

L'UNIVERSITE GALATASARAY

L'INSTITUT DES SCIENCES

**L'APPLICATION DES METHODES DE PRISE DE
DEISION MULTI CRITERES FLOUS AU
PROBLEME DE SELECTION DE LA LOCATION
DE BANQUE**

Nihan ÇINAR

Juin, 2019

**L'APPLICATION DES METHODES DE PRISE DE DECISION MULTI
CRITERES FLOUS AU PROBLEME DE SELECTION DE LA LOCATION DE
BANQUE**

**(ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİNİN BANKA YERİ SEÇİMİ
PROBLEMİNE UYGULANMASI)**

PAR

Nihan ÇINAR, Ingénieur en Génie Mathématiques

Thèse

Présenté en vue de
l'obtention du diplôme de

MASTER

en

GENIE INDUSTRIEL

de

L'INSTITUT DES SCIENCES

de

L'UNIVERSITE GALATASARAY

Juin 2019

La présente atteste que la these intitulée

**L'APPLICATION DES METHODES DE PRISE DE DECISION MULTI CRITERES
FLOUS AU PROBLEME DE SELECTION DE LA LOCATION DE BANQUE**

préparée par **Nihan ÇINAR** en vue de l'obtention du diplome de **Master en Génie Industriel de l'Université Galatasaray** est approuvée par le

Comité de Thèse:

M. Conf. Assoc. Murat Levent DEMİRCAN (Directeur)
Département Génie Industriel
Université Galatasaray



M. Conf. A. Çağrı TOLGA
Département Génie Industriel
Université Galatasaray



M. Conf. Assoc. Ali ÇOŞKUN
Département de Gestion
Université Boğaziçi



Date:

20/06/2019

PREFACE

La décision a une grande importance dans la vie. Si plusieurs critères doivent être considérés, prendre une décision devient plus difficile. Dans ce travail, une décision est prise sous plusieurs critères.

Je voudrais remercier à mes amis qui travaillent dans les banques différentes, qui m'ont fourni des rendez-vous avec leurs directeurs et qui m'ont beaucoup aidé pour la formation du structure de la décision de modèle. Je voudrais exprimer ma plus sincère gratitude à M.Conf.Ass. M.Levent DEMİRCAN qui m'a aidé tout au long de mon travail et à ma famille plusieurs critères.

J'offre ce travail à mon fils , Volkan ÇINAR.

Nihan ÇINAR

Juin , 2019

TABLEAU DES MATIERES

LISTE DES SYMBOLES.....	vi
LISTE DES TABLEAUX.....	vii
ABSTRACT.....	viii
RÉSUMÉ	ix
ÖZET	x
1. INTRODUCTION	1
2. LA SELECTION DE LOCATION D’ETABLISSEMENT DANS LE SECTEUR DE SERVICE	3
3. PRISE DE DECISION	9
3.1 La Théorie de Décision	10
3.2 Décision	11
3.2.1. Les Eléments de Décision	11
3.2.2. Environnements de Décision.....	12
3.2.3. Les Critères de la Décision Dans l’Incertitude.....	13
3.2.4. Les Critères Influant La Décision	14
3.2.5. Les Méthodes d’Analyse de Décision	15
3.3 La Théorie d’Ensemble Flou.....	16
4. METHODOLOGIE	19
4.1 TOPSIS Hierarchique Flou.....	19
4.2 COPRAS Hierarchique Flou.....	27
4.3 La Méthode ARAS.....	30

5. UN MODELE DE DECISION POUR LA SELECTION DE LOCATION D'UNE NOUVELLE BRANCHE DANS LE SECTEUR BANCAIRE ET UNE APPLICATION.....	35
5.1 Application avec TOPSIS Hierarchique Flou	38
5.2 Application avec COPRAS Hierarchique Flou.....	52
5.3 Application avec ARAS.....	59
5.4 Discussion	64
6. CONCLUSION	66
REFERENCES.....	68
APPENDICE A L'EVALUATION DES CRITERES PRINCIPAUX.....	72
APPENDICE B L'EVALUATION DES SOUS CRITERES.....	73
APPENDICE C L'EVALUATION DES ALTERNATIVES SELON LES SOUS CRITERES	74
APPENDICE D LES DATAS DES VILLES.....	75
BIOGRAPHIE	76

LISTE DES SYMBOLES

$\tilde{\mathbf{I}}_{\text{CR}}$: La matrice de decision pour les critères
$\tilde{\mathbf{I}}_{\text{SCR}}$: La matrice de decision pour les sous critères
$\tilde{\mathbf{I}}_{\text{AL}}$: La matrice de decision pour les alternatives
$\tilde{\mathbf{W}}_p$: La moyenne arithmétique des critères principaux
$\tilde{\mathbf{C}}_{\text{qpl}}$: La moyenne arithmétiques des des scores évalués des alternatives
\tilde{x}_{ij}	: L'élément de la matrice de decision
\mathbf{B}	: L'ensemble des critères d'avantage
\mathbf{C}	: L'ensemble des critères de coût
\mathbf{A}^*	: La solution idéale positive
\mathbf{A}^-	: La solution idéale negative
$\mathbf{M}(\tilde{\mathbf{V}}_j)$: La matrice généralisée
\mathbf{S}_i^*	: La solution positive idéale
\mathbf{S}_i^-	: La solution negative idéale
\mathbf{D}_{ij}^*	: La distance de la solution positive idéale
\mathbf{D}_{ij}^-	: La distance de la solution négative idéale
\mathbf{C}_i	: Le coefficient de proximité
\mathbf{f}	: La matrice de decision normalisée
$\hat{\mathbf{X}}_{ij}$: La matrice de decision floue normalisée pondérée
\mathbf{Q}_i	: La valeur d'importance
\mathbf{N}_i	: L'index de performance
x_{0j}	: La valeur optimal du critère j
$\bar{\mathbf{X}}$: La matrice de decision normalisée
\mathbf{S}_i	: La valeur de la fonction d'optimalité de l'alternative i
\mathbf{S}_0	: La meilleure valeur de la fonction optimale

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 4.1: Les variables linguistiques pour les critères pondérés	22
Tableau 4.2: Les variables linguistiques pour l'évaluation des alternatives	22
Tableau 5.1: L'évaluation de la pondérée d'importance des critères principaux.....	38
Tableau 5.2: La matrice \tilde{I}_{CR}	39
Tableau 5.3: Les évaluations des pondérées d'importance des sous-critères.....	40
Tableau 5.4: La matrice \tilde{I}_{SCR}	41
Tableau 5.5: L'évaluation du premier décideur DC_1	42
Tableau 5.6: L'évaluation du deuxième décideur DC_2	42
Tableau 5.7: L'évaluation du troisième décideur DC_3	43
Tableau 5.8: L'évaluation du quatrième décideur DC_4	43
Tableau 5.9: La matrice \tilde{I}_{AL}	44
Tableau 5.10: Les valeurs \tilde{R}_{ij}	45
Tableau 5.11: Les valeurs \tilde{V}_{ij}	46
Tableau 5.12: La matrice $(M(\tilde{v}_{ij}))$	47
Tableau 5.13: La matrice D^*	49
Tableau 5.14: La matrice D^-	50
Tableau 5.15: Les valeurs S_i	51
Tableau 5.16: Les valeurs C_i et NC_i	51
Tableau 5.17: Les poids agrégés des critères	53
Tableau 5.18: La matrice de décision floue X.....	54

Tableau 5.19: La matrice de décision floue défuzzifiée	55
Tableau 5.20: La matrice de décision floue défuzzifiée normalisée f.....	56
Tableau 5.21: La matrice de décision floue défuzzifiée normalisée pondérée \hat{X}	57
Tableau 5.22: Les valeurs P_i, Q_i, R_i des alternatives	58
Tableau 5.23: Les indices de performance N_i des alternatives	58
Tableau 5.24: Les poids des critères défuzzifiées normalisées	59
Tableau 5.25: La matrice de decision initiale X	60
Tableau 5.26: La matrice de decision normalisée \bar{X}	61
Tableau 5.27: La matrice de decision normalisée pondérée \hat{X}	62
Tableau 5.28: Les valeurs des fonctions d'optimalité.....	63
Tableau 5.29: Rang des alternatives.....	64

ABSTRACT

Banks are financial institutions which proposes financial services. This study's goal is to provide a decision support model in order to help a bank selecting the most appropriate city for opening among four alternatives in Turkey. In the proposed decision support model, because of fuzziness of the evaluation process et the structure of the problem , the fuzzy hierarchical TOPSIS, the fuzzy hierarchical COPRAS and ARAS methods. At the end of the study, according to the evaluatins under the considered criteria, Tekirdağ is found out the best candidate city in the examined methods.

Keywords : Multi criteria decision making, location selection, bank branch location selection, fuzzy hierarchical TOPSIS, fuzzy hierarchical COPRAS , ARAS

RÉSUMÉ

Les banques sont des établissements financiers qui ont le but de proposer des services financiers pour accomplir les demandes économiques de la population et du gouvernement. Les branches sont encore fortement utilisées dans ce monde technologique. Dans ce travail, un modèle de décision est développé pour une banque qui a pour but de se développer et d'avoir une nouvelle branche parmi 4 villes en Nord-Ouest de la Turquie. Pour la résolution, en raison de la structure floue des critères et des alternatives et de la structure hiérarchique, les méthodes TOPSIS et COPRAS hiérarchiques floues et ARAS sont considérées séparément. Finalement, Tekirdağ est trouvé comme la meilleure ville et il est observé que l'ordre des alternatives selon les méthodes utilisées reste le même.

Mots clé : Décision multi-critère, sélection de location, sélection de la location de banque, TOPSIS hiérarchique floue, COPRAS hiérarchique floue, ARAS

ÖZET

Bankalar, bir ülkenin ekonomik ihtiyaçlarını karşılamak ve bu amaçla hizmet vermek için var olan finansal kuruluşlardır. Teknolojinin gelişmesine paralel olarak İnternet Bankacılığı öne çıksa da, şubeler bankaların müşterilerine direkt olarak ulaşmak için kullandığı en önemli hizmet aracıdır. Bu çalışmada, bir bankanın Trakya yöresinde bulunan dört aday şehir arasından en doğru tercih yapabilmesine yönelik bir karar destek modeli önerilmektedir. Bu modelde, çok kriterli karar verme yöntemlerinden, değerlendirme süreçlerinin bulanıklığından ve modelin hiyerarşik yapısından dolayı bulanık hiyerarşik TOPSIS ve bulanık hiyerarşik COPRAS ile ARAS yöntemleri kullanılmıştır. Her üç metodla yapılan değerlendirmelere göre Tekirdağ en iyi aday şehir olarak seçilmiştir.

Anahtar kelimeler : Çok kriterli karar verme, yer seçimi, banka şube yeri seçimi, hiyerarşik bulanık TOPSIS, hiyerarşik bulanık COPRAS, ARAS

1. INTRODUCTION

Les banques sont des établissements financiers qui ont le but de proposer des services financiers pour accomplir les demandes économiques de la population et du gouvernement. Elles reçoivent des dépôts d'argent, accordent des prêts et gèrent les moyens de paiement. Ils ont toujours un grand rôle, des leurs premières constructions dans le développement des pays et dans l'économie. On peut dire que selon leurs activités et les profils des clients, les banques peuvent être classifiées. Les banques de dépôt sont les plus connues. Ces banques reçoivent les épargnes de leurs clients et des prêts sont accordés. Un autre type de banque est appelé comme les banques d'investissement. Ces banques servent aux entreprises pour le but de leurs financements. Même si elles ne sont pas nombreuses, il y a des banques qui sont spécialisées pour la gestion des grandes portefeuilles. On peut dire que le système bancaire influe forcément le développement économique d'un pays. Enfin elles sont indispensables pour l'économie.

Pour servir à leurs clients, les branches sont encore forcément utilisées dans ce monde technologique. Elles sont très importantes pour les banques car elles sont le premier point de contact avec leurs clients. Avec la globalisation et la technologie développée, même si les cartes de crédit, banking sur Internet et téléphone, les ATM et POS sont acceptés comme les produits les plus utiles, le peuple turque préfère encore les branches pour toutes leurs opérations bancaires. Les branches sont aussi des facteurs importants pour évaluer et déterminer la performance des banques. Dans plusieurs recherches, la performance des banques est forcément analysée et il est vu que la location des branches influe beaucoup la performance de la banque et la satisfaction des clients.

La sélection de la location d'une branche peut être constatée en 3 étapes qui sont la sélection de la ville, la sélection de la zone dans la ville et la sélection d'un point dans la zone. Notre problème est la sélection de la ville et un modèle de décision pour la sélection du meilleur alternative est proposé. Les facteurs principaux qui influencent la sélection de location, selon les propositions des experts et aussi des recherches littéraires

sont déterminés comme le structure démographique, la location géographique, les propriétés commerciales et socio-économiques, l'existence des autres banques. D'autre part, le facteur qui rend plus difficile la sélection avec plusieurs critères et la pondération différente des banques selon leurs visions, leurs missions, leurs stratégies et la diversité de leurs produits. Dans ce cas, les locations différentes comme le meilleur alternative pour chaque banque peuvent être constatées.

Dans ce travail, un modèle de décision est développé pour une banque qui a pour but de se développer et d'avoir une nouvelle branche parmi 4 villes en Nord-Ouest de la Turquie. Pour la résolution, en raison de la structure floue des critères et des alternatives et de la structure hiérarchique, les méthodes TOPSIS et COPRAS HIERARCHIQUES FLOUES sont considérées séparément. Ayant les données quantitatives des alternatives, une méthode d'optimisation classique ARAS est utilisée comme la troisième méthode pour comparer les solutions.

2. LA SELECTION DE LOCATION D'ETABLISSEMENT DANS LE SECTEUR DE SERVICE

Avec la globalisation, de nombreuses sont en concurrence les uns avec les autres donc la diversité des produits et des services devient un facteur important pour être choisis. Dans ces conditions, la sélection des locations devient une décision stratégique très importante pour les établissements. Dans notre monde, on voit que les services ou les produits à bon marché ne sont pas les détails les plus préférables par les clients mais il est constaté qu'ils préfèrent être offerts au niveau optimal et avec les prix raisonnables.

La location d'un établissement est en général comprise comme la location géographique où réalise ses activités économiques. La stratégie d'un établissement est de les réaliser avec la meilleure bénéfice et la rentabilité la plus élevée. Considérant sa vision et sa mission, elle a pour but de se développer donc la location redevient un critère important.

Selon (Ertuğrul, 2008), on voit la décision d'une nouvelle sélection de location dans différentes conditions comme la décision d'une nouvelle entreprise, le désir de changer les locations, le renouvellement des produits et de la direction, les développements technologiques, l'abandonnement de la production de quelques produits, l'achat des nouvelles machines et les désavantages dans les conditions ergonomiques'.

Pendant la sélection de location, de nombreux facteurs sont considérés. Dans la littérature, l'analyse de regression, la programmation linéaire, les modèles de transport sont vus des méthodes préférées avec les facteurs quantitatives et qualitatives qui dépendent des modèles de sélection (Kahraman et al. 2006)

Il n'y a pas beaucoup d'applications directes des théories dans la littérature , mais certains principes sont indispensables pour la meilleure sélection de location (Barutçugil, 1983; Hwang et al. 2006) :

- La détermination des besoins des établissements doit être objective.
- Les étapes des études de sélection de location ne doivent pas changer car le changement de l'ordre peut produire des risques.
- Pour chaque étape de la décision, les experts doivent être bien choisis. Leurs connaissances et leurs expériences doivent être utiles et bien identifiées pour le but.
- Les décisions de sélection ne peuvent pas être pour une période courte.
- A la fin des études, la rentabilité des résultats doit être bien identifiée.

En général, les critères considérés par les établissements sont suivants:

Les Propriétés de la Population

La première étape de l'étude est d'analyser le profil du (des) client (s) :

- Savoir l'âge moyen de la population est un facteur important pour la décision. Les besoins peuvent être différés selon l'âge. Pour cette raison, la population doit être bien analysée car le succès commercial dépend aussi de la nature du peuple.
- La densité de la population est un autre facteur à analyser. Car elle peut varier selon les changements de la saison.
- Les niveaux d'éducation, la structure ethnique de la population peuvent être analysés car ces propriétés sont souvent les indicateurs des besoins et des préférences différentes.
- Le niveau économique de la population est très important. Le nombre de voitures par personne, les informations obtenues avec les numéros de téléphone etc. peuvent être quelques indicateurs pour ce sujet. Comme la rentabilité est importante, le potentiel économique doit être bien analysé.

Les Conditions Géographiques

Bien définir et connaître une population nécessite analyser détaillément la région. La détermination des propriétés de la population est forcément faite analysant le potentiel commercial donc pour la sélection de location, les informations commerciales de la région sont absolument nécessaires. Pour l'analyse du potentiel commercial, il faut d'abord bien déterminer les régions qui sont développées et attractives ou qui sont en train de se développer et dont la préférabilité sera la meilleure dans les années suivantes. L'existence de la concurrence est aussi un autre facteur important pour la sélection d'une nouvelle location. La concurrence est définie avec la qualité et la quantité. Pour un client, la facilité du transport peut être aussi important dans certaines conditions. L'existence des banques, le nombre d'employeur et l'histoire du développement sont aussi des critères pour la prédiction des développements économiques dans le futur.

Secteur

On peut dire que ce facteur est le plus important parmi tous les facteurs considérés. Sans le prendre en compte, il est impossible d'analyser l'analyse de location car chaque activité de production est réalisée afin de répondre à un besoin. Pour cette raison, les producteurs doivent savoir où le consommateur se trouve, s'il est nécessaire ou pas d'être au près des consommateurs. Selon le type des produits, les consommateurs peuvent se trouver répartis dans une région certaine. Si les consommateurs se trouvent ensemble, c'est convenable de choisir la location tout près d'eux. Les pharmacies près des hôpitaux, le taxi des gares, des cinémas ou des théâtres sont quelques exemples de ce type de locations. Si les consommateurs sont répartis, l'analyse de sélection de location doit déterminer un point selon les poids de distribution (Barutçugil, 1983).

Dans la considération du secteur, déterminer les besoins du client devient très important. Par exemple, pour un banquier, le service signifie gérer bien l'argent mais pour le client, les services des banques ont des différents sens. Ils se plaignent rarement de la gestion de leurs dépôts mais l'impolitesse du personnel, les attentes longues, les demandes de crédit

ou les téléphones qui ne sont pas répondus, les heures de travail limitées, les problèmes de transport sont en général les sujets rencontrés pour se plaindre.

