

**EVRENSEL TASARIM İLKELERİNE BAĞLI
HALK OTOBÜSÜ SEÇİMİ:
BULANIK VIKOR YÖNTEMİ
İLE BİR UYGULAMA**

Fatma GÜRSES ATEŞ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

AĞUSTOS 2013

ANKARA

Fatma GÜRSES ATEŞ tarafından hazırlanan “ EVRENSEL TASARIM İLKELERİNE BAĞLI HALK OTOBÜSÜ SEÇİMİ: BULANIK VIKOR YÖNTEMİ İLE BİR UYGULAMA” adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Metin DAĞDEVİREN
Tez Danışmanı, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

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

Prof. Dr. Mustafa KURT
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, G.Ü.

Doç. Dr. Metin DAĞDEVİREN
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, G.Ü.

Doç. Dr. Ergün ERASLAN
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, B.Ü.

Tez Savunma Tarihi .../.../...

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

Prof. Dr. Şeref SAĞIROĞLU
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

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

Fatma GÜRSES ATEŞ

**EVRENSEL TASARIM İLKELERİNE BAĞLI HALK OTOBÜSÜ SEÇİMİ:
BULANIK VIKOR YÖNTEMİ İLE BİR UYGULAMA**

(Yüksek Lisans Tezi)

Fatma GÜRSES ATEŞ

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Ağustos 2013

ÖZET

Evrensel tasarım ‘herkese olabildiğince eşit olanak tanınmalıdır’ ilkesini benimsemektedir. Evrensel tasarım, tüm yaş ve yetenekteki kullanıcılara özelleşmiş tasarım gerektirmeden kullanım kolaylığı sağlar. Evrensel tasarım ilkeleri geliştirilmiş olmasına rağmen bir ürünün iyi bir evrensel tasarım örneği olup olmadığını değerlendirmek oldukça zordur. Bu çalışmada, şehir içi halk otobüslerinin evrensel tasarım ilkeleri dikkate alınarak değerlendirilmesi yapılmıştır. Değerlendirme yöntemi olarak çok kriterli karar verme yöntemlerinden bulanık VIKOR yöntemi kullanılmıştır. Kriter ağırlıklarının belirlenmesinde uzman görüşlerine yer verilmiş, alternatiflerin değerlendirilmesi ise her yaş ve yetenekteki kişilerden oluşan kullanıcı grubuna yaptırılmıştır. Uygulamada 5 farklı şehir içi halk otobüsü modeli değerlendirilmiş ve ilgili modellerin evrensel tasarıma ve ilkelerine uygunluğu belirlenerek en uygun alternatif belirlenmeye çalışılmıştır.

Bilim Kodu : 906.1.039

Anahtar Kelimeler : Evrensel Tasarım ve İlkeleri, ÇÖKV, Bulanık VIKOR

Sayfa Adedi :77

Tez Yöneticisi : Doç. Dr. Metin DAĞDEVİREN

**URBAN TRANSPORTATION SELECTION BASED ON UNIVERSAL
DESIGN PRINCIPLES: AN APPLICATION WITH FUZZY VIKOR
METHOD
(M.Sc. Thesis)**

Fatma GÜRSES ATEŞ

**GAZI UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
August 2013**

ABSTRACT

Universal design takes the approach to design that includes spaces, elements, and products that, to the greatest extent possible. It benefits users of all ages and abilities without the need for adaptation or specialized design. Although a set of acknowledged principles has been developed it is difficult to quantitatively evaluate whether a product is indeed a good example of UD. This study proposes fuzzy VIKOR method for evaluation of universal design. Problem of public transportation selection is handled by using fuzzy VIKOR. Criteria of problem are also principles of UD. The fuzzy VIKOR method has been developed to solve fuzzy multi-criteria problem with conflicting and noncommensurable criteria. This method solves problem in a fuzzy environment where both criteria and weights could be fuzzy sets. An empirical study is conducted to illustrate the practicability of the proposed approach.

Science Code : 906.1.039

Key Words : Universal Design and Principles, MCDM, Fuzzy VIKOR

Page Number : 77

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Metin DAĞDEVİREN

TEŞEKKÜR

Çalıőmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren, manevi desteğiyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan çok değerli Hocam Doç. Dr. Metin DAĞDEVİREN'e ve ayrıca tez çalıőmam boyunca Bilim İnsanı Destekleme Bursu ile maddi desteğini esirgemeyen TÜBİTAK'a teőekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	x
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. EVRENSEL TASARIM.....	6
2.1.Evrensel Tasarımın İlkeleri.....	8
2.1.1.Eşit kullanım prensibi.....	8
2.1.2.Kullanımda esneklik prensibi.....	10
2.1.3.Basit ve sezgisel kullanım prensibi.....	12
2.1.4.Algılanabilir bilgilendirme prensibi.....	13
2.1.5.Tasarımda hata payı prensibi.....	15
2.1.6.Düşük fiziksel güç harcanması prensibi.....	18
2.1.7.Yaklaşım ve kullanım için boyut ve mekân sağlanması prensibi.....	20
2.2.Evrensel Tasarım ve Yeteneklerle İlişkisi.....	22
2.3.Evrensel Tasarım Hakkında Doğru Bilinen Yanlıklar.....	24
2.4.Evrensel Tasarım ve Ulaşım.....	27
2.5.Evrensel Tasarım İlkelerinin Uygulandığı Örnekler.....	28
2.6.Evrensel Tasarım ve İlkelerini Konu Alan Çalışmalar.....	34
3. BULANIK MANTIK.....	35
3.1.Bulanık Dilsel Değişkenler.....	36
3.2.Bulanık Kümeler.....	37
3.2.1.Üyelik fonksiyonu.....	37

4. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME	40
4.1.VİKOR Yöntemi	41
4.2.VİKOR Yöntemi Aşamaları.....	42
4.3.Bulanık VİKOR Yöntemi.....	46
4.4.VİKOR ve Bulanık VİKOR Yöntemleri Kullanılarak Yapılmış Çalışmalar ...	46
5. HALK OTOBÜSÜ SEÇİMİ İÇİN ÖNERİLEN MODEL.....	48
5.1.Bulanık VİKOR Yönetimi Adımları	48
6. UYGULAMA	55
6.1.Problemin tanımı	55
6.2.Kriterlerin Belirlenmesi.....	55
6.3.Alternatiflerin Belirlenmesi.....	55
6.4.Uzman Grupların Oluşturulması	57
6.5.Uygulama Adımları.....	57
7.SONUÇ	65
EKLER.....	73
EK-1.....	74
ÖZGEÇMİŞ.....	75

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 5.1.Kriterler için dilsel değişkenler ve karşılık gelen bulanık sayılar.....	49
Çizelge 5.2.Alternatifler için dilsel değişkenler ve karşılık gelen bulanık sayılar....	49
Çizelge 6.1.Değerlendirme ve seçim yapılacak otobüsler.....	57
Çizelge 6.2.Kriter ağırlıkları (Dilsel Değişkenler).....	60
Çizelge 6.3.Kriter ağırlıkları (Bulanık Ağırlıklar).....	60
Çizelge 6.4.Alternatiflerin kriterlere göre ağırlığı(Dilsel Değişkenler).....	61
Çizelge 6.5.Alternatiflerin kriterlere göre ağırlığı(Bulanık Ağırlıklar).....	62
Çizelge 6.6.Bulanık karar matrisi.....	63
Çizelge 6.7.Normalleştirilmiş karar matrisi.....	63
Çizelge 6.8.Durulaştırılmış karar matrisi.....	64
Çizelge 6.9.Kriter bazında en iyi ve en kötü değerler.....	64
Çizelge 6.10. S_i , R_i ve Q_i değerleri.....	64
Çizelge 6.11.Otobüs alternatiflerinin sıralanması.....	65

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 5.1.Önerilen Modelin Akış Şeması.....	50
Şekil 5.2.Yamuksal Bulanık Sayılar.....	51
Şekil 6.2.Halk Otobüsü Seçme Probleminin Basit Hiyerarşik Yapısı.....	59

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1.Tüm kullanıcılara eşit kullanım olanağı sağlayan tasarımlar	9
Resim 2.2.Kullanıcılar arasındaki ayrımcılığı ortadan kaldıran tasarımlar	10
Resim 2.3.Herkes için eşit mahremiyet ve güvenlik sağlayan tasarımlar	10
Resim 2.4.Kullanımda esneklik sağlayan tasarımlar	11
Resim 2.5.Çok yönlü kullanımı olan esnek tasarımlar	11
Resim 2.6.Doğru ve dikkatli bir şekilde kullanım sağlayan tasarımlar	12
Resim 2.7.Gereksiz karmaşıklıklardan uzak tasarımlar	13
Resim 2.8.Kullanıcıların okuma yazma seviyelerini dikkate alan tasarımlar	13
Resim 2.9.Kullanımını kolaylaştıran tasarımlar	14
Resim 2.10.Resimli, sesli, dokunma duyusuyla algılanabilen tasarımlar.....	15
Resim 2.11.Gerekli bilgilendirmenin maksimum olduğu tasarımlar.....	15
Resim 2.12.Kullanılan elemanların birbirinden ayrıldığı tasarımlar.....	16
Resim 2.13.Duyusal kısıtlamalara sahipler tarafından kullanılabilen tasarımlar.....	16
Resim 2.14.Tehlike ve hataları mümkün olduğunca azaltacak tasarımlar	17
Resim 2.15.Oluşabilecek tehlikeler konusunda uyarı sağlayan tasarımlar	17
Resim 2.16.Oluşabilecek hatalara karşı koruma özellikleri olan tasarımlar	18
Resim 2.17.Dikkat isteyen işlerdeki hareketleri sınırlayıcı tasarımlar.....	18
Resim 2.18.Kullanıcıların vücut yapıları ile kullanabildikleri tasarımlar	19
Resim 2.19.Çalışılırken güç kullanımını sağlayan tasarımlar.....	20
Resim 2.20.Tekrar eden hareketler mümkün olduğu kadar azaltan tasarımlar.....	20
Resim 2.21.Uzun süreli fiziksel güç harcanmasını azaltacak tasarımlar	21
Resim 2.22.Engelsiz bakış açısı sağlayan tasarımlar	22
Resim 2.23.Her kullanıcının bütün elemanlara uzanması sağlayan tasarımlar.....	22
Resim 2.24.Yardımcı araçların kullanımına imkân sağlayan tasarımlar	23
Resim 2.25.Parmakları koruyan meyve soyacağı.....	30

Resim	Sayfa
Resim 2.26.Toyota Raum, evrensel tasarım ilkelerini benimseyen ilk araba.....	31
Resim 2.27.Panasonic-Tilted çamaşır makinesi.....	32
Resim 2.28.U-Cap şişe kapağı tasarımı.....	32
Resim 2.29.Evrensel tasarıma uygun tuvalet örnekleri.....	33
Resim 2.30.Hareketli banyo dolabı.....	34

SİMGELER VE KISALTMALAR

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

Simgeler	Açıklama
X	Evrensel küme
x	Bulanık sayı
$T(x)$	Terim kümesi
$\mu(x)$	Üyelik fonksiyonu
$(a, c, d)_T$	Üçgensel üyelik fonksiyonu
(a, c, d)	Üçgensel bulanık sayı
a	Merkez
c	Sol yayılma
d	Sağ yayılma
T	Üçgensel bulanık sayı
$(a_l, a_u, c, d)_{Tr}$	Yamuksal üyelik fonksiyonu
(a_l, a_u, c, d)	Yamuksal bulanık sayı
a_l	Alt sınır
a_u	Üst sınır
Lp	Lebesgue metrik
w_j	Görelî önem ağırlığı
k	Karar verici
A^1	Sıralamada 1. Sırayı alan alternatif
X_{ij}	i. Alternatifin j. Kriterine göre önem ağırlığı
\tilde{D}	Bulanık karar matrisi

Simgeler \tilde{W}_i j u_{ij} f_i^* f_i^- S_i R_i Q_i v **Açıklama**Bulanık ağırlıklar
Alternatif

Kriter

Normalleştirilmiş değer

En iyi değer

En kötü değer

Grup faydası

Karşıt görüşlerin pişmanlığı

VIKOR indeksi

 $\max S_i$ sağlayan stratejinin ağırlığı**Kısaltmalar**

AHP

ANP

DEMATEL

ELECTRE

GRA

TOPSIS

VIKOR

Açıklama

Analitik Hiyerarşi Prosesi

Analitik Ağ Prosesi

Decision Making Trial and Evaluation
LaboratoryELimination and Choice Expressing
Reality

Grey Relational Analysis

Technique for Order Preference by
Similarity to Ideal Solution

VIseKriterijumsa Kompromisno Resenje

1. GİRİŞ

İçerisinde yaşanan çevre farklı yetenek ve yeterlilikteki bireyleri kapsamaktadır. Her insan, farklı kişilik ve yeteneklerle dünyaya gelmiş, farklı eğitimlerden geçmiş ve farklı ihtiyaçlarının karşılanmasını isteyen, farklı kullanım kolaylıkları arayan bireyler haline gelmişlerdir. İnsanların fiziksel, zihinsel, yeteneksel olarak oldukça geniş bir çeşitlilik göstermesi kullanılan ürün ve çevrenin de bu çeşitliliğe hitap etmesini gerektirmiştir. Bugüne kadar normal insanı referans alarak oluşturulan standart tasarım anlayışının insanların oluşturduğu çeşitlilik içinde, bireylerin gereksinimlerini karşılayamadığının farkına varılmıştır. Bu yüzden tasarımda standart olarak kabul edilen bir insana göre yapılan tasarım ve düzenlemeler biraz daha farklı gereksinimleri olanları da kapsayıcı bir niteliğe bürünmüş ve evrensel tasarımla hayat bulmaya başlamıştır.

Evrensel tasarımın temel çizgisini oluşturmak için yapılan çalışmalar, ürün ve çevre kullanıcılarına işlevsel uygunluk kazandırmaya odaklanmıştır ve antropometri ve insan faktörü üzerine yapılan araştırmalarla uyum sağlanma yoluna girilmiştir. Tasarımcılar tarafından kullanılan ölçüler genellikle ortalama, genç, beyaz ve sağlıklı erkeklere ait ölçüler olmuştur. Günümüzdeki yaklaşım ise mümkün olduğunca kullanıcı çeşidini arttırmaktır [1].

Her bireyin yaş, boy, kilo, yetenek, kabiliyet ve tercihleri farklıdır ve her birey toplumda farklı değerlere sahiptir. İnsan özelliklerinin çeşitliliğini anlamak, etkili tasarım yapılması için gereklidir. Evrensel tasarım ilkelerinin başarılı bir şekilde uygulanması için insan becerilerinin yaş, engellilik, çevre ve farklı durumlarda nasıl değiştiğini anlamak gerekir. Evrensel tasarım engelliler, yaşlılar, çocuklar gibi toplumun her kesiminden insanı tasarım sürecine dâhil eder. Ayrıca kısa, uzun, zayıf, kilolu insanlar, hamile bayanlar, solaklar, paket taşıyanlar, çocuk puseti taşıyan aileler, hasta ya da yorgun insanlar, bilmediği bir yerde bulunan yabancı insanları da tasarım sürecine dâhil eder. Bu yüzden insanları ve becerilerini tanıyıp tasarım yapmak gerekir.

İnsanın becerilerini etkileyen en büyük faktör olan “engellilik”, yaşın ilerlemesiyle veya başka sebeplerle meydana gelir. Yaşa bağlı zihinsel, fiziksel ve duyuşsal engellilik olmasına rağmen, yaşa bağılı olmayan her yaşta milyonlarca engelli insan vardır. Omurilik yaralanmaları ve körlük gibi ağır görünür engelliliğın yanında belli olamayan engeller de mevcuttur. Günlük aktivitemizi engelleyen en yaygın rahatsızlık kalp hastalıkları ve sırtla ilgili problemlerdir. Milyonlarca insan devam eden engelleriyle yaşasa da; bir bu kadarı da kırılma, burkulma, grip ve küçük ameliyatlar, ayrıca yorgunluk, zayıf aydınlatma, şiddetli ses düzeyi, kötü hava şartları veya iletişim sorunlarının yaşandığı yurtdışı gezileri gibi geçici engellilik yaratan durumlarla karşılaşmaktadır [1].

Herkese yönelik tasarım yapmak alışıl gelmiş bir durum değildir. Etrafı çevreleyen tasarımların sayıca çok fazla ve üretilmesi pahalı olduğı için, normal çizginin dışındaki azınlık grup için tasarım yapmak sıra dışı bir durum olarak düşünölmektedir [2]. Evrensel tasarım ise kişileri dezavantajlı duruma sokmasından dolayı engellilik durumlarıyla özellikle ilgilenir. Hatta evrensel tasarımı ‘engelliler için tasarım’ olarak düşönen çok kişi mevcuttur [1].

Başbakanlık Özürlöler İdaresi Başkanlığı tarafından Devlet İstatistik Enstitüsü’ne yaptırılan “Türkiye Özürlöler Araştırması” ile ölkemizdeki özürlölük profili geniş kapsamlı olarak araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, özürlö olan nüfusun toplam nüfus içindeki oranı %12.29’dur. Buna göre ölkemizde 8.431.937 kişi özürlö olarak yaşamlarını sürdürmektedir [3]. Özürlölük sadece bu sorunu yaşayan kişiyi değil, ailesini ve yakın çevresini ekonomik, sosyal ve psikolojik olarak etkileyen bir sorun olduğundan etki ettiğı nüfus daha da artmaktadır. Yine bu araştırma sonuçlarına göre, özürlö oranının % 36,3’ü okuma yazma bilmemektedir. Bu insanların % 52,45’inin, kırsal kesimde ise % 60,85’inin sosyal güvenceleri bulunmamaktadır. Özürlö oranının % 34’ü doğuştan özürlöyken, % 66’sı ise yaşamlarının bir aşamasında özürlö hale gelmektedir. Bu da sorunun, sadece özürlölerin değil bütün toplumun sorunu olduğunu göstermektedir [3]. Her insan kendisi için, ailesi için, kendisini potansiyel özürlö adayı olarak görmeli ve özürlö bireylere toplum olarak sahip çıkılmalıdır.

Günlük yaşantıda işe giderken, spor yaparken, toplu taşıma araçlarını kullanırken çok sayıda engelli kişi ile karşılaşmamaktadır. Bunun nedeni engelli kişilerin olmaması değil, bu kişilerin dış mekân kullanımlarından yardım almadan faydalanabilmelerinin olanaksız olmasıdır [3]. Oysa engelliler de toplumsal tüm olanaklardan yararlanma hakkına sahiptir. Bunların başında da ulaşım hakkı gelmektedir. . İnsanların bir araya gelmesini gerektiren sosyal, üretimsel, kültürel, dini her türlü faaliyet ulaşım gerektirir. İnsan bireysel gereksinimleri için de ulaşmak ve ulaşılır olmak zorundadır. Örneğin havaya, suya, yemeğe, işine, sevdiklerine ulaşmak durumundadır.

Toplu taşıma araçları engelli insanlara da ulaşım olanağı sağlayacak şekilde olmalıdır. Ulaşılabilirlik toplumsal yapıda, günlük faaliyetlerin gerçekleştirilebilmesi için oldukça önemlidir. Özellikle engellilerin günlük yaşamlarının sürdürebilmeleri, başkalarına muhtaç olmadan evlerinden çıkıp bütün ticari ve idari kamu binalarındaki işlerine gidip gelebilmeleri, sosyal-kültürel, spor, sağlık, dini faaliyetler gibi aktivitelerde bulunabilmeleri için toplu taşıma araçlarından maksimum seviyede yararlanabilmeleri sağlanmalıdır. Örneğin; merdivensiz otobüsler düşük zemin girişine sahiptir. Böylece herkes otobüse kaldırıma uzatılan kısa rampayı kullanarak yaya yolundan binebilir. Bir sonraki durağı sözlü olarak beyan eden ve aynı zamanda elektronik mesaj panosunda gösteren otobüsler tüm yolcularla gerekli bilgi iletişiminin kurulmasını sağlar.

