

DİJİTAL DÖNÜŞÜM ENDEKSİ PARAMETRELERİNİN ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

İrem Düzdar^a*, Zülal Beşbaş^a, Ufuk Öztürk Peker^a

^aDüzce Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, TÜRKİYE

* Corresponding Author: iremduzdar@duzce.edu.tr

(Geliş/Received: 19.07.23; Düzeltme/Revised: 13.02.24; Kabul/Accepted: 17.04.24)

ÖZ

Bu çalışmada çözüme ulaştırılması istenilen başlıca sorun Türkiye’de Dijital Dönüşüm Endeksleri alanında yapılmış araştırmaları inceleyip oluşturulan çalışma ve gerekli kısıtlar hazırlandığında “Sizin firmanız dijital dönüşümün hangi seviyesinde?” sorusuna yanıt verebilmek ve bir endeks oluşturmaktır. Yerli-yabancı birçok makale taraması yapıldığında birçok farklı alanda dijital dönüşümün incelendiği görülmektedir. Bu araştırmada daha önce yapılan çalışmaların dışında, gerekli ölçütlerin belirlenip bu alanda değerlendirme parametrelerine karar verilmesi ve çok kriterli karar verme yöntemlerinden sırasıyla AHP (Analitik Hiyerarşi Süreci), Best- Worst (En iyi-En kötü) ve DEMATEL Yöntemleri kullanılması amaçlanmıştır. AHP yöntemi uygulanırken Super Decisions programı, Best-Worst ve DEMATEL Yöntemleri için ise Microsoft Excel yazılımı kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Dijital Dönüşüm, Endeks, Dijitalleşme, Çok Kriterli Karar Verme.

EVALUATION OF DIGITAL TRANSFORMATION INDEX PARAMETERS WITH MULTI-CRITERIA DECISION MAKING METHOD

ABSTRACT

The main problem that is trying to find solution in this study to examine the indices created in Turkey and work with the necessary digital transformation tit-prepared, “the digital transformation of your company at which level?” to give the ability for finding an answer to the question and create an index. When many domestic and foreign researches are studied, the decision will be seen as the digital transformation is examining at many different fields. The research was completed in the structure of determining necessary criteria that are intended to be performed differently from other studies from this study and deciding on the evaluation parameters in this field and creating a digital transformation index using 3 of the multi-criteria decision-making techniques. The mentioned 3 MCDM methods, AHP (Analytical Hierarchy Process), Best-Worst and DEMATEL Methods were used respectively. While the AHP method was applied, a package program called Super Decisions was used, and Microsoft Excel was used for the Best - Worst and the DEMATEL Methods.

Keywords: Digital transformation, Index, Digitalization, Multi-Criteria Decision Making.

1. GİRİŞ

Bu araştırmanın amacı Türkiye’de şirketlerin ve firmaların dijital dönüşümde hangi aşamada olduğunu anlamaya yönelik bir endeks hazırlamaktır. Teknolojinin gelişmesine paralel olarak tüketici beklentilerindeki değişimler,

üretim ve pazarlama kuruluşlarının çalışma yöntemlerinde, kurumsal yapılarında ve satış ve satış sonrası işlemlerinde gün zaman ilerledikçe yeni gelişmeler sürdürülmektedir. Teknolojiye bağlı olarak yaşanan bu gelişmeler “dijital dönüşüm” olarak tanımlanabilir [1].

Literatür araştırmasında incelendiği üzere yapılan endeks çalışmaları her ne kadar başarılı olsa da bu çalışmada elde edilmek istenen ve bu yapılan çalışmaların dışında her firma veya şirketi dijital dönüşüm değerlendirmesi için bir endeks hazırlayarak dijital dönüşüm ölçütlerini açıkça belirtmek ve dijital dönüşüm seviyelerini ortaya çıkartmak için hangi ölçütlerin değerlendirmeye alınacağını belirlemektir. Hazırlanan endeks Türkiye’de her kurumun dijital dönüşümdeki düzeyini öğrenme ve bu bilinçle hareket etme bilincine sahip olabilmesi için kullanılacaktır. Daha önce yapılmış araştırmalar incelendiğinde firma bazında bir dijital dönüşüm endeksi hazırlandığı ve bu çalışmaların yapılmak istenen çalışma ile yeterince örtüşmediği görülmektedir [2-3]. Bu çalışmada amaçlanan endeks hazırlandığında hemen hemen her kurumun kendini dijital dönüşümde bulabilmesi için bir olanak sağlayacak olup Türkiye’nin dijital dönüşüm bilincinin kurumlar kapsamında öğrenilmesi ve yeniliğe açık hale getirilmesi Türkiye dijital dönüşüm düzeyini yükseltecektir. Burada düzey olarak bahsedilen kavram aslında dijital olgunluk kavramıdır [4]. Bu çalışmada kurumsal her yapının dijital olgunluk seviyelerinin ölçülmesi için gerekli ölçütlerin kullanılan 3 tane çok kriterli karar verme yöntemi ile matematiksel modellemeye dayalı kriterlerin çıkartılması hedeflenmiştir. Ölçüm için alt kriterler çeşitli makalelerden referans ile değerlendirmeye alınmış olup bazı alt kriterler uzman görüşler desteği ile eklenmiştir. Uzman görüşlerden alt kriter desteği alınmasının sebebi bazı önemli alt kriterlere diğer araştırma ve makalelerden erişilememesidir. Kriter ve alt kriterlere Çizelge 1’de yer verilmiştir. Belirlenen alt kriterler alanlarına, içerdikleri bilgi detaylarına ve niteliklerine göre 3 kriter başlığı halinde listelenmiştir. Bu şekilde, kullanılan 3 tane çok kriterli karar verme yöntemlerinin matrisleri ve program üzerinden sonuçlandırılması daha kolay ve verimli olmuştur. Bu araştırmaya konunun belirlenmesinin ardından literatür araştırması ile devam edilmiş olup yöntem ve kriterlere literatür araştırması ışığında karar verilmiştir. Yöntemler ve kriterlerin belirlenmesinin ardından kullanılacak yöntemlerin uygulama adımlarına göre değerlendirilmiş olup dijital olgunluk seviyesinin belirlenmesi için hangi kriterler ve alt kriterlerin uygun olduğuna karar verilmiştir.

