.08%	67.08%	33.18%	33.18%	86.64%	86.64%	34.59%	34.59%	81.10%	81.10%	35.10%	35.10%	79.14%	79.14%	33.63%	33.63%	78.51%	78.51%	34.13%	34.13%
Kıbrıs	100.00%	100.00%	47.60%	47.60%	100.00%	115.70%	42.46%	42.46%	100.00%	104.44%	41.37%	41.37%	93.90%	93.90%	30.82%	30.82%	98.47%	98.47%	102.92%	102.92%
Çek Cumhuriyeti	100.00%	102.05%	50.37%	50.37%	85.34%	85.34%	49.48%	49.48%	92.24%	92.24%	59.66%	59.66%	85.61%	85.61%	55.27%	55.27%	90.80%	90.80%	91.31%	91.31%
Danimarka	100.00%	114.55%	77.46%	77.46%	100.00%	108.68%	74.38%	74.38%	92.24%	92.24%	75.25%	75.25%	100.00%	100.22%	70.07%	70.07%	100.00%	106.64%	74.27%	74.27%
El Salvador	54.83%	54.83%	12.45%	12.45%	72.38%	72.38%	13.66%	13.66%	61.44%	61.44%	10.33%	10.33%	58.71%	58.71%	8.26%	8.26%	61.84%	61.84%	11.18%	11.18%
Mısır	36.05%	36.05%	14.35%	14.35%	37.78%	37.78%	14.40%	14.40%	53.75%	53.75%	15.48%	15.48%	49.74%	49.74%	13.98%	13.98%	44.33%	44.33%	15.07%	15.07%
El Salvador	57.86%	57.86%	8.46%	8.46%	67.59%	67.59%	6.39%	6.39%	69.53%	69.53%	3.56%	3.56%	69.05%	69.05%	1.84%	1.84%	65.98%	65.98%	5.06%	5.06%
Estonya	100.00%	123.06%	64.73%	64.73%	100.00%	100.43%	50.86%	50.86%	99.87%	99.87%	61.58%	61.58%	100.00%	100.60%	56.72%	56.72%	99.97%	99.97%	58.47%	58.47%
Etiyopya	47.14%	47.14%	8.57%	8.57%	39.31%	39.31%	7.81%	7.81%	48.14%	48.14%	8.78%	8.78%	42.64%	42.64%	8.68%	8.68%	44.31%	44.31%	8.46%	8.46%
Filadinyalı	100.00%	115.43%	81.97%	81.97%	100.00%	117.04%	75.89%	75.89%	100.00%	116.87%	86.84%	86.84%	100.00%	108.42%	74.96%	74.96%	100.00%	114.14%	79.92%	79.92%
Fransa	75.35%	75.35%	56.80%	56.80%	85.69%	85.69%	60.66%	60.66%	84.16%	84.16%	65.86%	65.86%	100.00%	103.03%	59.02%	59.02%	80.36%	80.36%	60.59%	60.59%
Gürcistan	46.47%	46.47%	22.81%	22.81%	67.03%	67.03%	21.88%	21.88%	68.20%	68.20%	22.19%	22.19%	59.17%	59.17%	12.50%	12.50%	60.22%	60.22%	19.84%	19.84%
Almanya	92.44%	92.44%	68.05%	68.05%	92.39%	92.39%	68.93%	68.93%	96.73%	96.73%	73.24%	73.24%	98.20%	98.20%	69.03%	69.03%	94.94%	94.94%	69.81%	69.81%
Gana	55.96%	55.96%	15.39%	15.39%	63.77%	63.77%	10.57%	10.57%	79.74%	79.74%	14.01%	14.01%	58.09%	58.09%	11.20%	11.20%	64.44%	64.44%	12.79%	12.79%
Yunanistan	59.71%	59.71%	20.12%	20.12%	78.53%	78.53%	29.63%	29.63%	70.68%	70.68%	36.52%	36.52%	90.04%	90.04%	33.38%	33.38%	74.74%	74.74%	29.91%	29.91%
Guatemala	63.00%	63.00%	12.07%	12.07%	63.38%	63.38%	4.35%	4.35%	71.36%	71.36%	4.28%	4.28%	63.78%	63.78%	2.73%	2.73%	65.38%	65.38%	5.86%	5.86%