Çok kriterli karar verme, bir alternatif kümesinden birden fazla ve aynı anda uygulanan kriterlere bağlı olarak en iyi tercihin seçilmesini sağlamaktadır. Çok kriterli karar verme problemlerinde karar vericiler, kriter, karar değişkeni ve alternatif kümesine göre karar vermektedirler [4]. Çok kriterli karar verme problemleri alternatif sayısına bağlı olarak iki şekilde sınıflandırılırlar. Çok amaçlı karar verme; alternatiflerin bir matematiksel program yapısı içinde dolaylı olarak tanımlandığı ve sonsuz sayıda alternatif olduğu sürekli durumlarda karar vermeye dayanır. Çok ölçütlü karar verme; sonlu sayıda seçeneğin seçme, sıralama, sınıflandırma, önceliklendirme ve eleme amacıyla genellikle ağırlıklandırılmış birbiriyle çelişen ve aynı ölçü birimi kullanmayan hatta bazıları nitel değerler olan çok sayıda ölçüt kullanarak değerlendirilmesi işlemidir. Çok ölçütlü karar verme

yöntemlerinden bir tanesi de VIKOR (VIseKriterijumsa Optimizacija I Kompromisno Resenje), yöntemidir. Yöntem, farklı kriterlere bağlı olarak seçilen alternatifler kümesinde elemanların sıralanması ve seçimi üzerine kuruludur. Yöntemin amacı, sıralamada ve seçimde uzlaştırıcı çözümü bulabilmektir.

Uygulamalarda çoğu kez ölçülemeyen (noncommensurable) ve birbirinden farklı birimlere sahip kriterlerle karşılaşılır. Aynı zamanda, uygulama için belirlenen çözümün tüm kriterleri aynı anda tatmin edememesi de karşılaşılan bir durumdur. Bu gibi durumlarda VIKOR yöntemi karar vericiye son kararını almasında yardımcı olacak "uzlaşık çözüm" ü sunar [5]. Buradaki "uzlaşık" tabiri, bir alternatif üzerinde ortak bir kabul ile anlaşmaya varıldığı anlamındadır.

VIKOR yöntemi, birbiri ile çelişen kriterlerin olması durumunda alternatifler kümesinden birinin seçilmesi ya da alternatiflerin sıralanmasını ele alır. Her alternatifin her kriter için değerlendirildiği varsayımı altında, ideal alternatife yakınlık değerleri karşılaştırılarak uzlaşık sıralamaya ulaşılır [6]. VIKOR, karar vericinin yetersiz kaldığı veya kararsız olduğu durumlarda, çok kriterli karar vermede etkili bir araçtır [5]. Elde edilen uzlaşık çözüm maksimum grup faydasını ve minimum kişisel karşıt görüş içerdiğinden karar verici tarafından kabul edilebilirdir [7].

Bu çalışmada, evrensel tasarım ilkelerine uygun halk otobüsü seçimi problemi ele alınmıştır. Problemin çözümünde temeli bulanık mantık ve VIKOR yöntemine dayanan Bulanık VIKOR yöntemi kullanılmıştır. Bulanık VIKOR yöntemi problem içindeki belirsizlik ve karmaşıklığı hesaba kattığı için tercih edilmiştir. Halk otobüsleri alternatifleri MERCEDES, MAN, OTOKAR, TEMSA ve BMC markalarının ikame modelleri olarak seçilmiştir. Evrensel tasarım ilkeleri de olan 'Eşit-Adil Kullanım, Kullanımda Esneklik, Basit-Sezgisel Kullanım, Anlaşılabilir Bilgi, Hata Toleransı, Düşük Fiziksel Çaba, Kullanım ve Yaklaşım için Boyut ve Alan' aynı zamanda problemin değerlendirme kriterleridir. Bu kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesinde uzman görüşlerinden faydalanılmış, kriter bazında alternatif ağırlıklarının belirlenmesinde ise kullanıcı deneyimleri dikkate alınmıştır.

Elde edilen dilsel ağırlıklar bulanık sayılara dönüştürülmüştür ve problem bulanık VIKOR yöntemiyle çözülmüştür.

Bu tez, aşağıdaki bölümlerden oluşmaktadır: İkinci bölümde evrensel tasarım ve ilkeleri, üçüncü bölümde bulanık mantık kavramı açıklanmıştır. Dördüncü bölümde çok kriterli karar verme ve VIKOR yöntemine, bölümde ise çalışmada önerilen bulanık VIKOR yöntemine değinilmiştir. Altıncı bölümde uygulama anlatılmış ve yedinci bölümde elde edilen sonuçlara yer verilmiştir.

2. EVRENSEL TASARIM

Kullanıcıların yeteneklerine bakmaksızın bütün insanların kolaylıkla faydalandığı her nesnenin, kullanıcının ergonomik özelliklerine uygunsuz evrensel olarak kullanılabilmesi varsayılır. Evrensel tasarımın amacı, ulaşılabilir olma özelliğinin yanında, mümkün olduğunca büyük bir kitle tarafından kullanılacak ürünler, yapılar ve çevrelerin tasarlanmasıdır [8].

Evrensel tasarım; Amerika'daki North Carolina Üniversitesi'nde Ron Mace ve arkadaşları tarafından, Ulusal Engellilik ve Rehabilitasyon Araştırma Enstitüsü altında kurulan ve daha sonra "The Center for Universal Design" olarak adlandırılan merkezde tanımlanmıştır. Merkez'de, 6000'den fazla web sitesinde referans gösterilen ve birçok dile çevrilen evrensel tasarım ilkeleri de derlenmiştir.

Ron Mace'in 1998'de yaptığı evrensel tasarım tanımı;

"Mümkün olduğunca çok kişi tarafından kullanılacak özelliklere sahip ürünleri kapsayan tasarım yaklaşımıdır" [9].

Evrensel tasarım, birçok insanın olası birçok durumda kullanabilecekleri ürünler tasarlama sürecidir. Evrensel tasarım; 'tüm alanların niteliğinin tüm kullanıcılar tarafından ulaşılabilir olması gerektiğini belirten bir felsefedir. Evrensel tasarım herkesin her zaman, her nesneye ve her yere erişebilirliği düşüncesidir' [10].

Evrensel tasarım; tasarım sürecini etkileme ve sürece rehberlik etme, daha kullanışlı ürün ve çevreler için tasarımcıları daha bilinçli hale getirmesi açısından oldukça faydalıdır. Bu tasarım yaklaşımı herkes tarafından kullanılacak iyi bina, çevre ve ürün geliştirmek amaçlı bir faktör olarak görülmelidir. Evrensel tasarım ve ilkelerinin tasarım sürecinin başlangıcından bitimine kadar uygulandığı süreç, kalite güvence sürecidir [11].

Evrensel Tasarım'da ürünlerin, hizmetlerin ve sistemlerin herhangi bir uyum sağlama ya da özel iyileştirme ihtiyacı gerektirmeden mümkün olduğunca çok kişi tarafından kullanımını hedefleyen bir tasarım söz konusudur [10].

Evrensel tasarım ölçütlerine bağlı kalınarak yapılmış örneklerin genellikle yetersizliği bulunanlara yönelik olarak hazırlandığı görülür. Oysa evrensel tasarımda yalnızca yetersizliğe ya da engelliliğe özel bir durum ve uygulama bulunmamaktadır. Evrensel tasarım engelli insanlar ya da nüfusun diğer grupları için bütün gereksiz ve özelleşmiş ayrımcı çözümlere ideolojik ve politik olarak karşı çıkmaktadır. Eşit statü, eşit davranış ve eşit değer evrensel tasarım fikrinin temelleridir. Evrensel tasarımın ideoloji ve uygulama çalışmasında açık bir şekilde tanımlanan amacı; bütün ürünlerin, yapıların ve ortamın mümkün olduğu kadar çok eşit şartlarda kullanılabilir olmasını sağlamaktır [12].

Evrensel tasarım 'herkese olabildiğince eşit olanak tanınmalıdır.' ilkesini benimsemektedir ve 'ayrılmış olan eşit değildir.' söylemine dayanmaktadır [13].

Evrensel tasarıma ilginin artma sebepleri; engelleriyle birlikte yaşamak zorunda olan insanların sayısındaki artış, yaşam süresinin uzaması, engelli nüfusunun satın alma gücünün artması, yardımcı teknolojilerin yetersizliklerinin farkına varılması, ürünlerin ve çevrenin yaşlı insanların isteklerine cevap vermeyecek şekilde tasarlanması şeklinde sıralanabilir [14].

Evrensel tasarım kavramının amacı, çok az ekstra maliyetle veya ekstra maliyet gereksizsin daha fazla insan tarafından daha kullanılabilir ürünler, iletişimler ve yapısal çevreler oluşturarak yaşamı herkes için kolaylaştırmaktır. Evrensel tasarım kavramı tüm yaşlardaki, ölçülerdeki ve yeteneklerdeki bütün insanları hedef almaktadır [15].

2.1. Evrensel Tasarımın İlkeleri

Evrensel tasarım, geçmişte boyunca ürün ve yapıların ne şekilde daha kullanışlı olabileceğinin yolunu araştırmıştır. Evrensel tasarım özelliklerinin somut tanımları yapmak yerine evrensel tasarımın belirgin görüşlerini şekillendiren örnekler sunularak tasvir edilmiştir. Evrensel tasarım örnekleri geliştirmek ve gerçekleştirmek için rehber olarak tasarım ilkeleri benimsenmiştir [16].

Evrensel tasarım ilkeleri çevreyi, ürünleri ve iletişimi kapsayan bütün tasarım disiplinlerinde uygulanan temel ilkelere dir. İlkeler tasarım yöntemlerine rehberlik ederler, tasarımın sistematik değerlendirilmesine izin verirler ve daha fazla kullanılabilir tasarım çözümleri hakkında hem tasarımcıların hem de tüketicilerin eğitilmesine yardım ederler [8]. Evrensel tasarım ve ilkelerinin kullanımı kullanıcı kitleleri ve ürün tasarımı talebini değiştirir ve genişletir. Tüm tasarım sürecinin parçası olarak evrensel tasarım, fonksiyonel amaçların belirlenmesi, kullanıcı taleplerinin analizi, çözümlerin aranması ve değişik bileşenlerin öncelik sırası kararlarında önemli bir rol oynar [11].

1995 yılının Aralık ayında “The Center for Universal Design” evrensel tasarım ilkelerinin birinci versiyonunu yayınlamış, bunu 1997 yılında ikincisi takip etmiştir. Evrensel tasarım ilkeleri ve uygulama esasları aşağıda verilmiştir[16, 17]:

2.1.1. Eşit kullanım prensibi

Eşit kullanım, tasarımın farklı yeteneklere sahip insanlar için kullanılabilir ve satın alınabilir olması anlamına gelmektedir. Ayrıca ayırım yapmadan bütün kullanıcılar için eşit olan hizmetler sağlanması, mahremiyetin korunması ve tasarımın genellikle çekici hale getirilmesi anlamına gelir.

Bu prensibin uygulama esasları ise;

a. Tüm kullanıcılar için aynı kullanım kolaylığı sağlanmalı; ne zaman mümkünse benzer, mümkün olmayan durumlarda eş değer uygulamalar yapılmalı

- b. Herhangi bir kullanıcıyı ayırmaktan ya da açığa çıkarmaktan kaçınılmalı
- c. Mahremiyet, koruma ve güvenlik tüm kullanıcılara eşit olarak sağlanmalı
- d. Tasarım tüm kullanıcılara çekici hale getirilmeli

Bu ölçüt ve uygulama esaslarını temel alan örneklerde (Resim 2.1) kullanımda eşitlik sağlayan iletişim ara yüzleri, ulaşım sistemleri, ürün ve hizmetlerin çeşitlilik sağlandığı görülür.



Resim 2.1. Tüm kullanıcılara eşit kullanım olanağı sağlayan tasarımlar [17]

Görsel yeteneğe bakmaksızın dokunsal bazı özelliklerle ve yüksek tezatlı göstergelerle tasarlanan resepsiyon masasında bütün ziyaretçilere ulaşılabilir bilgi sağlar. Sensorlu otomatik kapılar özellikle elleri dolu müşteriler için oldukça kullanışlıdır. Değişik boylarda yerleştirilen çeşmeler değişik boy ve duruştaki kullanıcılar için eşit erişim sağlar. Bankanın bir bölümü alçaltılmış bankosu bütün kullanıcılar için özellikle kısa boylu ve tekerlekli sandalye kullanan kişiler için kullanışlıdır. Erkek tuvaletlerinde olan bebek bezi değiştirme odaları annelere özel olan durumu değiştirir. Yürüyen merdivenlere bitişik olan asansörler değişik hareket yeteneklerine sahip kişileri diğer bireylerden ayırmaz (Resim 2.2).



Resim 2.2. Kullanıcılar arasındaki ayrımcılığı ortadan kaldıran tasarımlar [17]

Mekânda bulunan aile tuvaletleri yardıma ihtiyacı olan aile üyeleri için ulaşım ve kolaylık sağlar. Kapılardaki yüksek ve alçak pencere kullanımı değişik boy ve duruştaki insanlar için koridoru daha güvenli yapar. Kamusal alandaki telefonların, farklı yüksekliklere yerleştirilmiş olması oturan veya ayakta duran kullanıcılar için eşit kullanım imkânı sağlar (Resim 2.3).



Resim 2.3. Herkes için eşit mahremiyet ve güvenlik sağlayan tasarımlar [17]

2.1.2. Kullanımda Esneklik Prensibi

Kullanımda esneklik, tasarımın kişisel tercihler ve yetenekler geniş alanını barındırmasını sağlar. Tasarım kişisel tercihler ve yetenekler konusunda geniş seçenekler içermelidir. Kullanıcıların kendileri için uygun olan tercihi yapabilmesi için gereklidir.

Bu prensibin uygulama esasları ise;

- a. Kullanım metotları arasında seçenekler yaratılmalı,
- b. Sağ ve sol el erişimi ve kullanımı sağlanmalı,
- c. Kesin ve tam kullanım sağlanmalı,
- d. Kullanıcı hızına uyum sağlanmalı

Bu ölçüt ve uygulama esaslarını temel alan örneklerde, kullanımda esneklik sağlayan iletişim ve ulaşım sistemleri, ürün ve hizmetlerin çeşitlilik sağlandığı görülür. Levha işareti işitsel, görsel ve dokunsal bilgi seçeneği sunarken ayarlanabilir

çalışma yüzeyi, ayakta veya oturarak çalışma seçeneği sağlamaktadır. Bitişik rampa ve merdivenler ise binaya ulaşım tercihi sunmaktadır (Resim 2.4).



Resim 2.4. Kullanımda esneklik sağlayan tasarımlar [17]

Küvet içindeki oturak ve çeşitli tutamaklar oturur veya ayakta duş alınabilmeyi sağlar. Çift kapılar hem sağ hem sol elini kullanan kişiler için elverişli kullanım sağlar. Geniş saplı makaslar ise her iki el için uygundur (Resim 2.5).



Resim 2.5. Çok yönlü kullanımı olan esnek tasarımlar [17]

Boyutları büyütülen telefon tuşları görme sorunu, büyük parmakları, acele işleri olan ve becerikli olmayan kişiler için kolaylık sağlar. Dikkat çekici market giriş kapısı park alanından kişilerin kolaylıkla fark etmesini sağlar. Çıkıntılı kart yuvası ise ATM kartlarının doğru olarak sokulmasını yardım eder (Resim 2.6).



Resim 2.6. Doğru ve dikkatli bir şekilde kullanım sağlayan tasarımlar [17]

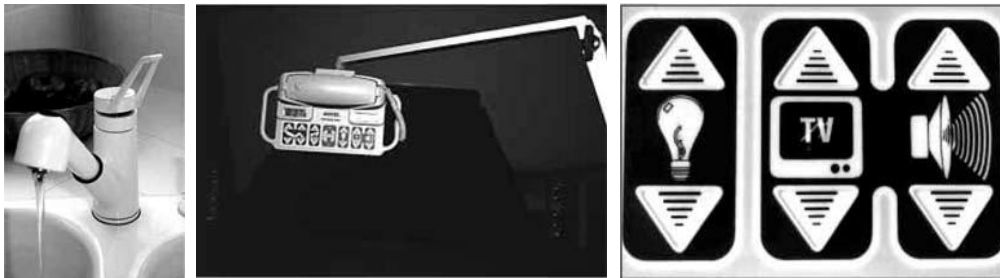
2.1.3. Basit ve sezgisel kullanım prensibi

Basit ve sezgisel kullanım tasarımın veya hizmetin kullanıcının tecrübesine, bilgisine, yabancı dil yeteneğine bakmaksızın kolay anlaşılır olmasını sağlar. Tasarımda basitliği sağlama gereksiz karmaşıklığı gidermeyle, tutarlı biçimde bilgi sağlamayla ve okuryazarlık ve yabancı dil becerileri gerektirmemeyle gerçekleşir. Tasarımın kolay anlaşılabilmesi için basit ve kolay anlaşılır olmalıdır.

Bu prensibin uygulama esasları ise;

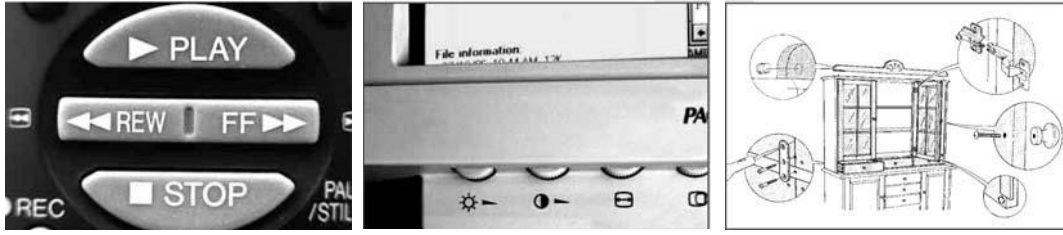
- Gerekli olmayan karmaşıklık barındırılmamalı,
- Tasarım, kullanıcı beklenti ve içgüdüleri ile tutarlı olmalı,
- Bilgiyi önemine göre düzenlemeli,
- İş süresince ve bitiminde etkin geri bildirim sağlanmalı

Bu ölçüt ve uygulama esaslarını temel alan örneklerde (Resim 2.7), kullanımda basitlik sağlayan uyarı sistemleri, kullanımda dikkat gerektiren ürün ve hizmetlerin çeşitlilik sağlandığı görülür. Tek başlıklı armatür bilgi ve tecrübe gerektirmeden kullanılabilir. Hasta odalarındaki kontrol panelindeki simgeler karışıklılığı engeller.



Resim 2.7. Gereksiz karmaşıklıklardan uzak tasarımlar [17]

Televizyon kumandasının üzerindeki simgeler kullanıcının okuma ihtiyacını azaltmakta, bilgisayar ekran ayar düğmeleri üzerindeki simgeler ayar komutlarının ne olduğunu anlatır. Kullanım kılavuzlarındaki detaylı görsel sunumlar kullanıcının metni okumasını gerektirir, böylece yazılı bir metin çevirisinden doğabilecek problemler ortadan kalkar (Resim 2.8).



Resim 2.8. Kullanıcıların okuma yazma seviyelerini dikkate alan tasarımlar [17]

Acil durum numaraları telefon tuş takımının üzerine yerleştirilmiş olan telefon hızlı arama imkânı sağlar. Üzerindeki etikette resimli ve renk kodla uyarı yapılmış olan öksürük şurubu kullanıcıyı bilgilendirir, gerekli olan yıkama bilgileri çamaşır makinesinin kapağına basılmıştır (Resim 2.9).



Resim 2.9. Kullanımını kolaylaştıran tasarımlar [17]

2.1.4. Algılanabilir bilgilendirme prensibi

Algılanabilir bilgilendirme çevredeki koşullara ve kullanıcının duyuşal yeteneklerine bakmaksızın bilginin etkili bir şekilde nakledilmesi anlamına gelir. Algılanabilir bilgilendirmenin kaliteli olması bilgi dağıtımında farklı tarzların kullanımı dikkati çeken, gerekli, açık ve kolay anlaşılır açıklamalar verme ve duyuşal kısıtlamalara sahip insanların tüm dikkatlerini verebilmeleri için ulaşılabilir tarzda bilgi sağlama ile gerçekleşir.