Dijital dönüşüm endeksi için karar verilen kriterler; Strateji, Mobilite ve Donanımsal Yeterlilik, (AI) Yapay Zeka – Makine Öğrenimidir.

Çizelge 1. Kriterler ve Alt Kriterler

STRATEJİ	MOBİLİTE VE DONANIMSA L YETERLİLİK	AI-MAKİNE ÖĞRENİMİ
Dijital dönüşüm stratejisinin varlığı ve hedeflerle birleştirilme oranı	Algılama tanımlama sensörlerinin varlığı	Karar destek sisteminin kullanım oranı
Dijital dönüşüm kültürünün en az bir ekip liderinde var ve uygulanıyor olma oranı	İşletme içi faaliyetlerin dijitalleşme oranı	Karar destek sistemi simülasyon tabanlı kullanım oranı
Dijital dönüşüm faaliyetleri için sürekli bütçe payı	Geniş bant erişimi olması	Karar destek sisteminin simülasyonu otonom çalışma oranı
Yetenek açığı oranı	Bulut sistemlerinin kullanım oranı	Otomasyon sistemlerinin operasyonlarda ki kullanım oranı
Başarılı AR-GE oranı	Dijitalleşme için altyapı uygunluğu	Otomasyon süreçlerinin algoritma ve makine ile birleştirilme durumu
Sürekli iyileştirme uygulamalarının varlığı ve sürdürülmesi	İnternete mobil bağlantı için taşınabilir cihazlar kullanılması	Yönetimde karar destek sistemlerinin kullanım oranı
Çalışanların teknoloji kullanım becerisi	Kesintisiz internet ve hızı	ERP kullanım oranı
	Veri toplama sistemlerinin var olması	Büyük veri ve analitik çözümlerin varlığı

Dijital dönüşüm konulu endekslerde veri toplama ve anket yöntemleri kullanılmış olduğu görülmüştür [5-6]. Fakat bu yöntemler her ne kadar verimli yöntemler olsa da bu çalışmada istenilen sonuçlara ulaşmak için yeterli görülmemiştir. Anket kullanarak çalışmasını tamamlayan TÜRKONFED'in 2018 yılında hazırladığı Sektör Bazlı Dijital Dönüşüm yol haritası isimli raporu incelendiğinde otomotiv, tekstil ve hazır giyim, seracılık sektörleri bazında yapılmış bir çalışma olduğu görülmüştür. Hazırlanan bu çalışmada tüm sektörleri kapsamı ve her sektörün dijital dönüşüm, inovasyon gibi kilit konulara değinilmesi dijital dönüşüm endeksi araştırmasına yön vermiştir. SEDEFED Yönetim Kurulu Başkanı Ali Avcı'nın dijitalleşme hayatın her aşamasında önemli bir yer tutmaktadır. Bu bağlamda dijitalleşme olgusu ülkemizin stratejik sektörlerini önceliklendirme ile ekonomik kalkınmayı hızlandırmak için kullanılabilecek bir araç olarak değerlendirilebilir. Dijitalleşmenin sağladığı kolaylıklar yardımıyla uzmanlık alanları ve rekabet şartları geliştirilerek sektörlerin verimliliğine ve üretkenliğine olumlu katkılar sağlanabileceği [1] şeklinde yaptığı yorum dijitalleşmenin ülkemiz açısından önemini yeterince vurguladığı görülmektedir.

Bu hususta ülkemizin attığı önemli adımlardan biri olan T.C. Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi 2018 yılında kurulmuştur. Kurulan bu ofis dijital dönüşüme öncülük etmektedir. Fakat dijitalleşmenin dünya çapındaki önemi hatırlandığında tüm kurumlar dijital dönüşüm bilincinde olmadığı sürece dijitalleşme için atılan adımlar yetersiz kalacaktır. Dijitalleşme için kurum ve kurum liderlerinin bilinçli olmasının yapılması gereken tüm adımların en başında geldiği düşünülmektedir. Bahsedilen bu bilinç oluşturulduğunda atılması gereken bir diğer adım dijital dönüşüme teşvik için karı artırabilecek bir dijital strateji geliştirmek önemlidir ve bu dijital strateji haritası işletme yönetimi, dijital iş sürecinden oluşur [7]. Dijital işletme yönetimi her kurum tarafından benimsenebilecek bir adımdır. Bu kurumların sektörleri de göz önüne alınarak stratejik haritalar ile çizilen bu yol eksiksiz bir şekilde tamamlandığında dijitalleşme için önemli bir adım atılmış olacaktır [8-9]. Ayrıca işletmeler vizyonu tamamlamak, yeni teklifler sunmak,

temel iş süreçlerinin güçlendirilmesi, güçlü bir dijital temel oluşturmaktır [10].

1968 yılında bulunan AHP yöntemi, Saaty tarafından 1977 yılında karar verme problemlerini çözülmesinde kullanılabilecek bir metot olarak geliştirilmiştir. Günümüzde AHP, nitel ve nicel kıstasları karar almada bir arada değerlendirebilen ve çözümlenmesini sağlayan bir çok kriterli karar verme yöntemidir. Hiyerarşik sıralama AHPde en az üç düzeyde oluşturulur. En üst düzeyde amaç, onun altında ana ölçütler ve en alt düzey de de varsa alt ölçütler yer alır. AHP, çok sayıda ölçüt ile uygulanabilir. Hiyerarşinin ve ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulmasında kişisel görüşlerin etkili olması nedeniyle konuyla ilgili ve deneyimli uzman kişilerin görüşlerine ihtiyaç vardır [9].

