



**DOKUNSAI DUYULARA YÖNELİK ETİKETLİ DUYGUSAL BÜYÜKLÜK
ÖLÇEĞİ VE BULANIK ÖLÇEK GELİŞTİRME**

Burcu UZGUR DURAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

TEMMUZ 2019

Burcu UZGUR DURAN tarafından hazırlanan “DOKUNSAI DUYULARA YÖNELİK ETİKETLİ DUYGUSAL BÜYÜKLÜK ÖLÇEĞİ VE BULANIK ÖLÇEK GELİŞTİRME” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Diyar AKAY

Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

Başkan: Doç. Dr. Hakan ÇERÇİÖĞLU

Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ERDEM

Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Atılım Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

Tez Savunma Tarihi: 26/07/2019

Jüri tarafından kabul edilen bu çalışmanın Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Prof. Dr. Sena YAŞYERLİ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Burcu UZGUR DURAN

26/07/2019

DOKUNSA L DUYULARA YÖNELİK ETİKETLİ DUYGUSAL BÜYÜKLÜK ÖLÇEĞİ VE BULANIK ÖLÇEK GELİŞTİRME

(Yüksek Lisans Tezi)

Burcu UZGUR DURAN

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Temmuz 2019

ÖZET

Günümüz zorlu küresel rekabet koşulları altında bir ürünün performansını ve kullanılabilirliğini artırmak için tasarım yapılması, o ürünü rakiplerinden ayırmak için yeterli olmamaktadır. Bu kapsamda, şirketlerin zorlu rekabet ortamında ayakta kalabilmesi ve pazar paylarını artırabilmesi için müşterilerin duygu ve algılarına hitap eden ürünler tasarlaması gerekmektedir. İnsan duygularının ve öznel izlenimlerin ürün tasarım süreçlerine dahil edilmesi veya bu süreçte temsil edilmesi duygusal tasarım olarak tanımlanmaktadır. Duygusal tasarım sürecinde, ürünlerin tasarım özellikleriyle ilgili öznel duyguları ortaya çıkarmak için yaygın olarak ölçeklerden faydalanılmaktadır. Osgood tarafından geliştirilen Semantik Diferansiyel Ölçek (SDS), bu amaç için sıklıkla kullanılan ölçeklerden biridir. Ancak, SDS'nin sıralı yapısı önemli miktarda bilginin kaybolmasına veya bozulmasına yol açan bazı dezavantajlar doğurmakta ve bu durum istatistiksel analizlerin yapılmasını zorlaştırmaktadır. Bu çalışmada, söz konusu dezavantajların ortadan kaldırılması amacıyla dört farklı sıfat çifti için Etiketli Duygusal Büyüklük (LAM) ölçeği ve bulanık dilsel ölçek geliştirilmiştir. LAM ölçeği, büyüklük tahminine dayanan ve oran özelliğine sahip olan alternatif bir ölçektir. Bulanık dilsel ölçek ise bulanık sayılar veya aralıklarla tanımlanan dilsel etiketlerin ölçek üzerinde yanıt olarak yer aldığı bir aralık ölçeğidir. Ürün değerlendirmesinde önemli bir faktör olan dokunsal hisleri ölçmek için literatürde yeterli sayıda çalışma bulunmaması dolayısıyla çalışma kapsamındaki ölçekler dokunsal hisleri ölçmeye yönelik geliştirilmiştir. Ölçekleri karşılaştırmak amacıyla yapılan istatistiksel analiz sonucunda yeni oluşturulan ölçekler ile SDS arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Bu sonuç SDS'nin kavramsal olarak daha üstün olan ölçekler ile benzer dilsel etiket konumlarına sahip olduğunu ve bu nedenle kullanımının makul olduğunu ortaya çıkarmaktadır. Ancak, yeni oluşturulan ölçeklerin oran/aralık karakteristiğine sahip olması sayesinde birçok parametrik analizin yapılmasını mümkün kılması ve insan algısını dikkate alarak geliştirilmeleri dikkate değer bir katkıdır.

Bilim Kodu : 90607

Anahtar Kelimeler : Duygusal tasarım, bulanık dilsel ölçek, etiketli duygusal büyüklük ölçeği, dokunsal hisler

Sayfa Adedi : 69

Danışman : Doç. Dr. Diyar AKAY

DEVELOPING LABELED AFFECTIVE MAGNITUDE SCALE AND FUZZY SCALE FOR TACTILE FEELING

(M. Sc. Thesis)

Burcu UZGUR DURAN

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

July 2019

ABSTRACT

Designing to improve the performance and usability of a product is not enough to distinguish it from its competitors under today's challenging global competition conditions. In this context, companies need to design products that appeal to customers' feelings and perceptions in order to survive in a challenging competitive environment and increase their market share. The inclusion or representation of human's emotions and subjective impressions in product design processes is defined as affective design. In affective design process, scales are commonly used to reveal subjective emotions related to design features of products. Osgood's Semantic Differential Scale (SDS) is one of the scales has often been used for this purpose. However, there are some drawbacks in the SDS due to ordinal nature of the scale that lead to lost or distort a significant amount of information and this makes it difficult to perform statistical analysis. In this study, Labeled Affective Magnitude (LAM) scale and fuzzy linguistic scale are developed for four different adjective pairs in order to eliminate these disadvantages. The LAM scale is an alternative scale that based on magnitude estimation and has ratio properties. Fuzzy linguistic scale is an interval scale of which responses are linguistic labels that are identified with fuzzy numbers or intervals. The scales were developed for tactile feelings since there are not many studies in the literature to measure tactile feelings that are important factor in product evaluation. As a result of the statistical analysis conducted to compare the scales, it was found that there is no statistically significant difference between the newly developed scales and SDS. This result reveals that SDS has similar linguistic label locations with conceptually superior scales and therefore use of it can be justified. However, it is a noteworthy contribution that the newly constructed scales enable to perform many parametric analyses by means of their ratio/interval characteristics and they are developed by considering human perception.

Science Code : 90607

Key Words : Affective design, fuzzy linguistic scale, labelled affective magnitude scale, tactile feelings

Page Number : 69

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Diyar AKAY

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez konusunun belirlenmesinde, araştırılması ve yazımı sırasında sahip olduğu bilgi birikimi ve tecrübesiyle çalışmayı yönlendiren ve her türlü yardımı esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç. Dr. Diyar AKAY'a ve Sayın Arş. Gör. Sena AYDOĞAN'a, bu süreçte beni yalnız bırakmayan eşim Engin DURAN'a ve aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xv
1. GİRİŞ.....	1
2. MÜŞTERİ ODAKLI ÜRÜN TASARIMI	3
2.1. Ürün Tasarımında Müşteri İhtiyaçları.....	3
2.2. Duygusal Tasarım	4
2.3. Duygusal Tasarım Sürecinde Müşteri Algısının Ölçümü	6
3. ÜRÜNLERE İLİŞKİN DUYUSAL ALGININ ÖLÇÜMÜNDE KULLANILAN YÖNTEMLER	7
3.1. Semantik Diferansiyel Ölçek	7
3.2. Etiketli Duygusal Büyüklük Ölçeği	8
4. DİLSEL İFADELERİN BULANIK MANTIK KULLANILARAK MODELENMESİ	11
4.1. Bulanık Kümeler	11
4.1.1. Tip-1 bulanık kümeler.....	11
4.1.2. Tip-2 bulanık kümeler.....	13
4.1.3. Aralıklı tip-2 bulanık kümeler	15
4.2. Bulanık Kümelerin Dilsel İfadeleri Modellemedeki Yeri.....	16
4.3. Dilsel İfadeler İçin Aralıklı Tip-2 Bulanık Kümelerin Aralık Yaklaşımına Dayalı Olarak Oluşturulması.....	19

Sayfa

4.3.1. Veri bölümü	20
4.3.2. Bulanık küme bölümü	25
5. DOKUNSA L DUYULARA YÖNELİK ETİKETLİ DUYGUSAL BÜYÜKLÜK ÖLÇEĞİ VE BULANIK ÖLÇEK GELİŞTİRME	35
5.1. Araştırmanın Amacı ve Kapsamı	35
5.2. Deneylere İlişkin Genel Prosedürler	35
5.2.1. Dokunsal duyulara ilişkin etiketli duygusal büyüklük ölçeği geliştirme (deney 1)	37
5.2.2. Dokunsal duyulara ilişkin bulanık ölçek geliştirme (deney 2)	39
5.3. Geliştirilen Ölçeklerin SDS ile Karşılaştırılması	44
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	49
KAYNAKLAR	51
EKLER.....	59
EK-1. Anketlere ilişkin genel talimatlar	60
EK-2. “Pürüzsüz-pürüzlü” duyuları için büyüklük tahmini talimatı	61
EK-3. “Sıcak-soğuk” duyuları için büyüklük tahmini talimatı.....	62
EK-4. “Yapışkan-kaygan” duyuları için büyüklük tahmini talimatı	63
EK-5. “Yumuşak-sert” duyuları için büyüklük tahmini talimatı	64
EK-6. “Pürüzsüz-pürüzlü” duyuları için aralık değerlendirme talimatı	65
EK-7. “Sıcak-soğuk” duyuları için aralık değerlendirme talimatı.....	66
EK-8. “Yapışkan-kaygan” duyuları için aralık değerlendirme talimatı.....	67
EK-9. “Yumuşak-sert” duyuları için aralık değerlendirme talimatı	68
ÖZGEÇMİŞ	69

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.1. Veri sayısı, güvenilirlik seviyesi, içerilecek veri oranı dikkate alınarak belirlenen tolerans faktörü değerleri.....	22
Çizelge 4.2. İç ve omuz tip-1 üyelik fonksiyonları için ortalama ve standart sapma değerlerinin hesaplanması	26
Çizelge 4.3. Düzgün dağılan $[a^{(i)}, b^{(i)}]$ veri aralığının tip-1 bulanık kümenin parametreleri olan $a_{MF}^{(i)}$ ve $b_{MF}^{(i)}$ 'ye dönüştürülmesi	27
Çizelge 5.1. Deney süreci	35
Çizelge 5.2. Deneylerde kullanılan sıfat çiftlerine ilişkin dilsel etiketler.....	36
Çizelge 5.3. Veri önışleme aşamalarına ait sonuçlar ve kalan m adet veri aralığına ilişkin uç nokta istatistikleri	41
Çizelge 5.4. Dilsel etiketler için kalan m* adet veri aralığı ile oluşturulan FOU'lara ilişkin parametreler.....	42
Çizelge 5.5. Bulanık dilsel ölçekler ile 11 puanlı SDS için yapılan Mann-Whitney U-Testine ilişkin SPSS sonuçları	45
Çizelge 5.6. LAM ölçekleri ile 11 puanlı SDS için yapılan Mann-Whitney U-Testine ilişkin SPSS sonuçları	47