Bu prensibin uygulama esasları ise;

- a.Önemli bilgiyi sunmak için farklı ortamlar (resimli, sözel, kabartmalı) kullanılmalı,
- b.Önemli bilginin “okunabilirliğini” en üst seviyeye çıkarmalı,

c. Elemanlar tarif edilebilir şekillerde ayrıştırılmalı (örnek: kullanım talimatlarını ve yön tarifini kolay hale getirmek),

d. Duyusal sınırlamaları olan insanların kullandıkları aygıt ve tekniklere uyum sağlayabilmeli

Bu ölçüt ve uygulama esaslarını temel alan örneklerde (Resim 2.10), kullanımda algılanabilirliği sağlayan uyarı sistemleri, ürün ve hizmetlerin çeşitlilik sağlandığı görülür. Yuvarlak duvar termostatu büyütülmüş görsel bilgi, kabartılı yazıları, ses veren sistemi içerir. Kullanma kılavuzları görsel olarak büyütülmüş bilgi, kör alfabetesi ve kaset içerir. Metro bilet otomatlarında sesli bilgilendirmeden de yararlanılabilir.



Resim 2.10. Resimli, sesli, dokunma duyusuyla algılanabilen tasarımlar [17]

Plastik kâselerin kapakları geniş ağızları renk olarak da zıtlık yapılarak görünürlüğü artırılmıştır. Hava alanlarındaki tabela aydınlatmaları arka planları ile zıtlık bir durum yaratır. Bebek küvetlerinin parçalarının zıt renk ve dokuları ebeveynlerin bebeklerini daha güvenli şekilde yıkamalarını sağlar (Resim 2.11).



Resim 2.11. Gerekli bilginin maksimum anlaşılabilirlikte olduğu tasarımlar [17]

Kulaklık ve jaklardaki renk kodlamaları kabloların eşleştirilmesini kolaylaştırır. Konferans salonu lobisindeki fiskiyeli havuz özellikle görme sıkıntısı olan misafirleri salona yönlendirir. Güçlü renk ve dokusal kontrastlıklar park haritasını daha okunabilir kılar (Resim 2.12).



Resim 2.12. Kullanılan elemanların birbirinden ayrıldığı tasarımlar [17]

Kendi görüntü kayıt sistemlerini barındıran renkli televizyonlar mevcuttur. Telefon kulübeleri kulaklıklara uyumlu ve ses ayarı yapılabilir. İnternet siteleri ekran okuyucu programlarının sorun yaşamaması amacı ile “sadece yazı” seçeneği sunar (Resim 2.13).



Resim 2.13. Duyusal kısıtlı insanlar tarafından kullanılabilen tasarımlar [17]

2.1.5. Tasarımda hata payı prensibi

Tasarımda hata payı prensibi; kaza veya planlanmamış hareketler sonucunda oluşan tehlikeleri veya kötü sonuçları mümkün olduğu kadar azaltan ilkedir. Evrensel tasarım tüm kullanıcıları tehlike ve kazalara karşı korumalıdır.

Bu prensibin uygulama esasları ise;

- a. Elemanları tehlike ve hataları en aza indirecek şekilde düzenlemeli: en çok kullanılan elemanlar en erişilebilir, tehlikeli elemanlar çıkarılmış, izole edilmiş ya da korumaya alınmış olmalı,
- b. Tehlikeler ve hatalara karşı uyarılar sağlanmalı,
- c. Yanlış yapmayı engelleyici düzenekler sağlanmalı,
- d. Dikkat gerektiren işlerde bilinçsiz hareketler cesaretlendirilmemeli

Bu ölçüt ve uygulama esaslarını temel alan örneklerde (Resim 2.14), kullanım sırasında kazaların önlenmesi için farklı önlemlerin alındığı ürün, aparat ve hizmetlerin çeşitlilik sağlandığı görülür. Makineleri harekete geçiren güç kontrol düğmesi etrafındaki girinti yanlışlıkla olabilecek basımları önler. Rampaların kenarlarına yapılacak yükseltmeler düşüldüğünde oluşabilecek yaralanmalara karşı koruma sağlar. Ekmek dilimleyicisinin tasarımı elleri bıçak ağzından korur.



Resim 2.14. Tehlike ve hataları mümkün olduğunca azaltacak tasarımlar [17]

Bilgisayar disk yöneticisi yazılımı işlemi yapmadan önce kullanıcıdan onay ister. Yürüyen merdivendeki resimli etiketler yetişkinleri çocukların karşılaşılabileceği muhtemel tehlikelere karşı uyarır. Kontak lens temizleyicisi şişesinin kırmızı ucu onu diğer şişelerden ayırmamızı sağlar (Resim 2.15).



Resim 2.15 Oluşabilecek tehlikeler konusunda uyarı sağlayan tasarımlar [17]

Çift taraflı araç anahtarları daima doğru şekilde kilide girer. Ütü belirli bir süre kullanılmazsa kendini otomatik olarak kapatır. Kaçak akım koruma cihazı ise banyo ve mutfaklardaki elektrik çarpma riskini azaltır (Resim 2.16).



Resim 2.16. Oluşabilecek tehlikelere karşı koruma özellikleri olan tasarımlar [17]

“UNDO” komutu bilgisayar kullanıcılarını yanlışlarını düzeltebilme olanağı sunar. Kullanıcı çim biçme makinelerini motoru çalışır tutabilmek için iki kolu da tutmak zorunda bırakılır. Mükemmel şekilde organize edilmiş olan bilgisayar parçalarına ait kabloların yerleşeceği kablo istasyonları ise karışıklığı önler (Resim 2.17).



Resim 2.17. Dikkat isteyen işlerdeki hareketleri sınırlayıcı tasarımlar [17]

2.1.6. Düşük fiziksel güç harcanması prensibi

Düşük fiziksel güç harcanması kullanıcıların minimum yorgunluk ve randımanlı ve rahat bir şekilde ürün ve mekânları kullanabilmesi anlamına gelir. Kesin ve apaçık bir ifade ile kullanıcı hep kendini tekrar eden hareketlerden kaçınmalı ve başından sonuna kadar aynı şekilde sürdürülen fiziksel gücü azaltmalıdır. Tasarım ürünleri ve mekânlar minimum güçle konforlu bir şekilde kullanılabilmeli, mekân ve çevre minimum güç harcanacak şekilde ulaşılabilir olmalıdır.

Bu prensibin uygulama esasları ise;

- Kullanıcıların doğal vücut pozisyonlarının korunması sağlanmalı,
- Makul işletim gücü kullanılmalı,
- Tekrar eden hareketler en aza indirgenmeli,
- Devamlı fiziksel çaba en aza indirgenmeli

Bu ölçüt ve uygulama esaslarını temel alan örneklerde (Resim 2.18), kullanımda düşük fiziksel güç harcanmasını sağlayan farklı ürün ve hizmetlerin çeşitlilik sağlandığı görülür.



Resim 2.18. Kullanıcıların doğal vücut yapıları ile kullanabildikleri tasarımlar [17]

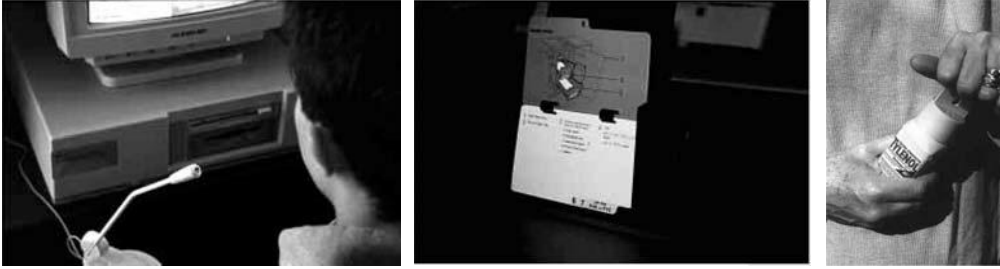
Açılı olarak yerleştirilmiş tuş takımlı klavye insanın doğal el ve kol pozisyonuna tam olarak uyur. Metro istasyonlarındaki tabelalar yeraltı treni içinde oturan yolcuları göz seviyesine yerleştirildiğinden kolay görünüm sağlar. Kapı kolları ise kapının kapalı avuç ve bilekle açılmasına olanak sağlar.

Kullanılan açacak ile yiyecek saklama kaplarını açıp kapama işlemini oldukça kolaylaştırır. Elektrikli otomatik garaj kapıları fiziksel güç gerekliliğini ortadan kaldırır. Mikrodalga fırının abartılı büyüklükteki düğmeleri az fiziksel güç gerektirir (Resim 2.19).



Resim 2.19. Çalışırken güç kullanımı sağlayan tasarımlar [17]

Sesli komutla çalışan bilgisayarlar tekrar eden klavye kullanımını azaltır. Belgelere eklenen işaret kartları tekrar eden kullanım kılavuzlarının kullanımını azaltır. Döndürülerek açılan ilaç kutuları ise tekrar eden çevirme işlemini en aza indirir (Resim 2.20).



Resim 2.20. Tekrar eden hareketler mümkün olduğu kadar azaltan tasarımlar [17]

Tekerlekli bavulları yolculukta yaşanan bavul taşıma zorluğunu büyük miktarda azaltır. Kilitlenen bahçe sulama tabancası tetiği devam eden el basma işlemini azaltarak elin yorulmasını önler. Alışveriş merkezlerindeki oturma yerleri ise müşterilerin alışveriş sırasında dinlenmelerini sağlar (Resim 2.21).



Resim 2.21. Uzun süreli fiziksel güç harcanmasını azaltacak tasarımlar [17]

2.1.7. Yaklaşım ve kullanım için boyut ve mekân sağlanması prensibi

Yaklaşım ve kullanım için boyut ve mekân sağlandığı zaman mekân ve ürün; beden ölçüsüne, durumuna ve devingenliğine bakılmaksızın bütün kullanıcıların ihtiyaçlarını karşılar. Oturan veya ayakta duran kullanıcı için rahatlık sağlanmalıdır.

Bu prensibin uygulama esasları ise;

- Oturan ya da ayakta kullanıcı için önemli elemanlara açık görsel bakış sağlanmalı,
- Oturan ya da ayakta kullanıcı için tüm elemanlara uzanımı rahat hale getirmeli,
- Tasarım, el ve tutma boyutlarındaki çeşitliliği barındırmalı,
- Yardımcı araçların kullanımı ya da kişisel yardım için gerekli yer sağlanmalı

Bu ölçüt ve uygulama esaslarını temel alan örneklerde (Resim 2.22), kullanım için boyut ve mekân sağlanan farklı tefriş elemanları, ürün ve hizmetlerin çeşitlilik sağlandığı görülür.



Resim 2.22. Kullanıcının önemli elemanları görebilmesini sağlayan tasarımlar [17]

Hemşire masalarındaki alçaltılmış tezgâhlar değişik boydaki kişilerle iletişimi kolaylaştırır. Kapı yanlarındaki pencereler değişik boydaki kişilerin dışarıyı görmelerini sağlar. Mutfak dolaplarının dışarı çıkabilir olması değişik boydaki kişilerin raflardaki eşyaları görmelerini kolaylaştırır.

Banyoda bulunan su sıcaklık kontrol elemanının küvetin dışına yakın ve dengeli bir şekilde yerleştirilmesi hem oturan hem de ayakta duran banyo kullanıcılarının uzanma ihtiyacını azaltır. Tezgâh altı dolaplar oturur pozisyonda iken kolay ulaşımı sağlar (Resim 2.23).



Resim 2.23. Kullanıcıların bütün elemanlara rahat uzanması sağlayan tasarımlar [17]

Geniş açılan araç kapıları tekerlekli sandalye ve yürüteçle araca kolay binmeyi ve inmeyi sağlar. Metro istasyonlarında bulunan geniş kapılar tekerlekli sandalye kullanıcılarının yanında bagajı olan kişiler için de kullanışlıdır (Resim 2.24).



Resim 2.24. Yardımcı araçların kullanımına imkân sağlayan tasarımlar [17]

2.2. Evrensel Tasarım ve Yeteneklerle İlişkisi

Kavrama Becerisi; yaş, engellilik, çevre veya özel durumlarda oldukça farklılık gösterir. Tasarım aşağıdaki kullanıcıları kavrama açısından kapsadığı zaman evrensel bir tasarımdan bahsedilebilir olmaktadır [16]:

- Kelime hazineleri, dil bilgileri, düşünme yetenekleri kısıtlı olan kullanıcılar ve küçük çocuklar,
- Okuryazarlığı kısıtlı kullanıcılar,
- Farklı kültürel alt yapıya sahip kişiler,
- Hafıza ve muhakeme yetenekleri zayıf yaşlı kullanıcılar,
- Yorulmuş ve dikkati dağılmış kullanıcılar.

Görme Becerisi; yaş, engellilik, çevre veya özel durumlarda oldukça farklılık gösterir. Tasarım görme ile ilgili aşağıdaki kullanıcıları kapsadığı zaman evrensel bir tasarımdan bahsedilebilir [16]:

- İşlek görsel çevre tarafından dikkati dağılan kullanıcılar,
- Fazla görsel işten yorulan kullanıcılar,
- Renkli aydınlatma, yüksek veya çok düşük aydınlatma altında çalışan kullanıcılar,
- Kötü hava şartlarında çalışan kullanıcılar,
- Göz rahatsızlıklarına sahip yaşlı yetişkinler ve körlük, kalıtsal göre kaybı, katarakt, göz tansiyonu gibi diğer göz rahatsızlıklarına sahip kullanıcılar.

Duyuma ve konuşma becerisi; yaş, engellilik, çevre veya özel durumlarda oldukça farklılık gösterir. Tasarım duyma ve konuşmayı temel alarak aşağıdaki durumdaki kişileri kapsadığı zaman evrensel bir tasarımdan bahsedilebilir [16]:

- Birkaç işitsel kaynak arasında dikkati dağılan kişiler,
- Çok gürültülü çevrede çalışan kişiler,
- Kulaklık kullanan kişiler,

- Duyma güçlüğü çeken yaşlı kullanıcılar, sağır ve işitme kaybı, orta kulak tıkanıklığı, devamlı fazla gürültüye maruz kalanın neden olduğu zarar gibi bazı rahatsızlıklara sahip kişiler.

Vücut fonksiyon becerileri; yaşa, engellilik durumuna, çevreye veya daha özel durumlara göre çeşitlenebilir. Bu çeşitlilikte tasarımı kullanan kesimin içeriğine dikkat edilmelidir. Tasarım, vücut fonksiyonları bakımından aşağıdaki kullanıcıları kapsadığı zaman evrensel bir tasarımdan bahsedilebilir [16]:

- Fiziksel gelişimini tamamlamamış küçük çocuklar,
- Vücut kuvveti, dengesi ve diğer vücut fonksiyonları azalan yaşlılar,
- Aşırı vücut ölçülerine veya ağırlığına sahip kişiler,
- Bebeğin kilosundan dolayı dengesi değişen ileri dönem hamile bayanlar,
- Geçici yaralanma veya hastalıklardan dolayı sınırlı hareket edebilen veya acısı olan kişiler,
- Kötü hava, aşırı sıcaklar gibi olumsuz çevresel şartlar altındaki kişiler,
- Yorgun veya hasta kişiler.

Kol fonksiyon becerileri; yaş, engellilik, çevre veya özel durumlarda oldukça farklılık gösterir. Bu farklılıklarda nüfusun içeriğinin göz ardı edilmemesi gerekir. Tasarım, kol fonksiyonları bakımından aşağıdaki kullanıcıları kapsadığı zaman evrensel bir tasarımdan bahsedilebilir [16]:

- Fiziksel gelişimini tamamlamamış küçük çocuklar,
- Hareket ve kuvveti azalmış eklem sahip yaşlı kişiler,
- Geçici yaralanma veya hastalıklardan dolayı sınırlı hareket edebilen veya acısı olan kişiler,
- Yorgun kişiler,
- Bir şeyler taşıdığı veya başka yaptığı işten dolayı tek elini kullanabilen kişiler,
- Kalın giysiler giymiş kişiler.

El fonksiyon becerileri; yaş, engellilik, çevre veya özel durumlarda oldukça farklılık gösterir. Bu farklılıklarda nüfusun içeriğinin göz ardı edilmemesi gerekir. Tasarım, el fonksiyonları bakımından aşağıdaki kullanıcıları kapsadığı zaman evrensel bir tasarımdan bahsedilebilir [16]:

- Küçük el veya zayıf parmaklara sahip çocuklar,
- Hareket ve kuvveti azalmış eklem sahipli kişiler,
- Geçici yaralanma veya hastalıklardan dolayı sınırlı hareket edebilen veya acısı olan kişiler,
- Tekrarlayıcı işlerden dolayı yorulmuş ellere sahip kişiler,
- Eldiven giyen kişiler,
- Islak veya yağlı ellere sahip kişiler,
- Eş zamanlı diğer işlerden dolayı sadece tek elini kullanabilen kişiler.

2.3. Evrensel Tasarım Hakkında Doğru Bilinen Yanlışlar

Yanlış1: Evrensel tasarımdan yararlanabilen çok az sayıda insan vardır, bu yüzden onların ihtiyaçlarını dikte etmelerine izin vermemeliyiz [18].

Yeteneği tanımlamak için birçok yol vardır. Çoğu kritere göre, nüfusun %10'nundan fazlasının yeteneklerinde bazı sınırlamalar vardır. İşlevsel sınırlamaları en kapsamlı şekilde tanımlarsak %50'nin üzerinde yetenekleri azalmış nüfus olduğunu görebiliriz [18]. Bu yüzden, evrensel tasarım için oldukça büyük bir niş pazar vardır. Hayatımız boyunca yeteneklerimizdeki tüm değişimleri deneyim ederiz. Eğer “ömür” bakışıyla yaklaşırsak, evrensel tasarım çok az sayıda insana değil elinde sonunda hepimize yarar sağlar.

Yanlış2: Evrensel tasarım sadece engelli ve yaşlı insanlara yardım eder [18].

Evrensel tasarım, iyi işlevsel tasarımın yararlarını, engelli olarak sınıflandırılmayan fakat işlevsel engellerle karşılaşan birçok insan için de genişletir. Örneğin; kısa

insanlar, uzun insanlar, kilolu insanlar, zayıf insanlar, hamile bayanlar, solak insanlar, çocuklar vb.nin karşılaştığı sorunlar. Ayrıca çocukları pusette olan aileler, paket taşıyanlar, hasta veya yorgun olanlar, oryantasyon zorluğu çekenler de eklenebilir. Bilmediği bir şehir veya binada olanlar da aradıkları yeri bulmak, sistemi anlamak için evrensel tasarımdan yararlanırlar. Kısacası evrensel tasarım, herkesin, her gün, günlük hayatta karşılaştığı rutin engelleri aşmasında yarar sağlar.

Yanlış3: Engelli hakları yasaları eşitliği yaratmıştır. Daha fazlasını yapmaya gerek yoktur [18].

Engelli hakları yasaları engellilerin çevreyi kullanabilmelerini sağlar ve engellileri korur. Evrensel tasarımla hemen hemen eşittir. Fakat evrensel tasarım sadece fiziksel işlevlerle ilgili değildir. İşaretleri anlama, yolunu bulma, nasıl çalıştıracağını öğrenme, alarmları anlama vb.de evrensel tasarıma dâhildir [18]. Ürünlerin, yerlerin ve sistemlerin kullanılabilirliği insan zihnine bağlıdır ve her insan için farklılık gösterir. Bu nedenle, evrensel tasarımı farklılıklar için düşünmek ve yorumlama gerekir.

Yanlış4: Gelişmiş tıp teknolojisi işlevsel sınırların görülme sıklığını azaltıyor. Bu nedenle evrensel tasarımın gerekliliği kısa sürelidir [18].

Bu inanın aksine azalmış yeteneklerin görülme sıklığı artmaktadır. Bu artışın nedeni ise yaşlanmış nüfusun artması ile ilişkilendirilmiştir. Yaş ve yetenekler arasındaki ilişki evrensel tasarımın neden herkesle ilgili olması gerektiğinin büyük nedenidir [18].