Kriter ve alt kriterler En İyi-En Kötü yöntemi yardımıyla değerlendirilmiştir. Bu yöntemin kullanılmasında en iyi ve en kötü kıstasların öncelikli seçimindeki tutarsızlıkların çok az etkili olması neden olmuştur[11]. BMW'nin yaygın kullanılan iki versiyonu vardır; Doğrusal olmayan BMW ve Doğrusal BMW. Bu çalışmada Doğrusal BMW kullanılmıştır. Tutarlılık kontrolü Liang, Brunelli, Rezaei'ye dayanmaktadır. BMW kullanılırken Jafer Rezaei'in oluşturduğu Microsoft Excel formatı kullanılmıştır [12].

BWM Yöntemi; kurumsal kaynak planlama sistemlerinin seçimindeki kriterlerin belirlenmesi, personel seçim sürecinde kullanılan kriterlerin değerlendirilmesi, finansal piyasalarda blockchain teknolojisinin benimsenmesinde kritik faktörlerin değerlendirilmesi gibi çalışmaların yöntemi olarak kullanılmıştır.

1972 ve 1976 yılları arasında Cenevre Battelle Memorial Institute, Science and Human Relations programının geliştirdiği DEMATEL Yöntemi; girift ve karmaşık problem gruplarına çözüm arayan araştırmacılar tarafından kullanılmasını amaçlamaktadır [13].

DEMATEL yöntemi, pazarlama stratejileri, e-öğrenme değerlendirmeleri, havayollarında emniyet yönetim sistemleri, hisse senedi yatırımları, bilgi güvenliği riskleri, teknoloji parklarının gelişimi, yatırımlarda portföy seçimi gibi alanlarda uygulanmıştır [14]. Bu

çalışmada DEMATEL Yöntemi Microsoft Excel üzerinden ölçeklendirilmiş kriter ve alt kriterler ile matematiksel modelleme kullanılarak sonuçlandırılmıştır.

Kullanılmasına karar verilen bu üç yöntemin de avantajları ve dezavantajları vardır. 3 yöntemin de ortak avantajı farklı uzman görüşlerle farklı sonuçlar elde edilecek olmanın esnekliğidir. AHP yönteminin avantajları; kolay uygulanabilir olmasıdır anlaşılması kolay olmakla birlikte uygulaması da oldukça basittir. Yine AHP yönteminin dezavantajı sık sık yineleme yaşandığı için uygulamada sıkıcılaşabilir. Bu aşamada Super Decisions isimli program kullanıldığında işlem daha kolay hale gelebilir. Best-Worst yönteminin avantajı yine kolay uygulanabilir olmasıdır. .ünkü excelde çözüldürülür, çok fazla uğraş gerektirmez. Yine best-worst yönteminin dezavantajı excele girilen önem derecelerinin tutarsız şeklinde belirlenmesi ile başlar. Tutarlı hale getirmek için uzman görüşlerinin yenilenmesi gerekebilir, bu da daha çok zaman alacağından verimli olmayabilir. DEMATEL yönteminin derecelendirilmesi diğer iki yöntemle göre farklıdır ve 5 derece içerir. Uygularken işlem yoğunluğu bazen kafa karışıklığı yaratabilir. Uygulama yine excelde yapılır. Excelde uygulanan tüm yöntemler excel bilinen bir format olduğu için kolaylık sağlamakla birlikte manuel olarak uygulamak gerektiğinde işler bir süre sonra sarpa sarabilir ama çözücü kullanılma durumunda işlem kolaylaşır. Best-Worst yöntemi uygulanırken çözücü kullanılması avantaj olarak sayılabilirse bu sebeple DEMATEL yöntemi kullanılırken manuel olarak sadece bir iki excel işlevi kullanılarak uzun uzun yöntem uygulanması bir dezavantaj olarak değerlendirilebilir. Sonuçlandırmak gerektiğinde excel bazen avantaj bazen dezavantaj durumunda yer alabilir. Tıpkı AHP yönteminde farklı bir uygulama olarak Super Decisions'ın kullanılmasının avantaj veya dezavantaj olarak farklı yorumlanabilecek oluşu gibi.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi

Bu çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyularak belirlenen kriterler ve alt kriterlerin ağırlıklandırılması için ilk adımda AHP yöntemi kullanılmıştır. AHP Yönteminin adımları şu şekilde gösterilebilir [15];

1.Adım: Karar problemi hatasız bir şekilde tanımlanır.

2.Adım: Kriter, alt kriter ve alternatifleri içeren bir hiyerarşik yapı oluşturulur.

3.Adım: Uzman görüşlerin kullanması açısından ikili karşılaştırma matrisleri Excel üzerinden oluşturulur [10]. Bu matrisleri oluştururken Çizelge 2'de verilen Saaty 1-9 Karşılaştırma Ölçeği kullanılır.

Çizelge 2. Saaty 1-9 Kıyaslama Ölçeği [10]

Önem Derecesi	Tanım
1	Eşit önem derecesi
3	Orta önem derecesi
5	Kuvvetli önem derecesi
7	Çok kuvvetli önem derecesi
9	Mutlak önem derecesi
2,4,6,8	Ara değerler

4.Adım: Bu seviyede, uzman görüşlerin doldurduğu ikili karşılaştırma matrisleri tutarlılık oranları bazında kontrol edilir. İlk olarak Eşitlik (1) kullanılarak tutarlılık katsayısı hesaplanır.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (1)$$

Eşitlik (2) yardımıyla tutarlılık oranı hesaplanır.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2)$$

CR <0,10 olmalıdır, değilse matrisler kontrol edilmelidir. Çizelge 3'te verilen RI değerleri kriter sayısına göre seçilerek CR değerlerinin bulunması için kullanılır.

Çizelge 3. Rassal Index (RI) [10]

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
R	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
I	0	0	0	6	9	1	2	3	4	5	5	5	5	6	6

5.Adım: Var olan bütün bileşenler için öncelik vektörleri hesaplanarak bulunan değerler birleştirildikten sonra, ikili karşılaştırma matrisinin satırları toplanarak normalize edilmek için tüm satırların toplamına bölünür.

Bu hesaplamaları yapmak için, negatif kriterlerin çarpıma göre ters işaretlileri alınır.