La Sélection de Location Dans le Secteur Bancaire

Aujourd'hui les banques, ayant une place très importante dans la vie économique et commerciale, sont les organisations économiques qui font et organisent tous les processus reliés au capital et au crédit, qui travaillent pour les besoins de l'état et des entreprises (Mikail, Tsetinov, 2004). Aujourd'hui les banques ont des fonctions et des responsabilités reliés à l'argent, au crédit et au capital. Dans un environnement sans les banques, les fonctions économiques ne sont pas possibles.

Les banques utilisent les branches comme des canaux de distribution où les clients peuvent profiter facilement des services. Elles diminuent les échecs économiques en distribuant les risques (Ağaoğlu, 1989). Spécialement, les banques commerciales qui sont face à face avec les clients, ont une grande importance dans l'économie.

En particulier, au cours des 20 années les changements qui se produisent dans le secteur bancaire, la concurrence internationale, l'union des banques, les développements dans la technologie ont eu une grande influence sur la création des réseaux de branches flexibles (Kwong, Bai : 2004). Dans la littérature étrangère, plusieurs études pour le problème de sélection de location pour les banques constatées.

Dans l'article par (Avery et al., 1997), les locations des branches bancaires sont examinés et à la fin des analyses, les règles officielles qui peuvent être différentes selon les provinces et les changements dans les Technologies influent comme les critères démographiques et économiques la décision.

D'après (Meidan, 1983), la sélection des branches bancaires est une décision pour longtemps concernant plusieurs facteurs donc les potentiels des alternatives doivent être bien définis et analysés. Les caractéristiques commerciaux, la localisation des autres banques, la structure de la population, le potentiel d'emploi et le potentiel commercial doivent être bien considérés.

Dans (Min, 1989), où le problème de sélection des locations des branches des banques commerciaux, aux Etats-Unis, à Ohio, est examiné en utilisant fuzzy goal programming, les critères externes qui influent les décisions, sont observés et les critères démographiques et socio-économiques, les possibilités de transport, les valeurs potentielles des crédits et le potentiel commercial sont vus au premier plan.

Dans l'article (Ravaillon et Wodon, 2000) où les locations géographiques des branches bancaires en Bangladesh sont examinés avec les analyses de regression à l'aide des data économiques, démographiques et des caractéristiques sectoriels.

Dans (Abbasi, 2003), où la sélection des branches bancaires en Jordan est examinée, un modèle de décision est développé et les critères pris en considération sont, les valeurs de revenu, les caractéristiques culturels de l'environnement, le nombre d'entreprises, le dépôt total dans la région, le potentiel de développement et la concurrence.

Dans un travail où les performances des branches d'une banque en Grèce par (Boufounou, 1995) sont analysés utilisant la méthode d'analyse de régression sous les critères qui sont la population totale, la structure de la population, la croissance annuelle de la population, le nombre des entreprises et l'existence des autres banques sont utilisés.

Dans les recherches pour la sélection de location de branche dans le secteur bancaire, avec les développements technologiques, les software des systèmes d'information géographique sont utilisés par (Milliotis,2002) et (Zhao et al.,2004). Les premiers travaux sont réalisés dans le deuxième part des années 1970, la methode de computer aided mapping et utilisée en utilisant les informations démographiques, économiques et aussi du potentiel commercial. Ces informations sont appliquées sur les maps séparément et en les comparant, la sélection de location la plus appropriée est examinée.

Dans les travaux scientifiques et dans les interviews avec les experts du secteur bancaire, il est vu que même si certains critères sont les mêmes pour chaque banque, les critères considérés peuvent différer. Les sélections différentes sont rencontrées selon les structures, les visions, les missions, les stratégies de marketing et la diversité des services

des banques. En général, la sélection de location de branche peut être vue comme une décision de trois étapes suivantes:

- La sélection de la ville où la branche sera ouverte
- La sélection de la zone la plus appropriée dans cette ville
- La sélection de la location la plus appropriée de la zone choisie.

Dans chaque étape, les facteurs qui influent la décision de sélection peuvent différer. Premièrement, les critères comme les indicateurs démographiques et socio économiques, l'existence des autres banques et le potentiel de développement, la ville la plus appropriée est choisie. Au deuxième méthode, avec la considération des critères semblables, les caractéristiques économiques des quartiers et la convenabilité des services bancaires. Dans la zone choisie, déterminant le boulevard et la location la plus appropriée sur le boulevard choisi, la dernière étape est terminée. Ces trois étapes montrent qu'il n'y a pas une méthode stricte, applicable et convenable pour la sélection de branche bancaire car les critères considérés peuvent différer selon la structure, la vision, la mission, la stratégie de marketing et la diversité des services.

3. PRISE DE DECISION

Bien que le concept de décision soit défini différemment par les chercheurs dans la situation actuelle, il est généralement possible de définir comme :

La décision consiste à choisir l'alternative la plus appropriée en tenant compte des critères déterminés parmi les options disponibles pour atteindre le but déterminé

Le processus de décision est un élément indispensable de la vie et dans chaque problème du plus simple au plus complexe qui est rencontré. La décision est un processus de résolution de problème. Le processus de décision devient un processus difficile, en particulier dans les domaines où des informations incertaines sont présentes ou dans lesquelles des facteurs inefficaces, linguistiques sont fréquemment utilisés. Ces facteurs indiquent que le processus de décision doit se dérouler dans un environnement flou (Başkaya et al. 2015)

La décision est un concept qui évolue constamment parallèlement au développement de l'esprit humain. Fondamentalement, les décisions prises pour atteindre un objectif unique ont progressé vers des systèmes visant à atteindre plusieurs objectifs dans le sens du développement de la compréhension et de la réflexion au fil du temps (Turanlı et Köse, 2005).

L'incertitude de l'avenir rend la décision difficile. Toutes les options sont évaluées en détail. La décision est devenue un processus de plus en plus complexe car la concurrence s'est accrue et les outils informatiques de communication et d'information sont très développés et diversifiés. Le choix de l'alternative la plus appropriée pour les décideurs consiste à atteindre l'objectif efficacement considérant des multiples facteurs qui s'affectent. L'obtention de résultats ciblés montre l'efficacité de la décision.

Les étapes de base de l'analyse de décision incluent la définition du problème, la liste de toutes les options possibles, l'identification de tous les événements possibles qui ne

sont pas sous le contrôle de la décision, l'établissement d'un tableau de décision indiquant les résultats obtenus pour chaque événement, la sélection d'un modèle de décision, l'application du modèle et la sélection d'une alternative (Topçu, 2000 ; Ersöz&Kabak,2010).

3.1 La Théorie De Décision

Le but principal de la décision est de soutenir les gens selon leurs propres stratégies. La théorie de la décision concerne le processus de décision. Les gens doivent prendre une décision pour presque tout ce qu'ils ont fait. La théorie de la décision se concentre sur certains aspects du comportement humain, en particulier sur la manière dont il utilise sa liberté. Dans ce contexte, la théorie de la décision traite des comportements orientés vers les objectifs (Ünal, 2018).

La théorie moderne de la décision se développe depuis les années 50 avec la contribution de nombreuses disciplines. Le développement des théories de la décision a été réalisé de deux manières: théorique et pragmatique.

Les théories de décision sont généralement classées comme normatives et descriptives. Ces théories sont suivantes (Ünal,2010) :

- *Théories normatives*: La théorie normative concerne la décision qui attire l'attention sur les conditions préalables à la prise d'une décision fondée sur la raison et la logique. L'utilisation de la théorie normative dans les processus décisionnels est très limitée.
- *Théories descriptives*: Cette théorie est liée à la manière dont une décision est prise. Bien que les différences entre théories normatives et descriptives semblent en principe très simples, la différence entre elles n'est souvent pas tout à fait claire. La théorie de décision multi critère peut être normative et descriptive. Bien que la théorie de l'utilité soit normative, le processus de l'hierarchie analytique est une théorie descriptive (Saaty et Niemira, 2006 ; Ünal, 2010).

3.2 Décision

Prendre décision fait référence à un processus. La décision est un ensemble d'activités entre le début et la fin, au cours desquelles différentes actions, tâches, activités ou idées se succèdent et mettent en valeur l'une des alternatives (Evren et Uluengin, 1992).

La décision est un processus en plusieurs étapes. De nombreux modèles ont été proposés concernant la manière dont le processus de décision est exécuté. Langley et al. En 1995, dans leurs recherches de littérature sur les processus de décision ils déterminent que les processus de décision étaient entre deux points : un processus unique, ouvert et ciblé et un processus non clair et complexe. Selon le processus de décision dans leurs recherches, ils ont révélé qu'il y avait 5 modèles: Ces modèles sont (Ünal, 2010):

- processus séquentiel
- processus anarchique
- processus répétitif
- processus de convergence
- processus d'inspiration

3.2.1 Les Eléments De Décision

La décision nécessite que les objectifs, les objectifs et les stratégies soient perçus dans le cadre de l'intégrité du système. Diverses analyses, approches et méthodes sont utilisées pour déterminer les meilleurs processus en fonction de l'évolution et du développement des conditions des technologies de l'information et de la communication. Pour aborder le processus de décision de manière analytique, les éléments fondamentaux de la décision doivent être préalablement définis.

Les éléments nécessaires pour le processus de la décision sont les suivants:

- Décideurs: désigne la personne ou le groupe doté de l'autorité et de la responsabilité de choisir la plus appropriée des options disponibles.

- Objectif: définit la nouvelle version de la situation actuelle à la suite des activités réalisées par le décideur en fonction des préférences qu'il a déterminées.
- Critères de décision : Il s'agit des valeurs sur lesquelles les décideurs insistent pour les alternatives. C'est la valeur permettant d'évaluer dans quelle mesure une décision peut être prise. Les critères sont d'avantage ou de coût. Chaque problème a plusieurs critères. Les décideurs déterminent les critères appropriés et suffisants pour chaque problème. Le nombre de critères dépend de la nature du problème (Yoon&Hwang, 1995).
- Options: Ce sont des approches contrôlables qui représentent différentes solutions (options, stratégies, plans) pouvant être utilisées pour résoudre le problème. Les options sont exprimées dans le cadre de la réalisation de multiples objectifs ou critères.
- Pondération du critère: Presque toutes les méthodes de décision multicritères nécessitent des données sur l'importance relative de chaque critère. Ces données sont généralement fournies par une échelle ordinale ou cardinale (Yoon&Hwang, 1995).
- Mesure: La mesure fait référence à la numérisation de préférences ou de critères (Koen, 2008).
- Conclusion (Résultat): Le processus de décision a une conséquence. Le résultat reflète chaque événement et alternative.

3.2.2 Environnements De Décision

Pour prendre décision, la situation de l'environnement doit être déterminée en avance. Il n'est pas possible de prendre des décisions par raison et par logique si l'environnement dans lequel la décision est prise est inconnu. Les environnements de décision sont comme suivant (Örnek , 2007)

- *Décision dans la certitude* : Les décideurs décident dans un environnement de certitude si la situation qui résultera de leur décision est pleinement connue (Kuru, 2011).

- *Décision en risque* : Dans le cas où de nombreuses alternatives de chaque action sont susceptibles d'avoir des conséquences, cela peut être mentionné dans l'environnement de risque. Les résultats que chaque alternative peut atteindre en toutes circonstances se produisent dans une certaine possibilité. Il est imprévisible quel type de résultats entraînera un environnement en risque. Dans l'environnement de risque, le décideur reconnaît que des conditions naturelles sont susceptibles de se produire, calcule l'avantage attendu et choisit la meilleure solution (Emhan, 2007 ; Örnek, 2007)
- *Décision dans l'incertitude* : la possibilité d'incertitude dans l'incertitude est inconnue. Cependant, les résultats possibles sont prévisibles et des données pertinentes sont disponibles. Aucune valeur de probabilité ne peut être attribuée aux résultats par les personnes qui décideront selon la définition. Dans le processus de décision dans l'incertitude jouent un rôle important dans les informations personnelles des décideurs, leurs expériences passées et les conditions environnementales (Kuru, 2011 ; Örnek, 2007).
- *Décision en information partielle* : la distribution de la probabilité d'occurrence d'événements et de certains critères standards peut être mentionnée dans le cas d'informations partielles en cas de connaissance préalable. Pour cela, la qualité de la distribution de probabilité, les paramètres de distribution doivent être connus à l'avance (Halaç, 1991).

3.2.3 Les Critères De La Décision Dans L'Incertitude

En cas d'incertitude, la probabilité d'occurrence des événements attendus est inconnue et certains critères ont été développés :

A. Critère de Laplace : Il est basé sur l'hypothèse que tous les événements pouvant se produire sont égaux les uns aux autres. Après avoir donné des possibilités égales à chaque situation, le problème est résolu en le convertissant en un problème de décision dans un environnement en risque (Alp, 2008). Chaque alternative est évaluée en fonction de

chaque probabilité. Après avoir évalué toutes les alternatives, les scores sont pris en fonction des possibilités. Le score le plus élevé est considéré comme la meilleure option.

b. Critère de Maximin : Les critères de décision de pessimisme sont considérés comme le cas le plus défavorable pour chaque alternative. Les décideurs choisissent ce qui est le meilleur pour eux parmi les pires résultats (Alp, 2008).

c. Critère de Maximax : Dans ce critère, le décideur est optimiste. Pour la stratégie sélectionnée, il est déterminé que l'événement sera le meilleur résultat. En d'autres termes, c'est une approche pour sélectionner le plus élevé des résultats maximum.

d. Critère de Minimax : Ce critère de décision prend en compte les coûts d'opportunité ou de regret, et non les valeurs de résultat direct des décisions prises. Il est recommandé de choisir la solution la moins regrettable pour chaque solution lorsque le pire événement se produit (Kuru, 2011 ; Alp 2008). Selon ce critère, la matrice appelée "regret" est créée. Le regret maximum à atteindre est minimisé.

e. Critère de Hurwicz : Parmi les alternatives, le critère de décision est que seuls les pires et les meilleurs doivent être pris en compte. De plus, les meilleures et les pires valeurs de chaque alternative sont multipliées par le coefficient de signification et les résultats sont collectés. Ainsi, les alternatives sont les valeurs attendues. Après ce processus, le problème est résolu comme le problème de la décision en risque.

3.2.4 Les Facteurs Influant La Décision

Une décision dépend d'un certain nombre de facteurs, indépendamment de qui est pris pour quel but. Ces facteurs peuvent être présentés comme suivant (Kuru, 2011).

- ***L'inquiet d'incapabilité de prendre de bonnes décisions :*** Bien que les décideurs souhaitent prendre une décision cohérente et correcte dans la direction de leur présence, cela peut amener certains décideurs à s'inquiéter de la décision correcte et cohérente (Turanlı, 1988 ; Alp, 2008).
- ***L'environnement de la décision :*** Les décideurs doivent prendre en compte les décisions considérant la société, l'état, les situations internationales, la situation

actuelle, les évolutions politiques, la culture organisationnelle, les comportements décisionnels, les politiques et les stratégies dans l'environnement interne.

- **Temps** : Afin de déterminer la meilleure option en évaluant toutes les options avec des détails, les décideurs devraient disposer de suffisamment de temps. Cependant, la plupart des décisions peuvent être prises avec des contraintes de temps. Ce cas peut empêcher la bonne décision (Mondy et Premeaux, 1995)
- **Risque** : L'un des facteurs qui influencent la décision est la décision due à une mauvaise décision. Cette situation peut être exprimée comme le risque de la décision prise. Les décideurs tiennent compte de ce risque, qu'ils le sachent ou non. Ce qui est important, c'est que ce risque soit pris dans la mesure où les entreprises acceptent. Parce que ce ratio affecte les décisions qui seront prises par l'entreprise (Kuru, 2011).
- **Facteurs psychologiques** : De nombreux facteurs psychologiques affectent le processus de décision. Certains d'entre eux peuvent également affecter la capacité à évaluer et conduire à des préjugés. Le premier de ces facteurs est l'environnement collectif dans lequel les décideurs sont impliqués. L'identité du décideur peut influencer sur la décision. Un deuxième facteur est que le décideur est influencé par les connaissances et les valeurs des organisations avec le même respect dans l'environnement externe (Kuru, 2011 ; Alp, 2008).
- **Les caractéristiques des décideurs** : Les caractéristiques personnelles du décideur, telles que ses capacités, ses préjugés et ses expériences, sont d'autres facteurs importants influant sur le processus de décision (Mondy et Premeaux, 1995 ; Alp, 2008).

3.2.5 Les Méthodes d'Analyse de Décision

Les méthodes d'analyse décision sont généralement examinées en 3 groupes: "la décision à objectif unique", "systèmes d'aide à la décision" et " décision multicritère" (Zhou, 2006).

- **La décision à objectif unique** : les méthodes de ce groupe évaluent les alternatives avec des résultats incertains qui peuvent être obtenus dans les cas où il y a un seul but. Les arbres de décision sont le moyen le plus fondamental de cette méthode. Ces techniques reflètent le problème plus complet et plus simple.
- **Systèmes d'aide à la décision** : c'est un système qui aide le décideur à résoudre des problèmes non structurés difficiles et complexes en rassemblant les méthodes, les modèles et les sources de données utilisés dans la décision.
- **Décision multi critères** : Il y a des méthodes pour sélectionner et classer les meilleures alternatives de décision potentielles considérant les critères ou les qualifications concrets ou abstraits.

3.3 La Théorie d'Ensemble Flou

L'idée d'un ensemble flou est d'abord introduite par Zadeh(1965). Un ensemble flou est une classe d'objets avec des niveaux d'appartenance. Chaque fonction d'appartenance attribue un degré d'appartenance entre 0 et 1.

Le premier ouvrage de Zadeh et Goguen sur l'ensemble flou montre l'intention de généraliser le concept classique d'un ensemble afin de prendre en compte le flou au sens du langage humain, du jugement, de l'évaluation et des décisions. Le concept de théorie des ensembles flous est un bon point de départ pour la création d'un cadre conceptuel qui est similaire au cadre utilisé dans le cas des ensembles ordinaires, mais est plus général que l'autre. Fondamentalement, un tel cadre conceptuel offre une manière naturelle de traiter des problèmes dans lesquels l'imprécision est due à l'absence de critères de class d'appartenance bien définis plutôt qu'à la présence de variables aléatoires. L'imprécision est définie par le flou plutôt que par le manque de connaissances sur la valeur d'un paramètre. La théorie des ensembles flous offre un cadre mathématique difficile, mais la

théorie des ensembles flous n'a rien de flou. Cette théorie peut également être mesurée comme langage de modélisation, car elle convient parfaitement aux situations dans lesquelles des relations et des critères flous existent.