Yanlış5: Evrensel tasarım pazarda varlığını sürdürmez çünkü buna ihtiyacı olanların almaya gücü yetmez [18].

Yaşlı nüfus, evrensel tasarım sanayisinin varlığını sürdürmesi için tek başına yeterli kaynağa sahiptir. Gruplar arasında önemli farklılıklar olmasına rağmen, genel olarak, yaşlı hane halkı genç hane halkından daha varlıklıdır. Dahası, gelecek neslin yaşlılık

döneminde şimdiki nesle göre daha yüksek ve harcanabilir gelire sahip olması beklenmektedir.

Yanlış6: Evrensel tasarım yalnızca iyi ergonomik tasarımdır [18].

Bu kısmen doğru olabilecek bir olgudur. İnsan faktörü ve ergonomi sistemlerin, ürünlerin ve yerlerin tasarımını, kullanımını kolaylaştırmak ve daha güvenli yapmak için geliştirmişler ve ilkeler ileri sürmüşlerdir. Ergonomik tasarımda uzlaşmacı değişkenlik önemli bir ilkedir. Ancak bu alanda geleneksel tutum, tasarım çok büyük bir maliyet ve çaba olmadan herkesin ihtiyacını karşılayamaz şeklinde olmuştur. Yakın zamana kadar, ergonomik tasarım savunucuları tasarım sürecinde nüfusun büyük çoğunluğu üzerinde durdu. Buna karşılık, evrensel tasarım yaratıcılık ve yeni teknolojilerin uygun kullanımı ile çoğunluk olmayan kişilerin de tasarım sürecine dâhil edilebilir olduğunu göstermektedir. Yani, insan faktörleri ve ergonomi uzmanları şimdi iyi bir ergonomik yaklaşım olarak evrensel tasarımı benimsemeye başlıyorlar. İyi ergonomik tasarım, diğer bir deyişle, hepimizi ağırlayacak ürünleri, yerleri ve sistemleri tasarlamak için yollar benimsiyor demektir.

Yanlış7: Evrensel tasarım erişilebilir tasarımdan bile daha pahalıdır [18].

Binaları ele alırsak, eğer binalar en başından herkesin kullanabileceği şekilde yapılmış olsaydı gelecekte daha az yenileme gerekli olacaktı ve bu yenileme daha az pahalı olacaktı. Birçok evrensel tasarım maliyet gerektirmez. Bazıları paradan tasarruf ederken bazıları da geliri artırır. Örneğin kullanımı kolay kapı kolları seçmek ek bir masraf gerektirmez. Evrensel olarak tasarlanmış bir tabela sistemi için fazla maliyet gerekmez. Bu özellikler ek maliyet gerektirmeden tasarıma değer katar. Diğer özellikler marjinal ek maliyetler getirebilir fakat tasarım giderini aşan bir gelir değeri katarlar. Örneğin, bir otelde otomatik kapı konukların konfor ve memnuniyetini artırabilir ve aynı zamanda kapı çerçevelerinin zararını, personel çabasını ve işle ilgili yaralanmaları azaltabilir.

2.4. Evrensel Tasarım ve Ulaşım

İnsan toplumsal bir varlıktır. Toplum içinde iletişim kurma ihtiyacı duyar. İnsanların bir araya gelmesini gerektiren sosyal, üretimsel, kültürel, dini her türlü faaliyet ulaşım gerektirir. İnsan bireysel gereksinimleri için de ulaşmak ve ulaşılır olmak zorundadır. Örneğin havaya, suya, yemeğe, işine, sevdiklerine ulaşmak durumundadır [19].

Ulaşım, kişinin toplumsal yaşama ve onun içindeki olanaklara erişebilmesi ve kendini geliştirebilmesi için ihtiyaç duyduğu bir insani güvenlik unsurudur. Vazgeçilemez ve devredilemez bir haktır. Bu açıdan ulaşım hakkı, temel insan haklarından biridir. Ulaşılabilirlik ise herkesin, bağımsız olarak ve engellenmeden istediği yere gidebilmesi, kullanabilmesi ve kendi hizmetini sunabilmesidir. Bu açıdan toplu ulaşım araçlarının önemi yadsınılamayacak kadar yüksektir.

Toplu taşıma araçları engelli insanlara da ulaşım olanağı sağlayacak şekilde olmalıdır. Ulaşılabilirlik toplumsal yapıda, günlük faaliyetlerin gerçekleştirilebilmesi için oldukça önemlidir. Özellikle engellilerin günlük yaşamlarını sürdürebilmeleri, başkalarına muhtaç olmadan evlerinden çıkıp bütün ticari ve idari kamu binalarındaki işlerine gidip gelebilmeleri, sosyal-kültürel, spor, sağlık, dini faaliyetler gibi aktivitelerde bulunabilmeleri için ulaşılabilirlik başta olmak üzere gerekli düzenlemeler yapılmalıdır.

Ulaşım ile ilgili temel düzenlemeleri şöyle sıralamak mümkündür [19]:

- Engellilerin hareketini, kolaylaştırmak için yollar engellerden arındırılmalıdır. Dik, yüksek, keskin, kavisli veya köşeli olan yollar, engellilerin hareketini kısıtlayıcı olduğundan, yaya kaldırım yüzeyi aynı yükseklikte, düz ve rahat kavisli olarak yapılmalıdır.
- Mevcut bir yol üstüne, engellilerin ve yayaların yararlanacağı bir tesis yapılacağı zaman ne tür bir tesisin yapılacağı belirlenmesi, ölçümlendirilmesi gereklidir. (Örnek: Toplu taşıma durakları, oto parklar, yaya yolu kaldırım düzenlenmesi, dinlenme yerleri, ağaçlandırma vb.)

- Kapalı ve açık tüm alanlarda ulaşılabilirliği güçleştiren nedenler olarak tanımlanan fiziksel engellerin kaldırılarak, fiziksel çevre özürülüler için yaşanabilir ve ulaşılabilir tasarlanmalıdır.
- Eğitilmiş köpek kullanan görme özürülülerin günlük zorunluluklarını giderebilme için gerekli düzenlemeler yapılmalıdır.
- Engelliler için ulaşılabilirlik kolaylıklarının sağlanmasında diğer sağlıklı yayaları da kapsayacak ortak hizmet olanakları düşünölmelidir. Ayrıca insanlar fiziki bakımdan birbirinden farklı olduğundan, farklı kategorideki insanlar için ayrı tesisler yapmak yerine, herkes tarafından kullanılabilir ortak şartlardaki tasarımlar yapılmalıdır.
- Eski yapılaşmanın ulaşılabilir hale getirilmeye çalışılmasının yanı sıra, özellikle yeni uygulamalarda ulaşılabilirlik kriterlerine uyumun sağlanması gerekmektedir.

2.5. Evrensel Tasarım İlkelerinin Uygulandığı Örnekler

Evrensel tasarıma uygun örneklerin sayısı gün gittikçe artmaktadır. Dünyanın çeşitli ölkelerinde ve Türkiye'de yapılmış başarılı örneklerden bazıları şu şekildedir:

Resim 2.25'te görölen soyacak oluşabilecek kazaları engellemeye yönelik olarak tasarlanmıştır. Başparmakla kavranan aparat kesici kısmın elle temasını engellemektedir. Böylece her yaş ve yetenekteki insanın kullanımına olanak sağlamaktadır. Ayrıca oynar başlığı ile sağ ve sol el ile kullanıma uygundur.



Resim 2.25. Parmakları koruyan meyve soyacağı

Toyota da rakiplerine üstünlük sağlamak ve rekabet ortamında ayakta kalabilmek için gerekli önlemlerini almıştır ve artan yaşlı ve buna bağlı engelli nüfusunu dikkate alarak evrensel tasarıma uygun ürün geliştirmiştir. Resim 2.26'daki aracın otomatik kapıları genişletilmiş ve dönen koltuklarıyla araca girip çıkışlar kolaylaştırılmıştır.



Resim 2.26. Toyota Raum, evrensel tasarım ilkelerini benimseyen ilk araba [16]

Tekerlekli sandalye kullanıcıların sandalyelerini araca kolaylıkla yerleştirmeleri için asansör düşünülmüştür. Basitleştirilmiş kontrol düğmeleri ile araç içi teçhizatın kullanımı kolaylaştırılmıştır. İç alan genişletilerek, araca destek kollar yerleştirilmiştir. Araç koltuklarında cildin tahriş olmasını önleyen kumaş tercih edilerek araç yolcuların rahatına önem verilmiştir. Bu özellikler küçük çocuklu aileler, engelli, hasta, sporcu, evcil hayvanı olan kişilerin hayatlarını kolaylaştırmaktadır.

Panasonic firması evrensel tasarım ilkelerini benimsemiştir ve buna yönelik ürünleriyle sürece katkı sağlamaktadır. Panasonic, Resim 2.27’de görülen, açılı kapağıyla kullanımı kolay çamaşır makinesini geliştirmiştir. Böylece daha geniş bir kullanıcı kitlesine hitap etmeyi başarmıştır. Eşitlikçi kullanıma sahip çamaşır makinesi her yaş ve özellikteki kullanıcılar için kullanım kolaylığı sağlamaktadır. Düşük fiziksel çaba gerektiren doldurulup boşaltma özelliğiyle evrensel tasarıma hizmet etmektedir.



Resim 2.27. Panasonic - Tilted çamaşır makinesi [16]

U-cap ürün kapağının bir tarafında başparmağın kavraması için asimetrik bir çıkıntı vardır. Kullanıcı kapağı çevirdiğinde kuvveti artırarak normalde harcanacak kuvvetten daha düşük fiziksel güç harcanmasını sağlar. Resim 2.28’de görülen, yaşlı, çocuk ve engelliler için kullanım kolaylığı sağlayacak olan bu tasarım aslında tüm kullanıcılar için uygundur.



Resim 2.28. U-Cap şişe kapağı tasarımı

Engelli insanlar kendileri için özel tasarımlar yerine, herkes gibi olmak, herkesin kullandığını kullanmak isterler. Resim 2.29’da görülen evrensel tuvalet, engelli ve yaşlı insanların yeteneklerindeki sınırlamalardan utanmalarını ortadan kaldıran esnek tuvalet tasarımıdır. Evrensel tuvalette bir tuvalet için gereken bütün özellikler dikkate alınmıştır. Tasarım ayrıca bir lavabo içermektedir. Tasarımın en büyük özelliği arkalık ve göğüslük fonksiyonları ile engelli ve engelli olmayan kullanıcılara uyum sağlamasıdır. Evrensel tuvalette tekerlekli sandalye kullanıcıları dönmeye ya da bükülmeye gerek duymazlar. Yapmaları gereken sadece tekerlekli sandalyeyi ileriye doğru itmektir. Ayrıca evrensel tuvalet, standart engelli tuvaletlerinin dörtte biri kadar yer tutarak alan tasarrufu ve tuvalete bitişik lavabodan akan suyun geri dönüşümü de yapılarak su tasarrufu sağlar.



Resim 2.29. Evrensel tasarıma uygun tuvalet örnekleri

Resim 2.30'daki hareketli banyo dolabı, çocuk, yaşlı, engelli ayrımı yapmadan her özellikte kullanıcının değişken kullanım ihtiyaçlarını karşılaması amacıyla üretilmiştir. Lavabo yüksekliği kullanmadan önce ihtiyaca uygun yüksekliğe ayarlanabilmektedir. Hareket aralığı 25 cm'dir. Kullanıcı özelliğine göre çocuklar, tekerlekli sandalyede olanlar ve abdest alanlara göre alçaltılabilmekte veya engelli ve bel rahatsızlığı olanlar için rahatlıkla yükseltilebilmektedir.



Resim 2.30. Hareketli Banyo Dolabı

2.6. Evrensel Tasarım ve İlkelerini Konu Alan Çalışmalar

Evrensel tasarımın halk otobüsü seçiminde yeterli literatürü bulunmamakla birlikte; Chou [20], çalışmasında evrensel tasarım için dilsel değerlendirme yaklaşımında bulunmuştur. Yaklaşımın etkinliğini ölçmek için de bir deneysel çalışma yapmıştır. Fearnley ve ark. [21], çalışmalarında toplu taşıma araçlarını evrensel tasarım kriterleri bakımından yolculara değerlendirmişlerdir. Anket yardımıyla yolculardan değerlendirme yapmaları sağlanmıştır. Çalışma, toplu taşıma kalitesini artırmak ve iyileştirmek adına faydalı olmuştur. Odeck ve ark. [22], çalışmalarında toplu taşıma araçlarında evrensel tasarım, evrensel tasarım uygulamalarının yarar ve maliyetleri, fayda ve maliyetlerin değerlendirilmesi konularına değinmişlerdir. Uygulamalarında, devletin toplu taşımada evrensel tasarım kriterlerine uygun seçim yapmasının yararlı olacağı kanaatine varmışlardır. Afacan ve Demirkan [23], evrensel tasarım sürecinde tasarımcılara yardımcı olacak bilgisayar destekli evrensel tasarım için eklenti geliştirmişlerdir. Kadir ve Jamaludin [24], Malezya standartları ve evrensel tasarım ilkelerinin devlet binalarında uygulanabilirliği üzerine bir çalışma yapmışlardır. Çalışmaları tasarımcı ve mimarlara yol gösterici olarak gösterilebilir. Javier De La Fuente [25], çocuklara dayanıklı ilaç kutularının geliştirilmesinde evrensel tasarım

ilkelerini dikkate alan bir çalışma yapmıştır. İlaç kutularını engelli, yaşlı ve çocuklardan oluşan gruplar üzerinde test ederek evrensel tasarıma uygun tasarımı elde etmeye çalışmıştır. Connolly [26], İngiltere'deki farklı kültürden ve anadili İngilizce olmayan öğrencilerin müfredata uyumunu sağlamak amacıyla bir çalışma yapmıştır. Çalışmasında öğrenmede evrensel tasarım yaklaşımını uygulamıştır. Evrensel tasarımın tüm bireyler için erişilebilir yapılar oluşturma hedefi göz önünde bulundurularak eğitim alanında kullanılmıştır. Tokar [27], çalışmasında, müzelerin evrensel tasarıma uygun olabilmesi için alınması gereken tedbirler ve engellilerin ve her yaştaki ziyaretçilerin memnuniyetini artıracak değişikliklere değinmiştir. Wolford [28], çalışmasında konutlar için evrensel tasarım standartlarını değerlendirmiştir. Al-Tal [29], ürün geliştirmede evrensel tasarım yaklaşımının kullanılmasının gerekliliğine farkındalığı artırmış ve binaların evrensel tasarım ilkeleri üzerine inşa edilmesini sağlayan entegre evrensel tasarım modelini sunmuştur. Akyol [16], "Evrensel Tasarım"ın endüstriyel tasarım eğitimindeki önemi ve yerini incelemiştir. Evrensel tasarım kavramı, kavramının oluşumundaki önemli basamaklar ve evrensel tasarım İlkelerin uygulandığı ürün tasarımları örneklerle anlatılmıştır. Kadir ve ark. [30], yöneticilerin erişilebilirlik ve evrensel tasarım kavramlarına bakış açılarını değerlendirmişlerdir. Putrajaya kentinde 3 devlet binasının yöneticileri ile görüşme yapılmıştır. Sonuçlar evrensel tasarımın yöneticiler arasında gelişmeye ihtiyaç duyduğunu göstermiştir. Oyuncak özelliklerinin engelli ve engelsiz tüm çocukların erişebilmesi için genişletilmeye ihtiyacı vardır. Evrensel tasarım ilkelerinin oyuncak tasarım özelliklerini geliştirmek için uygulanması oyuncakların tüm çocuklar için kullanılabilirliğini artırabilir. Hajare [31], oyuncaklar için evrensel tasarımın psikometrik özelliklerini kurmayı amaçlamıştır.

3. BULANIK MANTIK

Bireylerin düşünce sistemindeki farklılıklar, hedeflerindeki belirsizlikler bulanıklık kavramıyla açıklanır. “Bulanık Mantık” kavramı ise ilk kez 1965’te kullanılmıştır [32]. Dünyada insanoğlunun karşılaştığı olayların hemen hemen hepsi karmaşıktır. Bu karmaşıklık genel olarak belirsizlik, kesin düşünce veya karar verilemeyeiştten kaynaklanmaktadır. Bulanık mantık soğuk-sıcak, hızlı-yavaş, yüksek-alçak gibi ikili değişkenlerden oluşan keskin dünyayı, az soğuk-az sıcak, az hızlı-az yavaş, az yüksek-az alçak gibi esnek niteleyicilerle gerçek dünyaya benzetir [33].

Bulanık mantık, geleneksel mantıktaki gibi kesin doğru ve kesin yanlış arasındaki kısmi doğruluk değerlerini de kapsayan bir kümedir. Bulanık mantık, anlamı gibi puslu, bulutlu, belirsiz düşünme yöntemi değil gerçekten tam aksidir. Bir şeyi tamamen anlamak çok karmaşıklarıyorsa, o şey daha sonra belirsizleşir. Çok karmaşık bir şey daha yanlış veya daha bulanık olacaktır. Bulanık mantık insan davranışlarının karmaşıklığından ortaya çıkan belirsizliklerle ilgilenmek için hassas bir yaklaşım sağlar [34].

Bulanık mantığın genel özellikleri Zadeh tarafından aşağıdaki gibi ifade edilmiştir [32]:

- Bulanık mantıkta, kesin değerlere dayanan düşünme yerine, yaklaşık düşünme kullanılır.
- Bulanık mantıkta her şey $[0, 1]$ aralığında belirli bir derece ile gösterilir.
- Bulanık mantıkta bilgi büyük, küçük, çok, az gibi dilsel ifadeler şeklindedir.
- Bulanık çıkarım işlemi dilsel ifadeler arasında tanımlanan kurallar ile yapılır.
- Her mantıksal sistem bulanık olarak ifade edilebilir.
- Bulanık mantık matematiksel modeli çok zor elde edilen sistemler için çok uygundur.

Bulanık mantık günlük hayatta olduğu gibi belirsiz, zamanla değişen, karmaşık, iyi tanımlanmamış sistemlerin denetimine basit çözümler getirir. Sistem basit bir matematiksel modelle tanımlanabilen bir sistemse o zaman geleneksel bir denetim yeterli olacaktır. Ama karmaşık bir sisteme geleneksel bir mantık uygulamak hem çok zor hem de yüksek maliyetlidir. Buna karşılık bulanık mantık denetimi geleneksel mantığa göre sistemi daha iyi analiz edebileceği gibi aynı zamanda da ekonomiktir. Bulanık mantığın avantajlarının yanı sıra bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Örnek olarak bulanık denetimde kullanılan kurallar deneyime çok bağlıdır. Ayrıca üyelik fonksiyonlarının seçiminde belirli bir yöntem yoktur. En uygun fonksiyon deneme ile bulunur. Bu da oldukça uzun bir zaman alabilir [32].

3.1. Bulanık Dilsel Değişkenler

Dilsel değişkenler, kelime ve kelime gruplarını sayılar gibi kullanan değişkenlerdir. Dilsel değişkenlerden, çok karmaşık olan ya da iyi tanımlanmamış durumları nicel olarak ifade etmede yararlanılır [35].

Günlük hayatta kesin değerlerden daha çok, önemi ortaya koyan ve insan düşünce sistemine çok yakın olan dilsel değişkenler ve dilsel terimler kullanılır. Bu nedenle insan düşünce sistemini modellemek için kelimeler dolayısıyla da dilsel ifadeler kullanılmaktadır [36].

Sayısal değişkenler sayısal değerleri kullanırken, dilsel değişkenler doğal kelimeleri kullanırlar ve değer olarak alırlar. Kelimeler sayılardan daha az kesin olduğundan, dilsel değişkenler geleneksel kantitatif terimler içinde tanımlanması sorunlu olan kompleks sistemleri karakterize etmek için bir araç olarak kullanılmaktadır [37].

Bir dilsel değişken, söylem uzayı X 'de tanımlanan bir bulanık sayı olan her değerli x 'in dilsel değerlerinin $T(x)$ terimi kümesi ve x değişkeninin ismi tarafından tanımlanmaktadır. Örneğin, sıcaklık bir dilsel değişken olarak alınır, sıcaklık kümesi (T), $T(\text{Sıcaklık}) = \{\text{yüksek, orta, düşük, ...}\}$ şeklinde olacaktır [37].