6.Adım: Değerlendirilen kriterlerin öncelik değerleri ile alternatiflerin öncelik değerleri çarpılıp toplanarak birleştirme işlemi yapılır. Sonuçlardan en büyük değeri olan alternatif seçilir.

2.2. Best – Worst Yöntemi

Rezaei tarafından geliştirilen bu yöntemin adımları aşağıdaki adımlarla özetlenebilir [16];

1.Adım: Bir dizi karar kriterlerinin seçilmesi gerekmektedir. Bu adımda uzman görüşler, kullanılacak n kriterini ($C_1, C_2, \dots, C_n$) seçmektedir.

2.Adım: En iyi ve en kötü kriterleri seçmektir.

3.Adım: Seçilen en iyi kriterin diğer tüm kriterlere göre tercih oranı 1 ile 9 arasında bir sayı kullanarak Eşitlik (3) şeklinde belirlenir.

$$A_B = (a_{B1}, a_{B2}, \dots, a_{Bn}) \quad (3)$$

4.Adım: Diğer kriterlerin en kötü kriter üzerindeki göreceli önemi uzman görüşlerce 1-9 arasında bir sayı kullanılarak belirlenir. Bu adımın sonunda diğerlerinden en kötü olan vektör Eşitlik (4) gibi olmalıdır:

$$A_B = (a_{1W}, a_{2W}, \dots, a_{nW})^T \quad (4)$$

5.Adım: Bu seviyede amaç optimal değerleri belirlemektir. Eşitlik (5),(6), (7), (8), (9), (10), (11), (12)' de verilen şekilde eşitliklerin sırayla uygulanması aşamasıdır.

$$\min \max \{I w_B - a_{Bj}, W_j I, I w_j - a_{jw}, W_w I\} \quad (5)$$

$$\sum w_j = 1 \quad (6)$$

$$W_j \geq 0, \text{ tüm } j\text{'ler için} \quad (7)$$

$$\min \xi^L \quad (8)$$

$$I \frac{w_B}{w_j} - a_{Bj} I \leq \xi, \text{ tüm } j\text{'ler için} \quad (9)$$

$$I \frac{w_j}{w_w} - a_{jw} I \leq \xi \text{ tüm } j\text{'ler için} \quad (10)$$

$$\sum w_j = 1 \quad (11)$$

$$W_j \geq 0, \text{ tüm } j\text{'ler için} \quad (12)$$

2.3. DEMATEL Yöntemi

DEMATEL yöntemi birbirini izleyen 5 adımın ardından elde edilen etki yönlü diyagram ile çözüme ulaşır. Bu yöntem uygulanırken kullanılan Karşılaştırma Ölçeği Çizelge 4'te gösterilmiştir.

Çizelge 4. DEMATEL Yöntemi Karşılaştırma Ölçeği [16]

Değer	Tanım
0	Etkisiz
1	Az Etki
2	Orta Etki
3	Çok Etki
4	Çok Yüksek Etki

Çizelge 4'te görülen 5 dereceden oluşan ikili karşılaştırma ölçeği kullanılır.

1.Adım: Direkt ilişki matrisi (A)'ya bağlı olarak satır ve sütundaki en düşük değer (k) kullanılarak aşağıdaki (13) ve (14) eşitlikleri yardımıyla normalleştirilmiş direkt ilişki matrisi (M) elde edilir.

$$M = k \times A \quad (13)$$

$$k = \min \left[\frac{1}{\max \sum_{j=1}^n |a_{ij}|, \max \sum_{j=1}^n |a_{ij}|} \right] \quad (14)$$

$$i, j \in \{1, 2, 3, \dots, n\}$$

2.Adım: Normalleştirilmiş direk ilişki matrisi (M) ve (15) eşitliği kullanılarak toplam ilişki matrisi (S) türetilir.

$$S = M + M^2 + M^3 + \dots = \sum M^1 = M \cdot (1 - M)^{-1} \quad (15)$$

3.Adım: Gönderici grubu ve alıcı grubu hesaplanması, S matrisinin sütunlar toplamı (R), ve S matrisini satırlar toplamı (D) hesaplanır. (16) eşitliğinin hesaplamasının ardından (17) ve (18) eşitliklerinin hesaplanarak D-R ve D+R değerleri kullanılır ve her bir kriterin diğerlerine olan etki seviyesi ve diğerleriyle ilişki seviyesi belirlenir.

$$S = S_{i,j} \quad (16)$$

$$D = \hat{a}^S i, \quad j=1 \quad (17)$$

$$R = \hat{a}^S i, j \quad j=1 \quad (18)$$

4. *Adım:* Ağırlıkların hesaplanması, son adımda elde edilen değerler kullanılarak (19) ve (20) numaralı eşitliklerle ağırlıklar bulunur.

$$w = \{(D + R)^2 + (D - R)^2\}^{1/2} \quad (19)$$

$$W_i = \frac{w_i}{\sum w_i} \quad (20)$$

3. DENEYSEL BULGULAR

Öncelikle belirlenen kriterlerin ne demek olduklarını yapılan literatür taraması öncülüğünde özetlemek gerekirse;

1. *Strateji:* Dijital dönüşüm kurumlarda büyük bir değişime neden olduğu için kurumlar bütün dijital dönüşüm sürecini tamamlayıcı bir dijitalleşme stratejisine gerek duyar. Her kurumun belirlediği alanda olgunlaşması için gereken düzey kendi iş stratejisine göre değişmektedir. ‘Kurumun veya kurum liderinin iş için genel odak nokta nedir? Kurumumu bu konuda nasıl yapılandırmalıyım?’ sorularını kendisine sorması gerekir [17].