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Tüketici ihtiyaçları hiyerarşisi	3
Şekil 2.2. Duygusal tasarım süreci.....	5
Şekil 3.1. Sert-yumuşak bipolar sıfat çifti için SDS örneği	7
Şekil 3.2. LAM ölçeği geliştirme algoritması.....	10
Şekil 4.1. Orta yaşlı değerinin klasik küme (a) ve bulanık küme (b) olarak tanımlanması.....	12
Şekil 4.2. (a) Kesikli formda bulanık küme (b) Sürekli formda bulanık küme	13
Şekil 4.3. (a) Üçgensel tip-1 üyelik fonksiyonu (b) Bulanıklaştırılmış üçgensel tip-1 üyelik fonksiyonu	14
Şekil 4.4. Aralıklı tip-2 bulanık kümede birincil (a) ve ikincil (b) üyelik fonksiyonları....	15
Şekil 4.5. Dilsel ifadelerin sıralı ölçekte (a), Tekli (singleton) bulanık kümede (b) ve Üçgensel bulanık kümede (c) gösterimi	17
Şekil 4.6. Aynı dilsel ifade için üst üste gelen veri aralığı.....	23
Şekil 4.7. Veri önileme uygulama algoritması	24
Şekil 4.8. FOU karar bölgeleri için sınıflandırma grafiği	29
Şekil 4.9. Üçgensel tip-1 üyelik fonksiyonlarının (kesikli çizgiler) birleşimi ve iç FOU'ya ilişkin oluşan LMF ve UMF'ler (kalın çizgiler)	32
Şekil 4.10. Sol-omuz tip-1 üyelik fonksiyonlarının (kesikli çizgiler) birleşimi ve sol-omuz FOU'ya ilişkin oluşan LMF ve UMF'ler (kalın çizgiler)	32
Şekil 4.11. Sağ-omuz tip-1 üyelik fonksiyonlarının (kesikli çizgiler) birleşimi ve sağ-omuz FOU'ya ilişkin oluşan LMF ve UMF'ler (kalın çizgiler).....	33
Şekil 5.1. Dokunsal duylara ilişkin sıfat çiftleri için geliştirilen LAM ölçekleri.....	39
Şekil 5.2. Sıfat çiftlerine ait dilsel etiketler için oluşturulan FOU'lar	43
Şekil 5.3. Dokunsal duylara ilişkin sıfat çiftleri için geliştirilen bulanık dilsel ölçekler.....	44
Şekil 5.4. Geliştirilen bulanık dilsel ölçekler ile 11 puanlı SDS'nin karşılaştırılması.....	45
Şekil 5.5. Geliştirilen LAM ölçekleri ile 11 puanlı SDS'nin karşılaştırılması	46

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar	Açıklamalar
FOU	Belirsizliğin Ayak İzi
IQR	Çeyrekler Arası Aralık
KM	Karnik Mendel
LAM	Etiketli Duygusal Büyüklük
LMF	Alt Üyelik Fonksiyonu
LMS	Etiketli Büyüklük Ölçeği
SDS	Semantik Diferansiyel Ölçek
UMF	Üst Üyelik Fonksiyonu

1. GİRİŞ

Küreselleşen dünyada tüketicilerin ürünlere erişiminin kolaylaşması ile rekabet koşulları giderek ağırlaşmış ve firmalar için kullanıcıların ürünlerini tercih etmesini sağlaması oldukça zor bir görev haline gelmiştir. Zaman içerisinde ürün çeşitliliğinin artması kullanıcılara ürünler arasında seçme özgürlüğü sağlamış ve bu durum kişisel tercihlerini ön plana çıkaran bir müşteri profilinin oluşmasına neden olmuştur. Bu kapsamda, firmaların fonksiyonel özellikleri ve kullanılabilirliği artıran tasarım uygulamalarının yanı sıra tüketicileri memnun edecek, tüketicilerin duygu ve algılarına hitap eden ürünleri tasarlaması gerekmektedir [1].

Firmaların tüketicilerin duygularını tatmin edecek ürünler tasarlayabilmesi hususunda duygusal tasarım kavramı ön plana çıkmaktadır. Duygusal tasarım aracılığıyla ürünlerin tüketicilerde uyandırdığı duygular ortaya çıkarılmakta ve tüketicilerin duygusal beklentilerini karşılayabilmek amacıyla tasarım yapılmaktadır. Bu tasarımın yapılabilmesi için tüketici duygularının doğru saptanması ve bu duyguların ürün tasarım sürecine dahil edilmesi gerekmektedir [2]. Literatürde özellikle tatma ve görme başta olmak üzere tüketicilerin duygusal algısını ölçmek amacıyla yapılan birçok çalışmanın olduğu görülmektedir. Ancak bu çalışmalar arasında dokunsal hisleri ölçmek için yapılanların oldukça az sayıda olduğunu söylemek mümkündür. Bu nedenle dokunsal hislerin ölçülmesine yönelik yenilikçi yöntemler ortaya koyan çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Dokunsal his, bir ürüne dokunulduğunda veya ürün ovulduğunda, ürünün insanda uyandırdığı his olarak tanımlanmaktadır. Bu kavram müşteri odaklı ürün tasarımında giderek daha önemli hale gelmektedir [3]. Bunun sebebi insanların genellikle bir ürünü satın almadan önce ürüne dokunmayı ve ürünün dokusunu hissetmeyi tercih etmesi ve kendisini iyi hissettiren ürünleri alma eğiliminde olmasıdır. Yapılan çalışmalarda dokunsal hissi ölçmek için genellikle SDS, Likert ölçeği gibi sıralı derecelendirme ölçeklerinin kullanıldığı görülmektedir [4,5]. Bu nedenle dokunsal hislerin ölçülmesinde sıralı ölçeklerin dezavantajlarını ortadan kaldıracak ve kullanıcıların algılarını daha iyi yansıtacak ölçeklerin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, duygusal tasarımda önemli bir yeri olan dokunma duyusu ile ilgili dört sıfat çiftine ilişkin LAM ölçeği ve bulanık dilsel ölçek geliştirmektir. Bu bağlamda çalışma kapsamında iki farklı deney gerçekleştirilmiştir. İlk deneyde, büyüklük tahminine dayanarak LAM ölçeği, ikinci deneyde bulanık mantık yaklaşımına dayanarak bulanık dilsel ölçek oluşturulmuştur. Geliştirilen ölçekler ile tüketicilerin dokunsal hislerinin daha güçlü ve sağlıklı bir şekilde ölçülmesi ve anlamlı semantik bilgilerin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

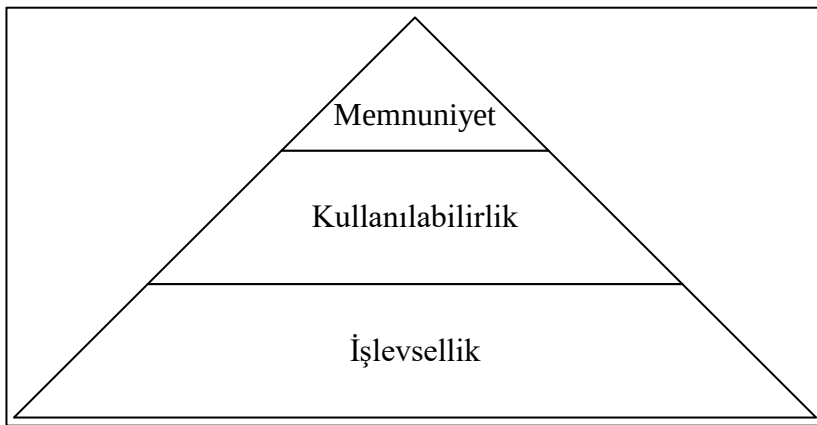
Tezin ikinci bölümünde müşteri odaklı ürün tasarımı ve duygusal tasarım kavramları tartışılmıştır. Üçüncü bölümde duyusal algının ölçülmesinde kullanılan SDS ve LAM ölçeklerine ilişkin genel bilgiler verilmiştir. Dördüncü bölümde bulanık mantık ile dilsel ifadelerin modellenmesi ve bulanık dilsel ölçeklerin kullanımına ilişkin detaylı bir anlatım sunulmuştur. Beşinci bölüm dokunsal duyulara yönelik LAM ölçeklerinin ve bulanık dilsel ölçeklerin geliştirilmesi amacıyla yapılan iki farklı deneyi ve geliştirilen yeni ölçekler ile SDS'nin karşılaştırılmasına ilişkin sonuçları içermektedir. Son bölümde ise bulgulara ilişkin sonuçlar tartışılmış ve genel bir değerlendirme yapılmıştır.

2. MÜŞTERİ ODAKLI ÜRÜN TASARIMI

2.1. Ürün Tasarımında Müşteri İhtiyaçları

Şirketler için başarılı yeni ürünler tasarlamak ve bu ürünleri pazarlamak giderek artan küresel rekabet nedeniyle son yıllarda oldukça zor bir görev haline gelmiştir. Böylesine zorlu rekabet koşullarının olduğu bir ortamda, yeni bir ürünün geliştirilmesi veya ürünün yeniden tasarlanması sürecinde, yalnızca ürün odaklı stratejilere ve kriterlere bağlı kalınması şirketler için rekabet edebilirlik açısından yeterli olmamaktadır. Bu bağlamda, müşterilerin ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik tasarım yapmak şirketler için kritik öneme sahip olan ve üzerinde dikkatle durulması gereken bir konu haline gelmiştir [1].

Şirketlerin zorlu pazar koşulları altında diğer şirketlerle rekabet halinde olabilmesi için tüketicilerin ürünleri nasıl algıladıklarını, hangi ihtiyaçlarının bulunduğunu, ihtiyaçları doğrultusunda tercihlerinin nasıl şekillendiğini ve ürünler arasında nasıl bir seçim yaptıklarını öğrenmeleri ve anlamaları gerekmektedir [6]. Bu kapsamda, müşteri gereksinimlerini karşılamak için bir ürünün sahip olması gereken özellikleri belirlemek üzere bir hiyerarşi piramidi oluşturulmuştur [7]. Oluşturulan bu piramit işlevsellik, kullanılabilirlik ve memnuniyet olmak üzere üç ihtiyaç seviyesini hiyerarşik olarak göstermektedir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Tüketici ihtiyaçları hiyerarşisi

Piramitte en alt basamakta bulunan işlevsellik, bir ürünün sahip olması gereken temel özellik olarak kabul edilmektedir. Bir ürün kullanım amacı doğrultusunda gerekli işlevleri

barındırmıyorsa o ürünün kullanılamaz olduğu değerlendirilmektedir [8]. Tüketiciler, ürünün işlevselliğini yerine getirmesinin yanı sıra kullanılabilir olmasını da istemektedirler. Kullanılabilirlik kavramı, bir ürünün kullanım kolaylığının bir ölçüsü olarak tanımlanmaktadır [9]. Bir ürünün kullanıcıya sağlaması gereken üçüncü özellik ise kullanıcının üründen elde ettiği hazzal ve duygusal faydalar olarak tanımlanan memnuniyettir [10].