Honduras	49.36%	49.36%	6.02%	6.02%	56.33%	56.33%	3.44%	3.44%	53.65%	53.65%	2.39%	2.39%	58.01%	58.01%	2.24%	2.24%	54.34%	54.34%	3.52%	3.52%
Hong Kong	100.00%	106.14%	75.17%	75.17%	100.00%	154.12%	80.47%	80.47%	100.00%	139.18%	79.77%	79.77%	100.00%	113.60%	70.31%	70.31%	100.00%	140.76%	76.43%	76.43%
Macaristan	91.51%	91.51%	42.93%	42.93%	100.00%	100.52%	44.44%	44.44%	85.55%	85.55%	45.24%	45.24%	78.06%	78.06%	37.13%	37.13%	88.78%	88.78%	42.44%	42.44%
İzlanda	100.00%	123.34%	58.75%	58.75%	100.00%	136.18%	67.88%	67.88%	100.00%	115.68%	69.95%	69.95%	100.00%	121.80%	69.77%	69.77%	100.00%	123.75%	66.59%	66.59%
Hindistan	68.99%	68.99%	15.16%	15.16%	60.58%	60.58%	20.35%	20.35%	69.93%	69.93%	23.27%	23.27%	46.99%	46.99%	16.43%	16.43%	61.62%	61.62%	18.58%	18.58%
Endonezya	84.94%	84.94%	12.17%	12.17%	69.36%	69.36%	18.69%	18.69%	87.27%	87.27%	18.36%	18.36%	62.75%	62.75%	14.09%	14.09%	78.09%	78.09%	15.83%	15.83%
İrlanda	100.00%	135.83%	75.15%	75.15%	100.00%	140.66%	75.35%	75.35%	100.00%	140.05%	80.27%	80.27%	100.00%	104.06%	73.43%	73.43%	100.00%	130.24%	76.05%	76.05%
İsrail	100.00%	114.55%	64.93%	64.93%	100.00%	138.86%	48.38%	48.38%	92.24%	92.24%	72.68%	72.68%	97.96%	97.96%	59.72%	59.72%	99.37%	99.37%	116.68%	116.68%
İtalya	82.50%	82.50%	41.56%	41.56%	100.00%	104.77%	48.49%	48.49%	86.92%	86.92%	49.38%	49.38%	94.95%	94.95%	43.92%	43.92%	91.69%	91.69%	62.28%	62.28%
Japonya	90.47%	90.47%	33.80%	33.80%	92.79%	92.79%	57.33%	57.33%	89.29%	89.29%	61.88%	61.88%	91.61%	91.61%	57.16%	57.16%	91.04%	91.04%	57.54%	57.54%
Ürdün	97.52%	97.52%	26.04%	26.04%	63.00%	63.00%	27.24%	27.24%	69.48%	69.48%	27.29%	27.29%	59.69%	59.69%	18.56%	18.56%	72.42%	72.42%	24.78%	24.78%
Kazakistan	48.56%	48.56%	16.46%	16.46%	54.33%	54.33%	18.03%	18.03%	55.87%	55.87%	19.49%	19.49%	55.54%	55.54%	15.37%	15.37%	53.57%	53.57%	17.34%	17.34%
Kenya	40.56%	40.56%	15.47%	15.47%	48.98%	48.98%	8.99%	8.99%	74.19%	74.19%	12.01%	12.01%	55.50%	55.50%	9.04%	9.04%	54.51%	54.51%	11.38%	11.38%
Kore	100.00%	111.74%	61.11%	61.11%	100.00%	107.75%	62.64%	62.64%	100.00%	128.26%	69.01%	69.01%	100.00%	133.07%	64.78%	64.78%	100.00%	118.45%	64.39%	64.39%
Kuveyt	89.14%	89.14%	26.82%	26.82%	100.00%	127.87%	20.57%	20.57%	85.77%	85.77%	16.19%	16.19%	52.99%	52.99%	13.67%	13.67%	81.97%	81.97%	49.31%	49.31%
Kırgızistan	35.07%	35.07%	11.32%	11.32%	46.64%	46.64%	8.60%	8.60%	38.82%	38.82%	9.42%	9.42%	63.62%	63.62%	7.93%	7.9				