La reconnaissance de la théorie des ensembles flous s'est développée lentement dans les années 1960 et 1970. Dans la seconde moitié des années 1970, les premières applications effectives et pratiques dans le contrôle des méthodes technologiques sont basées sur des systèmes flous. Ce système est appelé contrôle flou (systèmes de chauffage, cimenteries, etc.) et a considérablement tiré l'intérêt à ce domaine. Les applications les plus réussies, notamment au Japon, concernent les machines à laver, les caméras vidéo, les gares, les métros, etc. En outre, le système a attiré davantage d'attention et de recherche dans les années 1980, de sorte qu'en 1984 déjà environ 4000 publications existaient et en 2000 plus de 30 000 (Zimmermann, 2010).

La théorie des ensembles flous est pratiquée pour prendre des mesures en cas de confrontation avec des circonstances vagues. Elle convertit la plupart des concepts, variables et systèmes incorrects et mystérieux en une forme mathématique et établit le contexte du raisonnement, de la déduction et de la prise de décision dans des conditions vagues. La science de la gestion floue pourrait générer les modèles représentés par l'être humain et traiter de manière perceptive les informations qualitatives. Par conséquent, les techniques de gestion deviennent plus flexibles et il est probable que des organisations complexes soient organisées dans des environnements variables et flous. Plusieurs développements sont considérés depuis sa présentation et a initié diverses applications dans divers domaines (Farzami & Vafei, 2013).

Selon Avazpour et al. (2013), un ensemble flou \tilde{A} peut être défini mathématiquement par une fonction d'appartenance $\mu_{\tilde{A}}(x)$ qui attribue à chaque élément x dans l'univers du discours X un nombre réel dans l'intervalle $[0,1]$. En fait, le nombre flou triangulaire est principalement utilisé dans les fonctions d'appartenance.

La fonction d'appartenance $\mu_{\tilde{A}}(X)$ est défini comme (Avazpour et al., 2013) :

$$\mu_{\bar{A}}(X) = \begin{pmatrix} \frac{x-a}{b-a} & a \leq x \leq b \\ \frac{x-c}{b-c} & b \leq x \leq c \\ 0 & \text{autrement} \end{pmatrix} \quad (3.1)$$

Les opérations arithmétiques pour les nombres flous triangulaires $A_1 = (a_1, b_1, c_1)$, où $a_1 \leq b_1 \leq c_1$ et $A_2 = (a_2, b_2, c_2)$, où $a_2 \leq b_2 \leq c_2$, peuvent être présentés comme suivant:

$$\textbf{Addition : } A_1 + A_2 = (a_1 + a_2, b_1 + b_2, c_1 + c_2) \quad (3.2)$$

$$\textbf{Soustraction : } A_1 - A_2 = (a_1 - a_2, b_1 - b_2, c_1 - c_2) \quad (3.3)$$

$$\textbf{Multiplication : } A_1 * A_2 = (a_1 a_2, b_1 b_2, c_1 c_2), \text{ si } a_1 \geq 0, a_2 \geq 0 \quad (3.4)$$

$$\textbf{Division : } A_1 \div A_2 = \left(\frac{a_1}{c_2}, \frac{b_1}{b_2}, \frac{c_1}{a_2}\right), \text{ si } a_1 \geq 0, a_2 \geq 0 \quad (3.5)$$

Selon Avazpour (2013), bien que les processus de multiplication et de division sur des nombres flous triangulaires ne produisent pas un nombre flou triangulaire de manière significative, des estimations sur les nombres flous triangulaires peuvent être mises en œuvre pour de nombreuses applications pratiques. Les nombres flous triangulaires conviennent pour quantifier les informations incertaines sur la plupart des problèmes de décision comme la sélection du personnel, l'évaluation de la créativité, de la personnalité et du leadership etc. La raison principale de l'application des nombres flous triangulaires peut être indiquée comme une représentation intuitive et efficace dans le calcul.

4. METHODOLOGIE

4.1 TOPSIS Hierarchique Flou

Premièrement, le processus d'évaluation les alternatives avec la méthode Hierarchical Fuzzy TOPSIS .

TOPSIS (Technique For Order Preference by Similarity to Ideal Solution) tente à présenter un problème de décision multi-critère avec m alternatives comme une méthode géométrique avec m points dans n espace dimensionnelle. TOPSIS a été introduit par Hwang and Yoon en 1981. La méthode dépend du concept selon lequel l'alternative choisie doit avoir la distance la plus courte par rapport à la solution idéale positive et la plus grande distance par rapport à la solution idéale négative. Ensuite, cette méthode sélectionne une alternative présentant le maximum de similarité ou de proximité par rapport aux solutions idéales (Kahraman, Büyüközkan, et al., 2007).

La solution idéale positive est une solution qui maximise les critères ou attributs de bénéfiques, tandis que la solution idéale négative maximise les critères de coûts et minimise les critères de bénéfiques. Les critères ou attributs de bénéfice sont ceux qui sont appelés pour la maximisation, alors que les critères ou attributs de coût sont appelés pour la minimisation. L'alternative idéale est la solution la plus proche à la solution idéale positive et la plus éloignée de la solution idéale négative (Y.M.Wang& Elhag, 2006).

En littérature, TOPSIS Hierarchique Flou est utilisé dans les différents domaines. Kahraman, Ateş et al. (2007) ont utilisé TOPSIS Hierarchique Flou pour la sélection des fournisseurs de services électroniques. Kahraman, Büyüközkan et al. (2007) ont utilisé TOPSIS Hierarchique Flou pour sélection d'une nouvelle idée de produit plus rationnelle pour une organisation. Kahraman, et al. (2007) have used TOPSIS Hierarchique Flou pour l'évaluation et la sélection de diverses technologies de l'information logistique. Paksoy et al. (2012) a utilisé pour une application dans une entreprise de fabrication

d'huiles végétales en Turquie pour développer une stratégie organisationnelle pour la gestion des canaux de distribution.

Doğanalp (2012) a utilisé TOPSIS Hierarchique Flou pour la sélection d'ingénieurs de machines. Doğanalp (2016) a utilisé TOPSIS Hierarchique Flou déterminant les cours sélectifs

Les considérations et les jugements humains sont souvent imprécis ou incertains et le processus de la pensée humaine ne peut pas être considérée en valeurs numériques exactes. Une méthode peut être plus réaliste de mettre en œuvre des variables linguistiques au lieu de valeurs numériques.

TOPSIS floue, qui est l'une des méthode de la prise de décision multicritères flous, pourrait convenir très bien à la résolution du problème dans un environnement flou. Dans cette méthode, les poids d'importance de divers critères et les évaluations des alternatives par rapport aux critères sont exprimées sous forme de variables linguistiques (Chen, 2000). En conséquence, la méthode TOPSIS floue diffère légèrement de la méthode TOPSIS en utilisant des variables linguistiques au lieu de valeurs numériques.

De plus, en cas d'imprécision et de changement de circonstances, la méthode floue TOPSIS est utilisée pour éviter des conditions défavorables produites par des modifications des critères de décision. La méthode floue TOPSIS confronte certaines faiblesses de la méthode TOPSIS. D'après Akkoç et Vatanseve (2013), ces faiblesses sont :

- L'obligation d'attribuer des poids initiaux pour chaque critère
- Quand les nombres flous sont 1 et 0; on estime que ces chiffres sont respectivement la solution idéale positive et négative. Lorsque les poids et les valeurs évaluées sont tellement hors normes, la distance entre les critères et les solutions idéales floues positives et négatives grandissent.
- Les résultats parfois ne sont pas conformes à l'idée principale. Par conséquent, la solution finale est la solution la plus courte pour la solution idéale et la plus longue distance pour la solution idéale négative (T.-C. Wang & Lee, 2009)

La méthode TOPSIS floue ne prévoit pas de structure hiérarchique entre les critères principaux et les sous-critères comme dans les méthodes de pondération additive et de produit pondéré. Les méthodes floues TOPSIS évaluent les alternatives par rapport aux critères principaux avec un seul niveau. L'avantage commun de ces méthodes est leur facilité de mise en œuvre. De l'autre côté, la méthode de prise de décision multicritères célèbre et largement utilisée, AHP, propose un modèle hiérarchique qui offre la possibilité de prendre en compte plus d'informations et offre une supériorité à AHP parmi d'autres méthodes de prise de décision multicritères. La méthode AHP, cependant, prend beaucoup de temps pendant de la mise en œuvre car de nombreuses questions sont posées pour la comparaison entre les alternatives et les critères et ses calculs sont très fastidieux. La méthode TOPSIS floue hiérarchique a été développée pour profiter à la fois des avantages de la structure hiérarchique de AHP et de la mise en œuvre facile de TOPSIS. La méthode TOPSIS floue hiérarchique est simple à mettre en œuvre et comporte moins de questions à prendre en compte. En outre, il fournit une bonne expression du problème de décision à l'évaluateur avec son modèle hiérarchique. Les calculs hiérarchiques de la méthode TOPSIS floue sont moins fastidieux et plus rapides que AHP dans le processus de mise en œuvre (Kahraman, Büyüközkan, et al., 2007). De plus, la méthode TOPSIS hiérarchique floue qui inclut les matrices \tilde{I}_{CR} , \tilde{I}_{SCR} , \tilde{I}_{AL} diffère de la méthode TOPSIS floue avec la présence des sous-critères (Doğanalp, 2016).

Les variables linguistiques pour l'évaluation de l'importance des poids des critères et des alternatives utilisés dans les travaux sont donnés dans les Tableaux (4.1) et (4.2), respectivement (Doğanalp, 2016 ; Li&Yang 2004) :

Tableau 4.1. Les Variables Linguistiques Pour Les Critères Pondérées

Très pauvre (TP)	(0,0,0.2)
Pauvre (P)	(0,0.2,0.4)
Milieu (M)	(0.3,0.5,0.7)
Bon (B)	(0.6,0.8,1)
Très bon (TB)	(0.8,1,1)

Tableau 4.2. Les Variables Linguistiques Pour L'Evaluation Des Alternatives

Très pauvre (TP)	(0,0,2)
Pauvre (P)	(0,2,4)
Milieu(M)	(3,5,7)
Bon (B)	(6,8,10)
Très bon (TB)	(8,10,10)

Supposons qu'il y ait n critères principaux, m sous-critères, k alternatives, s répondants. Chaque attribut principal a r_i sous-critères où le nombre total de sous-critères m est égal à :

$$\sum_{i=1}^m r_i \quad (4.1)$$

La matrice \tilde{I}_{CR} représente l'évaluation des poids des principaux critères considérant l'objectif et se présente comme suivant :

$$\tilde{I}_{CR} = \begin{matrix} CR_1 \\ CR_2 \\ \vdots \\ CR_p \\ \vdots \\ CR_n \end{matrix} \begin{bmatrix} \tilde{W}_1 \\ \tilde{W}_2 \\ \vdots \\ \tilde{W}_p \\ \vdots \\ \tilde{W}_N \end{bmatrix} \quad (4.2)$$

où \tilde{W}_p est la moyenne arithmétique des critères principaux des poids qui sont évaluées par les décideurs et calculé comme :

$$\tilde{W}_p = \frac{\sum_{i=1}^s \tilde{W}_{pi}}{s}, \quad p = 1, 2, \dots, n \quad (4.3)$$

Dans l'équation (4.2), \tilde{W}_{pi} montre le score d'évaluation floue des critères principaux p par rapport à l'objectif évalué par le décideur i . La matrice \tilde{I}_{SCR} , signifiant les poids des sous-critères considérant le critère principal, est calculé comme:

$$\tilde{I}_{SCR} = \begin{matrix} & \begin{matrix} \tilde{w}_1 & \tilde{w}_2 & \dots & \tilde{w}_p & \dots & \tilde{w}_n \\ CR_1 & CR_2 & \dots & CR_p & \dots & CR_n \end{matrix} \\ \begin{matrix} SCR_{11} \\ SCR_{12} \\ \vdots \\ SCR_{1r_1} \\ \vdots \\ SCR_{21} \\ SCR_{22} \\ \vdots \\ SCR_{r_2} \\ SCR_{p_1} \\ \vdots \\ SCR_{n1} \\ SCR_{n2} \\ \vdots \\ SCR_{nr_n} \end{matrix} & \left[\begin{matrix} \tilde{w}_{11} & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 \\ \tilde{w}_{12} & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \tilde{w}_{1r_1} & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & 0 & \vdots & \vdots \\ 0 & \tilde{w}_{21} & \dots & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \tilde{w}_{22} & \dots & 0 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & \tilde{w}_{2r_2} & \dots & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & \tilde{w}_{n1} \\ 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & \tilde{w}_{n2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & \tilde{w}_{nr_n} \end{matrix} \right] \end{matrix} \quad (4.4)$$

où \tilde{W}_{pl} est la moyenne arithmétique des poids qui sont évalués par les décideurs et calculé comme :

$$\tilde{W}_{pl} = \frac{\sum_{i=1}^s \tilde{W}_{pli}}{s}, \quad p = 1, 2, \dots, n \quad (4.5)$$

\tilde{W}_{pli} signifie le poids du sous-critère l , dans l'équation (4.5), par rapport au critère principal p qui est calculé par l'évaluation des décideurs.

La matrice \tilde{I}_{AL} est présentée par les scores des alternatives par rapport au sous-critère et donnée comme suivant :

$$\tilde{I}_{AL} = \begin{matrix} & \begin{matrix} \tilde{W}_{11} & \tilde{W}_{12} & \dots & \tilde{W}_{pl} & \tilde{W}_{nr_n} \end{matrix} \\ \begin{matrix} SC_{11} & SC_{12} & \dots & SC_{pl} & SC_{nr_n} \end{matrix} & & & & \\ \begin{matrix} AL_1 \\ AL_2 \\ \vdots \\ AL_q \\ \vdots \\ AL_k \end{matrix} & \begin{bmatrix} \tilde{C}_{111} & \tilde{C}_{112} & \dots & \tilde{C}_{1pl} & \tilde{C}_{1nr_n} \\ \tilde{C}_{211} & \tilde{C}_{212} & \dots & \tilde{C}_{2pl} & \tilde{C}_{2nr_n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \vdots \\ \tilde{C}_{q11} & \tilde{C}_{q12} & \dots & \tilde{C}_{qpl} & \tilde{C}_{qnr_n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \vdots \\ \tilde{C}_{k11} & \tilde{C}_{k12} & \dots & \tilde{C}_{kpl} & \tilde{C}_{knr_n} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (4.6)$$

où;

$$\tilde{W}_{pl} = \tilde{W}_p \tilde{W}_{pl} \quad (4.7)$$

\tilde{C}_{qpl} dans la matrice \tilde{I}_A est la moyenne arithmétique des scores évalués par les décideurs et est calculé par :

$$\tilde{C}_{qpl} = \frac{\sum_{i=1}^s \tilde{C}_{qpli}}{s} \quad (4.8)$$

où \tilde{C}_{qpli} est le score d'évaluation flou de l'alternative q par rapport au sous-critère l sous le critère principal p évalué par le décideur i . Après avoir résolu \tilde{C}_{qpli} , le structure hiérarchique de TOPSIS devient prêt à utiliser dans l'algorithme flou de TOPSIS. Selon Doğanalp (2016), les étapes de l'algorithme de hiérarchique TOPSIS flou sont présentées comme suivant :

Etape 1: Détermination De La Matrice De Décision Floue

La Matrice De Décision Floue ($D = [\tilde{X}_{ij}]$), $\tilde{X}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$ est calculé à travers de l'évaluation linguistique des alternatives par rapport au sous-critère comme dans l'équation (4.6).

Etape 2: Détermination De La Matrice De Décision Floue Normalisée

La matrice de décision floue normalisée ($D' = [\tilde{r}_{ij}]$) est calculée. La transformation de la matrice de décision floue à la matrice normalisée de décision floue est réalisée utilisant l'échelle linéaire donnée ci-dessous :

$$\tilde{r}_{ij} = \left[\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{b_j^*}, \frac{c_{ij}}{a_j^*} \right], j \in B, a_j^* = \max a_{ij}, b_j^* = \max b_{ij}, c_j^* = \max c_{ij} \quad (4.9)$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left[\frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{b_j^-}{b_{ij}}, \frac{c_j^-}{a_{ij}} \right], j \in C, a_j^- = \min a_{ij}, b_j^- = \min b_{ij}, c_j^- = \min c_{ij} \quad (4.10)$$

En (4.9) et (4.10) , B représente les critères de bénéfice et C représente les critères de coût.

Etape 3: Détermination De La Matrice De Décision Floue Normalisée Pondérée

Détermination de la matrice de décision floue normalisée pondérée $V = [\tilde{V}_{ij}]$ est calculée comme:

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij} * \tilde{v}_{ij}^* \quad (4.11)$$

Etape 4: Détermination Des Solutions Idéales Positives Et Négatives

La solution idéale positive et la solution idéale négatives sont définies. La solution idéale positive A^* est la solution qui augmente les critères de bénéfice, en diminuant les critères de coûts; la solution idéale négative A^- est la solution qui augmente les critères de coûts et diminue les critères de bénéfice (Y.M.Wang & Elhag, 2006) :

$$A^* = [\tilde{v}_1^*, \tilde{v}_2^*, \dots, \tilde{v}_n^*], \quad \tilde{v}_j^* = \max \tilde{v}_{ij} \quad (4.12)$$

$$A^- = [\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_n^-], \quad \tilde{v}_j^- = \min \tilde{v}_{ij} \quad (4.13)$$

Etape 5: Calcul de $M(\tilde{v}_{ij})$ pour \tilde{v}_{ij}

Pour \tilde{v}_{ij} , la matrice généralisée $M(\tilde{v}_{ij})$ est calculée. \tilde{V}_j^* et \tilde{V}_j^- sont des nombres flous généralisés indiquant les valeurs le plus grand et le plus petit respectivement.

$$M(\tilde{v}_{ij}) = \frac{-a_{ij}^2 + c_{ij}^2 - a_{ij}b_{ij} + b_{ij}c_{ij}}{3(-a_{ij} + c_{ij})} \quad (4.14)$$

Etape 6: Détermination de la Distance de la Solution Positive Idéale et de la Solution Négative Idéale

Les distances de la solution positive idéale (S_i^*) et de la solution négative idéale S_i^- sont calculées :

$$S_i^* = \sum_{j=1}^m D_{ij}^*, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (4.15)$$

$$S_i^- = \sum_{j=1}^m D_{ij}^-, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (4.16)$$

Dans les équations (4.15) et (4.16), les valeurs D_{ij}^* , D_{ij}^- sont calculées comme :

$$D_{ij}^* = \begin{cases} 1 - \frac{c_{ij} - a^*}{b^* + c_{ij} - a^* - b_{ij}}, & \mathbf{b_{ij} < b^*} \\ 1 - \frac{c^* - a_{ij}}{b_{ij} + c^* - a_{ij} - b^*}, & \mathbf{b^* < b_{ij}} \end{cases} \quad (4.17)$$

$$D_{ij}^- = \begin{cases} 1 - \frac{c^- - a_{ij}}{b_{ij} + c^- - a_{ij} - b^-}, & \mathbf{b^- < b_{ij}} \\ 1 - \frac{c_{ij} - a^-}{b^- + c_{ij} - a^- - b_{ij}}, & \mathbf{b_{ij} < b^-} \end{cases} \quad (4.18)$$

Etape 7: Calcul du Coefficient de Proximité

Les coefficients de proximité des alternatives sont calculés suivant :

$$C_i = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^+} \quad (4.19)$$

Comme le C_i s'approche à 1, l'alternative AL_i est la solution la plus près à la solution idéale positive et la plus loine de la solution idéale négative. Par conséquent, selon le coefficient de proximité on peut déterminer le classement de tous les alternatives et choisir le meilleur parmi un ensemble d'alternatives possibles.