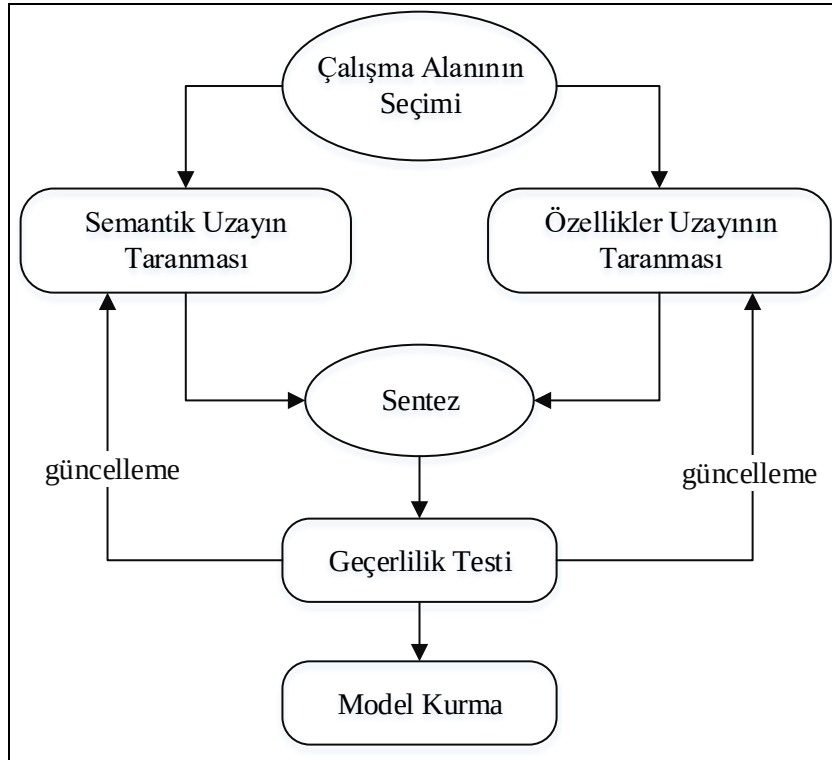
Teknolojik gelişmelere bağlı olarak ürünler arasındaki fiziksel kalite farklılıkları zaman içerisinde giderek azalmıştır. Bu nedenle müşterilerin fiziki ihtiyaçlarını karşılamak ürünün satılabilmek için yeterli bir kriter değildir. Performans için tasarım (örneğin, işlevsel tasarım) ve kullanılabilirlik için tasarım (örneğin, ergonomik tasarım) yapılması bir ürünü rakiplerinden ayırmak için yeterli bulunmamaktadır [11]. Bu bağlamda, şirketlerin ürünlerini rekabetçi bir biçimde satılabilmeleri için müşterilerin duyu ve algılarına hitap eden ürünleri tasarlaması gerekmektedir.

2.2. Duygusal Tasarım

Duygusal tasarım, ürünlere karşı olan duygusal tepkileri ölçmek, insanların geri bildirimlerini dikkate alarak ürünlerin özelliklerini belirlemek ve elde edilen bilgileri kullanarak daha iyi ürünler tasarlamak üzerine odaklanan bir kavramdır [12]. Bu kavram, Nagamachi tarafından müşteri duygularını ve algılarını ürün tasarım sürecine dahil etmek amacıyla ortaya atılan Kansei Mühendisliğinin batılılaşmış bir yaklaşımı olarak kabul edilmektedir [13]. Duygusal tasarım uygulanmaya başlandığı ilk yıllarda otomotiv, elektrikli ev aletleri, konut yapımı, ofis makineleri ve kostüm endüstrisi gibi birçok alanda ürün tasarımı için uygulanmıştır [14]. Son zamanlarda ise duygusal tasarımın dünya çapında kabul görmüş bir kavram haline gelmesi ile birlikte bilgisayar oyunları [15, 16], web sitesi [17], yazılım [18, 19] ve mobil güvenlik kimlik doğrulaması [20] gibi birçok yenilikçi alanda kullanıldığı görülmektedir.

Duygusal tasarımda, insanların ürün özellikleriyle ilgili duyu hislerinden elde edilen bilgi matematiksel modeller kullanılarak tüketici odaklı bir tasarıma dönüştürülmektedir [2]. Bireyler ürünlerle etkileşime girdiklerinde bir takım duyu bilgiler ortaya çıkmaktadır. Bu bilgiler, tasarımcının kasıtlı olarak ya da rastlantıyla ürünü oluşturmaktan veya kullanıcının bilinçli ya da bilinçsiz bir şekilde ürünü algılamasından

bağımsız olarak ortaya çıkmaktadır. Ürün etkileşimi sırasında ortaya çıkan söz konusu duyuşal bilgiler ürün algısı ve ürün deneyimi üzerinde etkili olabilmektedir. Duyuşal bilgiler ürünün işlevsel yönlerini etkilemesinin yanı sıra ürün deneyiminin çeşitli bileşenlerine de katkıda bulunmaktadır. Bir ürünün güzel görünümüne sahip olması, hoş bir ses çıkarması, hoş kokması ya da dokunulduğunda iyi hissettirmesi gibi özellikleri kullanıcıda memnuniyet uyandırmaktadır. Bununla birlikte, bir ürünle etkileşime geçmek öfke, korku, mutluluk ya da hayranlık gibi çeşitli duyuşal tepkilere yol açabilmektedir [21]. Bir ürünün başarısında fonksiyonel unsurlardan ziyade tasarımın duyuşal tarafının daha belirleyici olduğuna dikkat çekilmektedir. Bu nedenle duyuşal hisler kullanıcıların ürün hakkındaki algılarını anlamaya ve bu duyguları ürün tasarım sürecine dahil ederek başarılı ürünler tasarlamaya önemli katkı sağlamaktadır [22]. Bahse konu duyuşal tasarım süreci Şekil 2.2’de gösterilmektedir [23]. Şekil 2.2’de gösterildiği gibi, belirli bir çalışma alanında bulunan bir ürün, semantik ve özellikler uzayı olmak üzere iki farklı açıdan tanımlanmaktadır. Sentez aşamasında, bu iki uzay arasındaki etkileşim duyuşal ölçekler kullanılarak incelenmekte ve fiziksel özelliklerin anlamsal etkisi ortaya çıkarılmaktadır. Ardından, bir geçerlilik testi yapılmakta ve test sonuçları kabul edilebilir ise semantik uzay ve özellikler uzayı arasındaki ilişkiyi açıklayan bir model oluşturulmaktadır.



Şekil 2.2. Duyuşal tasarım süreci

2.3. Duygusal Tasarım Sürecinde Müşteri Algısının Ölçümü

Duygusal tasarım yapılabilmesi için kullanıcıların ürünle etkileşimi sırasında ortaya çıkan duygularını doğru ölçmek birincil önceliktir. Bu duyguların sağlıklı bir biçimde ölçülebilmesi ise oldukça güç bir iştir. Bu kapsamda, araştırmacılar tarafından duyguların tespiti ve ölçülmesi için birçok çalışma yapılmış ve bu amaçla kullanılabilecek çeşitli yaklaşımlar önerilmiştir. Söz konusu yaklaşımları fizyolojik ve psikolojik ölçüm yöntemleri olarak iki grup altında değerlendirmek mümkündür [24].

Fizyolojik ölçüm, dış uyaran tarafından tetiklenen duyguları otonom sinir yansımaları ve beyin dalgalarını kullanarak ölçmeyi amaçlayan bir yöntemdir. Fizyolojik ölçümler, insan vücudunun bir uyarıcıya verdiği reaksiyonlarla ilgili olduğundan, bu tepkilerin sadece dikkate alınan uyarıcıdan kaynaklanıp kaynaklanmadığına dair kesin bir yargıya varılamamaktadır. Bu nedenle, fizyolojik ölçümlerle elde edilen sonuçlar, kullanıcının ürün hakkındaki duygularını tam olarak yansıtmayabilmektedir [25]. Bununla birlikte, literatürde fizyolojik ölçüm yöntemlerini kullanarak tüketicilerin ürünler hakkındaki duygularını ölçmeyi amaçlayan çalışmalar bulunmaktadır [26-29].

Psikolojik ölçümler, katılımcının beyanına dayanan raporlama araçlarını (self-reporting instruments) kullanarak ürünler hakkındaki öznel duyguları ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır [11]. Kullanıcılar bir ürünle etkileşime girdiklerinde, duygularını genellikle kelimelerle (dilsel ifadelerle) tanımlamakta ve değerlendirmektedir [30]. Kullanıcılar tarafından hissedilen bu duyguyu başka kullanıcılar tarafından hissedilenlerle karşılaştırmak için öncelikli olarak öznel duygunun sözlü bir tanım veya sayıya dönüştürülmesi gerekmektedir [31]. Bu kapsamda, ürün özellikleriyle ilgili hissedilen duygunun yoğunluğunu ya da üründen hoşlanma veya hoşlanmama derecesini değerlendirmek için faydalanan bir takım ölçekler bulunmaktadır [32]. Söz konusu ölçeklere Bölüm 3 ve Bölüm 4'te değinilmektedir.

3. ÜRÜNLERE İLİŞKİN DUYUSAL ALGININ ÖLÇÜMÜNDE KULLANILAN YÖNTEMLER

3.1. Semantik Diferansiyel Ölçek

Semantik Diferansiyel Ölçek (SDS) Osgood, vd. [33] tarafından geliştirilen ve ürünlerin hissel değerlendirmesini yapmak amacıyla oldukça yaygın bir şekilde kullanılan bir ölçektir [34]. Örnek bir SDS’de katılımcıların bir uyarıyı sağ tarafında pozitif bir sıfat ve sol tarafında bu sıfatın zıt anlamlısı bir sıfat olan genellikle beşli, yedili ya da dokuzlu bir ölçekte değerlendirmeleri istenir [35]. Bu değerlendirme ölçeği üzerinde, 7 puanlık skorun işaretlenmesi kişinin uyarıya karşı çok güçlü bir pozitif izlenime sahip olduğu anlamına gelirken, 1 puanlık skor bunun tam aksi yönünde çok güçlü bir negatif izlenime sahip olduğunu ima etmektedir. Şekil 3.1’de “sert-yumuşak” sıfat çifti için örnek bir SDS gösterilmektedir.

sert ____ : ____ : ____ : ____ : ____ : ____ : ____ yumuşak

Şekil 3.1. Sert-yumuşak bipolar sıfat çifti için SDS örneği

Literatürde SDS’yi uygulayarak ürün değerlendirmesi yapan birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalara örnek olarak şehir mobilyaları tasarımı [36], otomobil iç dizaynı [37, 38], kapı tasarımı [39], mikro elektronik ürün tasarımı [40], cep telefonu tasarımı [41], ofis koltukları tasarımı [42, 43], yazıcıların dizaynı [44], gözlük tasarımı [45], ayakkabı tasarımı [46], devre anahtarı dizaynı [23], kıyafet kumaşı tasarımı [47], ketçap şişesi dizaynı [48], mutfak eşyalarının dizaynı [49], antropomorfik paketlerin tasarımı [50] gösterilebilir.

Sıralı ölçeklerin bir örneği olan SDS’nin basit ve kolay kullanımı onu duyuşal değerlendirmede popüler kılarsa da, ölçeğin kullanımına ilişkin bir takım tartışmalar bulunmaktadır. Bu tartışmalardan bir tanesi, kategorilere atfedilen sayısal değerlerin eşit aralıklara sahip olmasına rağmen, semantik etiketlerle tanımlanan aralıkların algıda eşit mesafeleri yansıtmamasıdır [51, 52]. Bu durum, verilerin ölçüm seviyesinin aralıktan sıralı seviyeye düşmesine neden olmakta ve bu sebeple ölçekten alınan veriler parametrik istatistiksel analizlerin gerektirdiği varsayımları sağlamada başarısız olmaktadır [53].

İkincisi, ölçekteki sınırlı cevap kategorileri, bireyleri duyuşsal algılarını ifade etme konusunda kısıtlayabilmektedir. Üçüncü olarak ise katılımcılar genellikle üst/alt uç kategoriye atanandan daha az/daha çok algılanan bir uyarıcıyla karşılaşma ihtimalini göz önüne alarak söz konusu kategorileri kullanmaktan kaçınmaktadır [51]. Uç kategorilerin kullanımından kaçınılması ise ölçeğin daralmasına ve aşırı uyaranları belirleme yeteneğinin sınırlandırılmasına sebep olmaktadır.