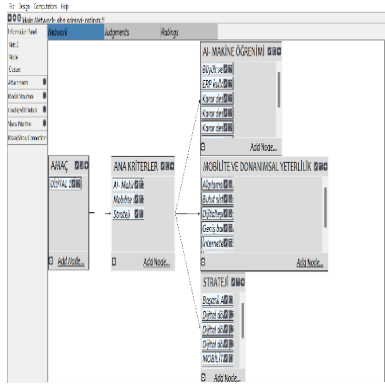
2. *Mobilite ve Donanımsal Yeterlilik:* Mobilite, bir yerden bir yere gidiş veya bir durumdan başka bir duruma geçiş anlamında kullanılmaktadır. Günümüz Dünyasında her kavram artık bu temel gerçeklikten kaynaklanmaktadır. Mobilite sayesinde teknolojinin hızına yetişebilmek artık çok olağan sayılmaktadır. Her geçen gün daha da hız kazanan günlük yaşam alışkanlıkları ve iş yaşamının gereklilikleri mobilite kavramının geliştirilmesi ile kontrol altına alınabiliyor. Her gün iş yerine ulaşmak ve geri dönmek için harcanan enerji ve zaman geri kazanılabiliyor ve sevdiklerimizi görmek için kilometrelerce yol kat etmemize gerek kalmıyor [18]. Donanımsal yeterlilik, işletme içi faaliyetlerin dijitalleşmesi için oluşturulmuş olup mobilite ile aynı başlıkta incelenebilir olduğundan tek kriter adında birleştirilmiştir. Donanımsal yeterlilik, kurumun kendine özgü özellikleri bakımından gerekli olan niteliklerdir.

3. *AI – Makine Öğrenimi:* Tarım makineleri üreticisi John Deere’in son yıllarda dijital dönüşüm yolunda büyük çatlamlar içinde olduğu görülmektedir. Personel alımında kalifiye çalışanları işe almak ve başarılı nitelikli çalışanları ile yola devam etmek amacıyla kariyer programlarında gerekli değişiklikleri yapmıştır. Sürdürülen operasyonlara çiftliğin otonom izlenmesi, yapay zekâ ve makinelerle derin öğrenme sistemlerinin uygulanması, sağlıklı bitkilerin belirlenmesi ve oluşan ve oluşacak sağlıklı ürünler için gerekli işlemlerin uygulanması gibi teknolojik yatırımlar yapılarak rekabet gücü artırılmış sektörde farklı bir yer kazanmıştır. Bunun yanında yapay zekâ uygulamaları ile tesis verimliliği ve rekabet gücü arttırmış, zaman içinde hurda oranını transfer dökümünü tahmin etmek ve yarı mamul ürünlerin kalitesini öngörmek ve bir sonraki üretim aşamasını tespit etmek amacıyla makine öğrenimi ve derin öğrenmeden yararlandıkları görülmektedir [19]. Gelişmiş makine öğrenimi modelleri, şirketlerin kalıpları verimli bir şekilde keşfetmesine, tahminler yapmasına ve kararlar almasına ve giderek daha fazla kurumsal performansın temel itici güçleri haline gelir [20]. Ayrıca bu kriter karar destek sistemlerini de kapsamaktadır.

3.1. AHP

Uygulanmaya başlarken önce hiyerarşik yapı oluşturulmuştur. Bu çalışmada amaç dijital dönüşümde kullanılacak kriterlerin ve önem derecelerinin belirlenmesi olduğu için alternatif yoktur. Aslında alternatifler belirlenen kriterlerdir. Hiyerarşik yapı oluşturulduktan sonra ikili karşılaştırma matrisleri belirlenmiş olup 3 uzman görüşü tarafından oluşturulan matrisler doldurulmuştur. Daha sonra 3’er tane elde edilen 4 matrisin geometrik ortalaması Çizelge 5’te görüldüğü üzere Excel üzerinden alınmıştır. Uzman görüşler ikili karşılaştırma matrislerini doldururken Saaty 1-9 ölçeğini kullanmışlardır. Yapılan bu adıma kadar tüm süreç Excel üzerinden ilerlemiş olup ağırlıkların belirlenmesi ve tutarlılık oranlarının hesaplanmasını içeren adımlar SuperDecisions isimli paket program üzerinden yapılmıştır. Şekil 1’de görülen hiyerarşik yapı model olarak tanımlanmıştır. Kriterlerin ve alt kriterlerin ilişkileri birbirine bağlanmış ve model verileri işlemeye hazır hale gelmiştir. Daha sonra Judgments sekmesinde ikili karşılaştırma

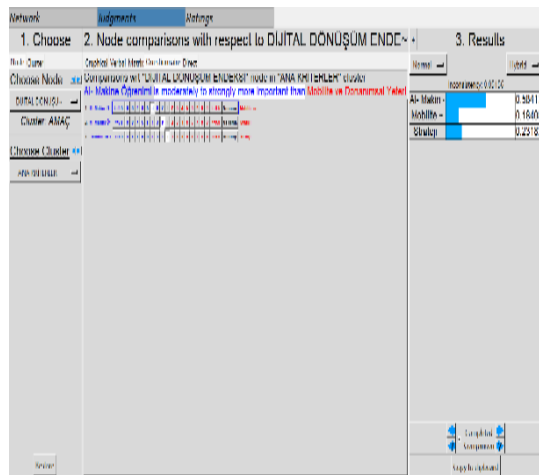
matrislerindeki verileri girmek için bağlantılar yapıldıktan sonra programın oluşturduğu karşılaştırmalar Şekil 2’de görüldüğü gibi manuel olarak yapılmıştır. Karşılaştırmalara ait sonuçlardan biri Şekil 3’te verilmiştir.