3.2. Bulanık Kümeler

Bulanık küme, üyeleri kesin olarak belirli olmayan fakat aday üyelerinin bu kümeye üyelik derecelerinin bilindiği bir kümedir [38]. Bir nesnenin bir kümeye üye olup olmaması klasik kümelerde karakteristik fonksiyonla gösterilir. Eğer bir nesne kümenin elemanı ise karakteristik fonksiyon 1, kümenin elemanı değil ise karakteristik fonksiyonu 0'dır. Karakteristik fonksiyon Eş. 3.1'deki gibi gösterilir [34].

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1 & x \in A \\ 0 & x \notin A \end{cases} \quad (3.1)$$

X evrensel kümesi x elemanlarından oluşur. x elemanının X evrensel kümesinde olmasına göre karakteristik fonksiyon 0 ve 1 değerlerini alır [34].

$$\mu_A(x): X \rightarrow \{0,1\} \quad (3.2)$$

3.2.1. Üyelik fonksiyonu

Bulanık kümede her bir öğenin, bulanık kümeye ait olma dereceleri vardır. Bu dereceler üyelik fonksiyonu ile belirlenir. Bulanık küme teorisinde herhangi bir x elemanının bulanık kümeye tamamen ait (üyesi) olmak zorunda değildir, her bir elemanın kendine ait bir üyelik derecesi (değeri) vardır [32].

Geleneksel kümeler ile bulanık kümeler arasındaki en temel fark üyelik fonksiyonlarıdır. Geleneksel bir küme sadece bir üyelik fonksiyonu ile nitelenebilirken, bulanık bir küme teorik olarak sonsuz sayıda üyelik fonksiyonu ile nitelenebilir [32].

Bulanık kümelerin normal ve dışbükey olması özellikleri göz önünde tutularak matematik tanımları da yapılabilir. Normal bulanık kümede en azından üyelik derecesi 1'e eşit olan bir tane öge bulunmalıdır. İkinci özellik olan dışbükey bulanık

kümelerde ise üyelik fonksiyonu verilen bir kümenin sınır değerlerinde sürekli artar, azalır veya üçgen üyelik fonksiyonunda olduğu gibi önce sürekli olarak 0'dan 1'e eşit oluncaya kadar artar, 1'den sonraki sınır değerine kadar olan öğeler için sürekli azalır [39].

Üçgen üyelik fonksiyonu

Üçgensel bulanık sayı $x = (a, c, d)_T$ olarak tanımlanır. Burada a merkez, c sol yayılma, d sağ yayılma ve T üçgensel bulanık sayı anlamında kullanılır. A bulanık küme, $x \in A$ olmak üzere, üçgensel bulanık sayı x 'in üyelik fonksiyonu $\mu(x)$,

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a - c \\ 1 - \frac{a-x}{c}, & a - c \leq x \leq a \\ 1 - \frac{x-a}{d}, & a \leq x \leq a + d \\ 0, & x \geq a + d \end{cases} \quad (3.3)$$

biçiminde tanımlanır [35].

Üçgensel bulanık sayıların bazı önemli cebirsel özellikleri [40]:

- İki üçgensel bulanık sayının toplanması ya da çıkarılması işlemleri sonucunda yine üçgensel bulanık bir sayı elde edilir.
- Üçgensel bulanık sayıların çarpılması, bölünmesi ya da tersinin alınması işlemleri sonucunda her zaman üçgensel bulanık bir sayı elde edilmeyebilir.
- Üçgensel bulanık sayıların maksimum ya da minimum işlemleri sonucunda her zaman üçgensel bulanık sayı elde edilmeyebilir.

Yamuk üyelik fonksiyonu

Yamuksal bulanık sayı $x = (a_l, a_u, c, d)_{Tr}$ olarak tanımlanır. Burada c sol yayılma, d sağ yayılma ve Tr yamuksal şekle adaylığı gösterir. A bulanık küme, $x \in A$ olmak üzere, yamuksal bulanık sayı x 'in üyelik fonksiyonu $\mu(x)$,

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a_l - c \\ 1 - \frac{a_l - x}{c}, & a_l - c \leq x \leq a_l \\ 1, & a_l \leq x \leq a_u \\ 1 - \frac{x - a_u}{d}, & a_u \leq x \leq a_u + d \\ 0, & x \geq a_u + d \end{cases} \quad (3.4)$$

biçiminde tanımlanır [35].

Bu yamuksal bulanık sayının α kesmesi Eş. 3.5'te verildiği gibidir [35].

$$A_\alpha = [(c\alpha + a_l - c), (-d\alpha + a_u + d)] \quad (3.5)$$

4. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME

Çok kriterli karar verme, anlam olarak bir alternatif kümesinden birden fazla ve aynı anda uygulanan kriterlere bağlı olarak en iyi tercihin seçilmesine imkân sağlayan bir araçtır [4]. Pratik uygulamaları olduğu kadar teorik gelişimi açısından Karar Analizi alanında çok hızlı bir gelişme sahip ve güçlü mantık yapısı ile karar tespitlerindeki başarısıyla kendini kabul ettirmiş olan ÇKKV geniş uygulama alanı olan bir yapı sunmaktadır [41].

Çok kriterli karar verme, seçme, sıralama ve sınıflandırma problemlerinde uygulanabilir. Sıralanan problem çeşitlerinde karar vericinin amaçları farklıdır. Seçme probleminde amaç en iyi alternatifi bulmak, sıralama probleminde en iyiden en kötüye sıralamak ve sınıflandırmada amaç doğrultusunda alternatifleri ayırmaktır. Çok kriterli karar verme problemleri alternatif sayısına bağlı olarak çok amaçlı karar verme ve çok ölçütlü karar verme şeklinde sınıflandırılırlar.

Çok amaçlı karar verme; alternatiflerin bir matematiksel program yapısı içinde dolaylı olarak tanımlandığı ve sonsuz sayıda alternatif olduğu sürekli durumlarda karar vermeye dayanır. Örneğin stok probleminde tanımlayabileceğimiz iki amaçtan biri stok seviyesini düşürmek iken diğeri stok dışı kalmamaktır. Bu problemde sonsuz sayıda alternatif vardır.

Çok ölçütlü karar verme; sonlu sayıda seçeneğin seçme, sıralama, sınıflandırma, önceliklendirme ve eleme amacıyla genellikle ağırlıklandırılmış birbiriyle çelişen ve aynı ölçü birimi kullanmayan hatta bazıları nitel değerler olan çok sayıda ölçüt kullanarak değerlendirilmesi işlemidir. Nitel ve nicel kriterleri aynı anda kullanabilmesi en önemli özelliğidir. Örneğin personel seçimi probleminde kriterler önceden belirlidir ve sonlu sayıda alternatif vardır. Çok ölçütlü karar verme problemleri matematiksel optimizasyon yöntemleri gerektirmeyebilir. Puanlama modelleri, AHP, ANP, TOPSIS, ELECTRE ve VIKOR bu grupta sayılan yöntemlerdir.

Çok kriterli karar verme problemlerine günlük hayatın birçok yerinde rastlamak mümkündür. Çok kriterli karar verme, çok sayıda kriter ile alternatifleri bir araya getirerek eş zamanlı olarak çözebilen bir yapıya sahip olduğundan, uygulama alanı olarak kişisel kararlardan işletmelerin verdikleri stratejik ve kritik kararlara kadar çeşitlilik göstermektedir [4]. Çok kriterli karar vermenin amacı, karar verme sürecini sistematik bir şekilde yürütmektir. Birden çok karar vericinin bulunduğu ortamlarda ortak bir platform yaratarak iletişimi kolaylaştırır ve dağınık veriyi değerlendirmede karar vericiye büyük kolaylık sağlar.

4.1. VIKOR Yöntemi

VIKOR (VIseKriterijumsa Optimizacija I Kompromisno Resenje), karmaşık sistemlerin çok ölçütlü optimizasyonu için geliştirilen çok ölçütlü bir karar verme yöntemidir. Yöntem, farklı kriterlere bağlı olarak seçilen alternatifler kümesinde elemanların sıralanması ve seçimi üzerine kuruludur [7].

Çok kriterli karar vermede kullanılan VIKOR yöntemi, 1998 yılında Opricovic tarafından önerilmiştir. Yöntem, birbiri ile çelişen kriterler altında alternatifleri sıralayarak en uygun alternatifin seçimine odaklanmaktadır [7]. Yöntemin amacı, sıralamada ve seçimde uzlaştırıcı çözümü bulabilmektir. İlk kez Yu (1973) tarafından önerilen uzlaştırıcı çözüm kavramı, ideal çözüme yakınlık derecesinin ölçümüne dayanmaktadır. VIKOR yöntemi de benzer prensibe dayanan çok kriterli bir sıralama indeksi kullanmaktadır [42].

Uygulamalarda çoğu kez ölçülemeyen (noncommensurable) ve birbirinden farklı birimlere sahip kriterlerle karşılaşılır. Aynı zamanda, uygulama için belirlenen çözümün tüm kriterleri aynı anda tatmin edememesi de karşılaşılan bir durumdur. Bu gibi durumlarda VIKOR yöntemi karar vericiye final kararını almasında yardımcı olacak "uzlaşık çözüm" ü sunar. Buradaki "uzlaşık" tabiri, bir alternatif üzerinde ortak bir kabul ile anlaşmaya varıldığı anlamındadır [5].

Bu yöntem birbirleri ile çelişen kriterler olduğunda seçenekler arasından seçim ve sıralama yapmaya odaklanmıştır. Temeli “ideal çözüme yakınlık” ölçümüne dayanan çok kriterli karar sıralama indeksi(dizini) olarak da tanıtılır [34]. Birbirleri ile çelişen kriterlerin olduğu problemlerde uzlaşık çözüm, karar vericilerin son kararlarına ulaşmalarına yardım edebilir. VIKOR yöntemi, alternatifler kümesinden birinin seçilmesi ya da alternatiflerin sıralanmasını ele alır. Her alternatifin her kriter için değerlendirildiği varsayımı altında, ideal alternatife yakınlık değerleri karşılaştırılarak uzlaşık sıralamaya ulaşılır [6].

VIKOR yönteminin hangi durumlara uygunluk göstereceği hakkında aşağıdaki bilgiler fikir vermektedir [5];

- Zıt görüşlerin bulunduğu karar verme ortamında uzlaşma kabul edilebilir olmalıdır.
- Karar verici ideale en yakın alternatifi çözüm olarak kabul edebilmelidir.
- Her kriter ile karar vericinin faydası arasında doğrusal bir ilişki bulunmalıdır.
- Kriterler çelişkili, ölçeklendirilemeyen veya farklı birimlerde olabilir.
- Alternatifler, belirlenen tüm kriterlere göre değerlendirilebilir olmalıdır.
- Karar vericinin ağırlık vermesi ile sisteme dahil olması sağlanır.
- VIKOR yöntemi, karar verici müdahil olmadan başlatılabilir. Fakat yöntem sonuçlarının onaylanmasında yetkiyi ele almalıdır.

4.2. VIKOR Yöntemi Aşamaları

VIKOR yöntemi, "ideale yakınlık" temel alınarak "çok kriterli sıralama puanlaması" (multi-criteria ranking index) yapılması ile uzlaşık sıralı liste ve uzlaşık çözüm saptaması yapar [43]. VIKOR yöntemi bir toplam fonksiyon kullanan Lp-metriği ile başlar. Uygun alternatiflerin A_1, A_2, \dots, A_j ile gösterildiğini varsayalım. A_j alternatifinin performans skoru ve i . kriter f_{ij} ile ifade edildiğinde w_i i . kriterin ağırlığı (görelî önem) olur. Burada $i = 1, 2, \dots, n$ ve n kriterlerin sayısıdır. Duckstein ve Opricovic (1980) tarafından geliştirilen Lp-metrik formu aşağıdaki gibi formüle edilir [7]:

$$L_i^p = \left\{ \sum_{j=1}^n [w_j (|f_i^* - f_{ij}|) / (|f_i^* - f_i^-|)]^p \right\}^{\frac{1}{p}} \quad 1 \leq p \leq \infty; \quad i=1,2,\dots,i \quad (4.1)$$

VIKOR yöntemi sıralama ölçümünde sadece bu formülü değil, $L_p=1$ için Eş. 4.4 ve $L_p=\infty$ için de Eş. 4.5 formülünü kullanır.

VIKOR yönteminde izlenen adımlar aşağıda özetlenmiştir [7]:

Adım 1: $i=1,2,\dots,n$ olmak üzere her bir kriter için en iyi f_i^* ve en kötü f_i^- değerleri Eş. 4.2 ve Eş. 4.3'e göre belirlenir.

$$f_i^* = \max_i f_{ij}, \quad f_i^- = \min_i f_{ij}, \text{ eğer } i. \text{ Fonksiyon bir kazancı gösterirse,} \quad (4.2)$$

$$f_i^* = \min_i f_{ij}, \quad f_i^- = \max_i f_{ij}, \text{ eğer } i. \text{ Fonksiyon bir maliyeti gösterirse,} \quad (4.3)$$

Adım 2: $i=1,2,\dots,j$ için S_i ve R_i değerleri Eş. 4.4 ve Eş. 4.5'e göre hesaplanır.

$$S_i = L_i^{p=1} = \sum_{j=1}^n w_j (f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f_i^-) \quad (4.4)$$

$$R_i = L_i^{p=\infty} = \max_j [w_j (f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f_i^-)] \quad (4.5)$$

Burada w_j görelî önem ağırlığını gösteren kriter ağırlıkları anlamına gelmektedir. p küçük olduğunda ($p=1$ gibi) grup faydasını, p arttığında kişisel pişmanlıkları /boşlukları (gaps) vurgular [7].

$\min_i L_i^p$ uzlaşık çözümü tercih edilecektir. Çünkü bu değer ideal/istek seviyesine en yakın olandır. Diğer bir ifade şekliyle, $\min S_i$ en büyük grup faydasını, $\min R_i$ en büyük kişisel pişmanlıklar arasından en küçüğünü seçmeyi ifade etmektedir. Gerçekte kriterler, karar vericinin maksimizasyonla ilgilendiği durumda "fayda" tipi olarak, minimizasyonla ilgilendiği durumda da "maliyet" tipi olarak değerlendirilir [44].

Adım 3: $i=1,2,\dots,i$ için Q_i değerleri Eş. 4.6'ya göre belirlenir.

$$Q_i = \frac{v(S_i - S^*)}{S^- - S^*} + (1 - v)(R_i - R^*) / (R^- - R^*) \quad (4.6)$$

Burada $S^* = \min_i S_i$, $S^- = \max_i S_i$, $R^* = \min_i R_i$, $R^- = \max_i R_i$ olarak ifade edilmektedir. v değeri ise maksimum grup faydasını sağlayan strateji için ağırlık anlamına gelmektedir.

Adım 4: S , R ve Q değerleri küçükten büyüğe doğru sıralanarak üç tane sıralama listesi oluşturulur.

Adım 5: Eş. 4.7'de verilen koşul sağlanırsa ve A^1 alternatifi S ve R sıralamasında da en iyi sıradaysa Q 'ya göre sıralamada en iyi olan (minimum) A^1 alternatifi uzlaşık çözüm olarak kabul edilir [7]:

C1. Kabul edilebilir avantaj

$$Q(A^{(2)}) - Q(A^{(1)}) \geq DQ \quad (4.7)$$

$$DQ = 1/(i - 1) \quad (4.8)$$

Burada i alternatif sayısı ve A^2 ise Q indeksine göre sıralamada 2. sırayı alan alternatiftir.

C2. Karar vermede kabul edilebilir istikrar

$A^{(1)}$ alternatifi aynı zamanda S ve/veya R sıralamasında da en iyi sırada olmalıdır. Bu durum uzlaşık çözümün karar vermede kabul edilebilir istikrara sahip olduğu anlamına gelir. Eğer bu koşullardan birisi sağlanmazsa uzlaşık çözümler kümesinden bahsedilir:

Eğer sadece $C2$ koşulu sağlanmazsa $A^{(1)}$ ve $A^{(2)}$ alternatifleri,

Eğer CI koşulu sağlanmazsa $A^{(M)}, Q(A^{(M)}) - Q(A^{(1)}) < DQ$ ilişkisini sağlayan maksimum M değeri olmak üzere $A^{(1)}, A^{(2)}, \dots, A^{(M)}$ alternatifleri uzlaşık çözümler kümesini oluşturur.

4.3. Bulanık VIKOR Yöntemi

Karar verme farklı kişilerden farklı bakış açıları gerektirir. Çoğu organizasyonel kararlar grup ortamında verilir [45]. Çok karar vericili karar verme durumlarında, karar vericilerin kararı genellikle nitel yapıdadır ve kesin sayısal değerlerle ifade edilemez. Bu durumda dilsel değerlendirme sayısal değerlendirmeden daha iyi bir seçenektir [42]. Ayrıca birçok durumun modeli belirsiz, hatalı, kesin olmayan, yetersiz ve eksik olabilir. Bulanık küme kavramı belirsizlik ve bulanıklık problemlerinde en etkili metot olarak kabul edilir.

Klasik çok kriterli karar verme tekniklerinde olduğu gibi VIKOR yönteminde de kriterlerin ağırlıklarının kesin olarak bilindiği varsayılmaktadır. Ancak, gerçek yaşam problemlerinin birçoğunda kesin verilere ulaşmak güçleşmektedir. Tercihleri içeren insan kararları genellikle muğlâktır ve kesin sayısal değerlerle ifade etmeyi zorlaştırmaktadır. Bu tür problemlerde karar verici, kesin olmayan veya belirsiz bilgiyi de dikkate almalıdır. Kesin olmayan veya belirsiz bilgiyi çözüme dâhil etmenin yöntemlerinden biri de dilsel değerlendirmeleri kullanmaktır [34].

Bulanık VIKOR yönteminin temeli bulanık mantık ve VIKOR yöntemine dayanır. Bulanık VIKOR yöntemi, mantıklı, sistematik süreçler ile bulanık çok kriterli karar verme problemlerinde en iyi çözüm ve uzlaşma çözümünü bulabilmek için geliştirilmiştir. Geliştirilen Bulanık VIKOR yöntemi, gerçek örgütsel şartlarda, bir karar verme problemi için, karar vericilerin sunulan çözümlerden bir tanesine karar vermesine olanak sağlar [36].