3.2. Etiketli Duyguşal Büyüklük Ölçeğı

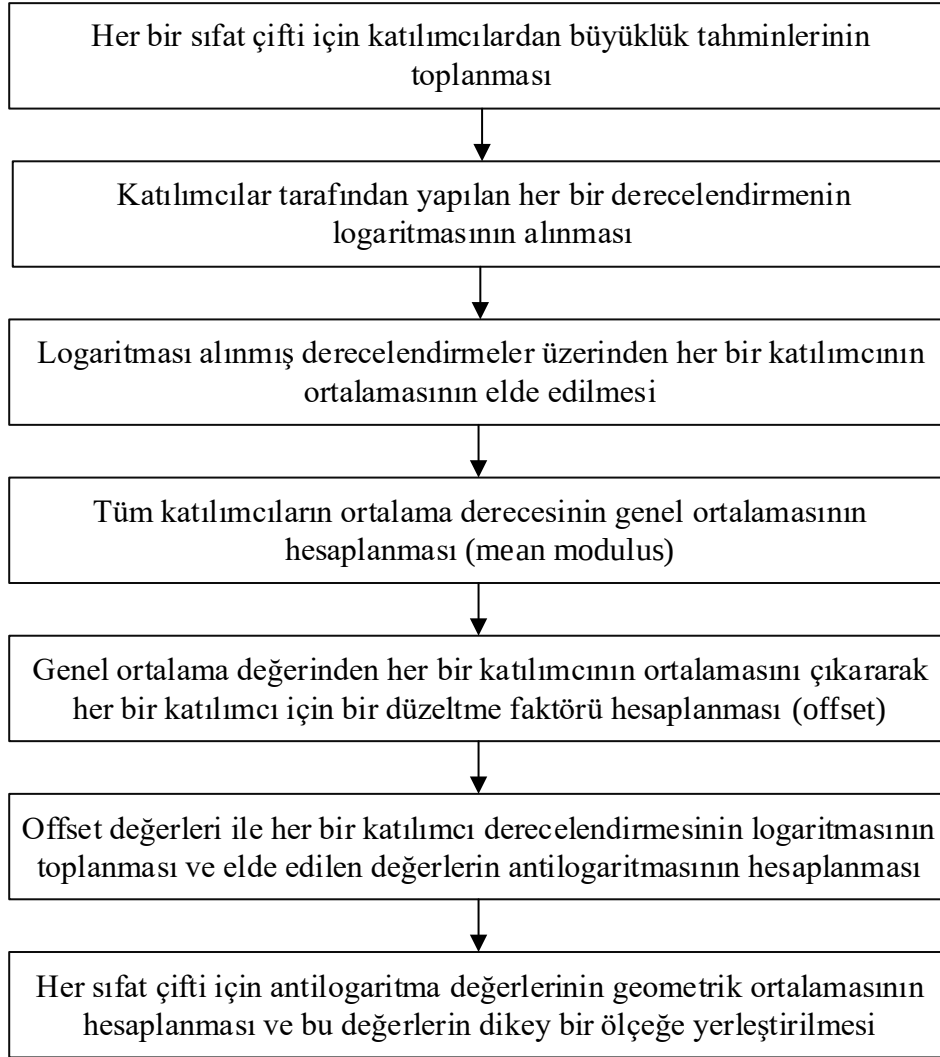
Sıralı (ordinal) ölçeklerin dezavantajlarını elimine etmek amacıyla araştırmacılar tarafından farklı ölçeklerin geliştirilmesine yönelik çalışmalar yapılmıştır. 1950’lerde Harvard Üniversitesi’nde S. S. Stevens tarafından geliştirilen bir psikofiziksel ölçeklendirme süreci olan büyüklük tahmini (magnitude estimation) ölçeklemesi bu çalışmaların öncülerindendir [54]. Yöntemde kişilerin uyaranlara karşı izlenimlerini belirtmek için herhangi bir kısıtlama olmadan bir sayı atamaları istenmekte ve böylece duyguların büyüklüğü oransal olarak ifade edilebilmektedir. Diğer bir ifadeyle, yapılan sayısal atamaların oranları, duyuşsal algıların ya da tutum düzeylerinin oranlarını yansıtmaktadır. Bu yöneme dayanarak oluşturulan ölçekler oransal özellik taşıdığından parametrik analizlerde rahatlıkla kullanılabilir. Bununla birlikte söz konusu ölçekler ile elde edilen verilerin ürünleri karşılaştırma bakımından yorumlama kolaylığı bulunmaktadır. Örneğın verilere bakılarak “Uyarıcı X, katılımcı A için uyarıcı Y’den iki kat daha sıcaktır” yorumu yapılabilir. Diğer yandan, yöntemin mutlak bir derecelendirme sağlayamaması ve bireyler tarafından kullanımının zor olması yöntemin dezavantajları olarak karşımıza çıkmaktadır. Büyüklük tahmini sırasında katılımcılar tarafından atanan sayılar doğal bir anlama sahip olmadığından, farklı katılımcılar tarafından atanan büyüklük tahminlerini doğrudan karşılaştırmak mümkün değildir. Örneğın, farklı katılımcılar aynı algılanan yoğunluklar için genellikle farklı sayılar atayabilmektedir [55].

Etiketli Büyüklük Ölçeğı (LMS), büyüklük tahmininin kısıtlamalarını ortadan kaldırmak amacıyla oluşturulmuş bir ölçektir. LMS, yoğunluk seviyelerini tanımlayan semantik etiketlerin büyüklük tahmini aracılığıyla deneysel olarak belirlenen konumlara yerleştirildiğı dikey bir çizgiden oluşmaktadır. Bir LMS oluşturulduktan sonra, katılımcılar uyaranlar karşısındaki algılarını belirtmek için dikey çizgi üzerine bir işaret koymaktadır.

Literatürde LMS ilk defa Borg tarafından egzersiz sırasında harcanan fiziksel eforu derecelendirmek amacıyla geliştirilmiş ve Borg CR-10 ölçeği olarak adlandırılmıştır [56]. Sonraki dönemde, tatma ve koklama duyusuna yönelik olarak LMS'ler geliştirilmiş ve söz konusu ölçekler ilk defa açık bir şekilde “Labeled Magnitude Scale” olarak adlandırılarak literatüre girmiştir [57, 58]. Ortak bir duyuya yönelik farklı kişilerin algılarını ölçmek için geliştirilen bu ölçeklerin ortak özellikleri dilsel etiketler arasındaki boşlukların eşit olmaması ve ölçeklerde “maksimal”, “hayal edilebilecek en güçlü” ya da “mümkün olan en güçlü” dilsel etiketlerinin sabit bir uç nokta olarak yer almasıdır [57, 59].

LMS araştırmacılar tarafından başlangıçtaki geliştirilme amacının dışında kalan farklı duyulara yönelik algının saptanmasında da kullanılmıştır. Ancak bu şekilde bir kullanımın geçerlilik ve karşılaştırılabilirlik açısından problemler yaratabileceği düşünülmektedir. Çünkü spesifik bir duyu için geliştirilen bir ölçekte yer alan dilsel etiketlerin nispi pozisyonlarının, farklı bir duyu için aynı yoğunluğu yansıtmayacağı değerlendirilmektedir [55]. Bu kapsamda farklı duyuların ölçümü için araştırmacılar tarafından spesifik ölçekler geliştirilmiştir.

Schutz ve Cardello [53] tarafından LMS ile aynı mantığa dayanarak yiyeceklere ilişkin beğenme/beğenmeme duygusunu ölçmek için Etiketli Duygusal Büyüklük (LAM) Ölçeği geliştirilmiştir. Ölçeğin oluşturulması aşamasında mevcut 9 puanlı hedonik ölçeğinde var olan dilsel etiketlere “hayal edilebilecek en büyük beğenme (greatest imaginable liking)” ve “hayal edilebilecek en büyük beğenmeme (greatest imaginable disliking)” dilsel etiketleri eklenmiş ve katılımcıların her bir dilsel etiket için büyüklük tahmini yaparak bir sayı ataması istenmiştir. LAM ölçeğini oluşturmak için uygulanan algoritma adımları Şekil 3.2’de gösterilmiştir [55].



Şekil 3.2. LAM ölçeği geliştirme algoritması

LAM ölçeği, yiyeceklere ilişkin beğeni düzeyinin değerlendirilmesinde etkili bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Bu amaçla yayımlanmış çalışmalara örnek olarak portakal suyu [60] ve çay [61] için beğeni düzeyinin ölçümü, seçilmiş on iki adet konfor gıda için duyguların ölçümü [62], tatlı gıdalara ilişkin tat algısının ölçümü [63, 64], gıdalar içindeki tuz tercihinin ölçümü [65] ve çikolatalı pudinge ilişkin beğeni ölçümü [66] verilebilmektedir.

4. DİLSEL İFADELERİN BULANIK MANTIK KULLANILARAK MODELLENMESİ

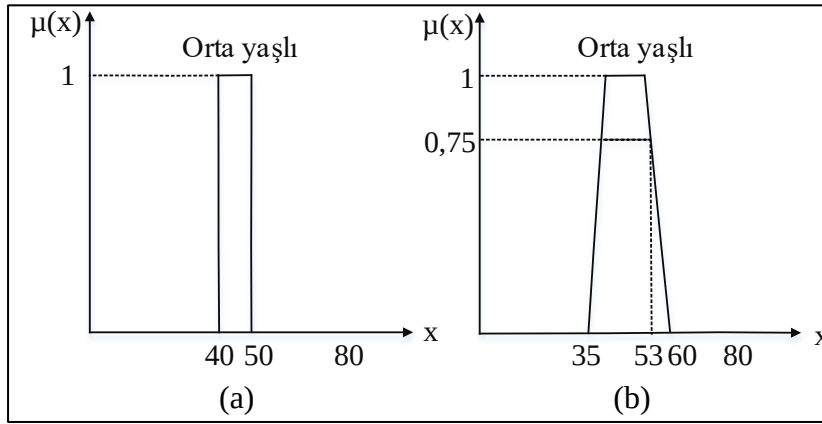
4.1. Bulanık Kümeler

Birçok gerçek hayat probleminde belirsizlik (uncertainty) durumu söz konusudur. Dilin doğasında bulunan muğlaklık (vagueness) ve kavram karmaşası (ambiguity) nedeniyle kelimelerin anlamlarının herkes için aynı olmaması, bilginin farklı görüşe sahip kişilerden alınması, ölçümlerin gürültülü olması gibi nedenler belirsizliği doğurmaktadır. Bu kapsamda belirsizlik bireylerin gerçek dünya ile etkileşimde olduğu her durumda ortaya çıkan kaçınılmaz bir kavramdır [67]. Belirsizlik kavramının modellenmesinde Zadeh [68] tarafından tanımlanan Bulanık Küme Teorisi önemli bir dönüm noktasıdır.

Bu bölümde, öncelikle literatürde yer alan temel tanımlar kullanılarak tip-1, tip-2 ve aralıklı tip-2 bulanık kümelerle ilişkin genel özellikler anlatılmış ve bulanık kümelerin dilsel ifadelerin modellenmesindeki yeri irdelenmiştir. Daha sonra Liu ve Mendel [69] tarafından ortaya atılan ve çalışmada bulanık ölçeğin geliştirilmesinde kullanılan kelimeler için aralıklı tip-2 bulanık kümelerin aralık yaklaşımına dayalı olarak elde edilmesi süreci anlatılmıştır.