Şekil 1. AHP Modeli

Çizelge 5. Kriterlerin Geometrik Ortalamalarını İçeren İkili Matris

KRİTER MATRİSİ	MOBİLİTE VE DONANIM SAL YETERLİLİK	AI-MAKİNE ÖĞRENİMİ	STRATEJİ
MOBİLİTE VE DONANIM SAL YETERLİLİK	1	0,25	0.71
AI-MAKİNE ÖĞRENİMİ	4,33	1	2
STRATEJİ	1,4	0,5	1



Şekil 2. AHP, AI – Makine Öğrenimi Kriterinin Alt Kriter Karşılaştırmaları

3. Results		
Normal		Hybrid
Inconsistency: 0.05156		
AI- Makin~		0.58417
Mobilite ~		0.18400
Strateji		0.23183

Şekil 3. AHP, Kriter Ağırlıklandırma Sonuçları

3.2. Best – Worst

Bu yöntemini geliştiren Rezaei’in yöntemin adı ile açtığı bestworstmethod.com isimli web sitesinde yer alan En İyi-En Kötü Excel formatı kullanılmıştır. İlk adım olarak 3 kriter bulunduğu kriterlerin kendi aralarında ağırlıklandırılması için Criteria (C)=3 sayfasına istenilen veriler girilmiş, Şekil 4’te gösterilmiştir. Şekil 5 ve Şekil 6’da verilen çözümler eklentisi ile Şekil 7’de görüldüğü gibi sonuçlandırılmıştır. Bahsedilen çözümler eklentisi tüm karşılaştırma sayfalarında kullanılmıştır. Daha sonra tüm kriterlerin alt kriterler ağırlıklandırmaları yapılmıştır. Strateji Kriteri için C=7, Mobilite ve Donanımsal Yeterlilik kriteri için C=7 ve son olarak AI – Makine Öğrenimi için C=8 sayfaları kullanılmıştır. Bahsedilen C değerleri kriterin alt kriter sayısını ifade etmektedir. En İyi-En Kötü yönteminin sonuçlarını özetlemek gerekirse, öncelikle sonuç sayfalarında ‘The pairwise comparison consistency level is acceptable’ yazması gerekmektedir. ‘Acceptable’ değil de ‘not acceptable’ yazarsa sonuç tutarsız demektir. Yapılan tüm karşılaştırma işlemlerinde yine Saaty 1-9 ölçeği kullanılmıştır. AHP yöntemi ile aynı karşılaştırma ölçeği kullanıldığından dolayı aynı uzman görüşler ve geometrik ortalamaları kullanılmıştır. Tüm sonuçlar ‘acceptable’ çıktığı için ağırlıklandırmaları tutarlıdır.

	A	B	C	D	E
1					
2		Criteria Number = 3	Criterion 1	Criterion 2	Criterion 3
3		Names of Criteria	Strateji	Mobilite ve	AI-Makine Ö
4					
5		Select the Best	AI-Makine Ö		
6					
7		Select the Worst	Mobilite ve		
8					
9		Best to Others	Strateji	Mobilite ve	AI-Makine Ö
10		AI-Makine Ö	2	4	1
11					
12		Others to the Worst	Mobilite ve		
13		Strateji	2		
14		Mobilite ve DY	1		
15		AI-Makine Ö	4		
16					

Şekil 4. BWM, Kriter Ağırlıklandırma için Veri Giriş Sayfası

Çözücü Parametreleri

Model Ayarlar:

Model: ☐ En Küçük ☒ En Büyük ☐ Değer:

Değişken Hüsreleri Değiştirme:

Kısıtlamaya Bağlıdır:

☒ Kısıtlamaya Değişkenleri Pozitif Yap

Çözme Yöntemi Seçin:

Çözüm Yöntemi
 Doğru değilse olmayan Çözümü Problemleri için Çözüm Doğru değilse olmayan Çözümü Problemleri için Basit LP altyapısını seçin ve doğru olmayan Çözümü problemleri için Açılım altyapısını seçin.

Şekil 5. Çözücü Eklentisi-1

Çözücü Sonuçları

Çözücü bir çözüm buldu. Tüm Kısıtlamalar ve uygunluk koşulları karşılandı.

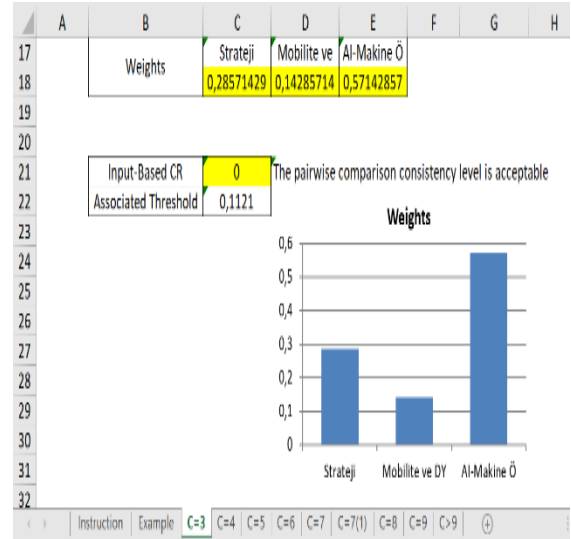
☒ Çözücü Çözümünü Sakla ☐ Özgün Değerleri Geri Yükle

☐ Çözücü Parametreleri İletişim Kutusuna Dön ☐ Ana Hat Raporları

Çözücü bir çözüm buldu. Tüm Kısıtlamalar ve uygunluk koşulları karşılandı.

GRG altyapısı kullanılıyorsa, Çözücü en az bir yerel en uygun çözüm bulmuştur. Basit LP kullanılıyorsa, bu, Çözücü'nün bir genel en uygun çözüm bulduğu anlamına gelir.

Şekil 6. Çözücü Eklentisi-2



Şekil 7. BWM, Kriter Ağırlıklandırma Sonuç Sayfası

3.3 DEMATEL

Excel üzerinden uygulanmış olup yine kriter ağırlıklandırmasını elde etmek amaçlanmıştır. DEMATEL yönteminde 4. Adım sonunda bulunan grafik oluşturma kısmı yapılmamıştır. Bu çalışma amaçlarından biri kriter ağırlıklandırması yapmak olduğu için grafikte elde edilecek olan kriterler arası etki yönünün bulunmasına gerek duyulmamıştır. DEMATEL yöntemi Excel'de klasik Excel kullanılarak yapılan yöntem literatür araştırması desteği ile uygulanmıştır. Uzman görüşler 1-4 ölçekli derecelendirme tablolarını doldurduktan sonra adımlar uygulanmaya başlanmıştır. Adımları özetlemek gerekirse; ilk olarak uzman görüşlerden alınan ve Çizelge 6'da görülen A matrisleri oluşturulmuştur. M matrisi satır toplamalarını içeren matristir ve Çizelge 7'de görülmektedir. Tüm hücrelerin toplamlar arasından en büyük toplama bölünmesi ile elde edilen matris ise Çizelge 8'e görülen S matrisidir. 3. Adıma geçilmiş olunur. Çizelge 9'da verilen ve birim matris olan I matrisi ile Çizelge 10'a verilen S matrisinin farkı alındığında 4. adıma geçilmiş olunur. Çizelge 11'de verilen D değeri satır toplamalarını, Çizelge 12'de verilen R değeri ise sütun toplamalarını ifade eder. D ve R değerlerinin bulunmasının ardından Çizelge 13'te görülen D+R ve D-R değerleri hesaplanır ve en son ağırlıklar bulunur. Kriterler için yapılan ağırlıklandırma analizinin tüm adımları diğer kriterler ve alt kriterleri için de uygulanmıştır.