4.4. VIKOR ve Bulanık VIKOR Yöntemleri Kullanılarak Yapılmış Çalışmalar

Literatür'de Tzeng ve Opricovic [45]'in geliştirdikleri proje VIKOR yönteminin uygulandığı ilk çalışmadır. Çalışma, "Toplu taşıma araçları için yakıt seçim problemi" gelişen teknoloji ile ortaya çıkan yeni yakıt sistemlerinden toplu taşıma araçları için en uygun olanının seçimi üzerinedir. Tzeng ve Opricovic [46], VIKOR yöntemini, kriter ağırlıklarının sabit aralıklarda değiştirilmesine dayalı olarak geliştirmişlerdir. Çalışmalarında kriter ağırlıklarına 5 değişik puanlama yapmışlardır ve sonuçları karşılaştırmışlardır. Ağırlıklandırmada yapılan bu yenilik yöntemin güvenilirliğini artırmıştır. Büyüközkan ve Ruan [43], 5 farklı ERP yazılımı arasında sıralama yapmışlardır. Seçilen kriterler için veriler anket yöntemi ile toplanmıştır. Chen ve Chen [47], VIKOR yöntemini üniversite seçimi probleminde uygulamışlardır. Ertuğrul ve Karakaşoğlu [6], ticari bir bankanın 18 şubesinin performanslarını VIKOR yöntemi ile sıralamışlardır. Chen ve Wang [48], VIKOR yöntemini kullanarak bilgi sistemleri alanında bir uygulama yapmışlardır. Kaya ve Kahraman [49], bulanık VIKOR ve AHP yöntemlerini birlikte kullanmışlardır. Şehir içi orman yeri seçimi probleminde orman oluşturma maliyetinin fazla olması yer seçeneklerinin az olması bakımından bu yöntemlerin kullanılması faydalı olmuştur. Cristobal [50], VIKOR yöntemini kullanarak yenilenebilir enerji projesi üzerinde çalışmıştır. VIKOR yönteminin ilk uygulayıcılarından Opricovic [51], yöntemi kullanarak yaptığı çalışmasında Mlava Nehri üzerine kurulacak baraj için baraj yeri ve yüksekliği parametrelerini göz önünde bulundurarak 6 alternatif geliştirmiştir. Uygulama içine uzman görüşlerinin girmesi ile bulanık VIKOR yöntemine örnek olarak gösterilebilir. Yücenur ve Demirel [52], çalışmalarında Türkiye'de rekabet halinde olan beş özel sigorta şirketi arasından VIKOR yöntemini kullanarak seçim yapmışlardır. Uygulama bulanık VIKOR yöntemine bir örnek teşkil etmektedir. Bazzazi ve ark. [53], VIKOR yöntemi ile demir madenlerinde kullanılacak araçların seçimi problemi üzerine çalışmışlardır. Liou ve Chuang [54], VIKOR yöntemini, ANP ve DEMATEL yöntemleri ile birleştirerek bir hibrid model oluşturmuşlardır ve oluşturdukları bu hibrid modeli iç ve dış seferleri olan bir havayolu şirketinin aktarmalı dış uçuşları için ortak havayolu şirketi seçimi üzerine bir problemde uygulamışlardır. Hsu ve

ark. [55], VIKOR-DANP(DEMATEL based ANP) melez modelini kullanmışlardır. Model bu defa tedarikçi seçiminde kullanılmıştır. Tsai ve ark. [56], Tayvan Milli park web sitesinin analizi için DEMATEL, ANP ve VIKOR'dan oluşan hibrid bir model kullanmışlardır. Yang ve ark. [57], bilgi gizliliği risk kontrol sistemlerinin değerlendirilmesi amacıyla bir model oluşturmuşlardır. ISRCAM adı verilen melez metot, VIKOR, ANP ve stokastik bir model olan DEMATEL metotlarının bir araya getirilmesi ile oluşturulmuştur. Kuo [58], Çin hava yollarının servis kalitesini yükseltmek ve sistemdeki eksiklikleri belirlemek amacıyla VIKOR, GRA (Grey Relational Analysis) ve bulanık veri zarflama yöntemlerini kullanarak deneysel bir çalışma yapmıştır. Uygulama sonuçları, servis kalitesinin artırılması ve zafiyetlerin gözlenmesinde faydalı olmuştur. Chiu ve ark. çalışmalarında [59], e-store işletmeciliğinde müşteri memnuniyetsizliğini azaltmak için stratejilerin geliştirilmesi ve değerlendirilmesinde VIKOR, ANP ve DEMATEL yöntemlerini kullanarak hibrid bir model oluşturmuşlardır. Bu çalışma, yeniden tasarım yönetimi, yeniden mühendislik servisi ve pazarlama stratejilerinin gelişimini yansıtmak için yöneticilere yardım edecek bir yapıya sahiptir.

5. HALK OTOBÜSÜ SEÇİMİ İÇİN ÖNERİLEN MODEL

5.1. Bulanık VIKOR Yönetimi Adımları

Halk otobüsü seçimi için önerilen bulanık VIKOR yönteminin akış şeması Şekil 5.1'de verilmiştir. Önerilen yöntemde aşağıdaki adımlar sırası ile izlenmektedir.

Adım 1: Karar vericiler grubu oluşturulur, alternatifler ve değerlendirme kriterleri belirlenir.

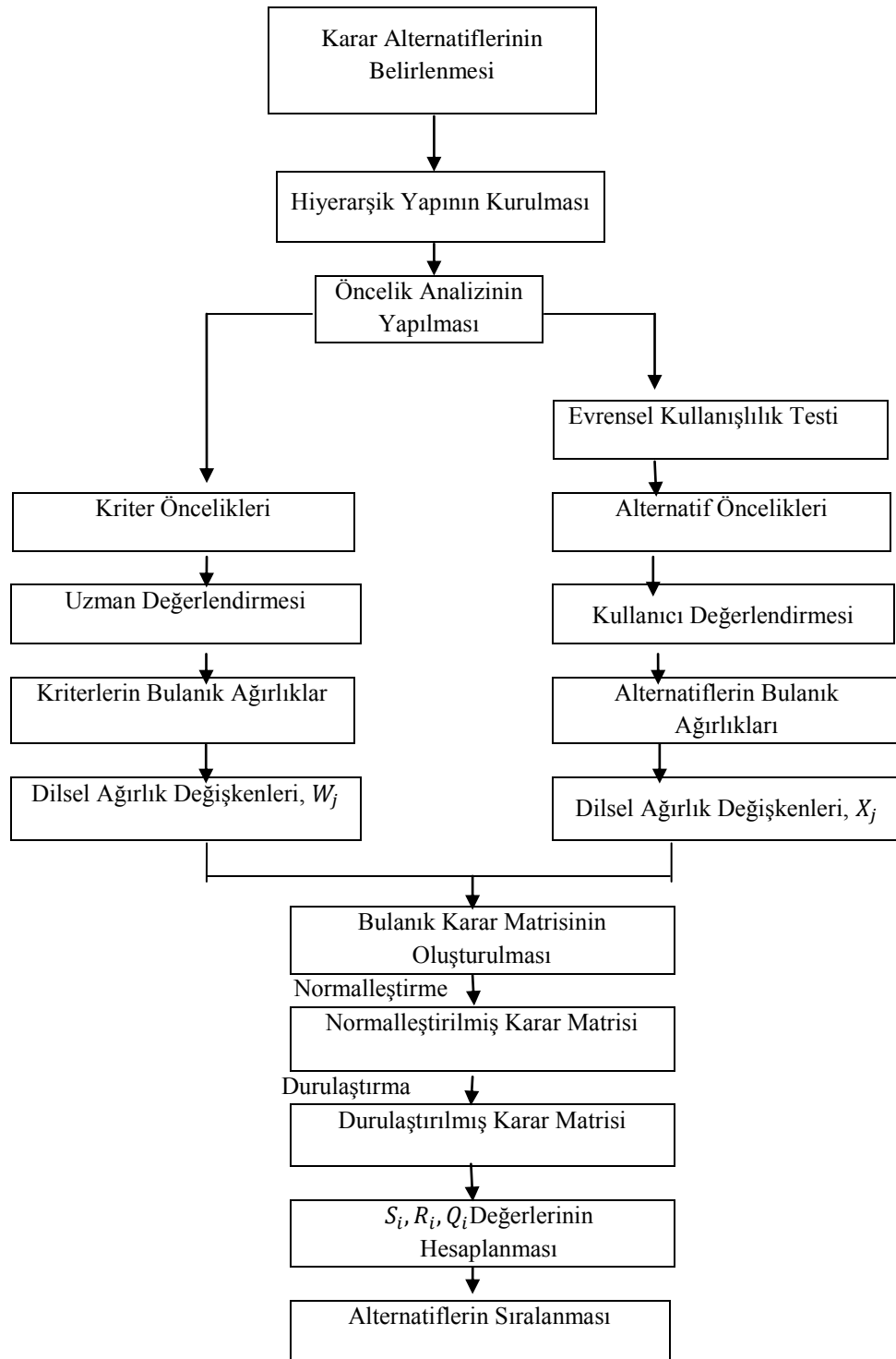
Adım 2: Dilsel değişkenler ve onlara ilişkin bulanık sayılar tanımlanır. Dilsel değişkenler, kriterlerin ağırlığını belirlemek ve alternatifleri derecelendirmek için kullanılır. Çizelge 5.1 ve 5.2, kriterlerin ağırlığını ve alternatiflerin derecelerini belirlemede kullanılan dilsel değişkenleri ve yamuksal bulanık sayıları göstermektedir.

Çizelge 5.1. Kriterler için dilsel değişkenler ve karşılık gelen bulanık sayılar

Dilsel Değişkenler	Bulanık Sayılar
Çok Kötü (ÇK)	(0.0, 0.0, 0.1, 0.2)
Kötü (K)	(0.1, 0.2, 0.2, 0.3)
Orta Derece K. (OK)	(0.2, 0.3, 0.4, 0.5)
Eşit (E)	(0.4, 0.5, 0.5, 0.6)
Orta Derece İ. (Oİ)	(0.5, 0.6, 0.7, 0.8)
İyi (İ)	(0.7, 0.8, 0.8, 0.9)
Çok İyi (Çİ)	(0.8, 0.9, 1.0, 1.0)

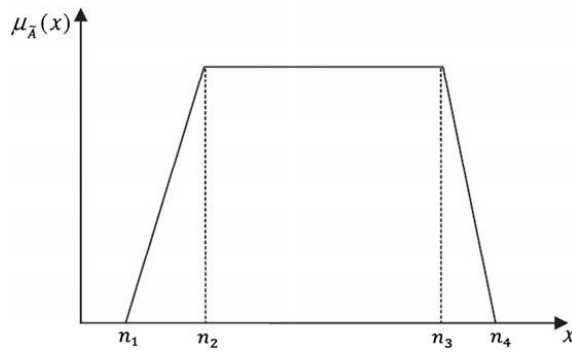
Çizelge 5.2. Alternatifler için dilsel değişkenler ve karşılık gelen bulanık sayılar

Dilsel Değişkenler	Bulanık Sayılar
Çok Düşük (ÇD)	(0.0, 0.0, 0.1, 0.2)
Düşük (D)	(0.1, 0.2, 0.2, 0.3)
Neredeyse D. (ND)	(0.2, 0.3, 0.4, 0.5)
Orta (O)	(0.4, 0.5, 0.5, 0.6)
Neredeyse Y. (NY)	(0.5, 0.6, 0.7, 0.8)
Yüksek (Y)	(0.7, 0.8, 0.8, 0.9)
Çok Yüksek (ÇY)	(0.8, 0.9, 1.0, 1.0)



Şekil 5.1. Önerilen Modelin Akış Şeması

Yamuksal bulanık sayılar $\{(n_1, n_2, n_3, n_4) | n_1, n_2, n_3, n_4 \in R; n_1 \leq n_2 \leq n_3 \leq n_4\}$ sırasıyla en düşük olasılık, en ümit verici olasılıklar ve en yüksek olasılıktır ve Şekil 5.1'de gösterilmiştir [60]. Yamuksal bulanık sayılar bulanık sayıların en genel uygulamasıdır. Genellikle yamuksal bulanık sayıların özel bir şekli olan üçgensel bulanık sayılar kullanılır. Yamuksal bulanık sayılar üçgensel bulanık sayılara göre daha fazla belirsizliği içine alır. Lineer belirsizlikleri modellemede ve mühendislik problemleri uygulamada kullanılır [60].



Şekil 5.2. Yamuksal Bulanık Sayılar

Adım 3: Karar vericilerin tercihleri ve fikirleri birleştirilir. Her bir kriterin bütünleştirilmiş bulanık ağırlığı Eş. 5.1-Eş. 5.5'te verilen formüller ile hesaplanır. Burada k karar verici sayısıdır [61].

$$W_j = \{W_{j1}; W_{j2}; W_{j3}; W_{j4}\}; \quad (5.1)$$

$$W_{j1} = \min\{W_{jk1}\} \quad (5.2)$$

$$W_{j2} = \frac{1}{k} \sum W_{jk2} \quad (5.3)$$

$$W_{j3} = \frac{1}{k} \sum W_{jk3} \quad (5.4)$$

$$W_{j4} = \max\{W_{jk4}\} \quad (5.5)$$

i . alternatifin j . kriterine göre önem ağırlığı ise Eş. 5.6-Eş. 5.10'da verilen formüller ile hesaplanır.

$$X_{ij} = \{X_{ij1}; X_{ij2}; X_{ij3}; X_{ij4}\}; \quad (5.6)$$

$$X_{ij1} = \min\{X_{ijk1}\} \quad (5.7)$$

$$X_{ij2} = \frac{1}{k} \sum X_{ijk2} \quad (5.8)$$

$$X_{ij3} = \frac{1}{k} \sum X_{ijk3} \quad (5.9)$$

$$X_{ij4} = \max\{X_{ijk4}\} \quad (5.10)$$

Adım 4: Bulanık karar matrisi oluşturulur.

$$\tilde{D} = \begin{matrix} C_1, \dots, \dots, \dots, C_k \\ \begin{bmatrix} \tilde{X}_{11} & \dots & \tilde{X}_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{X}_{m1} & \dots & \tilde{X}_{mk} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (5.11)$$

$$i = 1, 2, \dots, m; \quad j = 1, 2, \dots, k$$

$$\tilde{W} = [\tilde{W}_1, \tilde{W}_2, \dots, \tilde{W}_k], \quad j = 1, 2, \dots, k \quad (5.12)$$

Burada \tilde{X}_{ij} , C_j kriterine göre A_i alternatifinin derecesi; \tilde{W}_j , j . kriterin önem ağırlığıdır.

Adım 5: Değerlerin ortak ölçeğine sahip olmak için, aynı standartlarda ölçülemeyen kriterler ölçülebilir duruma dönüştürülmelidir. Bunun için normalleştirme uygulanır. VIKOR yönteminde genellikle Eş. 5.13-Eş. 5.16'da verilen lineer normalleştirme kullanılır.

Normalizasyon yönteminde minimum değeri istenen kriterler maliyet kriterleri (C), maksimum değeri istenen kriterler fayda kriterleri (B) olarak belirtilir [60].

$$u_{ij} = \left(\frac{x_{ij1}}{x_{ij4}^-}, \frac{x_{ij2}}{x_{ij4}^-}, \frac{x_{ij3}}{x_{ij4}^-}, \frac{x_{ij4}}{x_{ij4}^-} \right), C_j \in B \quad (5.13)$$

$$u_{ij} = \left(\frac{x_{ij1}}{x_{ij1}^+}, \frac{x_{ij2}}{x_{ij1}^+}, \frac{x_{ij3}}{x_{ij1}^+}, \frac{x_{ij4}}{x_{ij1}^+} \right), C_j \in C \quad (5.14)$$

$$x_{ij4}^+ = \max_i \{ \text{karar matrisi} \}, C_j \in B \quad (5.15)$$

$$x_{ij1}^- = \min_i \{ \text{karar matrisi} \}, C_j \in C \quad (5.16)$$

Adım 6: Kriter ağırlıkları ve kriter bazında alternatif ağırlıkları Eş.5.17’de verilen formüle göre durulaştırılır [60]:

$$\text{Defuzz}(X_{ij}) = \frac{\int \mu(x).xdx}{\int \mu(x)dx} \quad (5.17)$$

$$\begin{aligned} &= \frac{\int_{x_{ij1}}^{x_{ij2}} \left(\frac{x - x_{ij1}}{x_{ij2} - x_{ij1}} \right) .xdx + \int_{x_{ij2}}^{x_{ij3}} xdx + \int_{x_{ij3}}^{x_{ij4}} \left(\frac{x_{ij4} - x}{x_{ij4} - x_{ij3}} \right) .xdx}{\int_{x_{ij1}}^{x_{ij2}} \left(\frac{x - x_{ij1}}{x_{ij2} - x_{ij1}} \right) dx + \int_{x_{ij2}}^{x_{ij3}} dx + \int_{x_{ij3}}^{x_{ij4}} \left(\frac{x - x_{ij1}}{x_{ij2} - x_{ij1}} \right) dx} \\ &= \frac{-x_{ij1}x_{ij2} + x_{ij3}x_{ij4} + \frac{1}{3}(x_{ij4} - x_{ij3})^2 - \frac{1}{3}(x_{ij2} - x_{ij1})^2}{-x_{ij1} - x_{ij2} + x_{ij3} + x_{ij4}} \end{aligned}$$

Adım 7: En iyi değer f_i^* ve en kötü değer f_i^- Eş.5.18’e göre belirlenir.

$$f_i^* = \max_j x_{ij}, \quad f_i^- = \min_j x_{ij} \quad (5.18)$$

Adım 8: S_i, R_i ve Q_i değerleri Eş. 5.19-Eş. 5.21’de verilen formüllere göre hesaplanır.

$$S_i = \sum_{j=1}^n w_j (f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f_i^-) \quad (5.19)$$

$$R_i = \max_i [w_j (f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f_{ij}^-)] \quad (5.20)$$

$$Q_i = \frac{v(S_i - S^*)}{S^- - S^*} + \frac{(1-v)(R_i - R^*)}{R^- - R^*} \quad (5.21)$$

Burada, S_i değerleri grup faydasını ifade eder. S_i 'nin maksimum değeri maksimum grup faydasını verir. R_i değerleri karşıt görüştekilerin pişmanlığını ifade eder. R_i 'nin minimum değeri minimum karşıt görüş pişmanlığıdır. Q_i ise grup faydası ve pişmanlığı birlikte ele alan VIKOR indeksidir. Q indeksi alternatiflerin sıralanmasında kullanılır. Bu indeksin en küçük değeri en iyi alternatifi göstermektedir.

v değeri maksimum grup faydasını sağlayan stratejinin ağırlığını ifade eder. Uzlaşma “çoğunluk oyu” ($v>0.5$) ile , “uzlaşma” ($v=0.5$) veya “veto” ($v<0.5$) ile sağlanabilir [62].

Adım 9: Uzlaştırıcı çözümün belirlenmesi. Eğer aşağıdaki iki koşul sağlanırsa, Q_i indeksi kullanılarak belirlenen çözüm, uzlaştırıcı çözümdür [63].

1.Koşul: Kabul edilebilir avantaj:

Eş. 5.22'de , $A^{(2)}$ Q sıralamasında 2. sırada yer alan alternatiftir.

$$Q(A^{(2)}) - Q(A^{(1)}) \geq \frac{1}{i-1} \quad (5.22)$$

2.Koşul: Karar vermede kabul edilebilir istikrar: $A^{(1)}$ alternatifi, S ve/veya R değerlerine göre yapılan sıralamada da en iyi alternatiftir. Bu uzlaştırıcı çözüm karar verme sürecinde istikrarlıdır.

Şartlardan biri sağlanmadığı zaman uzlaşık çözüm seti seçilir [63]:

Uzlaşık çözüm seti;

1- Eğer sadece 2. Koşul sağlanamıyorsa; karar vermede istikrar yoktur. $A^{(1)}$ ve $A^{(2)}$ alternatiflerinden,

2- Eğer 1. Koşul sağlanamıyorsa; $A^{(1)}$ karşılaştırmalı üstünlüğe sahip değildir. $A^{(1)}, A^{(2)}, \dots, A^{(m)}$ alternatiflerinden oluşur.

$A^{(m)}$; Eş. 5.23'ü sağlayan en büyük m alternatiftir.

$$Q(A^{(m)}) - Q(A^{(1)}) < \frac{1}{i-1} \quad (5.23)$$

6. UYGULAMA

6.1. Problemin Tanımı

Günlük yaşamda her türlü aktivite için ulaşım ihtiyacı duyulmaktadır. İnsanların bir araya gelmesini gerektiren sosyal, üretimsel, kültürel, dini her türlü faaliyet ulaşım gerektirir. Özellikle engellilerin günlük yaşamlarının sürdürebilmeleri, başkalarına muhtaç olmadan evlerinden çıkıp bütün ticari ve idari kamu binalarındaki işlerine gidip gelebilmeleri, sosyal-kültürel, spor, sağlık, dini faaliyetler gibi aktivitelerde bulunabilmeleri için her birey gibi ulaşılabilir olmaları gerekmektedir. Bu bölümde; engelliler başta olmak üzere her yaşta, her yetenek ve yeterlilikteki insanların beklenti ve ihtiyaçlarını karşılayacak halk otobüsü seçimi problemine yönelik bir uygulama yapılacaktır.






6.2. Kriterlerin Belirlenmesi

Halk otobüsü seçiminde dikkate alınan kriterler evrensel tasarım ilkeleri olarak belirlenmiştir. Bu kriterler ürün ya da çevre tasarımlarının evrensel tasarıma uygun olmasında dikkate alınırken, mevcut tasarımların da evrensel tasarıma uygunluğunu değerlendirmede faydalı olmaktadır.