4.1.1. Tip-1 bulanık kümeler

İnsanlar, algıları ile ilgili büyüklükleri ifade ederken sayısal değerlerden ziyade doğal dildeki kelimeleri kullanmayı tercih etmektedir. Örneğin bir kanepenin konforu değerlendirilirken çok iyi, kötü ya da çok kötü gibi dilsel terimler kullanılır. Bu örnekte konfor, değerleri sayılar yerine doğal dildeki kelimeler olan dilsel bir değişkendir. Bulanık kümeler dilsel değişkenlerin değerlerini nitелеmek amacıyla sıklıkla kullanılmaktadır [70]. Klasik bir kümede verilen evrensel bir kümedeki nesneler ilgili kümeye ait olanlar ve olmayanlar olmak üzere iki gruba ayrılır. Diğer bir ifadeyle ait olanlar ve olmayanlar arasında kesin bir fark bulunmaktadır. Klasik kümenin genişletilmiş bir hali olan bulanık küme de ise her bir nesneye $[0,1]$ aralığında bir üyelik derecesi atanmaktadır [68]. Örneğin yaş dilsel bir değişken olarak ele alındığında orta yaşlı bu değişkenin değerlerinden biridir. Şekil 4.1’de orta yaşlı değeri için klasik küme ve bulanık küme gösterilmektedir.



Şekil 4.1. Orta yaşlı değerinin klasik küme (a) ve bulanık küme (b) olarak tanımlanması

Şekil 4.1’de yer alan grafiklerde dikey eksen üyelik (ait olma) derecesi olarak adlandırılmakta ve bir yaş değerinin ne derecede orta yaşlı olarak kabul edildiğini tanımlamaktadır. Klasik kümede, üyelik derecesi sadece 0 (üye olmama) veya 1 (üyelik) değerlerini alabilir ve bu nedenle bir kişi yalnızca yaşı 40 ile 50 arasındaysa orta yaşlı kümesine ait olabilir. Ancak bu yaklaşım gerçeği yansıtmamaktadır. Çünkü 53 yaşında bir kişi de bir dereceye kadar orta yaşlı olarak kabul edilebilir. Klasik bir sette üyelik derecesi üzerindeki katı kısıtlamanın, $[0,1]$ aralığındaki kısmi üyelik derecesi ile değiştirilmesi durumunda bir bulanık küme elde edilmektedir. Söz konusu bulanık kümenin oluşturulması ile birlikte 53 yaşında olan biri 0,75 üyelik derecesi ile orta yaşlı grubuna ait olmaktadır. Böylelikle, bulanık kümeler dilsel kavramların anlamındaki belirsizliği matematiksel olarak tanımlamak için esnek bir yol sağlamaktadır. Bulanık kümeler, bir X evreninin öğelerini $[0,1]$ aralığında bir değer ile eşleştiren üyelik fonksiyonları (membership functions) ile tanımlanmaktadır.

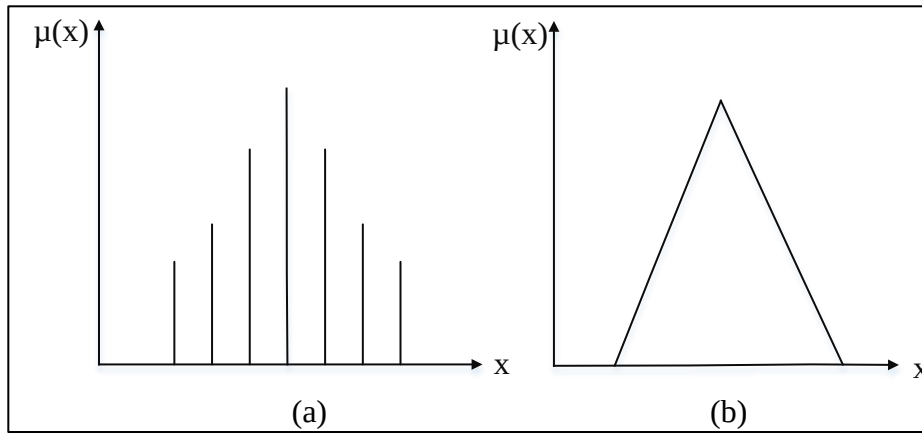
Tanım 4.1: A kümesi, X evrensel kümesinde bir bulanık küme olsun. Bu durumda A bulanık kümesinin üyelik fonksiyonu $\forall x \in X$ için $\mu_A: X \rightarrow [0,1]$ şeklinde tanımlanır ve x_i elemanının A kümesine ait olma derecesi $\mu_A(x_i)$ olarak gösterilir [71]. Burada ele alınan evrensel kümenin kesikli olması durumunda A bulanık kümesi Eş. 4.1 ile, sürekli olması durumunda ise Eş. 4.2 ile ifade edilir.

$$A = \left\{ \frac{\mu_A(x_1)}{x_1} + \frac{\mu_A(x_2)}{x_2} + \dots + \frac{\mu_A(x_n)}{x_n} \right\} = \left\{ \sum_{i=1}^n \frac{\mu_A(x_i)}{x_i} \right\} \quad (4.1)$$

$$A = \left\{ \int_x \frac{\mu_A(x)}{x} \right\} \quad (4.2)$$

Eş. 4.1’de gösterilen “+” işareti elemanların birleşimini ifade etmekte olup cebirsel toplam işareti değildir. Benzer biçimde Eş. 4.2’de yer alan integral işareti de sürekli değer alan elemanların birleşimini ifade etmektedir.

Şekil 4.2’de bulanık kümeye ait elemanların üyelik fonksiyonları kesikli ve sürekli formda gösterilmiştir [72].

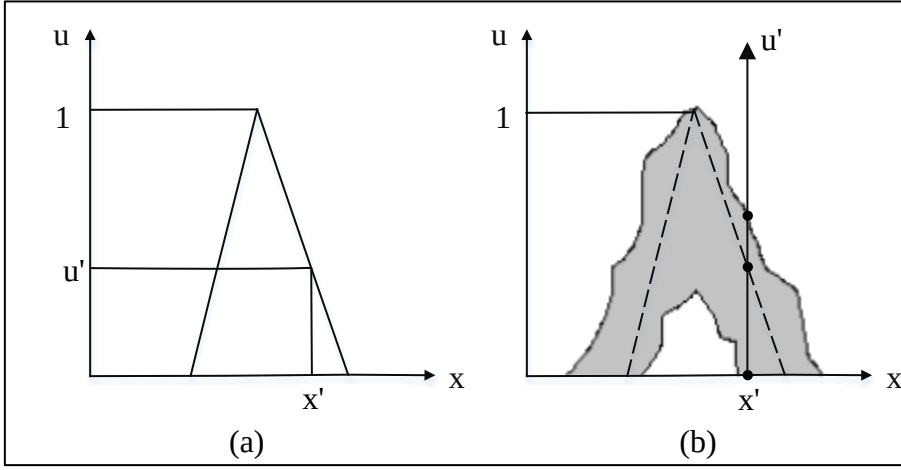


Şekil 4.2. (a) Kesikli formda bulanık küme (b) Sürekli formda bulanık küme

4.1.2. Tip-2 bulanık kümeler

Tip-2 bulanık kümeler, tip-1 bulanık kümelerin genelleştirilmiş bir formudur. Tip-1 bulanık kümelerde evrensel kümede yer alan bir elemanın bir kümeye ait olma derecesini ifade eden üyelik fonksiyonu $[0,1]$ aralığında kesin bir değere sahip olmaktadır. Tip-2 bulanık kümelerde ise o kümeye ait her bir elemanın üyelik derecesi de üyelik fonksiyonları ile ifade edilebilmektedir. Şekil 4.3a’da gösterildiği gibi tip-1 bulanık kümelerde $x = x'$ noktasında tek bir u' değeri mevcuttur. Şekil 4.3b’de gösterilen bulanıklaştırılmış tip-1 bulanık küme Şekil 4.3a’da gösterilen üyelik fonksiyonu değerlerinin sağa ve sola kaydırılması ile elde edilmektedir. Böylelikle, $x = x'$ noktasında u' dikey eksenyle gri bölgenin kesiştiği noktalarda birden fazla u değeri ortaya çıkmaktadır. Tüm bu değerlere bir dağılım atanması mümkündür. Evrensel kümede yer

alan tüm elemanlar için bu işlemin tekrarlanması ile 3 boyutlu bir tip-2 üyelik fonksiyonu elde edilmektedir [73, 74].



Şekil 4.3. (a) Üçgensel tip-1 üyelik fonksiyonu (b) Bulanıklaştırılmış üçgensel tip-1 üyelik fonksiyonu

Tanım 4.2: $\tilde{A}$ bir tip-2 bulanık küme olmak üzere, bu kümenin tip-2 üyelik fonksiyonu $\mu_{\tilde{A}}(x, u)$ ile ifade edilmektedir ve $\tilde{A}$ ile gösterilen tip-2 bulanık küme Eş. 4.3'teki gibi tanımlanmaktadır.

$$\tilde{A} = \left\{ \langle (x, u), \mu_{\tilde{A}}(x, u) \rangle \mid \forall x \in X, \forall u \in J_x \subseteq [0, 1] \right\} \quad (4.3)$$

Eş. 4.3'te x birincil değişken, u ikincil değişken, J_x birincil üyelik fonksiyonu ve $0 \leq \mu_{\tilde{A}}(x, u) \leq 1$ 'dir.

$\tilde{A}$ tip-2 bulanık kümesi Eş. 4.4'teki gibi de ifade edilebilmektedir.

$$\tilde{A} = \int_{x \in X} \int_{u \in J_x} \mu_{\tilde{A}}(x, u) / (x, u) = \int_{x \in X} \int_{u \in J_x} f_x(u) / (x, u) \quad (4.4)$$

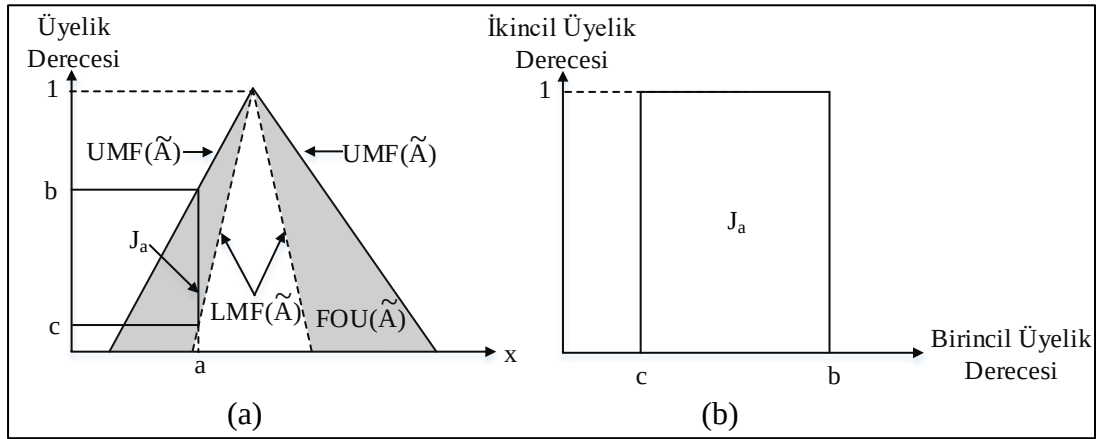
Eş. 4.4'te yer alan $f_x(u)$ ikincil üyelik fonksiyonunu, $\iint$ simgesi sürekli x ve u 'ların birleşimini göstermektedir. Kesikli evrensel küme için $\iint$ yerine $\sum \sum$ alınarak denklem Eş. 4.5'e dönüştürülür.

$$\tilde{A} = \sum_{x \in X} \sum_{u \in J_x} \mu_{\tilde{A}}(x, u) / (x, u) = \sum_{x \in X} \sum_{u \in J_x} f_x(u) / (x, u) \quad (4.5)$$

Tip-2 bulanık kümeler tip-1 bulanık kümelerle kıyaslandığında daha fazla parametreyle açıklandığından, belirsizliği ele alma noktasında tip-1 bulanık kümelerle kıyasla daha etkindir. Diğer yandan, bu durum hesaplama zorluğu ve anlaşılma güçlüğü de beraberinde getirmektedir [75]. Bu nedenle, tip-2 bulanık kümeleri anlamak ve kullanmak tip-1 bulanık kümelerle kıyasla daha zordur.