4.2 Copras Hierarchique Flou

La méthode de COPRAS (COMplexPROportionalASsessment) (Zavadskas&Kaklauskas, 1996) suppose une dépendance directe et proportionnelle de l'importance et du degré d'utilité des versions étudiées dans un système de critères décrivant de manière adéquate les alternatives, ainsi que des valeurs et des poids des critères (Kaklauskas, et al., 2010). Cette méthode est largement appliquée lorsqu'un décideur doit choisir la solution optimale parmi un groupe de solutions, en considérant un ensemble de critères d'évaluation. Dans la méthode COPRAS classique, le poids des critères et les évaluations des alternatives sont connus avec précision et des valeurs précises sont utilisées dans le processus d'évaluation. Cependant, dans de nombreuses conditions, des données précises ne sont pas en mesure de modéliser des problèmes de décision réels et il est souvent difficile pour les évaluateurs de déterminer les scores précis des alternatives et les poids exacts des critères d'évaluation. Le mérite d'utiliser une approche floue est de déterminer l'importance relative des attributs en utilisant des nombres flous au lieu de nombres précis (Önüt& Soner, 2008 ; Sun&Lin, 2009 ; Sun, 2010 ; Kara, 2011). Par conséquent, la méthode COPRAS floue est développée pour remédier aux carences du système COPRAS traditionnel. Considérant le structure de notre travail, la procédure de la méthode Copras Hierarchique Floue comprend les étapes suivantes:

Etape 1: Détermination de la matrice de décision floue agrégée

La matrice de décision floue où les scores des alternatives sont exprimées par les variables linguistiques avec les nombres flous triangulaires est construite. Les scores agrégés flous sont calculés à travers de l'évaluation linguistique des alternatives A_i par rapport au critère principal j comme dans l'équation (4.20)

$$\tilde{I}_{AL} = \begin{matrix} AL_1 \\ AL_2 \\ \vdots \\ \vdots \\ AL_m \end{matrix} \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{112} & \cdots & \tilde{x}_{1n} \\ x_{21} & \tilde{x}_{22} & \cdots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \cdots & \tilde{m}_{mk_n} \end{bmatrix}$$

$$\tilde{x}_{ijk} = (x_{ij1}, x_{ij2}, x_{ij3})$$

$$x_{ij1} = \min\{x_{ijs1}\}, x_{ij2} = \frac{1}{s} \sum_{s=1}^s x_{ijks2}, x_{ij3} = \max\{x_{ijs3}\} \quad (4.20)$$

Etape 2 : Défuzzification de la matrice de décision floue agrégée

La matrice de décision floue agrégée obtenue dans l'étape précédente est défuzzifiée et leurs valeurs crisp sont dérivées. Ce travail, pour transformer les poids flous en poids nets, applique la méthode du centre de surface, méthode simple et pratique permettant de calculer la meilleure valeur de performance non floue (BNP) des poids flous. La valeur BNP du nombre flou $\tilde{x}_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$ peut être calculée utilisant l'équation (4.21) comme ci-dessous :

$$x_{ij} = \frac{[(u_{ij}-l_{ij})+(m_{ij}-l_{ij})]}{3} + l_{ij} \quad (4.21)$$

Etape 3 : Normalisation de la matrice de décision floue agrégée défuzzifiée (f)

La normalisation de la prise de décision (f_{ij}) est calculée en divisant chaque élément par le plus grand élément de chaque colonne pour éliminer les anomalies avec différentes unités de mesure, de sorte que tous les critères soient sans dimension.

Etape 4 : Détermination de la matrice de décision floue normalisée pondérée (\hat{x}_{ij})

Les valeurs normalisées pondérées floues sont calculées en multipliant les poids des critères et des sous-critères d'évaluation par la matrice de décision normalisée (f_{ij}) :

$$\hat{x}_{ij} = f_{ij} \times w_j \times w_{jk} \quad (4.22)$$

Etape 5 : Détermination

Les critères d'avantage montrent la meilleure valorisation des valeurs les plus élevées pour atteindre l'objectif et les critères de coûts sont les critères ayant les plus bas scores qui indiquent la meilleure solution pour atteindre le but (Özdağoğlu, 2013). Pour chaque alternative, la somme des valeurs des critères d'avantage dans la matrice de décision floue normalisée pondérée et la somme des valeurs des critères de coût dans la matrice de décision floue normalisée pondérée sont calculées comme P_i et R_i respectivement ci-dessous :

$$P_i = \sum_{j=1}^k \hat{x}_{ij} ; i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n ; \quad (4.23)$$

$$R_i = \sum_{j=k+1}^m \hat{x}_{ij} ; i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n \quad (4.24)$$

Etape 6: La valeur d'importance relative symbolisée par Q_i est calculée ci-dessous :

$$Q_i = P_i + \frac{R_{min} \times \sum_{i=1}^n R_i}{R_i \times \sum_{i=1}^n \frac{R_{min}}{R_i}} \quad (4.25)$$

Etape 7: La plus grande valeur d'importance est déterminée: -

$$Q_{max} = \max\{Q_i\} \quad (4.26)$$

Etape 8: N_i , l'index de performance pour chaque alternative est calculée :

$$N_i = \frac{Q_i}{Q_{max}} \times 100 \quad (4.27)$$

Considérant leurs indices de performance les alternatives sont mises en rang où le meilleur alternative est celui qui a la plus grande valeur.

4.3 La méthode ARAS

Dans la revue de la littérature, il est constaté que la méthode ARAS est fréquemment utilisée pour résoudre les problèmes de décision dans le domaine de la science de la construction et des matériaux. Mais récemment, dans les études, il s'applique également aux autres problèmes de décision. La méthode ARAS est utilisée avec d'autres méthodes de prise de décision multicritères telles que TOPSIS, AHP et plusieurs études présentant la méthode ARAS, qui incluent la théorie du système flou et du système gris, sont examinées dans la littérature.

Dans Zavadskas et al. (2010), pour l'analyse du versement de fondations, la méthode ARAS est utilisée avec 3 alternatives et 6 critères. Pour la sélection multicritères d'un port en eau profonde dans l'est de la mer Baltique, Klavedia, AHP et FUZZY ARAS sont examinés ensemble par Zavadskas et al. (2013). L'évaluation des alternatives prioritaires pour la préservation des bâtiments historiques dans les villes européennes est déterminée avec les méthodes ARAS et AHP dans Kutut et al. (2014). Medineckiene et al. (2015) utilisent la méthode ARAS pour classer les alternatives. 4 fournisseurs alternatifs sous 6 critères sont évalués avec des nombres gris et classés par la méthode ARAS dans Turskis et al. (2010). Les méthodes ARAS et AHP sont utilisées ensemble pour évaluer les performances d'une sélection de pré-projet dans Bakshi et al. (2011). Shariati et al. (2014) proposent un modèle pour la sélection de sites de décharge avec la méthode ARAS utilisant la logique floue. Darji et al. (2014), sont utilisées les méthodes ARAS, OCRA et EVAMIX pour la sélection de matériaux dans l'industrie du sucre.

Le problème typique de la prise de décision multi-critère concerne la tâche consistant à classer un nombre fini d'alternatives, chacune d'entre elles étant explicitement décrite en

termes de critères de décision différents qui doivent être pris en compte simultanément. Selon la méthode ARAS, une valeur de fonction d'utilité déterminant l'efficacité relative complexe d'une alternative réalisable est directement proportionnelle à l'effet relatif des valeurs et des poids des principaux critères pris en compte dans un projet.

La première étape est la formation de matrice de décision suivant de préférences pour m alternatives possibles (lignes) notées sur n critères (colonnes):

$$X = \begin{bmatrix} x_{01} & \dots & x_{0j} & \dots & x_{0n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{i1} & \dots & x_{ij} & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & \dots & \dots & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}; i = 0, \dots, m; j = 1, \dots, n \quad (4.28)$$

où m - nombre d'alternatives, n - nombre de critères décrivant chaque alternative, - valeur représentant la valeur de performance de l'alternative i en termes de critère j , - valeur optimale de critère j .

Si la valeur optimale du critère j est inconnue, alors

$$x_{0j} = \max_i x_{ij}, \text{ si } \max_i x_{ij} \text{ est préférable} \quad (4.29)$$

$$x_{0j} = \min_i x_{ij}^*, \text{ if } \min_i x_{ij}^* \text{ est préférable}$$

Habituellement, les valeurs de performance x_{ij} et les poids des critères w_j sont considérées comme les éléments de la matrice de décision. Le système de critères ainsi que les valeurs et les poids initiaux des critères sont déterminés par les experts. Les informations peuvent être corrigées par les parties intéressées en tenant compte de leurs objectifs et de leurs opportunités.

Habituellement, les critères ont des dimensions différentes. La prochaine étape a pour but de recevoir des valeurs pondérées sans dimension à partir des critères de comparaison. Afin d'éviter les difficultés causées par différentes dimensions des critères, le rapport à la valeur optimale est utilisé. Il existe différentes théories décrivant le rapport à la valeur optimale. Cependant, les valeurs sont mappées soit sur l'intervalle $[0,1]$; ou l'intervalle $[0,\infty]$ en appliquant la normalisation de la matrice de décision

Dans la deuxième étape, les valeurs initiales \bar{x}_{ij} de tous les critères sont normalisées - définissant les valeurs de la matrice de décision normalisée \bar{X} .

$$\bar{X} = \begin{bmatrix} \bar{x}_{01} & \dots & \bar{x}_{0j} & \dots & \bar{x}_{0n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \bar{x}_{i1} & \dots & \bar{x}_{ij} & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \bar{x}_{m1} & \dots & \dots & \dots & \bar{x}_{mn} \end{bmatrix}; \quad i = \overline{0, \dots, m}; \quad j = \overline{1, \dots, n} \quad (4.30)$$

Les critères, dont les valeurs préférables sont des maxima, sont normalisés comme ci-dessous:

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=0}^m x_{ij}} \quad (4.31)$$

Les critères, dont les valeurs préférables sont les minima, sont normalisés en appliquant une procédure en deux étapes:

$$x_{ij} = \frac{1}{x_{ij}^*}; \quad \bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=0}^m x_{ij}} \quad (4.32)$$

La troisième étape consiste à définir une matrice pondérée normalisée \hat{X} .

$$\hat{X} = \begin{bmatrix} \hat{x}_{01} & \dots & \hat{x}_{0j} & \dots & \hat{x}_{0n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \hat{x}_{ij} & \dots & \hat{x}_{ij} & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \hat{x}_{m1} & \dots & \dots & \dots & \hat{x}_{mn} \end{bmatrix} \quad i = \overline{0, \dots, m}; \quad j = \overline{1, \dots, n} \quad (4.33)$$

Les valeurs pondérées normalisées de tous les critères sont calculées comme suivant :

$$\hat{x}_{ij} = \bar{x}_{ij} w_j; \quad i = \overline{0, \dots, m} \quad (4.34)$$

où w_j est le poids (importance) du critère j et \bar{x}_{ij} correspond à la notation normalisée du critère j . L'étape suivante consiste à déterminer les valeurs de la fonction d'optimalité:

$$S_i = \sum_{j=1}^n \hat{x}_{ij}; \quad i = \overline{0, \dots, m} \quad (4.35)$$

où S_i est la valeur de la fonction d'optimalité de l'alternative i . La plus grande valeur est la meilleure et la moins une est la pire. En tenant compte du processus de calcul, la fonction d'optimalité S_i a une relation directe et proportionnelle avec les valeurs x_{ij} et les poids des critères w_j étudiés et leur influence relative sur le résultat final. Par conséquent, la plus grande valeur de la fonction d'optimalité S_i , l'alternative la plus efficace. Les priorités des alternatives peuvent être déterminées en fonction de la valeur S_i . Par conséquent, il est commode d'évaluer et de classer les alternatives de décision lorsque cette méthode est utilisée.

Le degré d'utilité d'alternative est déterminé par une comparaison de la variable analysée avec la meilleure idéale S_0 . L'équation utilisée pour calculer le degré d'utilité K_i d'une alternative est donnée ci-dessous:

$$K_i = \frac{S_i}{S_0} ; i = \overline{0, \dots, m} \quad (4.36)$$

où S_i et S_0 sont des valeurs de critère d'optimalité, obtenues à partir de l'équation (4.35). Il est clair que les valeurs K_i calculées sont comprises dans l'intervalle $[0, 1]$ et peuvent être ordonnées en ordre croissant, ce qui correspond à l'ordre de priorité souhaité. L'efficacité de l'alternative réalisable peut être déterminée en fonction des valeurs de la fonction d'utilité.



5. UN MODELE DE DECISION POUR LA SELECTION DE LOCATIN D'UNE NOUVELLE BRANCHE DANS LE SECTEUR BANCAIRE ET L'APPLICATION

Dans ce chapitre, un modèle de décision sera proposé pour une banque privée à choisir la ville la plus appropriée pour une nouvelle branche parmi les quatre villes au nord ouest de la Turquie qui sont Çanakkale (AL_1), Edirne (AL_2), Kırklareli (AL_3) et Tekirdağ (AL_4) selon les objectifs organisationnels, ses stratégies de marketing et la diversité de ses produits.

La sélection de location dans le secteur bancaire concerne plusieurs critères différents et où l'importance de chaque critère peut varier selon les décideurs. Les méthodes TOPSIS et COPRAS sont souvent utilisés mais à cause de la nature floue de la décision et considérant le structure hiérarchique du problème, la méthode hiérarchique TOPSIS floue et la méthode COPRAS hiérarchique floue sont utilisées séparément afin de pouvoir choisir la meilleure alternative. Aussi la méthode ARAS est proposée comme la troisième méthode pour mettre en rang les alternatives, après avoir déterminé les poids des critères.

Dans la littérature et aussi dans les interviews avec les experts du secteur, bien qu'il y aient certains critères communs, les critères considérés pour chaque banque peut varier selon la vision, la mission, les stratégies de marketing et la diversité des produits donc les choix différents de location peuvent être vus.

Pour que le modèle donne des résultats réels et applicables, les critères ont été choisis parmi ceux qui sont plus rencontrés dans la littérature et présentés aux directeurs et experts de la banque. Considérant leurs opinions, ils sont groupés en 5 critères principaux concernant 15 critères.

Les Indicateurs Bancaires

Ces indicateurs préférés sont aussi utilisés pour les analyses régionaux ou les mesures de performance interne.

- **Nombre de branche (SCR_{11})** : C'est le nombre total des branches dans les villes candidates
- **Nombre de banques (SCR_{12})** : C'est le nombre total des banques dans le villes candidates.
- **Le dépôt de banque par habitant (SCR_{13})** : C'est la valeur obtenue divisant le dépôt total des banques dans la région par la population totale
- **Le crédit de banque par habitant (SCR_{14})** : C'est la valeur obtenue divisant le crédit total des banques dans la région par la population totale.
- **Nombre de ATM et POS (SCR_{15})** : C'est le nombre total des ATM et POS utilisés par la population dans le villes candidates.

Les Critères Démographiques

Pour les banques, l'un des critères les plus importants est les caractères démographiques de la région. Parmi les critères qui sont plus rencontrés dans la littérature, les experts ont choisi les suivants :

- **Population totale(SCR_{21})**
- **La croissance annuelle de la population (SCR_{22})** : C'est la population qui croit pour chaque 100 parties de la population entre les deux dates de recensement de population

Les Critères Socio-Economiques

Ce sont les critères remarquables pour les banques sur la diversité de leurs produits et les stratégies de marketing dans la région considérée :

- **Le produit national brut par habitant (SCR_{31})** : C'est la valeur obtenue par la somme des produits et des services de la population totale de la région dans un an divisée par le nombre d'habitant
- **Le taux moyen des ménages (SCR_{32})**: C'est la valeur moyenne des habitants qui vivent dans une maison.

La Répartition Secteurelle D'Emploi

Certains secteurs deviennent plus importants pour les banques selon leurs stratégies, les diversités de leurs produits, leurs visions et leurs missions. Ces différences peuvent influencer la décision de location de branche, donc elles sont ajoutées dans le modèle. Les quatre secteurs principaux sont considérés pour la résolution du problème :

- **Le pourcentage de l'emploi dans le secteur d'agriculture (SCR_{41})** : C'est le pourcentage de la population, plus âgée de 6 ans, qui est employeur, employé dans le secteur d'agriculture ou qui travaille pour gagner l'argent dans un secteur relié au secteur d'agriculture.
- **Le pourcentage de l'emploi dans le secteur de construction (SCR_{42})** : C'est le pourcentage de la population, plus âgée de 6 ans, qui est employeur, employé dans le secteur de construction ou qui travaille pour gagner l'argent dans un secteur relié au secteur de construction.
- **Le pourcentage de l'emploi dans le secteur de production (SCR_{43})** : C'est le pourcentage de la population, plus âgée de 6 ans, qui est employeur, employé dans le secteur de production ou qui travaille pour gagner l'argent dans un secteur relié au secteur de production.
- **Le pourcentage de l'emploi dans le secteur de service (SCR_{44})** : C'est le pourcentage de la population, plus âgée de 6 ans, qui est employeur, employé dans

le secteur de service ou qui travaille pour gagner l'argent dans un secteur relié au secteur de service

Le potentiel commercial

Pour les banques, un autre indicateur du potentiel régional est les activités commerciaux. Les clients commerciaux ont toujours une source économique très importante. Ces caractères sont exprimés comme suivant:

- **Nombre d'entreprises (SCR_{51})** : C'est le nombre d'entreprises actives dans la région.
- **Nombre des zones industrielles organisées (SCR_{52})** : C'est le nombre des zones industrielles organisées actives dans la région

Les données des critères qui sont déterminés et considérés selon les opinions des directeurs et des experts de la banque sont obtenus des informations statistiques les plus actuelles sont données dans l'Appendice D.