Çizelge 6. D, Kriterler Arası Derecelendirme

	KRİTER MATRİSİ	MOBİLİTE VE DONANIM SAL YETERLİLİK	AI-MAKİNE ÖĞRENİMİ	STRATEJİ
A	MOBİLİTE VE DONANIM SAL YETERLİLİK	0	1	1
	AI-MAKİNE ÖĞRENİMİ	4	0	2
	STRATEJİ	2	1	0

AI-MAKİNE ÖĞRENİMİ	0,67	0	0,35	6
STRATEJİ	0,33	0,17	0	3

Çizelge 9. D, I Birim Matrisi Çizelge 8. D, Kriterler için (I-S Matrisi)

	1	0	0
I	0	1	0
	0	0	1

	1,00	-0,17	-0,17
I-S	-0,67	1,00	-0,35
	-0,33	-0,17	1,00

Çizelge 10. D, Kriterlerin S Matrisi için Son İşlem Adımı

	1,27	0,26	0,30
(1-S)^-1	1,06	1,28	0,62
	0,60	0,30	1,20

Çizelge 7. D, Kriterler için M Matrisi

	KRİTER MATRİSİ	MOBİLİTE VE DONANIM SAL YETERLİLİK	AI-MAKİNE ÖĞRENİMİ	STRATEJİ	toplam
	MOBİLİTE VE DONANIM SAL YETERLİLİK	0	1	1	2
	AI-MAKİNE ÖĞRENİMİ	4	0	2	6
	STRATEJİ	2	1	0	3

Çizelge 11. D, Kriterler için S Matrisindeki Satır-Sütun Toplamları

				D
	0,27	0,26	0,30	0,84
S	1,06	0,28	0,62	1,96
	0,60	0,30	0,20	1,10
R	1,93	0,84	1,12	

Çizelge 12. D, Kriterlerin D+R ve D-R Değerleri

D	R	D+R	D-R
0,84	1,93	2,78	-1,09
1,96	0,84	2,80	1,11
1,10	1,12	2,23	-0,02

Çizelge 13. D, Kriterlerin Ağırlıkları

				AĞIRLIKLAR	
(D+R)^2	(D-R)^2	(D+R)^2 + (D-R)^2	KAREKÖK	KAREKÖK/TOPLAM KAREKÖK	KRİTER İSİMLERİ
7,75	1,19	8,95	2,99	0,36	MOBİLİTE
7,87	1,24	9,11	3,01	0,36	AI-MAKİNE
5	0	5	2,23	0,27	STRATEJİ
		T	8,24		

Çizelge 8. D, Kriterler için S Matrisi

	KRİTER MATRİSİ	MOBİLİTE VE DONANIM SAL YETERLİLİK	AI-MAKİNE ÖĞRENİMİ	STRATEJİ	toplam
S	MOBİLİTE VE DONANIM SAL YETERLİLİK	0	0,17	0,17	2

4. SONUÇLAR

Yapılan çalışma sonucu, amacı doğrultusunda düşünüldüğünde elde edilen veri ve bulgular dijitalleşme süreci için pozitif yönde ilerleme sağlayacak niteliktedir. 3 farklı yöntem kullanılarak çalışmaya 3 farklı bakış açısı kazandırılmıştır. Kullanılan yöntemlerin üçünü de uygulamaya başlarken uzman görüş yorumlarına dayanarak elde edilen derecelendirmeler kullanılmıştır. Tüm kriter ve alt kriterler baz alınarak farklı yöntemlerle farklı sonuçlar alındığından yöntem çokluğunun yorum çokluğu anlamına geldiği varsayımı elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlardan yola çıkarak AI – Makine Öğreniminin ve altında barındırdığı diğer etkenlerin dijital dönüşümde büyük ölçüde etkili olduğu açıkça görülmektedir. Dijital dönüşüm etmenleri olarak belirlenmiş olan örneğin, yetenek açığı oranı ve dijital dönüşüm kültürünün en az bir ekip liderinde var ve uygulanıyor olma oranı alt kriterlerinin önem derecelerinin eşit olduğu belirlenmiştir. Alt kriterlerin önem derecesinin eşit olma durumu tüm kriterlerin uygulanan farklı yöntem sonuçlarında da görülmektedir. 3 farklı yöntem kullanılmasının temel sebeplerinden biri her yöntemde farklı sonuçlar çıkabilecek oluşudur. Nitekim kriter önem derecelerinin analiz sonuçları olarak AHP ve Best – Worst yöntemlerinde 2. Sırada Strateji, 3. Sırada Mobilite ve Donanımsal Yeterlilik bulunurken DEMATEL yönteminde 2. Sırada Mobilite ve Donanımsal Yeterlilik 3. Sırada ise Strateji bulunmaktadır. Bu analizin sonucunda farklı ağırlıklandırma ve derecelendirme yöntemlerinin aynı kriterler ve alt kriterler üzerinde uygulanması her açıdan yararlı olacaktır. AHP ve Best – Worst yöntemlerinde çoğunlukla aynı sonuçların elde edilmesi ve bu durumun üzerine DEMATEL yöntemiyle farklı yorumların analize dahil edilmesi bu çalışma açısından çok yönlü bir bakış oluşturmıştır. Dijital dönüşüm sürecinde karar vericilerin etkenleri ve analiz yöntemlerini belirlerken en az 3 farklı yöntem ile karara varılması kurum açısından daha faydalı bir yol olacaktır. Bu çalışma sonucunda dijital dönüşüme ayak uydurmak isteyen kurumların öncelikli yapması gereken adım AHP ve Best – Worst yöntemlerine göre karar destek sistemlerinin kullanılması, kullanmakla kalmayıp simülasyon tabanlı uyguluyor olmaları gerekmektedir. Karar destek sistemlerinin algoritma ve makine ile birleştirilmesi de