4.1.3. Aralıklı tip-2 bulanık kümeler

Aralıklı tip-2 bulanık kümeler, tip-2 bulanık kümelerin özel bir şeklidir. Tip-2 bulanık kümelerde ikincil üyelik fonksiyonları birden fazla değer alabilmekte ve bir dağılım ile ifade edilebilmektedir. Aralıklı tip-2 bulanık kümelerde ise tüm ikincil üyelik fonksiyonları 1 değerini almaktadır. Bu sebeple de aralıklı tip-2 bulanık kümelerde ikincil üyelik fonksiyonları ekstra bir bilgi sağlamamaktadır [76]. Şekil 4.4'te aralıklı tip-2 bulanık kümelerde yer alan üyelik fonksiyonları gösterilmektedir.



Şekil 4.4. Aralıklı tip-2 bulanık kümede birincil (a) ve ikincil (b) üyelik fonksiyonları

Şekil 4.4a'da görülen taralı alan belirsizliğin ayak izi (FOU) olarak adlandırılmakta olup aralıklı tip-2 bulanık kümelerde belirsizlik bu alan ile tanımlanmaktadır. $\tilde{A}$ aralıklı tip-2 bulanık kümesinde $FOU(\tilde{A})$, tip-1 bulanık kümelerin birleşiminden oluşmaktadır ve Eş. 4.6'daki gibi ifade edilmektedir.

$$FOU(\tilde{A}) = \bigcup_{x \in X} J_x \quad (4.6)$$

$FOU(\tilde{A})$ 'nın alt ve üst sınırlarını tanımlayan tip-1 üyelik fonksiyonlarına, sırasıyla alt üyelik fonksiyonu ($LMF(\tilde{A})$) ve üst üyelik fonksiyonu ($UMF(\tilde{A})$) adı verilmekte ve alt ve üst üyelik fonksiyonları Eş. 4.7 ve Eş. 4.8'deki gibi tanımlanmaktadır [76].

$$\underline{\mu}_{\tilde{A}}(x) \equiv \underline{FOU}(\tilde{A}) , \forall x \in X \quad (4.7)$$

$$\bar{\mu}_{\tilde{A}}(x) \equiv \overline{FOU}(\tilde{A}) , \forall x \in X \quad (4.8)$$

Aralıklı tip-2 bulanık kümelerde $J_x = [\underline{\mu}_{\tilde{A}}(x), \bar{\mu}_{\tilde{A}}(x)]$, $\forall x \in X$ 'dir.

Tüm ikincil üyelik dereceleri 1'e eşit olduğundan bir aralıklı tip-2 bulanık küme Eş. 4.9'daki gibi gösterilebilir.

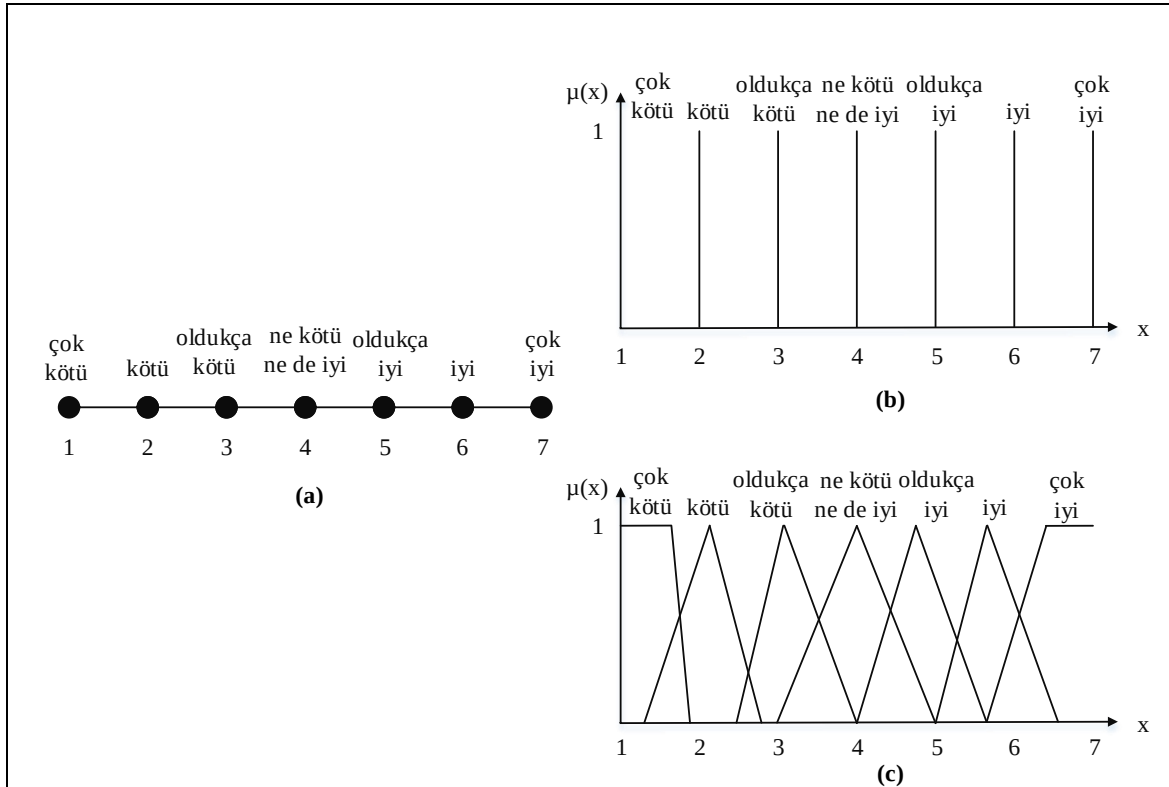
$$\tilde{A} = 1 / FOU(\tilde{A}) \quad (4.9)$$

4.2. Bulanık Kümelerin Dilsel İfadeleri Modellemedeki Yeri

Karar verme problemlerinde insanların algılarını ve hislerini sayısal değerlerle modellemek ve ölçmek oldukça güçtür. Bu nedenle, oldukça karmaşık bir yapıya sahip olan karar verme ve değerlendirme süreçlerinde, kesin değerlerden ziyade insan düşünce sistemini çok daha etkili bir biçimde yansıtmayı başarabilen dilsel değişkenlerin ve dilsel etiketlerin kullanılması daha sağlıklı sonuçların elde edilmesini mümkün kılmaktadır. İnsan algısını tanımlayacak olan dilsel değişkenlerin aldığı değerler kesin sayılar yerine kelimeler, doğal veya yapay dilde kurulan cümleler olmaktadır.

Şekil 4.5a'da bir örneğine yer verilen sıralı ölçeklerde dilsel ifadeler numaralar ile eşit aralıklara bölünmüş olsa da aslında söz konusu ifadeler arasındaki gerçek fark bilinmemektedir. Ancak, çalışmalarda istatistiksel yöntemlerin gerektirdiği bazı varsayımları yerine getirmek için dilsel ifadeler arasındaki aralıkların eşit olduğu varsayılmakta olup, bu durum birçok araştırmacı tarafından eleştirilmektedir. Diğer

yandan, dilsel ifadelerin bulanık kümeler aracılığıyla modellenmesi, eşit aralıklarla yerleştirilmiş olan sayısal değerlere dilsel terimlerin atandığı tipik bir sıralı ölçekte ortaya çıkan sorunları önlemektedir [77]. Ayrıca, bir nesnenin birden fazla dilsel terimle farklı derecelerle tanımlanabilmesi mümkündür. Böyle bir durum bulanık küme yaklaşımında mümkün olabilmekte iken sıralı ölçek kullanımında mümkün olmamaktadır. Aslında sıralı ölçekler, kümenin yalnızca bir elemanı bir değerini alan ve diğer elemanları sıfır üyelik derecesine sahip olan tekli (singleton) bulanık küme (Bkz. Şekil 4.5b) olarak adlandırılan basit bir bulanık küme türüdür. Şekil 4.5c'de gösterilen bulanık kümelerde ise küme elemanları farklı dilsel terimler için $[0,1]$ aralığında üyelik derecelerine sahip olabilmektedir. Sonuç olarak, bulanık küme yaklaşımı dilsel terimleri modellemek için sıralı ölçekten daha güçlü bir yaklaşım olarak ele alınmaktadır.



Şekil 4.5. Dilsel ifadelerin sıralı ölçekte (a), Tekli (singleton) bulanık kümede (b) ve Üçgensel bulanık kümede (c) gösterimi

Dilsel bir değişkeni bir bulanık küme grubu olarak temsil etme işlemi bulanık niceleme (fuzzy quantification) süreci olarak adlandırılmaktadır. Bu süreç iki önemli aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşama, dilsel bir değişkeni ifade etmek için kullanılan bulanık kümelerin (yani, dilsel terimlerin) kardinalitesinin tanımlanmasıdır. Miller [78] tarafından

yapılan çalışma sonuçlarında ortaya konulan psikolojik bulgulara göre, insanların kısa süreli hafızasının sınırlı kapasitesi nedeniyle 7 ± 2 maddeyi makul bir şekilde akılda tutmayı sağlayabildikleri kanıtlanmıştır. Bu sonuçtan bir dilsel değişken için oluşturulacak bulanık kümelerin sayısının da bu sayıyla tutarlı olacak şekilde sınırlandırılması gerektiği çıkarılmaktadır. Sürecin ikinci aşaması ise dilsel değişkenin anlamını yeterince yakalamayı sağlayacak üyelik fonksiyonun oluşturulmasıdır. Belirsizliği ifade eden dilsel terimlerin anlamları bağlama dayalı olarak farklılık göstermektedir. Bu nedenle dilsel değişkenin anlamını doğru bir biçimde yansıtabilmesi için içeriğe göre kalibrasyon yapılması gerekmektedir [79]. Örneğin genç ve yaşlı kavramları farklı canlı türlerinin değerlendirilmesi sırasında farklılık gösterecektir. Bu kapsamda aynı yaş değerinin bir dilsel terime ait olma derecesi de bu canlılar arasında farklılaşacaktır.

Üyelik fonksiyonlarının oluşturulmasında temel olarak altı farklı yöntemden faydalanılmaktadır [80, 81]. Bu yöntemleri aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür.