6.3. Alternatiflerin Belirlenmesi

Önerilen modelin uygulamasında kullanılacak otobüs modelleri MERCEDES Conecto Solo, OTOKAR Kent LF, MAN Lion's City, BMC Procity, TEMSA Avenue olarak belirlenmiş ve Çizelge 6.1'de gösterilmiştir. Alternatif otobüs uzunlukları birbirine eşit olup 12 metredir ve tüm alternatifler markaların körüksüz modellerindedir.

Çizelge 6.1. Değerlendirme ve seçim yapılacak otobüsler

Alternatif 1		Mercedes Conecto Solo (12m)
Alternatif 2		Otokar Kent LF (12m)
Alternatif 3		Man Lion's City (12m)
Alternatif 4		Bmc Procity (12m)
Alternatif 5		Temsal Avenue (12m)

6.4. Uzman Grupların Oluşturulması

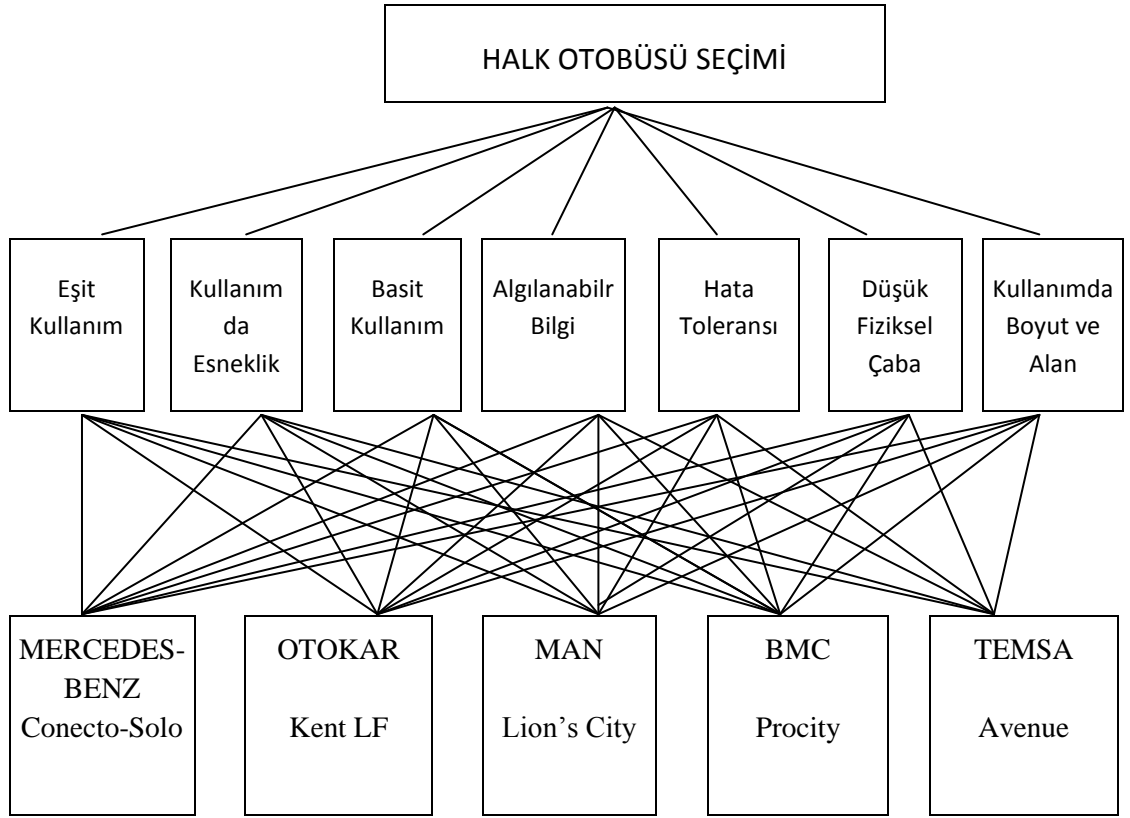
Bu adımda karar verici gruplar oluşturulmuştur. Kriter ağırlıklarının belirlenmesi için alanında en az 5 yıl deneyimli 5 uzman karar verici seçilmiştir. Kriter bazında otobüs alternatiflerinin değerlendirilmesi için kullanıcı grubu belirlenmiştir. Kullanıcı grubu 5 bayan 5 bay olmak üzere 10 kişiden oluşmaktadır. Bu kişilerin 3'ü sağlıklı, 7'si ise fiziksel engelli, hamile, paket, puset taşıyan kişilerdir. Kullanıcı grubunun her yaşta kullanıcıyı temsil etmesi için grup, 10 ile 68 yaş arası kişilerden oluşmaktadır.

6.5. Uygulama Adımları

Adım 1: Karar verici grupları oluşturulur, kriter ve alternatifler belirlenir. Karar verici k , alternatif i ve değerlendirme kriteri j kabul edilir.

Adım 2: Problemin hiyerarşik yapısı Şekil 6.2'de görüldüğü gibi kurulmuştur. Hiyerarşik yapının birinci seviyesi problemin amacını, ikinci seviyesi evrensel tasarım ilkeleri olan değerlendirme kriterlerini ve üçüncü seviye de otobüs alternatiflerini göstermektedir.

Adım 3: Kullanıcı grubunun otobüs alternatiflerini değerlendirebilmeleri için 'kullanıma uygunluk testi' uygulanmıştır. Bu test, insan yapımı ürünlerin performansının beklenti ve ihtiyaçları karşılama ölçüsü olarak kullanılmıştır. Test sonuçları Ek 1'de verilen anket yardımıyla toplanmış ve kullanıcılardan otobüsleri 7'li Likert ölçeğine göre değerlendirmeleri istenmiştir.



Şekil 6.2. Halk Otobüsü Seçme Probleminin Basit Hiyerarşik Yapısı

Adım 4: Çizelge 5.1 ve Çizelge 5.2’de verilen dilsel değişkenler ve bunlara karşılık gelen bulanık sayılar kullanılarak kriter ağırlıkları ve kriterler temelinde alternatif öncelikleri belirlenmiştir (Çizelge 6.2-6.3).

Çizelge 6.2. Kriterler için yapılan değerlendirmeler (Dilsel değişkenler)

	D1	D2	D3	D4	D5
C1 (Eşit kullanım)	Çİ	İ	İ	Çİ	Çİ
C2 (Esnek kullanım)	İ	OK	İ	İ	OK
C3 (Basit kullanım)	OK	OK	OK	İ	OK
C4 (Algılanabilir bilgi)	OK	İ	E	OK	OK
C5 (Hata toleransı)	İ	OK	OK	İ	Çİ
C6 (Düşük çaba)	Çİ	OK	İ	İ	Çİ
C7 (Kullanım için alan)	İ	OK	İ	OK	İ

Çizelge 6.3. Kriterler için yapılan değerlendirmeler (Bulanık ağırlıklar)

	D1	D2	D3	D4	D5
C1	(0.8,0.9,1,1)	(0.7,0.8,0.8,.9)	(0.7,0.8,0.8,0.9)	(0.8,0.9,1,1)	(0.8,0.9,1,1)
C2	(0.7,0.8,0.8,0.9)	(0.5,0.6,0.7,0.8)	(0.7,0.8,0.8,0.9)	(0.7,0.8,0.8,0.9)	(0.5,0.6,0.7,0.8)
C3	(0.5,0.6,0.7,0.8)	(0.5,0.6,0.7,0.8)	(0.5,.06,0.7,0.8)	(0.7,0.8,0.8,0.9)	(0.5,0.6,0.7,0.8)
C4	(0.5,0.6,0.7,0.8)	(0.7,0.8,0.8,0.9)	(0.4,0.5,0.5,0.6)	(0.5,0.6,0.7,0.8)	(0.5,0.6,0.7,0.8)
C5	(0.7,0.8,0.8,0.9)	(0.5,0.6,0.7,0.8)	(0.5,.06,0.7,0.8)	(0.7,0.8,0.8,.9)	(0.8,0.9,1,1)
C6	(0.8,0.9,1,1)	(0.5,0.6,0.7,0.8)	(0.7,0.8,0.8,0.9)	(0.7,0.8,0.8,0.9)	(0.8,0.9,1,1)
C7	(0.7,0.8,0.8,0.9)	(0.5,0.6,0.7,0.8)	(0.7,0.8,0.8,0.9)	(0.5,0.6,0.7,0.8)	(0.7,0.8,0.8,0.9)

Kullanıcı grubunun, alternatifleri evrensel kullanılabilirlik testi sonucuna göre değerlendirdikleri anket sonucuna göre toplanan ve dilsel ifade edilen deneyim ve görüşleri ile bu kararlara karşılık gelen bulanık sayılar Çizelge 6.4 ve Çizelge 6.5'te verilmiştir.

Çizelge 6.4. Alternatifler için yapılan değerlendirmeler (Dilsel değişkenler)

		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
K1	A1	Y	NY	O	Y	NY	Y	NY
	A2	O	O	ND	O	O	ND	O
	A3	NY	NY	O	O	Y	Y	Y
	A4	Y	Y	NY	NY	O	O	NY
	A5	O	NY	NY	ND	O	ND	ND
K2	A1	ND	D	ND	NY	NY	O	O
	A2	ND	ND	ND	O	O	D	D
	A3	O	NY	NY	NY	NY	Y	Y
	A4	D	D	ND	ND	ND	D	D
	A5	ND	ND	D	ND	ND	D	D
K3	A1	ÇY	Y	ÇY	ÇY	Y	Y	ÇY
	A2	Y	Y	Y	Y	NY	Y	NY
	A3	NY	Y	Y	Y	NY	NY	NY
	A4	O	O	O	NY	O	O	NY
	A5	NY	Y	Y	Y	NY	NY	NY
K4	A1	Y	Y	Y	NY	NY	NY	ÇY
	A2	Y	NY	NY	O	O	O	Y
	A3	O	O	ND	ND	ND	O	O
	A4	O	NY	NY	O	O	O	NY
	A5	Y	Y	Y	NY	O	O	O
K5	A1	Y	NY	NY	NY	NY	Y	Y
	A2	Y	NY	NY	Y	Y	Y	Y
	A3	NY	NY	O	O	O	Y	Y
	A4	NY	O	NY	O	NY	NY	NY
	A5	NY	O	NY	O	O	O	NY
K6	A1	NY	O	O	ND	ND	D	ND
	A2	ND	ND	D	ND	D	D	ND
	A3	D	ND	D	ÇD	ÇD	D	ÇD
	A4	ÇY	ÇY	Y	ÇY	O	O	NY
	A5	O	ND	O	NY	O	O	O
K7	A1	NY	NY	Y	Y	Y	NY	NY
	A2	Y	NY	Y	ÇY	Y	Y	Y
	A3	ÇY	ÇY	NY	NY	ÇY	ÇY	Y
	A4	Y	Y	NY	ÇY	Y	ÇY	ÇY
	A5	Y	NY	O	O	Y	NY	NY
K8	A1	Y	NY	O	NY	NY	Y	NY
	A2	O	O	ND	O	O	ND	O
	A3	NY	NY	O	O	Y	Y	NY
	A4	Y	Y	NY	NY	O	O	NY
	A5	O	NY	NY	ND	O	ND	ND
K9	A1	O	O	O	NY	NY	O	O
	A2	ND	ND	ND	O	O	D	D
	A3	O	NY	NY	O	NY	O	O
	A4	D	D	ND	ND	ND	D	D
	A5	O	O	ND	O	ND	ND	D
K10	A1	Y	Y	ÇY	Y	O	Y	Y
	A2	Y	Y	NY	O	O	O	Y
	A3	O	O	NY	O	Y	O	O
	A4	Y	NY	O	O	Y	O	Y
	A5	O	O	O	O	O	ND	O

Çizelge 6.5. Alternatifler için yapılan değerlendirmeler (Bulanık ağırlıklar)

		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
K1	A1	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)
	A2	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(2,3,4,5)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(2,3,4,5)	(4,5,5,6)
	A3	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)
	A4	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)
	A5	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(2,3,4,5)	(4,5,5,6)	(2,3,4,5)	(2,3,4,5)
K2	A1	(2,3,4,5)	(1,2,2,3)	(2,3,4,5)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)
	A2	(2,3,4,5)	(2,3,4,5)	(2,3,4,5)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(1,2,2,3)	(1,2,2,3)
	A3	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)
	A4	(1,2,2,3)	(1,2,2,3)	(2,3,4,5)	(2,3,4,5)	(2,3,4,5)	(1,2,2,3)	(1,2,2,3)
	A5	(2,3,4,5)	(2,3,4,5)	(1,2,2,3)	(2,3,4,5)	(2,3,4,5)	(1,2,2,3)	(1,2,2,3)
K3	A1	(8,9,1,1)	(7,8,8,9)	(8,9,1,1)	(8,9,1,1)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(8,9,1,1)
	A2	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)
	A3	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)
	A4	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)
	A5	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)
K4	A1	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(8,9,1,1)
	A2	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)
	A3	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(2,3,4,5)	(2,3,4,5)	(2,3,4,5)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)
	A4	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)
	A5	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)
K5	A1	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)
	A2	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)
	A3	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)
	A4	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)
	A5	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)
K6	A1	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(2,3,4,5)	(2,3,4,5)	(1,2,2,3)	(2,3,4,5)
	A2	(2,3,4,5)	(2,3,4,5)	(1,2,2,3)	(2,3,4,5)	(1,2,2,3)	(1,2,2,3)	(2,3,4,5)
	A3	(1,2,2,3)	(2,3,4,5)	(1,2,2,3)	(0,0,1,2)	(0,0,1,2)	(1,2,2,3)	(0,0,1,2)
	A4	(8,9,1,1)	(8,9,1,1)	(7,8,8,9)	(8,9,1,1)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)
	A5	(4,5,5,6)	(2,3,4,5)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)
K7	A1	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)
	A2	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(8,9,1,1)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)
	A3	(8,9,1,1)	(8,9,1,1)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(8,9,1,1)	(8,9,1,1)	(7,8,8,9)
	A4	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(8,9,1,1)	(7,8,8,9)	(8,9,1,1)	(8,9,1,1)
	A5	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)
K8	A1	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)
	A2	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(2,3,4,5)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(2,3,4,5)	(4,5,5,6)
	A3	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)
	A4	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)
	A5	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(2,3,4,5)	(4,5,5,6)	(2,3,4,5)	(2,3,4,5)
K9	A1	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)
	A2	(2,3,4,5)	(2,3,4,5)	(2,3,4,5)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(1,2,2,3)	(1,2,2,3)
	A3	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)
	A4	(1,2,2,3)	(1,2,2,3)	(2,3,4,5)	(2,3,4,5)	(2,3,4,5)	(1,2,2,3)	(1,2,2,3)
	A5	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(2,3,4,5)	(4,5,5,6)	(2,3,4,5)	(2,3,4,5)	(1,2,2,3)
K10	A1	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(8,9,1,1)	(7,8,8,9)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)
	A2	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)
	A3	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)
	A4	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)
	A5	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(2,3,4,5)	(4,5,5,6)

Adım 5: Bu adımda karar vericilerin tercihleri ve fikirleri birleştirilmiştir. Her bir kriterin bütünleştirilmiş bulanık ağırlığı Eş 5.1-5.5 kullanılarak hesaplanmıştır. i . alternatifin j . kriterine göre önem ağırlığı ise Eş 5.6-5.10 kullanılarak hesaplanmıştır.

Adım 6: Bulanık karar matrisi Eş 5.11 ve Eş 5.12’de verildiği gibi oluşturulmuştur ve Çizelge 6.6’da verilmiştir.

Çizelge 6.6. Bulanık karar matrisi

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
W	(.7,.86,.92,1)	(.5,.72,.76,.9)	(.5,.64,.72,.9)	(.4,.62,.68,.9)	(.5,.74,.8,1)	(.5,.8,.86,1)	(.5,.72,.76,.9)
A1	(.2,.69,.73,1)	(.4,.63,.67,.9)	(.4,.65,.68,.9)	(.2,.66,.73,1)	(.2,.6,.67,.9)	(.1,.66,.67,.9)	(.2,.67,.72,1)
A2	(.1,.59,.62,.9)	(.2,.53,.59,.9)	(.1,.48,.55,.9)	(.2,.58,.6,1)	(.1,.54,.55,.9)	(.1,.46,.48,.9)	(.1,.55,.57,.9)
A3	(.1,.55,.6,1)	(.2,.6,.67,1)	(.1,.52,.57,.9)	(.0,.48,.52,.9)	(.0,.59,.65,1)	(.1,.64,.66,1)	(.0,.59,.62,.9)
A4	(.1,.58,.63,1)	(.1,.59,.62,1)	(.2,.54,.61,.9)	(.2,.57,.64,1)	(.2,.53,.56,.9)	(.1,.49,.51,1)	(.1,.57,.64,1)
A5	(.2,.56,.59,.9)	(.2,.52,.57,.9)	(.1,.51,.55,.9)	(.2,.46,.51,1)	(.1,.47,.5,.9)	(.1,.43,.48,.8)	(.1,.43,.48,.8)

Adım 7: Değerler için ortak bir ölçüğe sahip olmak için, aynı standartlarda ölçülemeyen kriterler ölçülebilir duruma dönüştürülmelidir. Bunun için normleştirme uygulanır. VIKOR yönteminde genellikle Eş 5.13-5.16’da verilen lineer normleştirme kullanılır. Bu çalışmada da Eş. 5.13-Eş. 5.16 kullanılarak Çizelge 6.7’de verilen normleştirilmiş karar matrisi elde edilmiştir.

Çizelge 6.7. Normleştirilmiş karar matrisi

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
W	(.7,.86,.92,1)	(.5,.72,.76,.9)	(.56,.71,.8,1)	(.4,.62,.68,.9)	(.5,.74,.8,1)	(.5,.8,.86,1)	(.5,.72,.76,.9)
A1	(.2,.69,.73,1)	(.4,.63,.67,.9)	(.44,.72,.76,1)	(.2,.66,.73,1)	(.2,.6,.67,.9)	(.1,.66,.67,.9)	(.2,.67,.72,1)
A2	(.1,.59,.62,.9)	(.2,.53,.59,.9)	(.11,.53,.61,1)	(.2,.58,.6,1)	(.1,.54,.55,.9)	(.1,.46,.48,.9)	(.1,.55,.57,.9)
A3	(.1,.55,.6,1)	(.2,.6,.67,1)	(.11,.58,.63,1)	(.0,.48,.52,.9)	(.0,.59,.65,1)	(.1,.64,.66,1)	(.0,.59,.62,.9)
A4	(.1,.58,.63,1)	(.1,.59,.62,1)	(.22,.6,.68,1)	(.2,.57,.64,1)	(.2,.53,.56,.9)	(.1,.49,.51,1)	(.1,.57,.64,1)
A5	(.2,.56,.59,.9)	(.2,.52,.57,.9)	(.11,.57,.61,1)	(.2,.46,.51,1)	(.1,.47,.5,.9)	(.1,.43,.48,.8)	(.1,.43,.48,.8)

Adım 8: Kriter ağırlıkları ve kriter bazında alternatif ağırlıkları Eş 5.17’ye göre durulaştırılmış ve Çizelge 6.8’de verilmiştir.

Çizelge 6.8. Durulaştırılmış karar matrisi

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
W	0.865	0.715	0.770	0.642	0.757	0.780	0.715
A1	0.638	0.650	0.727	0.796	0.581	0.556	0.634
A2	0.536	0.649	0.560	0.597	0.515	0.490	0.520
A3	0.701	0.735	0.573	0.467	0.542	0.584	0.503
A4	0.569	0.569	0.621	0.602	0.548	0.533	0.570
A5	0.559	0.548	0.567	0.559	0.495	0.452	0.452

Adım 9: En iyi değer f_i^* ve en kötü değer f_i^- Eş 5.18'e göre belirlenmiş ve kriter bazında en iyi ve en kötü değerler Çizelge 6.9'da verilmiştir.

Çizelge 6.9. Kriter bazında en iyi ve en kötü değerler

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
f_i^*	0.701	0.735	0.727	0.796	0.581	0.584	0.634
f_i^-	0.536	0.548	0.560	0.467	0.495	0.452	0.452

Adım 10: S_i, R_i ve Q_i değerleri Eş 5.19-5.21'ye göre hesaplanmış ve elde edilen değerler Çizelge 6.7'da verilmiştir.