5.1 Application avec TOPSIS Hierarchique Flou

Tout au long du processus, 4 décideurs vont avoir place. Pour le but de sélectionner la ville idéale pour la branche, les décideurs évaluent la pondération d'importance des critères principaux et des sous-critères utilisant variables linguistiques dans le tableau

Tableau 5.1 L'évaluation de la pondération d'importance des critères principaux

Decideurs (DC)	Critères Principaux (CR)				
	CR ₁	CR ₂	CR ₃	CR ₄	CR ₅
DC ₁	TB	TB	M	M	M
DC ₂	B	TB	B	M	B
DC ₃	TB	TB	M	M	M
DC ₄	TB	M	P	B	M

DC_n : n^{ème} Décideur CR_n : n^{ème} Critère Principal

TB: Très bon, B: Bon, M: Milieu, P: Pauvre, TP: Très Pauvre

Utilisant le Tableau 5.1, les variables linguistiques sont transformées aux nombres flous triangulaires. Par exemple, l'évaluation d'un décideur pour l'un des critères principaux (CR) avec "B" a été transformé à (0.6,0.8,1) qui est un nombre triangulaire flou.

Dans le Tableau 5.1, la colonne colorée pour le deuxième critère principal CR_2 a été évalué comme (TB) par le premier décideur, (TB) par le deuxième décideur, (TB) par le troisième décideur et (M) par le quatrième décideur. Utilisant l'équation (4.3), la pondérée d'importance pour CR_2 va être calculée comme :

$$W_2 = \frac{1}{4} [(0.8,1,1) + (0.8,1,1) + (0.8,1,1) + (0.3,0.5,0.7)] = (0.68,0.875,0.93)$$

Tous les critères principaux de décision sont calculés dans une manière similaire et la matrice \tilde{I}_{CR} est obtenue et présentée dans le Tableau 5.2 :

Tableau 5.2. La matrice \tilde{I}_{CR}

CR₁	(0.8,0.95,1)
CR₂	(0.68,0.875,0.93)
CR₃	(0.3,0.5,0.7)
CR₄	(0.43,0.625,0.78)
CR₅	(0.38,0.575,0.78)

CR_n: n^{eme} Critère Principal

Pour déterminer la pondérée d'importance des sous-critères, les décideurs ont bénéficié des data des alternatives en Appendice D et les variables linguistiques d'importance des poids pour chaque critère dans le Tableau 4.1. Les évaluations des pondérées d'importance des sous-critères par les décideurs est illustré dans le Tableau 5.3 :

Tableau 5.3 Les évaluations des pondérées d'importance des sous-critères

Decideurs(DC)	Sous-Critères(SCR)				
	SCR ₁₁	SCR ₁₂	SCR ₁₃	SCR ₁₄	SCR ₁₅
DC ₁	TB	TB	TB	B	B
DC ₂	B	B	B	B	B
DC ₃	TB	TB	B	TB	TB
DC ₄	TB	TB	TB	TB	TB
Decideurs(DC)	Sous-Critères(SCR)				
	SCR ₂₁	SCR ₂₂	SCR ₃₁	SCR ₃₂	SCR ₄₁
DC ₁	B	B	M	P	TB
DC ₂	M	TB	B	M	TB
DC ₃	TB	TB	TB	P	P
DC ₄	M	M	M	P	TB
Decideurs(DC)	Sous-Critères(SCR)				
	SCR ₄₂	SCR ₄₃	SCR ₄₄	SCR ₅₁	SCR ₅₂
DC ₁	M	TB	M	M	TB
DC ₂	M	B	TB	B	M
DC ₃	P	TB	M	M	TB
DC ₄	TB	B	TB	M	P

DC_n : n^{eme} Decideurs , SCR_{in} : n^{eme} Sous Critère sous i^{eme} critère principal

Dans le Tableau 5.3, la colonne colorée pour le premier sous-critère SCR₁₁ a été évalué comme (TB) par le premier décideur, (B) par le deuxième décideur, (TB) par le troisième décideur et (TB) par le quatrième décideur. Utilisant l'équation (4.5), la pondérée d'importance pour SCR₁₁ va être calculée comme :

$$\tilde{W}_{11} = \frac{1}{4} [(0.8,1,1) + (0.6,0.8,1) + (0.8,1,1) + (0.8,1,1)] = (0.75,0.95,1)$$

Tous les pondérées d'importance des sous critères de décision sont calculés dans une manière similaire . Enfin, la matrice \tilde{I}_{SCR} est obtenue et présentée dans le Tableau 5.4 :

Tableau 5.4 La matrice \tilde{I}_{SCR}

	CR₁	CR₂	CR₃	CR₄	CR₅
SCR₁₁	(0.75,0.95,1)	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,0)
SCR₁₂	(0.75,0.95,1)	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,0)
SCR₁₃	(0.7,0.9,1)	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,0)
SCR₁₄	(0.7,0.9,1)	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,0)
SCR₁₅	(0.7,0.9,1)	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,0)
SCR₂₁	(0,0,0)	(0.5,0.7,0.85)	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,0)
SCR₂₂	(0,0,0)	(0.63,0.78,0.93)	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,0)
SCR₃₁	(0,0,0)	(0,0,0)	(0.5,0.7,0.85)	(0,0,0)	(0,0,0)
SCR₃₁	(0,0,0)	(0,0,0)	(0.08,0.28,0.48)	(0,0,0)	(0,0,0)
SCR₄₁	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,0)	(0.6,0.8,0.85)	(0,0,0)
SCR₄₂	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,0)	(0.35,0.55,0.7)	(0,0,0)
SCR₄₃	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,0)	(0.7,0.9,1)	(0,0,0)
SCR₄₄	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,0)	(0.55,0.75,0.85)	(0,0,0)
SCR₅₁	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,0)	(0.38,0.58,0.78)
SCR₅₂	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,0)	(0.48,0.68,0.78)

D_n : n^{eme} Decideurs, SCR_{in} : n^{eme} Sous Critère sous i^{eme} critère principal

Pour le but de déterminer la ville idéale pour ouvrir une nouvelle branche, les décideurs ont évalué considérant les sous-critères utilisant les datas des alternatives avec les variable linguistiques données dans le Tableau 4.2. les évaluations par les décideurs sont données dans les Tableaux 5.5, 5.6 , 5.7, 5.8, 5

Tableau 5.5 L'évaluation du premier décideur DC_1

Alternatives(AL)	Sous Critères(SCR)				
	SCR ₁₁	SCR ₁₂	SCR ₁₃	SCR ₁₄	SCR ₁₅
AL ₁	B	B	M	B	B
AL ₂	TB	B	P	M	B
AL ₃	B	B	P	M	B
AL ₄	B	TB	TB	TB	TB
Alternatives(AL)	Sous Critères(SCR)				
	SCR ₂₁	SCR ₂₂	SCR ₃₁	SCR ₃₂	SCR ₄₁
AL ₁	M	B	M	M	M
AL ₂	M	TP	M	M	M
AL ₃	M	TP	B	M	M
AL ₄	TB	TB	TB	TB	M
Alternatives(AL)	Sous Critères(SCR)				
	SCR ₄₂	SCR ₄₃	SCR ₄₄	SCR ₅₁	SCR ₅₂
AL ₁	M	M	B	B	M
AL ₂	P	B	TB	M	P
AL ₃	P	B	TB	P	M
AL ₄	TP	B	TB	TB	TB

AL_n : n^{eme} Alternative, , SCR_{in} : n^{eme} Sous Critère sous i^{eme} critère principal

Tableau 5.6 L'évaluation du deuxième décideur DC_2

Alternatives(AL)	Sous Critères(SCR)				
	SCR ₁₁	SCR ₁₂	SCR ₁₃	SCR ₁₄	SCR ₁₅
AL ₁	M	B	M	B	B
AL ₂	B	TB	P	M	B
AL ₃	B	B	P	M	B
AL ₄	M	TB	TB	TB	TB
Alternatives(AL)	Sous Critères(SCR)				
	SCR ₂₁	SCR ₂₂	SCR ₃₁	SCR ₃₂	SCR ₄₁
AL ₁	M	B	M	B	B
AL ₂	M	P	P	B	B
AL ₃	M	P	M	B	B
AL ₄	TB	B	B	B	B
Alternatives(AL)	Sous Critères(SCR)				
	SCR ₄₂	SCR ₄₃	SCR ₄₄	SCR ₅₁	SCR ₅₂
AL ₁	B	B	B	B	P
AL ₂	P	B	TB	M	TP
AL ₃	P	B	TB	P	P
AL ₄	TP	B	TB	TB	TB

Tableau 5.7 L'évaluation du troisième décideur DC_3

Alternatives(AL)	Sous Critères(SCR)				
	SCR ₁₁	SCR ₁₂	SCR ₁₃	SCR ₁₄	SCR ₁₅
AL ₁	B	TB	M	B	B
AL ₂	TB	B	P	M	B
AL ₃	B	B	P	M	B
AL ₄	M	TB	TB	TB	B
Alternatives(AL)	Sous Critères(SCR)				
	SCR ₂₁	SCR ₂₂	SCR ₃₁	SCR ₃₂	SCR ₄₁
AL ₁	B	B	B	M	M
AL ₂	M	P	M	M	P
AL ₃	P	P	B	M	M
AL ₄	B	TB	B	B	M
Alternatives(AL)	Sous Critères(SCR)				
	SCR ₄₂	SCR ₄₃	SCR ₄₄	SCR ₅₁	SCR ₅₂
AL ₁	M	M	B	B	P
AL ₂	TP	M	TB	M	TP
AL ₃	P	M	TB	M	P
AL ₄	P	B	TB	TB	TB

AL_n : n^{eme} Alternative,, SCR_{in} : n^{eme} Sous Critère sous i^{eme} critère principal

Table 5.8. L'Evaluation du quatrième décideur DC_4

Alternatives(AL)	Sous Critères(SCR)				
	SCR ₁₁	SCR ₁₂	SCR ₁₃	SCR ₁₄	SCR ₁₅
AL ₁	M	B	M	B	B
AL ₂	B	TB	P	M	B
AL ₃	B	TB	TB	TB	B
AL ₄	M	TB	TB	TB	B
Alternatives(AL)	Sous Critères(SCR)				
	SCR ₂₁	SCR ₂₂	SCR ₃₁	SCR ₃₂	SCR ₄₁
AL ₁	M	TB	M	B	M
AL ₂	P	M	P	B	M
AL ₃	TB	B	TB	TB	B
AL ₄	B	TB	B	B	M
Alternatives(AL)	Sous Critères(SCR)				
	SCR ₄₂	SCR ₄₃	SCR ₄₄	SCR ₅₁	SCR ₅₂
AL ₁	M	B	TB	B	M
AL ₂	TP	B	TB	M	P
AL ₃	P	B	TB	B	TB
AL ₄	P	B	TB	TB	TB

Considerant Tableau 4.2, les variables linguistiques sont transformées aux nombres triangulaires flous. Les zones colorées du premier sous-critère montre que il est évalué comme BON (B) par le premier et le troisième décideurs, MILIEU(M) par le deuxième et le quatrième décideurs. Selon le Tableau 4.2, milieu (M) correspond à (3,5,7) et bon(B) correspond à (6,8,10). A l'aide de l'équation (4.8) , le score de l'alternative pour le premier sous-critère :

$$\tilde{c}_{111} = \frac{1}{4} [(6,8,10) + (3,5,7) + (6,8,10) + (3,5,7)] = (4.5,6.5,8.5)$$

Toutes les alternatives sont calculés dans une manière similaire . Enfin, la matrice \tilde{I}_A , matrice d'évaluation des alternatives considerant les sous critères est obtenue et présentée dans le Tableau 5.9:

Table 5.9 La matrice \tilde{I}_{AL}

	SCR₁₁	SCR₁₂	SCR₁₃	SCR₁₄	SCR₁₅
AL₁	(4.5,6.5,8.5)	(6.5,8,10)	(3,5,7)	(6,8,10)	(6,8,10)
AL₂	(7,9,10)	(7,9,10)	(0,2,4)	(3,5,7)	(6,8,10)
AL₃	(6,8,10)	(6,8,10)	(0,1.5,3.5)	(2.25,4.25,6.25)	(6,8,10)
AL₄	(4.5,6.5,8.5)	(8,10,10)	(8,10,10)	(8,10,10)	(7,9,10)
	SCR₂₁	SCR₂₂	SCR₃₁	SCR₃₂	SCR₄₁
AL₁	(3.75,5.75,7.75)	(6.5,8.5,10)	(3.75,5.75,7.75)	(4.5,6.5,8.5)	(3.75,5.75,7.75)
AL₂	(2.25,4.25,6.25)	(0.75,2.25,4.25)	(1.5,3.5,5.5)	(4.5,6.5,8.5)	(4.5,6.5,8.5)
AL₃	(1.5,3.5,5.5)	(7,9,10)	(4.5,6.5,8.5)	(4.5,6.5,8.5)	(3.75,5.75,7.75)
AL₄	(7.5,9.5,10)	(7,9,10)	(7,9,10)	(7,9,10)	(4.5,6.5,8.5)
	SCR₄₂	SCR₄₃	SCR₄₄	SCR₅₁	SCR₅₂
AL₁	(3.75,5.75,7.75)	(3.75,5.75,7.75)	(6.5,8.5,10)	(6,8,10)	(1.5,3.5,5.5)
AL₂	(0,1,3)	(0,1,3)	(8,10,10)	(3,5,7)	(0,1,3)
AL₃	(0,2,4)	(0,2,4)	(8,10,10)	(0.75,2.75,4.75)	(1.5,3.5,5.5)
AL₄	(0,1,1.75)	(0,1,1.75)	(8,10,10)	(7.5,9.5,10)	(8.5,10,10)

AL_n : n^{eme} Alternatives, SCR_{in} : n^{eme} Sous Critère sous i^{eme} critère principal

Après avoir déterminé la matrice de décision floue normalisée, la matrice de décision floue normalisée est obtenue par l'usage des équations (4.9) et (4.10). Dans la matrice de décision, tous les critères sont évalués comme si elles sont considérées comme des critères d'avantage ou de coût. Pour le critère d'avantage, chaque élément de la matrice

\tilde{I}_{AL} , étant chacun un nombre flou triangulaire est divisé par la plus grande valeur dans la même colonne et pour le critère de coût, par la plus petite valeur dans la même colonne. Toutefois, pour ce travail, tous les critères sont considérés comme le critère d'avantage. Donc \tilde{R}_{ij} est obtenu avec l'équation (4.9).

La première colonne de la matrice \tilde{I}_A présente le premier sous-critère qui est considéré comme un critère d'avantage. $a_{ij}^* = \max a_{ij} = 7$, $b_{ij}^* = \max b_{ij} = 9$, $c_{ij}^* = \max c_{ij} = 10$ et avec (4.9), le premier élément de la matrice \tilde{R}_{ij} est calculé comme ci-dessous :

$$\tilde{R}_{111} = \left(\frac{4.5}{10}, \frac{6.5}{9}, \frac{8.5}{7} \right) = (0.45, 0.722, 1.214)$$

Tableau 5.10 Les valeurs \tilde{R}_{ij}

	SCR ₁₁	SCR ₁₂	SCR ₁₃	SCR ₁₄	SCR ₁₅
AL ₁	(0.45,0.72,1.21)	(0.65,0.8,1.25)	(0.3,0.5,0.875)	(0.6,0.8,1.25)	(0.6,0.89,1.43)
AL ₂	(0.7,1,1.43)	(0.7,0.9,1.25)	(0,0.2,0.5)	(0.3,0.5,0.875)	(0.6,0.89,1.43)
AL ₃	(0.6,0.90,1.43)	(0.6,0.8,1.25)	(0,0.15,0.438)	(0.225,0.425,0.781)	(0.6,0.8,1.43)
AL ₄	(0.45,0.72,1.21)	(0.8,1,1.25)	(0.8,1,1.25)	(0.8,1,1.25)	(0.7,1,1.43)
	SCR ₂₁	SCR ₂₂	SCR ₃₁	SCR ₃₂	SCR ₄₁
AL ₁	(0.38,0.61,1.03)	(0.65,0.94,1.43)	(0.38,0.64,1.11)	(0.45,0.722,1.214)	(0.44,0.89,1.72)
AL ₂	(0.23,0.45,0.83)	(0.08,0.25,1.25)	(0.15,0.39,0.79)	(0.45,0.722,1.214)	(0.53,1,1.89)
AL ₃	(0.15,0.37,0.73)	(0.08,0.25,1.25)	(0.45,0.72,1.21)	(0.45,0.72,1.21)	(0.44,0.89,1.72)
AL ₄	(0.75,1,1.33)	(0.7,1,1.43)	(0.7,1,1.429)	(0.7,1,1.43)	(0.53,1,1.8)
	SCR ₄₂	SCR ₄₃	SCR ₄₄	SCR ₅₁	SCR ₅₂
AL ₁	(0.484,1,2.067)	(0.48,1,2.07)	(0.65,0.85,1.25)	(0.6,0.84,1.33)	(0.15,0.35,1.33)
AL ₂	(0,0.17,0.8)	(0,0.17,0.8)	(0.8,1,1.25)	(0.3,0.53,0.93)	(0,0.1,0.38)
AL ₃	(0,0.35,1.07)	(0,0.35,1.07)	(0.8,1,1.25)	(0.08,0.9,0.63)	(0.15,0.35,0.69)
ALA	(0,0,17,2)	(0,0,17,2)	(0.8,1,1.25)	(0.75,1,1.33)	(0.8,1,1.25)

AL_n : n^{eme} Alternatives, SCR_{in} : n^{eme} Sous Critère sous i^{eme} critère principal