- Oylama (Polling)
- Direkt değerlendirme (Direct rating)
- Ters değerlendirme (Reverse rating)
- Aralık tahmini (Interval estimation)
- Üyelik derecesi örnekleme (Membership exemplification)
- İkili karşılaştırma (Pairwise comparison)

Oylama yönteminde farklı kişilere “53 yaşının orta yaşlı olarak değerlendirilmesine katılıyor musunuz?” şeklinde bir evet/hayır sorusu yöneltilir ve bu kişilerden toplanan cevapların ortalaması alınarak üyelik derecesi elde edilir. Buradaki belirsizlik, bir grup insanın bir dilsel terim hakkındaki belirsizliğinden kaynaklı ortaya çıkmaktadır ve kişiler arası belirsizlik (inter-personal uncertainty) olarak ifade edilmektedir. Direkt değerlendirmede, bir kişinin 53 yaşı için farklı zamanlarda (bir önceki değerlendirmesini hatırlamayacak kadar bir zaman aralığında) tekrar tekrar $[0,1]$ aralığında bir üyelik derecesi ($\mu_{ortayaşlı}(53)$) vermesi istenir ve kişi tarafından sağlanan üyelik derecelerinin ortalaması alınarak üyelik fonksiyonu oluşturulur. Bu şekilde oluşturulan bir üyelik fonksiyonu bir dilsel terim hakkında kişiden kaynaklanan belirsizliği (intra-personal uncertainty) ele almaktadır. Ters değerlendirme yönteminde kişi verilen üyelik derecesi

için bir nesne tanımlamaktadır. Bu yöntem tanımlanan üyelik derecesini teyit etmek amacıyla kullanılmaktadır. Aralık tahmini yönteminde ise kişiler verilen dilsel terim (orta yaşlı) için aralık şeklinde bir değer tanımlamaktadır. Bir nesnenin üyelik derecesi tanımlanan aralıkların kaç tanesine düştüğüne bakılarak tayin edilmektedir. Bu yöntemde de oylama yöntemiyle benzer biçimde kişiler arası belirsizlik ele alınmaktadır. Literatüre bakıldığında üyelik fonksiyonu oluşturmak için çoğunlukla bu yöntemlere başvurulduğu gözlenmektedir.

Yukarıda bahsedilen üyelik fonksiyonu yöntemleri kullanılarak oluşturulan tip-1 bulanık kümeler hem kişiler arası hem de kişiden kaynaklanan belirsizliği bir arada yansıtamamaktadır. Bu nedenle, dilsel terimlerin ifade edilmesinde her iki belirsizliğin de dikkate alındığı tip-2 bulanık kümelerin kullanılmasının en doğru yaklaşım olduğu belirtilmektedir [82]. Bu yargı, Klir ve Yuan [79], Türkşen [80] ve Pedrycz [83] tarafından yapılan çalışmalarda da vurgulanmaktadır.

Birçok araştırmacı, bulanık küme teorisine dayanan ölçekler geliştirmiş ve bu ölçekler hizmet endüstrisi [84, 85], tıp bilimi [86, 87], yatırım kararı [88], eğitim sistemi [89-92] ve kamu yönetimi [93] gibi çeşitli alanlarda kullanılmıştır. Bulanık küme teorisi aynı zamanda ürün tasarımında insanların hislerini modellemek amacıyla da yaygın biçimde kullanılmaktadır [52, 94]. Çalışmalarda bulanık mantık tabanlı yöntemlerden faydalanılarak müşteri tercihlerinin ölçüldüğü ürünlere örnek olarak; arabalar ve pizzalar [95], silah sistemleri [96, 97], ofis koltukları [98], cep telefonları [99], USB bellek sürücüler [100], cin (içki) şişelerinin ambalaj tasarımı [101], atıştırmalık yiyecekler [102] gösterilebilir.

4.3. Dilsel İfadeler İçin Aralıklı Tip-2 Bulanık Kümelerin Aralık Yaklaşımına Dayalı Olarak Oluşturulması

Liu ve Mendel [69] dilsel ifadeleri aralıklı tip-2 bulanık küme olarak nitelemek için “Aralık Yaklaşımı (Interval Approach)” adı verilen bir yöntem önermiştir. Aralık yaklaşımında, kişilerden verilen bir kelime için 0-10 skalasını kullanarak aralık şeklinde bir değer tanımlaması istenir. Bir grup kişiden veriler toplandıktan sonra, her bir kelimenin veri aralığı tip-1 bulanık küme ile eşleştirilir. Daha sonra bu tip-1 bulanık kümelerin tümü birleştirme operatörü aracılığıyla birleştirilerek her bir kelime için aralıklı tip-2 bulanık

kümeleri tanımlayan FOU'lar elde edilir. Aralıklı tip-2 bulanık kümelerin ağırlık merkezi, Karnik-Mendel tarafından geliştirilen KM algoritması kullanılarak hesaplanan bir aralıktır [103]. Ağırlık merkezine ilişkin tek bir sonuç elde etmek için aralığın bitiş noktalarının ortalaması alınır. Aralık yaklaşımı, veri bölümü ve bulanık küme bölümü olmak üzere aşağıda detaylandırılmaktadır.

4.3.1. Veri bölümü

Veri bölümü, veri önileme ve istatistik hesaplama bölümlerinden oluşmaktadır. Veri önileme bölümü de kendi içerisinde dört adımdan oluşmaktadır. Veri önileme adımlarına başlamadan önce n adet katılımcıdan ($i=1,2,...,n$), her bir dilsel ifade için $[a^{(i)}, b^{(i)}]$ şeklinde veri aralıkları toplanmaktadır. Veri önilemede sırasıyla hatalı veri ayıklama, aykırı veri ayıklama, tolerans sınırlarına göre veri ayıklama ve makul aralık dışındaki veriyi ayıklama adımları uygulanmaktadır [69].

Adım 1: Hatalı verilerin ayıklanması

Bu adımda ankete katılan katılımcılardan, anketi yeterince dikkatli bir biçimde doldurmayan ve kullanışsız cevaplar sağlayan katılımcıların sonuçlarının ayıklanması amaçlanır. Bu işlemin yapılabilmesi için katılımcıdan sağlanan aralık değerinin Eş. 4.10'da yer alan denklemleri sağlayıp sağlamadığı kontrol edilir. Söz konusu denklemleri sağlayan aralıklar geçerli kabul edilirken, bunun dışında kalan aralık verileri çıkartılır.

$$\left. \begin{array}{l} 0 \leq a^{(i)} \leq 10 \\ 0 \leq b^{(i)} \leq 10 \\ b^{(i)} \geq a^{(i)} \end{array} \right\}, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (4.10)$$

Hatalı verilerin ayıklanması aşaması tamamlandıktan sonra başlangıçtaki n adet aralık verisi n' adete düşer ve $n' \leq n$ koşulu sağlanır.

Adım 2: Aykırı verilerin ayıklanması

Bu adımda aykırı değerlerin ayıklanması için “Box and Whisker” testinden faydalanılmaktadır [104]. Bu test birinci ve üçüncü çeyreklik ile çeyrekler arası aralık kullanılarak yapılmaktadır. Birinci $Q(0,25)$ ve üçüncü çeyrek $Q(0,75)$ sırasıyla verilerin %25 ve %75'ini içerir. Çeyrekler arası aralık (IQR), üçüncü ve ilk çeyrek arasındaki farktır ve bu nedenle, IQR verilerin %50'sini içerir. Üçüncü çeyreğin $1,5IQR$ üstünde kalan veya ilk çeyreğin $1,5IQR$ altında kalan herhangi bir nokta bir aykırı değer olarak kabul edilir.

Aykırı değerlerin bulunması için yapılan test sadece aralık bitiş noktalarına değil aynı zamanda $L^{(i)} = b^{(i)} - a^{(i)}$ olarak tanımlanan aralık uzunluğuna da yapılır. Sonuç olarak eğer katılımcının sağladığı aralık bitiş değerleri ve aralık uzunluğu Eş. 4.11’de yer alan denklemleri sağlıyor ise aralıklı veri kabul edilir, aksi takdirde ise veri setinden çıkartılır.

$$\left. \begin{aligned} a^{(i)} &\in [Q_a(0,25) - 1,5IQR_a, Q_a(0,75) + 1,5IQR_a] \\ b^{(i)} &\in [Q_b(0,25) - 1,5IQR_b, Q_b(0,75) + 1,5IQR_b] \\ L^{(i)} &\in [Q_L(0,25) - 1,5IQR_L, Q_L(0,75) + 1,5IQR_L] \end{aligned} \right\} , \quad i = 1, 2, \dots, n' \quad (4.11)$$

Eş. 4.11’de Q_a , Q_b ve Q_L sırasıyla aralıklı verilerin sol bitiş noktaları, sağ bitiş noktaları ve aralık uzunlukları için çeyreklikleri, IQR_a , IQR_b ve IQR_L sırasıyla sol bitiş noktaları, sağ bitiş noktaları ve aralık uzunlukları için çeyrekler arası aralığı ifade etmektedir.

Aykırı verilerin ayıklanması aşaması tamamlandıktan sonra başlangıçtaki n' adet aralık verisi m' adete düşer ve $m' \leq n'$ koşulu sağlanır.

Adım 3: Tolerans sınırlarına göre verilerin ayıklanması

Bu aşamada öncelikle aykırı verilerin ayıklanması sonucu elde edilen m' adet aralığın sol bitiş noktaları için ortalama (m_l) ve standart sapma (s_l), sağ bitiş noktaları için ortalama (m_r) ve standart sapma (s_r) ile aralık uzunlukları için ortalama (m_L) ve standart sapma (s_L) değerleri hesaplanır.

Eğer $[a^{(i)}, b^{(i)}]$ ve $L^{(i)}$ değerleri için Eş. 4.12’de gösterilen denklemler sağlanıyor ise aralık verisi kabul edilir, aksi takdirde ise çıkartılır.

$$\left. \begin{aligned} a^{(i)} &\in [m_l - ks_l, m_l + ks_l] \\ b^{(i)} &\in [m_r - ks_r, m_r + ks_r] \\ L^{(i)} &\in [m_L - ks_L, m_L + ks_L] \end{aligned} \right\}, i = 1, 2, \dots, m' \quad (4.12)$$

Eş. 4.12’de yer alan k değeri tolerans faktörüdür. Belirlenen bu k değerine göre bir kişi $\%100(1-\gamma)$ güvenilirlik seviyesi ile verilen sınırların verilerin en az $(1-\alpha)$ oranını içerdiğini söyleyebilmektedir. Çizelge 4.1’de farklı m' sayıları ve iki farklı $(1-\gamma)$ ve $(1-\alpha)$ değeri için k değerleri verilmiştir [104]. Çalışmalarda elde bulundurulanan veri sayısına göre ve istenilen güvenilirlik seviyesine göre Çizelge 4.1’de işaret edilen k değerinin seçilmesi gerekmektedir.

Çizelge 4.1. Veri sayısı, güvenilirlik seviyesi, içerilecek veri oranı dikkate alınarak belirlenen tolerans faktörü değerleri

m'	$1-\gamma = 0,95$		$1-\gamma = 0,99$	
	$1-\alpha$		$1-\alpha$	
	0,90	0,95	0,90	0,95
10	2,839	3,379	3,582	4,265
15	2,480	2,954	2,945	3,507
20	2,310	2,752	2,659	3,168
30	2,140	2,549	2,358	2,841
50	1,996	2,379	2,162	2,576
100	1,874	2,233	1,977	2,355
1000	1,709	2,036	1,736	2,718
∞	1,645	1,960	1,645	1,960

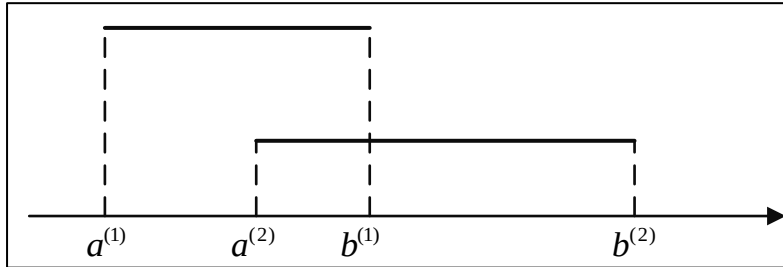
Yukarıdaki tabloya bir örnek verilecek olursa $m' = 20$ için $k = 2,752$ olduğu durumda $\%95$ güvenilirlik seviyesi ile verilen sınırların verilerin en az $\%95$ 'ini içerdiği söylenebilmektedir.