Çizelge 6.10. S_i, R_i ve Q_i değerleri

	A1	A2	A3	A4	A5
S	0.82	3.94	2.21	3.04	4.91
R	0.33	0.86	0.71	0.69	0.74
$Q (v=0.2)$	0	0.95	0.64	0.65	0.82
$Q (v=0.5)$	0	0.88	0.53	0.61	0.89
$Q (v=0.8)$	0	0.81	0.42	0.57	0.95

Burada, S_i değerleri grup faydasını ifade eder. S_i 'nin maksimum değeri maksimum grup faydasını verir. R_i değerleri karşıt görüştekilerin pişmanlığını ifade eder. R_i 'nin minimum değeri minimum karşıt görüş pişmanlığıdır. Q_i ise grup faydası ve pişmanlığı birlikte ele alan VIKOR indeksidir. Q indeksi alternatiflerin sıralanmasında kullanılır. Bu indeksin en küçük değeri en iyi alternatifi göstermektedir.

v değeri maksimum grup faydasını sağlayan stratejinin ağırlığını ifade eder. Uzlaşma “çoğunluk oyu” ($v>0.5$) ile , “uzlaşma” ($v=0.5$) veya “veto” ($v<0.5$) ile sağlanabilir [13].

S, R ve Q değerlerine göre alternatiflerin sıralanması Çizelge 6.8’de verilmiştir.

Çizelge 6.11. Otobüs alternatiflerinin sıralanması

	1	2	3	4	5
S	A1	A3	A4	A2	A5
R	A1	A4	A3	A5	A2
Q ($v=0.2$)	A1	A3	A4	A5	A2
Q ($v=0.5$)	A1	A3	A4	A2	A5
Q ($v=0.8$)	A1	A3	A4	A2	A5

Bu çalışmada Eş 5.22 ve diğer şartlar sağlandığı için uzlaştırıcı çözüm en düşük Q indeksine sahip olan alternatiftir. Yani A1 Mercedes Conecto en iyi seçimdir.

7. SONUÇ

Günlük yaşantımızda çok sayıda engelli kişi ile karşılaşmamamızın nedeni engelli kişilerin olmaması değil, bu kişilerin dış mekân kullanımlarından yardım almadan faydalanabilmelerinin olanaksız olmasıdır. Oysa engelliler de toplumsal tüm olanaklardan yararlanma hakkına sahiptir. Bunların başında da ulaşım hakkı gelmektedir. . İnsanların bir araya gelmesini gerektiren sosyal, üretimsel, kültürel, dini her türlü faaliyet ulaşım gerektirir.

Toplu taşıma araçları engelli insanlara da ulaşım olanağı sağlayacak şekilde olmalıdır. Günlük yaşamlarını sürdürebilmeleri, başkalarına muhtaç olmadan evlerinden çıkıp bütün ticari ve idari kamu binalarındaki işlerine gidip gelebilmeleri, sosyal-kültürel, spor, sağlık, dini faaliyetler gibi aktivitelerde bulunabilmeleri için toplu taşıma araçlarından maksimum seviyede yararlanabilmeleri sağlanmalıdır.

Evrensel tasarım engelliler, yaşlılar, çocuklar gibi toplumun her kesiminden insanı tasarım sürecine dâhil eder. Ayrıca kısa, uzun, zayıf, kilolu insanlar, hamile bayanlar, solaklar, paket taşıyanlar, çocuk puseti taşıyan aileler, hasta ya da yorgun insanlar, bilmediği bir yerde bulunan yabancı insanları da tasarım sürecine dâhil eder.

Günlük hayatta karşılaşılan problemlerin çoğu belirsizlik içerir ve karar vericilerin tercihlerini kesin değerlerle ifade etmeleri güçleşir. Bazen de bir durum veya problem hakkında birden fazla kişiden fikir almak gerekebilir. Bir durum hakkında birden fazla fikir ve görüşün olması fikir ayrılığını beraberinde getirir. Farklı fikirlerin olmasının yanında bu fikirler çatışan fikirler de olabilir. Bu gibi problemlerin çözümünde Bulanık VIKOR yöntemi oldukça başarılıdır. Karar alma sürecinin içerdiği belirsizliği çözüme dâhil eder. Ayrıca uzlaştırıcı çözüm yaklaşımıyla grup karar almanın faydasını maksimum seviyede tutar.

Bu çalışmada, şehir içi halk otobüsleri, her yaş ve yetenekteki kullanıcılara eşit olanaklar sağlaması için evrensel tasarım ilkeleri kapsamında değerlendirilmiştir. Birbiriyle çelişen kriterlerin olduğu problemlerde üstün olan ve kullanım kolaylığı

sağlayan bulanık VIKOR yöntemi değerlendirme metodu olarak seçilmiştir. Kriter ağırlıklarının belirlenmesinde uzman görüşlerinden yararlanılırken, alternatif otobüslerin değerlendirilmesinde her yaş ve yetenekteki kullanıcıları içeren grubun deneyimleri dikkate alınmıştır.

Değerlendirme sonucunda en yüksek ağırlığa sahip kriter “Eşit ve Adil Kullanım” kriteri olmuştur. Bu durum, halk otobüslerinin herkes tarafından kullanılabilmesinin önemini göstermektedir.

Literatürde, problemler genellikle 0.5 (uzlaşık) ν değeri için çözülmüştür. Bu çalışmada, sonucun etkinliğinden emin olmak adına farklı ν değerleri (0.2, 0.5, 0.8) için çözüm yapılmıştır. Tüm ν değerleri için yapılan çözümlerde de sonuç aynı olmuştur. A1 alternatifi, tüm ν değerlerinde evrensel tasarım açısından en uygun alternatif olarak seçilmiştir. En yüksek kriter ağırlığına sahip “Eşit ve Adil Kullanım” kriterinde en yüksek ağırlığı elde eden A3 alternatifi ise en uygun 2. alternatif olmuştur.

Gelecek çalışmalarda, bu çalışmada ele alınan problem bulanık TOPSIS, bulanık ELECTRE, bulanık PROMETHEE gibi çok kriterli karar verme teknikleri ile çözülebilir ve sonuçlar karşılaştırılabilir. Ayrıca farklı yöntemlerle entegre edilerek çalışmayı geliştirmek ve farklı problemlere uygulamak da mümkündür.

KAYNAKLAR

1. Story, M.F., Mueller, J., Mace R., “The Universal Design File”, *Raleigh, NC: The Center of Universal Design*, NC State University, A.B.D., 20-23 (1998).
2. Alvin, R.T., Dreyfuss, H., “The Measures of Man and Woman”, *The Human factor in design, Henry Dreyfuss Associates*, New York: Whitney Library of Design, 54-68 (1999)..
3. İnternet: Hacettepe Üniversitesi ,“Türkiye Özürlüler Araştırması Temel Göstergeleri 2010”, www.engelsiz.hacettepe.edu.tr/belge/ozida.pdf (2013).
4. Erdoğan M., “Çok nitelikli karar verme yöntemleri ve VIKOR yöntemi ile bir uygulama”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İstanbul, 21-23 (2012).
5. Ertuğrul, İ. , Karakaşoğlu, N. ,"ELECTRE ve bulanık AHP yöntemleri ile bir işletme için bilgisayar seçimi", *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23-41 (2010).
6. Ertuğrul, İ. , Karakaşoğlu, N., “Banka şube performanslarının VIKOR yöntemi ile değerlendirilmesi”, *Dokuz Eylül Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Dergisi YA/EM Özel Sayısı*, 19-28 (2008).
7. Opricovic S., Tzeng, H., “Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS”, *European Journal of Operational Research*, 445–455 (2004).
8. Boduroğlu, Ş. , “Tasarım Eğitiminde Değişen Dinamikler: Evrensel Tasarım Kavramı”, *2nd International Conference on New Trends in Education and Their Implications*, 2-4 (2011).

9. İnternet: NC State University, “Center for Universal Design”, www.ncsu.edu/project/design-projects/udi/center-for-universal-design/history-of-universal-design/ (2013).
10. Zimmermann, R., “Building Operating Management”, *Career and Technical Education*, 53, 11-12 (2006).
11. Aslaksen, F. ve ark. “Universal Design Planning and Design for All” , *The Norwegian State Council on Disability*, 26-27 (1997).
12. Boduroğlu, Ő., “Konutlarda Evrensel Tasarım Kavramı ve Örnekler Üzerine Analizi”, Doktora Tezi, *Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 33-34 (2005).
13. Özkul, A.E., “Herkes için Tasarım Müfredatı Geliştirme Çalıştayı Sonuç Raporu”, *Anadolu Üniversitesi*, Eskişehir, 10-11 (2011).
14. Steinfeld, E., “Universal Design: Creating Inclusive Environments”, *Mc Graw Hill* Hoboken, New jersey, 3-6 (2012).
15. Preiser, W. “Universal design handbook”, *Mc Graw Hill*, New York, 7 (2011).
16. Akyol, E. , “Endüstriyel tasarım eğitiminde evrensel tasarım algısı”, Yüksek Lisans tezi, *Anadolu üniversitesi Fen Bilimleri Fakültesi*, Eskişehir, 12-19 (2009).
17. Story, M.F. , “*Principles of Universal Design*,” , Universal Design Handbook. McGraw-Hill, ISBN 0-07-135957-5, *Center for Universal Design, North Carolina state University*, Raleigh, North Carolina, 10-19 (2001).

18. Giuliani, W. , “Universal Design NewYork”, *Mayor’s Office for People with Disabilities*, 3-9 (2001).
19. Kaptan, K. , Timurlenk, Ö. , “Özürü insanların kentsel yaşama katılımı ve hareket teknolojisinde mimari çözümler”, *Uluslararası Katılımlı 6. Özürüüler Vakfı Kongre ve Sosyal Etkinlikleri*, İstanbul, 28-29 (2011).
20. Chou, J.R., “A linguistic evaluation approach for universal design”, *Information Sciences*, 190, 76-94 (2012).
21. Fearley, N., Flügel, S., Ramjerdi, F., “Passengers’ valuations of universal design measures in public transport” *Research in Transportation Business & Management* 2, 83-91 (2011).
22. Odeck, J., Hagen, T., Fearley, N., “Economic appraisal of universal design in transport: Experiences from Norway”, *Research in Transportation Economics*, 29, 304-311 (2010).
23. Afacan Y., Demirkan H., “An ontology-based universal design knowledge support system”, *Knowledge-Based Systems*, 24, 530-541 (2011).
24. Kadir A., Jamaludin M., “Applicability of Malaysian standards and universal design in public buildings in Putrajaya”, *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 36, 659-669 (2012).
25. Fuente C., “The use of universal design methodology for developing child-resistant drug packaging”, *ProQuest Dissertations and Theses*, 11 (2006).
26. Connolly, S., “English language learners and technology: Applying universal design”, *ProQuest Dissertations and Theses*, 8-9 (2006).

27. Tokar, S., “Universal Design: An optimal approach to the development of hands-on science exhibits in museums”, *ProQuest Dissertations and Theses*, 4-5 (2003).
28. Wolford N., “Universal design standards for single-family housing”, *ProQuest Dissertations and Theses*, 17-18 (2000).
29. Al-Tal M.S., “Integrated universal design: A solution for everyone”, *ProQuest Dissertations and Theses*, 3-4 (2002).
30. Kadir, A., Jamaludin M., Rahim A., “Building managers’ perception in regards to accessibility and universal design implementation in public buildings: Putrajaya case studies”, *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 35, 129-136 (2012).
31. Hajare, P., “Psychometric properties of the universal design for play tool”, *State University of New York at Buffalo in partial fulfillment of the requirements for the degree of master of Science Department of Rehabilitation Science Program of Occupational Therapy, New York*, 26-31 (2006).
32. oşkunırmak, Y. , “Bulanık doğrusal programlama ve yerel yönetimlerde bir bulanık hedef programlama uygulaması”, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Adana, 1-4,6-7 (2010)
33. Ertuğrul, İ. , “Akademik performans değerlendirmede bulanık mantık yaklaşımı”, *Pamukkale Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, Cilt:20(1), Denizli, 155-176 (2006).
34. Ersoylu, İ. , “Bulanık VIKOR ve bulanık AHP yöntemleri ile Performans ölçümü: Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü’ne Öğrenci Seçimi”,

- Yüksek Lisans Tezi, *Hava Harp Okulu Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü*, İstanbul, 35-40 (2011).
35. Ecer, F. , “Bulanık Ortamlarda Grup Karar Vermeye Yardımcı Bir Yöntem: Fuzzy TOPSIS ve Bir Uygulama”, *Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*,7(2): 77-96 (2006).
36. Zadeh, L.A. , “The Concept of A Linguistic Variable and Its Application to Approximate Reasoning 1”, *Information Sciences* 8, 199-249 (1975).
37. Türkbey, O. , “Çok Amaçlı Makine Sıralama Problemi İçin Bir Bulanık Güçlü Metod”, *Dokuz Eylül Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, Cilt: 5(3), 81-98 (2003).
38. Şanlı, K. , “Bulanık Robust Regresyon Çözümlemesi”, Doktora Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 9 (2005).
39. Şen, Z. , “Bulanık Mantık İlkeleri ve Modelleme”, *Su Vakfı Yayınları*, İstanbul, 361 (2009).
40. Koyuncugil, A.S. , “Bulanık Veri Madenciliği ve Sermaye Piyasası Uygulaması”, Doktora Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 27-36 (2006).
41. Güneş, M. , “Bir Karar Destek Aracı Bulanık Hedef Programlama ve Yerel Yönetimlerde Vergi Optimizasyonu Uygulaması”, *Review of Social, Economic & Business Studies*, 242-255 (2003).
42. Vahdani, B. , Hadipour, H. , Sadaghiani, J.S. ve Amiri, M. “Extension of VIKOR Method Based on Interval-Valued Fuzzy Sets”, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 47, 1231- 1239 (2010).

43. Büyüközkan, G. , Ruan, D. , "Evaluation of Software Development Projects Using A Fuzzy Multi-Criteria Decision Approach", *Mathematics and Computers in Simulation*, 465-466 (2008).
44. Ho, W.R. , Tsai, C.L. , Tzeng ,G.H. , ve Fang, S.K. , “Combined DEMATEL Technique with A Novel MCDM Model for Exploring Portfolio Selection Based on CAPM”, *Expert Systems with Applications*, 16–25 (2011).
45. Opricovic, S. , Tzeng, G. , “Multi-Criteria Analysis of Alternative-Fuel Buses for Public Transportation”, *Energy Policy* 33, 1373-1383 (2005).
46. Opricovic, S. , Tzeng G. , “Extended VIKOR method in comparison with outranking methods”, *European Journal of Operational Research* 178, 514-529 (2007).
47. Chen, J. , Chen, S. , “VIKOR Method for selecting universities for future development based on innovation”, *Journal of Global Business Issues*, 53-59 (2008).
48. Chen, L. , Wang T. , “Optimizing partners’ choice in IS/IT outsourcing projects: The Strategic Decision of Fuzzy VIKOR”, *International Journal of Production Economics*, 233-242 (2009).
49. Kaya T., Kahraman C., “Fuzzy multiple criteria forestry decision making based on an integrated VIKOR and AHP approach”, *Expert Systems with Applications* 38, 7326-7333 (2011).
50. Cristobal, J.L. , “Multi-Criteria Decision Making in the selection of a renewable energy protect in Spain : The Vikor Method”, *Renewable Energy*, 498-502 (2011).

51. Opricovic S., “Fuzzy VIKOR with an application to water resources planning”, *Expert Systems with Applications* 38, 12983-12990 (2012).
52. Yücenur G.N., Demirel N.Ç., “Group decision making process for insurance company selection problem with extended VIKOR method under fuzzy environment”, *Expert Systems with Applications* 39, 3702-3707 (2012).
53. Bazzazi, A. , Karimi, B. , “Deriving Preference order of open pit mines equipment through MADM Methods: Application of modified VIKOR Method”, *Expert Systems with Applications* 38, 2550-2556 (2011).
54. Liou, J. ,Chuang, Y. , “Developing a hybrid multi-criteria model for selection of outsourcing providers”, *Expert Systems with Applications* 37, 3755-3761 (2010).
55. Hsua, C. , Tzeng H. , “The Best vendor selection for conducting the recycled material based on a hybrid MCDM model combining DANP with VIKOR”, *Resources, Conservation and Recycling*, 25-35 (2012).
56. Tsai, W. , Chou, W. , “An effective evolution model and improvement analysis for national park websites: A case study of Taiwan”, *Tourism Management*, 936-952 (2010).
57. Yang, Y. , Tzeng, H. , “A VIKOR technique based on DEMATEL and ANP for information security risk control assessment”, *Information Sciences*, 56-78 (2011).
58. Kuo, M. , “A novel interval-valued fuzzy MCDM method for improving airlines’ service quality in Chinese cross-strait airlines”, *Transportation Research Part E*, 1177-1193 (2011).

59. Chiu, W., Tzeng, H. , “A new hybrid MCDM model combining DANP with VIKOR to improve e-store business”, *Knowledge-Based Systems*, 48-61 (2013).
60. Shemshadi, A. , Shirazi, H. , Toreihi, M. , Tarokh, M.J. , “A fuzzy VIKOR method for supplier selection based on entropy measure for objective weighting”, *Expert Systems with Applications*, 12160–12167 (2011).
61. Jung, G. , Kim, S.M. , Park, S. , “Effects of design factors of the instrument cluster panel on consumers’ affection”, *In: Proceedings Of The International Ulconference Of Engineers And Computer Scientists*, 17–19 (2010).
62. Akyüz, G. , “Bulanık VIKOR Yöntemi İle Tedarikçi Seçimi”, *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 26(1):197-214 (2012).
63. Girubha, R. , Vinodh, S. , “Application of fuzzy VIKOR and environmental impact analysis for material selection of an automotive component”, *Materials and Design* 37, 478–486 (2012).

EKLER

EK-1. Halk Otobüsü Alternatifleri Değerlendirme Formu

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

HALK OTOBÜSÜ ALTERNATİFLERİ DEĞERLENDİRME FORMU

Anket No:

Adı Soyadı:

Evensel tasarım ilkelerine bağlı -genç, yaşlı, çocuk, engelli, hamile, kucağı çocuklu, puset ya da paket taşıyan, yorgun, şişman, zayıf, uzun, kısa demeden herkesin rahatça kullanabileceği- halk otobüsü seçiminde sunulan alternatifler hakkındaki deneyim ve değerlendirmelerinizi Çizelge 1.1’de belirtilen puanlama sistemini kullanarak Çizelge 1.2 üzerinde yapınız.

Çizelge 1.1 Verilecek puan değerleri

Kesinlikle Katılmıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
1	2	3	4	5	6	7

Çizelge 1.2 Değerlendirme

Ölçütler	Verilen Puanlar
1- Bu otobüs benim için kullanışlı ve caziptir.	
2- Bu otobüs ihtiyaçlarımı karşılar ve otobüstayken güvenli hissedirim.	
3- Otobüsü kolayca ve sezgisel olarak kullanabilirim.	
4- Şartlar ne olursa olsun ineceğim durağı/bineceğim hattı anlayabilirim.	
5- Otobüseye inip binerken, ayakta yolculuk ederken hatalarımı engeller.	
6- Minimum gayret sarf ederek otobüsü etkin ve rahat kullanabilirim.	
7- Otobüs koltuklarının büyüklüğü, yerleşimi uygun kullanım sağlar.	

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : GÜRSES ATEŞ, Fatma
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 06.01.1989 Kırıkkale
Medeni hali : Evli
Mobil telefon : 0.554.549 38 06
E-posta : fatmagurses@msn.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Selçuk Üniversitesi/ Endüstri Mühendisliği Bölümü	2010
Lisans	Selçuk Üniversitesi/ İşletme Bölümü	2010

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2011-	Necmettin Erbakan Üniversitesi	Araştırma Görevlisi
2010-2011	Meram Elektrik Dağıtım A.Ş	Bilgi İşlem Mühendisi

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Resim yapmak, Bulmaca Çözmek, Takı Tasarımı Yapmak