La Matrice de decision floue normalisée pondérée est déterminé avec l'équation (4.11). Cette étape dépend des valeurs des \tilde{R}_{ij} , \tilde{W}_j^* et \tilde{W}_{ij}^* . Donc, \tilde{V}_{ij} est calculé comme ci-dessous et présenté dans le Tableau (5.11)

$$\tilde{V}_{111} = \tilde{R}_{111} \times \tilde{W}_1^* \times \tilde{W}_{11}^*$$

$$= (0.45, 0.722, 1.214) \times (0.8, 0.95, 1) \times (0.75, 0.95, 1)$$

$$= (0.270, 0.686, 1.214)$$

Tableau 5.11 Les valeurs \tilde{v}_{ij}

	SCR₁₁	SCR₁₂	SCR₁₃	SCR₁₄
AL₁	(0.27, 0.686, 1.214)	(0.39, 0.76, 1.25)	(0.168, 0.45, 0.875)	(0.336, 0.72, 1.25)
AL₂	(0.42, 0.903, 1.429)	(0.42, 0.812, 1.25)	(0, 0.171, 0.5)	(0.168, 0.428, 0.875)
AL₃	(0.36, 0.802, 1.429)	(0.36, 0.722, 1.25)	(0, 0.128, 0.438)	(0.126, 0.363, 0.781)
AL₄	(0.27, 0.652, 1.214)	(0.48, 0.903, 1.25)	(0.48, 0.855, 1.250)	(0.448, 0.855, 1.25)
	SCR₁₅	SCR₂₁	SCR₂₂	SCR₃₁
AL₁	(0.336, 0.8, 1.429)	(0.13, 0.371, 0.81)	(0.274, 0.64, 1.222)	(0.056, 0.224, 0.659)
AL₂	(0.336, 0.760, 1.429)	(0.076, 0.274, 0.655)	(0.032, 0.17, 1.07)	(0.023, 0.136, 0.468)
AL₃	(0.336, 0.760, 1.429)	(0.06, 0.258, 0.577)	(0.032, 0.17, 1.07)	(0.068, 0.253, 0.723)
AL₄	(0.392, 0.855, 1.429)	(0.253, 0.613, 1.048)	(0.295, 0.678, 1.222)	(0.105, 0.35, 0.85)
	SCR₃₂	SCR₄₁	SCR₄₂	SCR₄₃
AL₁	(0.1, 0.099, 0.404)	(0.113, 0.442, 1.135)	(0.072, 0.344, 1.121)	(0.144, 0.563, 1.602)
AL₂	(0.068, 0.253, 0.723)	(0.135, 0.5, 1.135)	(0, 0.06, 0.703)	(0, 0.06, 0.703)
AL₃	(0.068, 0.253, 0.723)	(0.113, 0.442, 1.135)	(0, 0.174, 0.703)	(0, 0.174, 0.703)
AL₄	(0.105, 0.35, 0.85)	(0.135, 0.5, 1.244)	(0, 0.06, 1.085)	(0, 0.098, 1.55)
	SCR₄₄	SCR₅₁	SCR₅₂	
AL₁	(0.152, 0.398, 0.823)	(0.084, 0.278, 0.801)	(0.027, 0.136, 0.533)	
AL₂	(0.238, 0.563, 0.823)	(0.042, 0.174, 0.38)	(0, 0.039, 0.413)	
AL₃	(0.204, 0.5, 0.823)	(0.011, 0.096, 0.38)	(0.027, 0.136, 0.413)	
AL₄	(0.187, 0.469, 0.823)	(0.105, 0.331, 0.801)	(0.143, 0.388, 0.751)	

AL_n : n^{eme} Alternatives, SCR_{in} : n^{eme} Sous Critère sous i^{eme} critère principal

Pour calculer les solutions idéales positives et négatives, la matrice $(M(\tilde{v}_{ij}))$ est calculée à l'aide de l'équation (4.14). Par exemple, pour le premier élément de $(M(\tilde{v}_{ij}))$, la valeur du premier sous critère de l'alternative AL_1 , $(M(\tilde{v}_{111}))$ est calculée comme ci-dessous :

$$M(\tilde{v}_{111}) = \frac{-a_{111}^2 + c_{111}^2 - a_{111} - b_{111} + b_{111}c_{111}}{[3(-a_{111} + c_{111})]}$$

$$= \frac{-(0.270)^2 + (1.214)^2 - (0.270 \times 0.686) + (0.686 \times 1.214)}{[-3(-0.270 + 1.214)]} = 0.723$$

Toutes les valeurs de $(M(\tilde{v}_{ij}))$ sont calculées de la même manière et présentées dans le Tableau 5.12:

Tableau 5.12 La matrice $(M(\tilde{v}_{ij}))$

	SCR₁₁	SCR₁₂	SCR₁₃	SCR₁₄	SCR₁₅
AL₁	0.723	0.800	0.498	0.769	0.855
AL₂	0.917	0.827	0.224	0.490	0.842
AL₃	0.864	0.777	0.189	0.424	0.842
AL₄	0.712	0.878	0.851	0.851	0.892
	SCR₂₁	SCR₂₂	SCR₃₁	SCR₃₂	SCR₄₁
AL₁	0.440	0.712	0.313	0.171	0.563
AL₂	0.335	0.424	0.209	0.348	0.626
AL₃	0.298	0.424	0.348	0.348	0.569
AL₄	0.638	0.732	0.435	0.435	0.626
	SCR₄₂	SCR₄₃	SCR₄₄	SCR₅₁	SCR₅₂
AL₁	0.512	0.769	0.458	0.388	0.232
AL₂	0.165	0.165	0.590	0.259	0.088
AL₃	0.292	0.292	0.509	0.162	0.192
AL₄	0.382	0.549	0.493	0.412	0.427

AL_n : n^{eme} Alternatives, SCR_{in} : n^{eme} Sous Critère sous i^{eme} critère principal

Considérant les valeurs de $(M(\tilde{v}_{ij}))$, les solutions idéales positives et négatives peuvent être obtenues. Dans le Tableau (5.12), pour le premier sous-critère (SCR_{11}), l'alternative AL_2 a la plus grande valeur de $(M(\tilde{v}_{ij}))$ qui est 0.917 et la plus petite valeur $(M(\tilde{v}_{ij}))$ qui est 0.712 est représentée par l'alternative AL_4 .

Donc, la valeur du premier sous-critère (SCR_{11}) pour l'alternative AL_2 dans le Tableau \tilde{v}_{ij} , (0.42, 0.903, 1.429), est déterminée comme la solution idéale positive v_{ij}^* . La solution idéale négative v_{ij}^- est celle de l'alternative AL_4 qui est (0.270, 0.652, 1.214). Toutes les solutions idéales sont présentées ci-dessous:

$$A^* = \begin{bmatrix} (0.420,0.903,1.429), (0.480,0.903,1.250), (0.448,0.855,1.250), (0.448,0.855,1.250), \\ (0.392,0.855,1.430), (0.250,0.613,1.048), (0.295,0.678,1.222), (0.105,0.350,0.850), \\ (0.105,0.350,0.850), (0.135,0.500,1.24), (0.072,0.344,1.120), (0.144,0.563,1.600), \\ (0.238,0.563,0.969), (0.105,0.331,0.801), (0.143,0.388,0.751) \end{bmatrix}$$

A^{-*}

$$= \begin{bmatrix} (0.270,0.652,1.214), (0.420,0.812,0.969), (0.000,0.128,0.438), (0.126,0.363,0.781), \\ (0.336,0.760,1.429), (0.060,0.258,0.577), (0.032,0.170,0.519), (0.023,0.136,0.468), \\ (0.010,0.099,0.404), (0.113,0.442,1.135), (0.000,0.060,0.434), (0.000,0.060,0.434), \\ (0.152,0.398,0.823), (0.011,0.096,0.240), (0.000,0.039,0.225) \end{bmatrix}$$

Pour trouver la distance de la solution idéale positive, premièrement les valeurs D_{ij}^* de chaque sous-critère sont calculées avec (4.17). (4.15) montre que la distance d'une alternative de la solution idéale positive est égale à l'addition des valeurs D_{ij}^* calculées pour chaque sous-critère. Selon (4.17), D_{ij}^* est calculé pour chaque sous-critère avec les valeurs dans la matrice de décision floue normalisée pondérée \tilde{v}_{ij} et les valeurs de l'ensemble des solutions idéales positives \tilde{v}_{ij}^* .

Par exemple, la valeur \tilde{v}_{ij} de SCR_{11} pour l'alternative AL_1 est (0.27, 0.686, 1.214) et la valeur \tilde{v}_{ij}^* de SCR_{11} est (0.42, 0.903, 1.419). Donc $a_{ij} = 0.27$, $b_{ij} = 0.686$, $c_{ij} = 1.214$ et $a^* = 0.42$, $b^* = 0.903$, $c^* = 1.419$. Il est clair que $b_{ij} < b^*$ et selon (4.17), les valeurs D_{ij}^* sont calculées comme ci-dessous et représentées dans le Tableau 5.13 :

$$D_{111}^* = 1 - \frac{c_{ij} - a^*}{b^* + c_{ij} - a^* - b_{ij}} = 1 - \frac{1.214 - 0.42}{0.903 + 1.214 - 0.42 - 0.686} = 0.$$

Tableau 5.13 La matrice D^*

	SCR₁₁	SCR₁₂	SCR₁₃	SCR₁₄	SCR₁₅
AL₁	0.214	0.156	0.487	0.144	0.05
AL₂	0	0.105	0.929	0.5	0.084
AL₃	0.09	0	1.015	0.596	0.084
AL₄	0.66	0.7	0	0	0
	SCR₂₁	SCR₂₂	SCR₃₁	SCR₃₂	SCR₄₁
AL₁	0.302	0.039	0.186	0.456	0.055
AL₂	0.457	0.396	0.371	0.136	0.029
AL₃	0.523	0.396	0.136	0.136	0.055
AL₄	0	0	0	0	0.47
	SCR₄₂	SCR₄₃	SCR₄₄	SCR₅₁	SCR₅₂
AL₁	0	0	0.219	0.07	0.393
AL₂	0.44	0.634	0	0.256	0.809
AL₃	0.212	0.41	0.096	0.461	0
AL₄	0.22	0.25	0.14	0.49	0.56

AL_n : n^{eme} Alternatives, SCR_{in} : n^{eme} Sous Critère sous i^{eme} critère principal

Pour trouver la distance de la solution idéale négative, les valeurs D_{ij}^- de chaque sous-critère sont calculées avec (4.18). (4.16) montre que la distance d'une alternative de la solution idéale positive est égale à l'addition des valeurs D_{ij}^- calculées pour chaque sous-critère. Selon (4.18), D_{ij}^- est calculé pour chaque sous-critère avec les valeurs dans la matrice de décision floue normalisée pondérée \tilde{v}_{ij} et les valeurs de l'ensemble des solutions idéales négatives \tilde{v}_{ij}^- .

Par exemple, la valeur \tilde{v}_{ij} de SCR_{11} pour l'alternative AL_1 est (0.27, 0.686, 1.214) et la valeur \tilde{v}_{ij}^- de SCR_{11} est (0.27, 0.652, 1.214). Donc $a_{ij} = 0.27$, $b_{ij} = 0.686$, $c_{ij} = 1.214$ et $a^- = 0.270$, $b^- = 0.652$, $c^- = 1.214$. Il est clair que $b_{ij} > b^-$ et selon (4.18) les valeurs D_{ij}^- sont calculées comme ci-dessous et représentées dans le Tableau 5.14

$$D_{111}^- = 1 - \frac{c^- - a_{ij}}{b_{ij} + c^- - a_{ij} - b^-} = 1 - \frac{1.214 - 0.27}{0.686 + 1.214 - 0.27 - 0.652} = 0.214$$

Tableau 5.14 La matrice D^-

	SCR₁₁	SCR₁₂	SCR₁₃	SCR₁₄	SCR₁₅
AL₁	0.035	0.059	0.544	0.445	0.035
AL₂	0.24	0	0	0	0
AL₃	0.15	0	0	0	0
AL₄	0	0.16	1.01	0.6	0.08
	SCR₂₁	SCR₂₂	SCR₃₁	SCR₃₂	SCR₄₁
AL₁	0.2	0.658	0.175	0	0
AL₂	0	0	0	0.313	0
AL₃	0	0	0.23	0.31	0
AL₄	0.52	0.69	0.37	0.46	0.18
	SCR₄₂	SCR₄₃	SCR₄₄	SCR₅₁	SCR₅₂
AL₁	0.44	0.634	0	0.54	0.328
AL₂	0	0	0.219	0	0
AL₃	0.21	0.21	0.14	0	0.33
AL₄	0	0.08	0.1	0.64	0.81

AL_n : n^{eme} Alternatives, SCR_{in} : n^{eme} Sous Critère sous i^{eme} critère principal

Selon (4.15), les valeurs de D_{ij}^* de chaque alternative sont agrégées et le total de l'addition détermine la distance de la position idéale positive S_i^* . De la même manière, les valeurs de D_{ij}^- de chaque alternative sont agrégées et le total de l'addition détermine la distance de la position idéale négative S_i^- . Comme un exemple, les calculs pour le premier alternative AL_1 sont démontrées ci-dessous et les résultats pour tous les alternatives dans le Tableau (5.15)

$$S_1^* = (0.214 + 0.156 + 0.487 + 0.144 + 0.05 + 0.302 + 0.039 + 0.186 + 0.456 + 0.055 + 0 + 0 + 0.219 + 0.07 + 0.399) = 2.777$$

$$S_1^- = (0.035 + 0.059 + 0.544 + 0.445 + 0.035 + 0.2 + 0.658 + 0.175 + 0 + 0 + 0.44 + 0.634 + 0 + 0.54 + 0.328) = 4.0936$$

Tableau 5.15 Les valeurs S_i

	S_i^+	S_i^-
AL₁	2.770	4.094
AL₂	5.147	0.772
AL₃	4.211	1.575
AL₄	3.490	5.695

La dernière étape pour la sélection de l'alternative idéal est la détermination du coefficient de proximité. Selon (4.19), tous les coefficients sont calculés et les performances des alternatives sont classées du meilleur au pire.

Par exemple, le coefficient de proximité de l'alternative AL_1 est calculé comme ci-dessous and tous les coefficients de proximité C_i sont présentés dans le Tableau 5.16 :

$$C_1 = \frac{S_1^-}{S_1^- + S_1^+} = \frac{4.094}{4.094 + 2.770} = 0.596$$

Tableau 5.16 Les valeurs (C_i) et (NC_i)

	(C_i)	(NC_i)
AL₁	0.596	0.368
AL₂	0.130	0.081
AL₃	0.272	0.168
AL₄	0.620	0.383

Les alternatives, du meilleur au pire, considérant les coefficients de proximité, sont classés ci-dessous comme Tekirdağ, Çanakkale, Kırklareli et Edirne.

Selon (Chen et al., 2006) l'évaluation de l'alternative choisie considérant le coefficient de proximité, il n'est pas suggéré de choisir l'alternative si son coefficient de proximité se situe dans l'intervalle $[0,0.2)$. Si le coefficient de proximité de l'alternative se situe dans une plage de $[0.2,0.4)$, l'alternative choisie est recommandée avec un risque élevé. Le coefficient de proximité dans l'intervalle $[0.4,0.6)$ indique que l'alternative peut être sélectionnée avec un risque faible. Si le coefficient de proximité de l'alternative se situe dans une intervalle de $[0.6, 0.8)$, l'alternative sélectionnée est approuvée et en cas où l'intervalle $[0.8, 1)$, cette alternative est définitivement approuvée et préférable de la sélectionner.

La valeur du coefficient de proximité de la seconde alternative est 0.124, il n'est pas recommandé de sélectionner AL_2 . La valeur du coefficient de proximité de la troisième alternative est 0.259, de sorte que le choix de AL_3 n'est pas recommandé avec un risque élevé. La valeur du coefficient de proximité de la première alternative est 0.596; il est donc suggéré de sélectionner AL_1 avec un risque faible. Enfin, la valeur du coefficient de la quatrième alternative est 0.620, de sorte que AL_4 est sélectionné comme l'alternative idéale avec approbation et préféré parmi d'autres alternatives.

5.2 Application avec COPRAS Hierarchique Flou

Les poids des critères sont calculés by TOPSIS Hierarchique Flou et sont montrés dans les Tableaux 4 et 6. Donc ces valeurs peuvent être utilisées aussi dans le processus de Hierarchical FUZZY COPRAS. Comme le travail a un structure hierarchique et nous aurons besoin des poids agrégées des critères dans cette methode, comme dans (4.7), on multiplie les poids des sous criteres et des criteres considerant les tableaux (5.2) et (5.4) et on défuzzifie les valeurs floues avec l'équation (4.20). Par exemple pour le premier critere principal CR_1 , le poids flou est $(0.8, 0.95,1)$ et le premier sous-critere SCR_{11} $(0.75,0.95,1)$, donc le poids agrégé est calculé comme :

$$\tilde{W}_{11} = (0.8, 0.95, 1) \times (0.75, 0.95, 1) = (0.6, 0.903, 1)$$

La valeur défuzzifiée du poids agrégé est calculée ci-dessous :

$$W_{11} = \frac{(1 - 0.6) + (0.903 - 0.6)}{3} + 0.6 = 0.834$$

Tous les poids défuzzifiés des critères sont calculés et présentés dans le Tableau 5.17

Tableau 5.17 Les poids agrégés des critères

Critères	Le Produit des poids des Critères	La valeur défuzzifiée
SCR_{11}	(0.6, 0.903, 1)	0.834
SCR_{12}	(0.6, 0.903, 1)	0.834
SCR_{13}	(0.56, 0.855, 1)	0.805
SCR_{14}	(0.56, 0.855, 1)	0.805
SCR_{15}	(0.56, 0.855, 1)	0.805
SCR_{21}	(0.308, 0.613, 0.786)	0.579
SCR_{22}	(0.422, 0.678, 0.856)	0.652
SCR_{31}	(0.15, 0.35, 0.595)	0.365
SCR_{32}	(0.023, 0.138, 0.333)	0.164
SCR_{41}	(0.255, 0.5, 0.659)	0.471
SCR_{42}	(0.149, 0.344, 0.543)	0.345
SCR_{43}	(0.298, 0.563, 0.775)	0.545
SCR_{44}	(0.234, 0.469, 0.659)	0.454
SCR_{51}	(0.141, 0.331, 0.601)	0.357
SCR_{52}	(0.178, 0.388, 0.601)	0.389

Considérant les Tableaux (5.5-5.8), les évaluations agrégées des alternatives par les décideurs sont réalisées utilisant l'équation (4.20). Par exemple, les scores flous de l'alternative AL_1 par les 4 décideurs, colorés dans les Tableaux (5.5-5.8) pour

SCR_{11} sont (6,8,10), (3,5,7), (6,8,10), (3,5,7) et à l'aide de l'équation (4.20), le premier élément de la matrice de décision floue est calculé comme:

$$x_{111} = \min\{6,3,6,3\} = 3 ,$$

$$x_{112} = \frac{1}{4}(8 + 5 + 8 + 5) = 6.5 ,$$

$$x_{113} = \max\{10,7,10,7\} = 10$$

Tous les scores des alternatives sont calculés dans une manière similaire . Enfin, la matrice d'évaluation des alternatives considerant les sous critères est obtenue et présentée dans le tableau suivant:

Tableau 5.18 La matrice de décision floue X

	SCR₁₁	SCR₁₂	SCR₁₃	SCR₁₄	SCR₁₅
AL₁	(3,6.5,10)	(6,8,10)	(3,5,7)	(6,8,10)	(6,8,10)
AL₂	(6,9,10)	(6,9,10)	(0,2,4)	(3,5,7)	(6,8,10)
AL₃	(6,8,10)	(6,8,10)	(0,1.5,4)	(0,4.25,7)	(6,8,10)
AL₄	(3,6.5,10)	(8,10,10)	(8,10,10)	(8,10,10)	(6,9,10)
	SCR₂₁	SCR₂₂	SCR₃₁	SCR₃₂	SCR₄₁
AL₁	(3,5.75,10)	(6.5,8.5,10)	(3,5.75,10)	(3,6.5,10)	(3,5.75,10)
AL₂	(0,4.25,6.25)	(0,2.25,7)	(0,3.5,7)	(3,6.5,10)	(3,6.5,10)
AL₃	(0,3.5,7)	(0,2.25,7)	(3,6.5,10)	(3,6.5,10)	(3,5.75,10)
AL₄	(6,9.5,10)	(6,9,10)	(6,9,10)	(6,9,10)	(3,6.5,10)
	SCR₄₂	SCR₄₃	SCR₄₄	SCR₅₁	SCR₅₂
AL₁	(3,5.75,10)	(3,6.5,10)	(6,8.5,10)	(6,8,10)	(0,3.5,7)
AL₂	(0,1,4)	(3,7.25,10)	(8,10,10)	(3,5,7)	(0,1,4)
AL₃	(0,2,4)	(3,7.25,10)	(8,10,10)	(0,2.75,7)	(0,3.5,7)
AL₄	(0,1,4)	(6,8,10)	(8,10,10)	(6,9.5,10)	(8,10,10)

AL_n : n^{eme} Alternatives, SCR_{in} : n^{eme} Sous Critère sous i^{eme} critère principal

Après avoir déterminé la matrice de décision floue, la matrice de décision floue normalisée est obtenue par l'usage de l'équation (4.21). Dans le Tableau 5.18, l'évaluation floue de l'alternative AL_1 pour SCR_{11} est (3, 6.5, 10) et défuzzifiée comme ci-dessous :

$$\tilde{x}_{111} = \frac{(10 - 3) + (6.5 - 3)}{3} + 3 = 6.5$$

Pour tous les alternatives, les évaluations floues sont défuzzifiées de la même manière et présentées dans le Tableau 5.19

Tableau 5.19 La matrice de décision floue défuzzifiée

	SCR₁₁	SCR₁₂	SCR₁₃	SCR₁₄	SCR₁₅
AL₁	6.5	8	5	8	8
AL₂	8.33	8.33	2	5	8
AL₃	8	8	1.83	3.75	8
AL₄	6.5	9.33	9.33	9.33	8.33
Mak	8.33	9.33	9.33	9.33	8.33
	SCR₂₁	SCR₂₂	SCR₃₁	SCR₃₂	SCR₄₁
AL₁	6.25	8.17	6.25	6.5	6.25
AL₂	3.75	3.08	3.5	6.5	6.5
AL₃	3.5	3.08	6.5	6.5	6.25
AL₄	8.5	8.33	8.33	8.33	6.5
Mak	8.5	8.33	8.33	8.33	6.5
	SCR₄₂	SCR₄₃	SCR₄₄	SCR₅₁	SCR₅₂
AL₁	6.25	6.5	8.17	8	3.5
AL₂	1.67	6.75	9.33	5	1.67
AL₃	2	6.75	9.33	3.25	3.5
AL₄	1.67	8	9.33	8.5	9.33
Mak	6.25	8	9.33	8.5	9.33

Après la défuzzification, la matrice obtenue est normalisée en divisant chaque élément par le plus grand élément de la colonne de chaque sous- critère, aussi exprimée dans le Tableau 5.19. Par exemple la valeur défuzzifiée normalisée de l'alternative AL_1 pour SCR_{11} est calculée ci-dessous :

$$\frac{6.5}{8.33} = 0.780$$

Toutes les valeurs défuzzifiées normalisées sont calculées et présentées dans le tableau suivant :

Tableau 5.20 La matrice de décision floue défuzzifiée normalisée f

	SCR₁₁	SCR₁₂	SCR₁₃	SCR₁₄	SCR₁₅
AL₁	0.780	0.857	0.536	0.857	0.960
AL₂	1.000	0.893	0.214	0.536	0.960
AL₃	0.960	0.857	0.196	0.402	0.960
AL₄	0.780	1.000	1.000	1.000	1.000
	SCR₂₁	SCR₂₂	SCR₃₁	SCR₃₂	SCR₄₁
AL₁	0.735	0.980	0.750	0.780	0.962
AL₂	0.441	0.370	0.420	0.780	1.000
AL₃	0.412	0.370	0.780	0.780	0.962
AL₄	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	SCR₄₂	SCR₄₃	SCR₄₄	SCR₅₁	SCR₅₂
AL₁	1.000	0.813	0.875	0.941	0.375
AL₂	0.267	0.844	1.000	0.588	0.179
AL₃	0.320	0.844	1.000	0.382	0.375
AL₄	0.267	1.000	1.000	1.000	1.000

Utilisant l'équation (4.22) et le Tableau (5.20), la matrice de décision floue défuzzifiée normalisée est pondérée . Par exemple, pour l'alternative AL_1 considérant SCR_{11} , le score défuzzifié normalisé est 0.780 et la valeur défuzzifiée du poids du critère est 0.834 donc le calcul est comme suivant :

$$0.780 \times 0.834 = 0.651$$

Tous les autres calculs pour la pondération sont réalisés de la même manière et la matrice de décision floue défuzzifiée normalisée est obtenue ci-dessous:

Tableau 5.21 : La matrice de décision floue défuzzifiée normalisée pondérée \hat{X}

	SCR₁₁	SCR₁₂	SCR₁₃	SCR₁₄	SCR₁₅
AL₁	0.651	0.715	0.431	0.690	0.773
AL₂	0.834	0.745	0.173	0.431	0.773
AL₃	0.801	0.715	0.158	0.323	0.773
AL₄	0.651	0.834	0.805	0.805	0.805
	SCR₂₁	SCR₂₂	SCR₃₁	SCR₃₂	SCR₄₁
AL₁	0.426	0.639	0.274	0.128	0.453
AL₂	0.255	0.241	0.153	0.128	0.471
AL₃	0.238	0.241	0.285	0.128	0.453
AL₄	0.579	0.652	0.365	0.164	0.471
	SCR₄₂	SCR₄₃	SCR₄₄	SCR₅₁	SCR₅₂
AL₁	0.345	0.443	0.397	0.336	0.146
AL₂	0.092	0.460	0.454	0.210	0.069
AL₃	0.110	0.460	0.454	0.137	0.146
AL₄	0.092	0.545	0.454	0.357	0.389

Dans notre modèle, tous les critères sont considérés comme le critère d'avantage donc pour la valeur d'importance relative Q de chaque alternative, il suffira de calculer seulement la somme P_i autrement dit, la somme R_i va être égal à 0 car il n'y a pas de critère de coût.

Pour l'alternative AL_1 , P_1 est calculée avec l'équation (4.23) comme ci-dessous :

$$\begin{aligned}
 P_1 &= 0.651 + 0.715 + 0.431 + 0.690 + 0.773 + 0.426 + 0.639 \\
 &+ 0.274 + 0.128 + 0.453 + 0.345 + 0.443 + 0.397 + 0.336 + 0.146 \\
 &= 6.846
 \end{aligned}$$

Pour tous les alternatives, les valeurs P_i sont calculées. Comme tous les critères sont les critères d'avantage, selon (4.25), ces valeurs sont aussi les valeurs d'importance relative de chaque alternative. Les valeurs P, R et Q des alternatives considérés sont ci-dessous :

Tableau 5.22 Les valeurs P_i, R_i, Q_i des alternatives

	AL_1	AL_2	AL_3	AL_4
P_i	6.846	5.490	5.422	7.968
R_i	-	-	-	
Q_i	6.846	5.490	5.422	7.968

Selon (4.26), $Q_{max} = 7.968$ et donc l'indice de performance (le degré de satisfaction) N_i peut être calculé pour chaque alternative utilisant l'Equation (4.27). Pour AL_1 :

$$N_1 = \frac{6.846}{7.968} \times 100 = 85,9 \%$$

Calculant pour tous les alternatives de la même manière, les valeurs N_i sont présentées ci-dessous:

Tableau 5.23 Les indices de performance N_i des alternatives

	Çanakkale	Edirne	Kırklareli	Tekirdağ
$N_i(\%)$	85.9	69	68.05	100

L'alternative ayant 100 comme la valeur de l'indice de performance est le meilleur alternative. Donc pour ce travail, le meilleur alternative est Tekirdağ qui a 100 comme indice de performance et suivi par Çanakkale, Edirne et la ville non préférable est clairement Kırklareli.

5.3 Application avec la méthode ARAS

Premièrement, les valeurs défuzzifiées des poids des critères sont normalisés et présentées dans le Tableau 5.24

Tableau 5.24 Les poids critères défuzzifiés normalisés

Critères	Les poids défuzzifiés	Le poids Défuzzifié normalisé
SCR_{11}	0.834	0.099
SCR_{12}	0.834	0.099
SCR_{13}	0.805	0.096
SCR_{14}	0.805	0.096
SCR_{15}	0.805	0.096
SCR_{21}	0.579	0.069
SCR_{22}	0.652	0.078
SCR_{31}	0.365	0.043
SCR_{32}	0.164	0.020
SCR_{41}	0.471	0.056
SCR_{42}	0.345	0.041
SCR_{43}	0.545	0.065
SCR_{44}	0.454	0.064
SCR_{51}	0.357	0.043
SCR_{52}	0.389	0.020
La valeur totale	8.404	1.000

Par l'exemple, pour le premier sous-critère SCR_1 , le poids défuzzifié normalisé est calculé comme :

$$\frac{0.834}{8.404} = 0.099$$

Les data des alternatives obtenue des institutions officiels (www.bbb.org.tr, www.tuik.gov.tr, www.tobb.org.tr) , avec les critères dont les poids défuzzifiés normalisés sont obtenus et donnés dans le Tableau 5.24, sont présentés comme la matrice de décision initiale dans le Tableau 5.25

Tableau 5.25 La matrice de décision initiale X

Critères	SCR_{11}	SCR_{12}	SCR_{13} (euro)	SCR_{14} (euro)	SCR_{15}	SCR_{21}	SCR_{22}
Direction d'optimisation	max	max	max	max	max	max	max
Poids des critères	0.099	0.099	0.096	0.096	0.096	0.069	0.078
0 - la valeur opt.	127	15	2093	2523	30511	1.005.000	0.240
Çanakkale	81	13	1579	2079	19943	530.417	0.191
Edirne	58	12	2093	2278	13846	406.855	0.114
Kırklareli	52	13	1993	2108	11429	356.050	0.134
Tekirdağ	127	15	1650	2523	30511	1.005.000	0.240
Critères	SCR_{31}	SCR_{32}	SCR_{41}	SCR_{42}	SCR_{43}	SCR_{44}	SCR_{51}
Direction d'optimisation	max	max	max	max	max	max	max
Poids des critères	0.043	0.020	0.056	0.041	0.065	0.064	0.043
0- la valeur opt	7086	3.2	0.188	0.141	0.201	0.807	6480
Çanakkale	5722	2.7	0.170	0.141	0.182	0.507	4276
Edirne	4715	2.9	0.185	0.07	0.198	0.546	2467
Kırklareli	5771	2.87	0.178	0.077	0.190	0.555	2064
Tekirdağ	7086	3.2	0.188	0.051	0.201	0.582	6480
Critères	SCR_{52}						
Direction d'optimisation	max						
Poids des critères	0.020						
0- la valeur opt	14						
Çanakkale	4						
Edirne	2						
Kırklareli	4						
Tekirdağ	14						

Comme les critères ont des valeurs préférables, avec l'équation (4.31), la matrice de décision est normalisée. Par exemple pour Çanakkale sous SCR_{11} , la valeur normalisée est calculée comme :

$$\frac{81}{(127 + 81 + 52 + 52 + 127)} = 0.182$$

Tableau 5.26 La matrice de décision normalisée \bar{X}

Critères	SCR_{11}	SCR_{12}	SCR_{13}	SCR_{14}	SCR_{15}	SCR_{21}	SCR_{22}	SCR_{31}
Direction d'optimisation	mak	mak	mak	mak	mak	mak	mak	mak
Poids des critères	0.099	0.099	0.096	0.096	0.096	0.069	0.078	0.043
0 – la valeur optimale	0.285	0.221	0.224	0.220	0.287	0.304	0.261	0.233
Çanakkale	0.182	0.191	0.169	0.177	0.188	0.161	0.208	0.188
Edirne	0.130	0.176	0.224	0.199	0.130	0.123	0.124	0.155
Kırklareli	0.117	0.191	0.207	0.184	0.108	0.108	0.146	0.190
Tekirdağ	0.285	0.221	0.177	0.220	0.287	0.304	0.261	0.233
Critères	SCR_{32}	SCR_{41}	SCR_{42}	SCR_{43}	SCR_{44}	SCR_{51}	SCR_{52}	
Direction d'optimisation	mak	mak	mak	mak	mak	mak	mak	
Poids des critères	0.020	0.056	0.041	0.065	0.064	0.043	0.020	
0 – la valeur optimale	0.215	0.207	0.294	0.207	0.210	0.298	0.368	
Çanakkale	0.182	0.187	0.294	0.187	0.183	0.196	0.105	
Edirne	0.195	0.204	0.145	0.204	0.197	0.113	0.053	
Kırklareli	0.193	0.196	0.160	0.196	0.200	0.095	0.105	
Tekirdağ	0.215	0.207	0.106	0.207	0.210	0.298	0.368	

Tous les calculs de la normalisation des alternatives sont faits et présentés dans le Tableau 5.26 ci-dessus. La troisième étape est de former la matrice pondérée normalisée. La valeur normalisée de chaque alternative est multipliée par le critère sous le quel il est considéré, utilisant l'équation (4.34). Par exemple, pour Çanakkale :

$$\hat{x}_{11} = \bar{x}_{11} * w_1 = 0.182 \times 0.099 = 0.018$$

Pour toutes les valeurs du Tableau 5.26, les calculs sont réalisés de la même manière et présentés dans le Tableau 5.27

Tableau 5.27 La matrice de décision normalisée pondérée \hat{X}

Critères	<i>SCR</i> ₁₁	<i>SCR</i> ₁₂	<i>SCR</i> ₁₃	<i>SCR</i> ₁₄	<i>SCR</i> ₁₅	<i>SCR</i> ₂₁	<i>SCR</i> ₂₂	<i>SCR</i> ₃₁
0 – la valeur optimale	0.028	0.022	0.021	0.021	0.028	0.021	0.020	0.010
Çanakkale	0.018	0.019	0.016	0.017	0.018	0.011	0.016	0.008
Edirne	0.013	0.018	0.021	0.019	0.012	0.008	0.010	0.007
Kırklareli	0.012	0.019	0.020	0.018	0.010	0.007	0.011	0.008
Tekirdağ	0.028	0.022	0.017	0.021	0.028	0.021	0.020	0.01
Critères	<i>SCR</i> ₃₂	<i>SCR</i> ₄₁	<i>SCR</i> ₄₂	<i>SCR</i> ₄₃	<i>SCR</i> ₄₄	<i>SCR</i> ₅₁	<i>SCR</i> ₅₂	
0 – la valeur optimale	0.004	0.012	0.012	0.013	0.011	0.013	0.017	
Çanakkale	0.004	0.010	0.012	0.012	0.010	0.008	0.005	
Edirne	0.004	0.011	0.006	0.013	0.011	0.005	0.002	
Kırklareli	0.004	0.011	0.007	0.013	0.011	0.004	0.005	
Tekirdağ	0.004	0.012	0.004	0.013	0.011	0.013	0.017	

Finalement, les valeurs des fonctions d'optimalité sont calculées. Pour AL_1 , le calcul est fait avec l'équation (4.35) comme :

$$S_0 = 0.028 + 0.022 + 0.021 + 0.021 + 0.028 + 0.021 + 0.020 + 0.010 + 0.004 \\ + 0.012 + 0.012 + 0.013 + 0.011 + 0.013 + 0.017 = 0.254$$

$$S_1 = 0.018 + 0.019 + 0.016 + 0.017 + 0.018 + 0.011 + 0.016 + 0.008 + 0.004 \\ + 0.010 + 0.012 + 0.012 + 0.010 + 0.008 + 0.005 = 0.185$$

$$K_1 = \frac{S_1}{S_0} = 0.728$$

Pour tous les alternatives, les résultats sont présentés dans le Tableau 5.28

Tableau 5.28 Les valeurs des fonctions d'optimalité

	S_i	K_i	$\%K_i$	Rang
Çanakkale	0.185	0,728	72,8	2
Edirne	0.161	0,633	63,3	3
Kırklareli	0.159	0,626	62,6	4
Tekirdağ	0.242	0,952	95,2	1

En utilisant la méthode ARAS, les valeurs des fonctions d'optimalité des alternatives de ville sont ordonnées par ordre croissant. Tekirdağ est la meilleure alternative pour la sélection de la meilleure location et Kırklareli, l'alternative la plus éloignée de l'optimalité, n'est pas préférable. Les valeurs K_i exprimées en pourcentage déterminent la valeur de chaque approche possible de l'optimum. Selon ces résultats, la meilleure alternative, Tekirdağ approche à l'optimum avec % 95.2 .

5.4 Discussion

Tableau 5.29 Rang des alternatives

	TOPSIS Hierarchique Flou	COPRAS Hierarchique Flou	ARAS
Çanakkale	2	2	2
Edirne	4	3	3
Kırklareli	3	4	4
Tekirdağ	1	1	1

Comme c'est présenté dans le Tableau 5.29, on voit que les trois méthodes utilisées à déterminer la meilleure ville pour la sélection de la location de banque indiquent Tekirdağ comme la meilleure alternative et désignent Çanakkale comme deuxième alternative. Lorsque les résultats obtenus dans la méthode ARAS, qui utilise les valeurs réelles des villes candidates, sont pris comme référence, les méthodes floues TOPSIS et COPRAS floues, qui tiennent compte des évaluations des experts, offrent la même alternative idéale, montrant la fiabilité et la cohérence de ces méthodes. Dans le rang de TOPSIS hiérarchique flou, les places des troisième et quatrième alternatives diffèrent du classement des autres méthodes. La différence entre les coefficients de proximité des deux alternatives est assez faible, ce qui peut être dû à l'évaluation personnelle des alternatives et à l'algorithme de calcul géométrique de la distance à la solution idéale. D'autre part, on voit que le rang de toutes les alternatives dans la méthode COPRAS hiérarchique floue est le même pour des raisons comme la structure pratique de la méthode, les critères d'avantage et la cohérence des évaluations personnelles.