önemli rol oynamaktadır. Ayrıca DEMATEL yöntemine göre ise öncelikli adım ERP kullanımıdır. Kurumların yapması gerekenlerin başında tüm yöntem sonuçlarına göre AI – Makine Öğrenimi konusunda gelişim göstermek için gerekli çalışmaları yapmak dijitalleşmede kurumu ileri taşıyacaktır.

Her kurum için dijital dönüşüm kaçınılmaz bir sondur ve dijitalleşme sürecine bir an önce adapte olmak hem kurum bünyesinde hem de Türkiye dijital dönüşüm seviyesinin bir adım daha ileri taşınması açısından önemli bir rol oynar. Kurumların dijitalleşmesi, kurum bünyesinde büyük bir adım olarak görülmesi de dijitalleşen kurumların yüzdesi arttıkça Türkiye genelinde dijital dönüşüm süreci büyük ölçüde yol kat etmiş olacaktır.

KAYNAKLAR

1. TÜRKONFED, SEDEFED, TÜRKONFED ve SEDEFED Dijital Anadolu Raporu Yayınlandı, <https://turkonfed.org/tr/detay/1618/turkonfed-ve-sedefed-dijital-anadolu-raporu-yayimlandi/> , Kasım 14, 2022.
2. Abdullah Ballı, “Türkiye’de Dijital Dönüşüm ve Girişimcilik”, 3. Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi, Cilt 57, Sayı 1, Sayfa 251-279, 2022.
3. Emre Gökşin, “Dijital Pazarlama Temelleri”, 16, Abaküs Yayınları, İstanbul, 2017.
4. <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/19.5.1.pdf>Teichert, 2019: 1675
5. Bekir Pekdemirli, <https://turkonfed.org/tr/detail/1950/dijital-anadolu-2-sektor-bazli-dijital-donusum-yol-haritasi> , Dijital Anadolu 2: Sektör Bazlı Dijital Dönüşüm Yol Haritası, Kasım 11, 2022.
6. Eylem Çetinkaya “İmalat Sanayinde Dijital Dönüşüm: Trakya Bölgesinde Bir Saha Araştırması” Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 2021.
7. Ismail, M. H., Khater, M., & Zaki, M. (2017). Digital business transformation & strategy: What do we know so far. Cambridge Service Alliance, 10(1), 1-35.A Strategic Map for Digital Transformation, Shuichiro Yamamoto
8. Thomas Hess, Alexander Benlian, Florian Wiesböck, Christian Matt, Dijital Dönüşüm Stratejisi Oluşturma Seçenekleri, MIS Quarterly Executive, Vol. 15, Issue 2, Pages 103-119, 2016.

9. Justin Rose , Vladimir Lukic , Tom Milon, Alessandro Cappuzzo, Sprinting to Value in Industry 4.0., <https://www.bcg.com/publications/2016/lean-manufacturing-technology-digital-sprinting-to-value-industry-40> , Kasım 17, 2022.
10. Erdem Aksakal, Melis Dağdeviren, “ANP ve DEMATEL Yöntemleri ile Personel Seçimi Problemine Bütünleşik Bir Yaklaşım”, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 25, Sayı 4, Sayfa 911, 2010.
11. Engin Çakır, Melih Can, “Best-Worst Yöntemine Dayalı ARAS Yöntemi ile Dış Kaynak Kullanım Tercihinin Belirlenmesi: Turizm Sektöründe Bir Uygulama”, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt 23, Sayı 3, Sayfa 1273-1300, 2019.
12. Talip Arsu, Şerife Uğuz Arsu, “Personel Seçim Sürecinde Kullanılan Kriterlerin Best-Worst Metodu (BWM) ile Değerlendirilmesi” Cilt 56, Sayı 3, Sayfa 1949-1967, 2021.
13. Fontela, E. & Gabus, A. (1974). DEMATEL, innovative methods, technical report no. 2, structural analysis of the world problematique. Battelle Geneva Research Institute, Geneva.
14. Ünal Battal, "Türkiye’de Havayolu Taşımacılığının Finansman Sorunları: DEMATEL Yöntemi Uygulaması." Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt 11, Sayı 2, Sayfa 96-111, 2018.
15. Gizem Sarıçalı, Nilsen Kundakçı, “AHP ve COPRAS yöntemleri ile otel alternatiflerinin değerlendirilmesi”, International Review of Economics and Management, Cilt 4, Sayı 1, Sayfa 45-66, 2016.
16. Dr. Thomas Kofler, Digitale Transformation in Unternehmen. ZD. B Digital Dialogue Positionspapier, 2018
17. Müge Klein, “İşletmelerin Dijital Dönüşüm Senaryoları-Kavramsal Bir Model Önerisi”, Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt 19, Sayı 74, Sayfa 997-1019, 2020.
18. Mobilite Nedir, Mobilitenin Hayatımızdaki Önemi Nedir?, <https://blog.toyota.com.tr/mobilite-nedir-mobilitenin-hayatimizdaki-onemi-nedir>, Kasım 11, 2022.
19. Deniz Merdin, Dijital ve Yeşil Tedarik Zinciri Sürecinde Analitik Modelleme ve Karar Destek Sistemi, Doktora Tezi, Karabük Üniversitesi, Karabük, 2022
20. Deloitte, Teknoloji Trendleri 2021, <https://www2.deloitte.com/tr/tr/pages/consulting/digital-disruption-index.html> Deloitte, Insights; Tech Trends 2021. , Kasım 16, 2022