6. CONCLUSION

Lorsque l'on examine les résultats de ce travail afin de déterminer la meilleure ville on constate que les critères bancaires sont les critères les plus importants, suivis du produit national brut par habitant et du potentiel commercial. À la suite des évaluations par les décideurs sous les critères de décision, les villes candidates ont été déterminées comme suit: Tekirdağ, Çanakkale, Edirne et Kırklareli. Selon les critères pris en compte et l'opinion des directeurs de banque, le score de Tekirdağ est le plus élevé et Tekirdağ est la meilleure alternative pour une nouvelle branche.

La sélection de la ville idéale pour la banque est une décision de groupe considérée selon plusieurs critères. L'évaluation de plusieurs villes candidates en fonction des critères de décision formés par les opinions des experts, en d'autres termes, de plusieurs décideurs, permet de résoudre le problème avec des méthodes de décision multicritères.

Dans de nombreux cas, il peut ne pas être possible pour les individus d'exprimer leurs préférences avec des valeurs absolues comme oui / non. Dans ce cas, les expressions linguistiques peuvent être utilisées. Les deux des méthodes de prise de décision multicritères fréquemment utilisées qui permettent le regroupement et la décision dans des environnements de décision flous sont le TOPSIS flou et le COPRAS flou. Ces méthodes, à l'aide d'expressions linguistiques et de nombres flous, attribuent la fonction d'appartenance et effectuent des calculs. Contrairement aux autres méthodes utilisées dans les environnements flous, le processus d'évaluation n'est pas long, car moins d'exigences en matière de calcul sont considérées sans comparaison les alternatives les uns les autres selon les critères. Il n'y a donc aucun risque d'incohérence pour le décideur. Étant donné que le poids des critères et des alternatives est différent de zéro dans les évaluations effectuées, il est impossible d'ignorer toute alternative ou critère pour prendre la décision. Ces propriétés rendent ces méthodes plus préférables.

Dans cette étude, nous présentons les méthodes TOPSIS hiérarchique et COPRAS hiérarchique flous et pour une banque privée en Turquie afin de choisir la meilleure ville considérant la vision, la mission et la stratégie de marketing. On peut penser que l'utilisation de différentes méthodes peut suggérer la possibilité d'obtenir des résultats

différents dans la pratique. Les expressions linguistiques ont été transformées en nombres flous triangulaires. Détermination des poids des critères, la formation des matrices de décision floue normalisées et normalisées pondérées, principe de calcul des valeurs d'approximation à la solution idéale sont des aspects communs des méthodes. La formation de matrices de décision floues et le calcul de la distance à la solution sont des différences notables. En dépit de ces différences, les différences entre les coefficients de proximité des villes candidates sont assez faibles et on constate que la meilleure et la deuxième alternatives ne sont pas modifiées dans le classement et les troisième et quatrième alternatives diffèrent très très légèrement dans le classement.

Comme une troisième méthode, utilisant les poids crisp des critères et les données des alternatives, la méthode ARAS est utilisée. L'introduction de l'alternative optimale A_o est la propriété originale de la méthode ARAS. Dans les méthodes de TOPSIS et COPRAS, la meilleure alternative est déterminée de l'ensemble des alternatives dans la comparaison avec la meilleure de cet ensemble. Donc le degré de l'utilité de l'alternative peut changer si des alternatives nouvelles sont ajoutées à l'ensemble. Dans certains cas, la meilleure alternative ne peut pas être la meilleure dans toutes les situations. Pour disparaître ce désavantage, comparer les alternatives avec l'alternative optimale peut être convenable. Pour cette raison, la méthode ARAS peut être préférable dans les problèmes multi critères.

De manière générale, les décideurs doivent déterminer la méthode la plus appropriée pour résoudre les problèmes auxquels ils sont confrontés. En outre, ces méthodes peuvent souvent être appliquées à d'autres méthodes multi critères telles que la sélection de projet, la sélection du personnel et la sélection des fournisseurs.

REFERENCES

- Abbasi, G.Y. (2003), A decision support system for bank branch location selection, *International Journal of Computer Applications In Technology*, 16, 202-210
- Ağaoğlu, A. (1989), Banka işletmelerinin ekonomik analizi ve gelişme eğilimleri, doktora tezi, *Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Ankara*
- Akkoç, S. , Vatansever, K. (2013) Fuzzy performance evaluation with AHP and TOPSIS methods : evidence from Turkish banking sector after the global financial crisis, *Eurasian Journal of Business and Economics*, 6(11), 53-74
- Alp, S. (2008), Doğrusal hedef programlama yönteminin otobüsle kent içi toplu taşıma sisteminde kullanılması. *Doktora Tezi, MÜ, SBE, İstanbul*
- Avazpour, R., Ebrahimi, E., & Fathi, M.R. (2013). A 360 degree feedback model for performance appraisal based on fuzzy AHP and TOPSIS. *International Journal of Economy, Management and Social Sciences*, 2(11), 969-976
- Avery, R., Bostic, W., Calem, S. (1997). Changes in the distribution of banking offices, *Federal Reserve Bulletin, Washington*
- Bakshi, T. & Sarkar, B., 2011, “ MCABased performance evaluation of project selection”, arXiv preprint arXiv:1105.390
- Barutçugil, İ. (1983), Üretim Sistemleri ve Yönetim Teknikleri, *Uludağ Üniversitesi Yayınevi, Bursa*
- Başkaya, Z., Öztürk, B.A. (2012) Tedarikçi değerlendirme problemlerinde bulanık TOPSIS algoritması ile grup karar verme ve karar vericilerin bireysel kararları arasındaki ilişkiler. *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 31(1), 153-178
- Boufounou, P.V. (1995) Evaluating bank branch location and performance a case study, *European Journal of Operational Research*, 87, 289-402
- Chen, C.T. (2000), Extensions of the TOPSIS for group decision making under fuzzy environment, *Fuzzy Sets and Systems*, 114(1), 1-9
- Darji, V.P.,&Rao,R.V.(2014), “Intelligent multi criteria decision making methods for material selection in sugar industry”, *Procedia Materials Science*, 5, 2585-2594

- Dođanalp, B.(2012) İnsan kaynakları seçme sürecinde bulanık mantık yaklaşımı, *Doktora Tezi, SÜ, Konya*
- Emhan, A.(2007) Karar verme süreci ve bu süreçte bilişim sistemlerinin kullanılması, *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(21), 212-224
- Ersöz, F., Kabak, M. (2010) Savunma sanayi uygulamalarında çok kriterli karar verme yöntemlerinin literature araştırması, *Savunma Bilimleri Dergisi*, 6(21), 212-224
- Ertuđrul, İ. , Karakaşođlu N. (2008) Comparison of fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methods for facility location selection, *International Journal of Adv.Manuf.Techn*, 39 : 783-795
- Evren, R., Uluengin, F. (1992), Yönetimde karar verme , *İTÜ Yayını, İstanbul*
- Farzami, S.M. , Vafaei, F. (2013) Evaluation and selection of optimal contractor to execute project using FTOPSIS method (Case Study Kermanshah Gas Company), *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, 6(4), 450-459
- Halaç, O.(1991) Kantitatif Karar Verme Teknikleri, *Alfa yayınevi, İstanbul*
- Hwang, J.H., Hwang, S.H. (2006) Computer aided fuzzy AHP decision model and its application to school food service problem, *International Journal Of Innovative*, 2(1), 125-137
- Hwang, C.L., Yoon, K. (1981) Multiple Attriutes Decision Making Methods and Applications, *Berlin : Springer*,
- Kahraman, C., Ateş, N.Y., Çevik, S. & Gülbay, M. (2007) Fuzzy mult-attribute cost benefit analysis of e-services. *International Journal of Intelligent Systems*, 22(5), 547-565
- Kahraman, C., Büyüközkan G., & Ateş, N.Y. (2007) A two-phase multi-attribute decision making approach for new product introduction. *Information Sciences*, 177(7), 1567-1582
- Kahraman, C., Ertay, T., Büyüközkan, G. (2006) A fuzzy optimization model for QFD planning process using Analytic Network Process, *European Journal of Operational Research*, 171, 390-411
- Kara, S.S (2011) Supplier selection with an integrated methodology in unknown environment, *Expert Systems with Applications*, 8(3), 2133-2139

- Koen , R.(2008) Aspects of MCDA classification and sorting methods (*Doctoral dissertation*)
- Kwong, C.K., Bai, H. (2004) A Fuzzy AHP approach to the determination of importance weights of customer requirements in quality function deployment, *Springer Netherlands*, 13(5), 367-377
- Kuru, A. (2011). Entegre yönetim sistemlerinde çok kriterli karar verme tekniklerinin kullanımına yönelik yaklaşımlar ve uygulamaları, *Yayınlanmamış Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul*
- Kutut, V., Zavadskas E.K., & Lazauskas , M., (2014) “ Assessment of priority alternatives for preservation of historic buildings using model on ARAS and AHP methods”, *Archives of Civil and Mechanical Engineering*,14(2), 287-294
- Li D.F., Yang J.B (2004) Fuzzy linear programming technique for multiattribute group decision making in fuzzy environments, *Information Sciences*, 158, 263-275
- Medineckiene, M., Zavadskas, Björk, F. & Turskis, Z.(2015)“ Multi criteria decision making system for sustainable building assessment /certification”, *Archives of Civil and Mechanical Engineering*
- Meidan, A. (1983) Distribution of bank Services and branch location. *International Journal of Physical Distribution and Managerial Management*, 13-5, 5-18
- Mikhailov, L., Tsetinov, P. (2004) Evaluation of services using a fuzzy analytic hierarchy process, *Applied Soft Computing*, 5,23-33
- Milliotis, P., Dimopoulou, M., Giannikos, L.(2002) A hierarchical location model locatingbank branches in a competitive environment, *International Transactions in Operational Research*, 9-5, 549-565
- Min, H., (1989) A model based decision support system for locating banks. *Information and Management*, 17-4, 207-215
- Mondy, R.W., Premeaux, S.R. (2005) Management Concepts, Practices and Skills, *Prentice Hall, Englewood Cliffs, 7.Ed., New Jersey*
- Önüt, S., Soner, S. (2008) Transshipment site selection using AHP and TOPSIS approaches under fuzzy environment, *Waste Management*, 28(9), 1552-1559

- Örnek, U. (2007) Orta ölçekli uluslararası bir firmada stratejik ve operasyonel karar alma süreçlerinin bilgisayar ortamında desteklenmesi, *Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, DEÜ, SBE, İzmir*
- Paksoy, T., Pehlivan N.Y & Kahraman, C. (2012) Organizational strategy development in distribution channel management using fuzzy AHP and hierarchical fuzzy TOPSIS, *Expert Systems and Applications*, 39(3), 2822-2841
- Ravallion M., Wodon Q. (2000) Banking on the poor? Branch and location and nonfarm rural development in Bangladesh, *Review of Development Economics*, 4-2,121-139
- Saaty, T.L., Niemira, M.P. (2006) A framework for making better decisions, *Research Review*, 13(1), 44-48
- Sun, C. (2010) A performance evaluation model by integrating fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methods, *Expert Systems with Applications*, 37(12), 7745-7754
- Shariati, S., Yazdani-Chamzini, A., Salsani, A., & Tamosaitiene, J.(2014) “Proposing a new model for waste dump site selection : case study of Ayerma Phosphate Mine”, *Engineering Economics*, 25(4), 410-419
- Sun, C. , Lin G.T (2009) Using fuzzy TOPSIS method for evaluating the competitive advantages of shopping web sites, *Expert Systems with Applications*, 36(9), 11764-11771
- Topçu, Y.(2000) Çok ölçütlü sorun çözümüne yönelik bir bütünleşik karar destek modeli, *Yayınlanmamış Doktora Tezi, İTÜ, FBE, İstanbul*
- Turanlı, M., Köse A. (2005) Doğrusal hedef programlama yöntemi ile Türkiye’deki sigorta şirketlerinin performanslarının değerlendirilmesi, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 4(7), 19-39
- Turskis, Z. & Zavadskas, E.K., (2010) “ A novel method for multiple criteria analysis : grey additive ratio assesment (ARAS-G) method”, *Informatica*, 21(4), 597-610
- Ünal, Ö.F. (2010), Analitik hiyerarşi süreci ile yetkinlik bazlı insane kaynakları yöneticisi seçimi, *Doktora Tezi, SDÜ, SBE, Isparta*
- Wang, Y.M., Elhag, T.M. (2006) Fuzzy TOPSIS method based on alpha level sets with an application to bridge risk assessment. *Expert Systems With Applications*, 31(2), 309-319

- Wang T., Lee H. (2009) Developing a fuzzy TOPSIS approach based on subjective weights and objective weights, *Expert Systems and Applications*, 36(5), 8980-8985
- Yoon, K.P., Hwang, C.L. (1995) Multiple attribute decision making: on introduction , *Vol.104, Sage Publications*
- Zadeh, L.A. (1965). Fuzzy sets, *Information and control*, 8(3), 338-353
- Zavadskas, E.K., Kaklauskas, A., (1996) Determination of an efficient contractor by using the new method of multi criteria assessment. *In International Symposium for "The Organization and Management of Construction", Shaping Theory and Practice*, Vol.2, p 94-104
- Zavadskas, E.K., Turuskis, Z., Tamosaitene J. & Marina, v., (2008) Multi criteria selection of project managers by applying grey criteria, *Technological and Economic Development Economy*, 14(4), 462-477
- Zavadskas, E.K., Turuskis, Z., & Vilutiene, T. (2010) Multiple criteria analysis of foundation instalment alternatives by applying ARAS method, *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 42-55
- Zavadskas, E.K., Turuskis, Z., & Bagocius, V.(2015) Multi-criteria selection of a deep-water port in the Eastern Baltic Sea, *Applied Soft Computing*, 26,180-192
- Zhao, L., Garner B., Parolin, B. (2004) Bank branch closures in Sydney : a geographical perspective and analysis. *12th International Conference On Geomatics, Sweden*
- Zhou, C.(1999) Multicriteria decision aid in financial management. *European Journal of Operational Research*, 119(2), 404-415
- Zimmermann, H.J. (2010) Fuzzy set theory, *Wiley Interdisciplinary Reviews : Computational Statistics*, 2(3), 317-332

APPENDICE A L'EVALUATION DES CRITERES PRINCIPAUX

<u>Değerlendiricinin adı soyadı</u>					
KRİTERLER	Değerlendirme				
	Çok İyi	İyi	Orta	Düşük	Çok Düşük
Bankacılık Sektör Göstergeleri (CR11)					
Demografik Göstergeler (CR12)					
Sosyo-ekonomik koşullar (CR13)					
İş gücünün sektörlere göre dağılım (CR14)					
Ticari potansiyel (CR15)					

APPENDICE B L'EVALUATION DES SOUS CRITERES

Değerlendiricinin adı soyadı					
ALT KRİTERLER	Değerlendirme				
	Çok İyi	İyi	Orta	Düşük	Çok Düşük
Şube Sayısı (SCR11)					
Banka Sayısı (SCR12)					
Kişi Başı Mevduat(SCR13)					
Kişi Başı Kredi (SCR14)					
Mevcut ATM ve POS sayısı (SCR15)					
Toplam nüfus (SCR21)					
Yıllık nüfus artışı (SCR23)					
Kişi Başı Gayri Safi Milli Hasıla (SCR31)					
Ortalama Hane Halkı (SCR32)					
Tarım sektöründe çalışan iş gücü oranı (SCR41)					
İnşaat sektöründe çalışan iş gücü oranı(SCR42)					
Üretim sektöründe çalışan iş gücü oranı (SCR43)					
Hizmet sektöründe çalışan iş gücü oranı (SCR44)					
Ticari Firma Sayısı (SCR51)					
Organize San.Böl. (SCR52)					

APPENDICE C L'EVALUATION DES ALTERNATIVES SELON LES SOUS CRITERES

<u>Değerlendiricinin adı soyadı</u>					
Şehir : ÇANAkkALE	Değerlendirme				
	Çok İyi	İyi	Orta	Düşük	Çok Düşük
Şube Sayısı (SCR₁₁)					
Banka Sayısı (SCR₁₂)					
Kişi Başı Mevduat(SCR₁₃)					
Kişi Başı Kredi (SCR₁₄)					
Mevcut ATM ve POS sayısı(SCR₁₅)					
Toplam nüfus (SCR₂₁)					
Yıllık nüfus artışı (SCR₂₃)					
Kişi Başı Gayri Safi Milli Hasıla (SCR₃₁)					
Ortalama Hane Halkı (SCR₃₂)					
Tarım sektöründe çalışan iş gücü oranı (SCR₄₁)					
İnşaat sektöründe çalışan iş gücü oranı(SCR₄₂)					
Üretim sektöründe çalışan iş gücü oranı (SCR₄₃)					
Hizmet sektöründe çalışan iş gücü oranı (SCR₄₄)					
Ticari Firma Sayısı (SCR₅₁)					
Organize Sanayi Bölge (SCR₅₂)					

APPENDICE D LES DATA DES ALTERNATIVES

ALT KRİTERLER	Ç.kkale	Edirne	K.eli	Tekirdağ
	Şube Sayısı	81	52	52
Banka Sayısı	13	12	13	15
Kişi Başı Mevduat (EUR)	1579	2093	1993	1650
Kişi Başı Kredi (EUR)	2079	2278	2108	2523
Mevcut ATM ve POS sayısı	19943	13846	11429	30511
Toplam nüfus	1.005.000	530.417	406.855	356.050
Yıllık nüfus artışı (SCR₂₃) (%)	24	19,1	11,4	2
Kişi Başı Gayri Safi Milli Hasıla(EUR)	5722	4715	5771	7086
Ortalama Hane Halkı	2.7	2.9	2.87	3.2
Tarım sektöründe çalışan iş gücü oranı (%)	17	14.1	18.2	50.7
İnşaat sektöründe çalışan iş gücü oranı(%)	18.5	7	19.8	54.6
Üretim sektöründe çalışan iş gücü oranı (%)	17.8	7.7	19	55.5
Hizmet sektöründe çalışan iş gücü oranı (%)	18.8	5.1	20.1	58.2
Ticari Firma Sayısı	276	2467	2064	6480
Organize Sanayi Bölge Sayısı	4	2	4	14

BIOGRAPHIE

Date de Naissance : 23.05.1976

Lieu de Naissance : Ankara

Lycée : 1987-1994 Lycée Saint Joseph İzmir

Licence : 1994-1998 Université Yıldız Teknik
Ingénieur en Génie Mathématiques

Licence Supérieure : 1998-2001 Université Galatasaray
Institut Des Sciences et d'Ingénierie
Master en Génie Industrielle

Licence Supérieure : 2001-2003 Université Yıldız Teknik
Institut Des Sciences et d'Ingénierie
Master en Génie Mathématiques

Doctorat : 2004-2010 Université Yıldız Teknik
Institut Des Sciences et d'Ingénierie
Master en Génie Mathématiques