Bu aşamada m' değeri her bir dilsel ifade için farklılaşabilmektedir. Bu nedenle her bir ifade için ayrı bir k değeri ile işlem yapılması gerekmektedir.

Tolerans sınırlarına göre verilerin ayıklanması aşaması tamamlandıktan sonra başlangıçtaki m' adet aralık verisi m'' adete düşer ve $m'' \leq m'$ koşulu sağlanır. Aşamanın en sonunda ise tekrar m_l , s_l , m_r ve s_r değerleri hesaplanır.

Adım 4: Makul aralık dışında kalan verilerin ayıklanması

Bu aşamada bir dilsel ifade için katılımcılardan sağlanan aralık değerlerinin birbiri ile örtüşmesine bakılarak makul aralıklar ortaya çıkarılmaktadır. Burada yatan temel mantık kelimeler için farklı katılımcıların benzer algıya sahip olup olmadığının tartılmasıdır. Bu nedenle üst üste gelen veri aralıklarının makul olarak kabul edilmesi ve tutulması esas alınmaktadır. Şekil 4.6'da aynı dilsel ifade için üst üste gelen veri aralığına bir örnek gösterilmektedir.



Şekil 4.6. Aynı dilsel ifade için üst üste gelen veri aralığı

Bir aralığın makul olarak kabul edilebilmesi için Eş. 4.13'te verilen denklemleri sağlaması gerekmektedir.

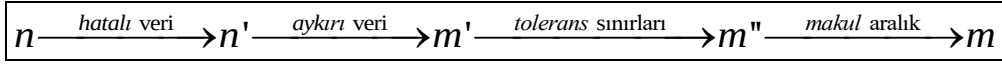
$$\left. \begin{array}{l} a^{(i)} < \xi^* \\ b^{(i)} > \xi^* \end{array} \right\} , \quad \forall i = 1, 2, \dots, m'' \quad (4.13)$$

Eş. 4.13'te yer alan ξ^* değeri Eş. 4.14'teki formülasyon kullanılarak hesaplanmaktadır ve $m_l \leq \xi^* \leq m_r$ şartını sağlamaktadır.

$$\xi^* = \frac{(m_r \sigma_l^2 - m_l \sigma_r^2) \pm \sigma_l \sigma_r [(m_l - m_r)^2 + 2(\sigma_l^2 - \sigma_r^2) \ln(\sigma_l / \sigma_r)]^{1/2}}{\sigma_l^2 - \sigma_r^2} \quad (4.14)$$

Makul aralık dışında kalan verilerin ayıklanması aşaması tamamlandıktan sonra başlangıçtaki m'' adet aralık verisi m adete düşer ve $1 \leq m \leq n$ koşulu sağlanır.

Sonuç olarak aralık yaklaşımında veri önişleme n adet veri aralığı ile başlamaktadır ve m adet veri aralığı ile tamamlanmaktadır. Bu süreçle ilişkin özet algoritma Şekil 4.7’de gösterilmektedir.



Şekil 4.7. Veri önişleme uygulama algoritması

Veri bölümünde toplanan veriler önişlemeye tabi tutulduktan sonra kalan m adet veri aralığı için bir olasılık dağılımı atanmakta ve her bir aralık değeri için varsayılan istatistiksel model ve aralık uç değerleri kullanılarak istatistikler hesaplanmaktadır. Olasılık dağılımı olarak birçok farklı modelin seçilmesi mümkün olmasına rağmen, genellikle iki değer arasında sınırlandırılmış aralıklı verilerde düzgün dağılım en uygun seçenek olarak gösterilmektedir [105].

Hesaplamaları mümkün olduğunca basit tutmak amacıyla düzgün dağılımda ortalama ve standart sapma olmak üzere iki istatistiki değer hesaplanır. Y ’nin $[a, b]$ arasında düzgün dağılan bir rassal değişken olması durumunda ortalaması ve standart sapması sırasıyla Eş. 4.15 ve Eş. 4.16 kullanılarak hesaplanır.

$$m_Y = \frac{a + b}{2} \quad (4.15)$$

$$\sigma_Y = \frac{b - a}{\sqrt{12}} \quad (4.16)$$

Veri bölümünün ikinci aşamasında bulanık küme bölümünde kullanılmak üzere tüm $[a^{(i)}, b^{(i)}]$ aralıkları için Eş. 4.17'deki denklem kullanılarak $S_1, \dots, S_m$ istatistikleri hesaplanır.

$$S_i = (m_Y^{(i)}, \sigma_Y^{(i)}), \quad i=1, \dots, m \quad (4.17)$$

4.3.2. Bulanık küme bölümü

Aralık yaklaşımında bulanık küme bölümü toplamda dokuz adımdan oluşmakta olup bu adımlar aşağıda detaylandırılmaktadır [69].

Adım 1: Tip-1 bulanık küme modelinin seçilmesi

Bu çalışmada ele alınan aralık yaklaşımında, aralık değerlerine düzgün dağılım atanması dolayısıyla aralıkların tip-1 üyelik fonksiyonu ile eşleştirilmesinde ortalama ve standart sapma değerlerinden faydalanılmıştır. Çalışmada, simetrik üçgensel iç (interior) tip-1 üyelik fonksiyonu, sol-omuz (left-shoulder) tip-1 üyelik fonksiyonu ya da sağ-omuz (right-shoulder) tip-1 üyelik fonksiyonu kullanılmıştır.

Adım 2: Bulanık kümenin belirsizlik ölçülerinin saptanması

Tip-1 bulanık kümenin ortalama ve standart sapma değerleri Eş. 4.18 ve Eş. 4.19 kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$m_A = \frac{\int_{a_{MF}}^{b_{MF}} x \mu_A(x) dx}{\int_{a_{MF}}^{b_{MF}} \mu_A(x) dx} \quad (4.18)$$

$$\sigma_A = \left[\frac{\int_{a_{MF}}^{b_{MF}} (x - m_A)^2 \mu_A(x) dx}{\int_{a_{MF}}^{b_{MF}} \mu_A(x) dx} \right]^{1/2} \quad (4.19)$$

Yukarıdaki eşitliklerde yer alan a_{MF} ve b_{MF} değerleri üyelik fonksiyonunun parametreleri olup Çizelge 4.2'de gösterilmektedir [106].

Genellikle a_{MF} ve b_{MF} tip-1 üyelik fonksiyonuna ait desteğin sol ve sağ uç noktalarını temsil etmektedir. Ancak bu durum omuz tip-1 üyelik fonksiyonlarında farklılık göstermektedir. Çünkü bir sol-omuz tip-1 üyelik fonksiyonunda $x \in [0, a_{MF}]$ olduğu durumda belirsizlik bulunmamaktadır. Benzer biçimde bir sağ-omuz tip-1 üyelik fonksiyonunda $x \in [b_{MF}, M]$ olduğu durumda belirsizlik bulunmamaktadır. Bu nedenle omuz üyelik fonksiyonlarında a_{MF} ve b_{MF} üyelik fonksiyonunun yayılma alanının tümünü kapsamamaktadır (Bkz. Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. İç ve omuz tip-1 üyelik fonksiyonları için ortalama ve standart sapma değerlerinin hesaplanması

İsim	Üyelik Fonksiyonu	Ortalama (m_{MF}) Standart sapma (σ_{MF})
Simetrik üçgensel (İç üyelik fonksiyonu)		$m_{MF} = (a_{MF} + b_{MF}) / 2$ $\sigma_{MF} = (b_{MF} - a_{MF}) / 2\sqrt{6}$
Sol-omuz		$m_{MF} = (2a_{MF} + b_{MF}) / 3$ $\sigma_{MF} = \left[\frac{1}{6} \left[(a_{MF} + b_{MF})^2 + 2a_{MF}^2 \right] - m_{MF}^2 \right]^{1/2}$
Sağ-omuz		$m_{MF} = (2a_{MF} + b_{MF}) / 3$ $\sigma_{MF} = \left[\frac{1}{6} \left[(a'_{MF} + b'_{MF})^2 + 2a'^2_{MF} \right] - m'^2_{MF} \right]^{1/2}$ $a'_{MF} = M - b_{MF}$ $b'_{MF} = M - a_{MF}$ $m'_{MF} = M - m_{MF}$

Adım 3: Tip-1 bulanık kümenin belirsizlik ölçülerinin hesaplanması

Simetrik üçgensel iç, sol ve sağ omuz tip-1 üyelik fonksiyonları için ortalama ve standart sapmaları hesaplamak oldukça kolay işlemler olup, bu hesaplamalar Çizelge 4.2’de özetlenmiştir.

Adım 4: Tip-1 bulanık küme modellerinin parametreleri için genel formüllerin oluşturulması

Tip-1 bulanık kümenin parametreleri, o kümenin ortalama ve standart sapmasının aralıklı verisinin ortalama ve standart sapmasına eşitlenmesi ile elde edilir. Yani, $m_{MF}^{(i)} = m_Y^{(i)}$ ve $\sigma_{MF}^{(i)} = \sigma_Y^{(i)}$ eşitlikleri sağlanır. $m_{MF}^{(i)}$ ve $\sigma_{MF}^{(i)}$ Çizelge 4.2’de gösterilirken, $m_Y^{(i)}$ ve $\sigma_Y^{(i)}$ Eş. 4.15 ve Eş. 4.16 kullanılarak hesaplanır. Elde edilen tip-1 üyelik fonksiyonu parametreleri $a_{MF}^{(i)}$ ve $b_{MF}^{(i)}$ Çizelge 4.3’te özetlenmektedir [106].

Çizelge 4.3. Düzgün dağılan $[a^{(i)}, b^{(i)}]$ veri aralığının tip-1 bulanık kümenin parametreleri olan $a_{MF}^{(i)}$ ve $b_{MF}^{(i)}$ ’ye dönüştürülmesi

Üyelik fonksiyonu	Dönüşümler
Simetrik üçgensel (İç üyelik fonksiyonu)	$a_{MF}^{(i)} = \frac{1}{2}[(a^{(i)} + b^{(i)}) - \sqrt{2}(b^{(i)} - a^{(i)})]$ $b_{MF}^{(i)} = \frac{1}{2}[(a^{(i)} + b^{(i)}) + \sqrt{2}(b^{(i)} - a^{(i)})]$
Sol-omuz	$a_{MF}^{(i)} = \frac{(a^{(i)} + b^{(i)})}{2} - \frac{(b^{(i)} - a^{(i)})}{\sqrt{6}}$ $b_{MF}^{(i)} = \frac{(a^{(i)} + b^{(i)})}{2} + \frac{\sqrt{6}(b^{(i)} - a^{(i)})}{3}$
Sağ-omuz	$a_{MF}^{(i)} = M - \frac{(a'^{(i)} + b'^{(i)})}{2} - \frac{\sqrt{6}(b'^{(i)} - a'^{(i)})}{3}$ $b_{MF}^{(i)} = M - \frac{(a'^{(i)} + b'^{(i)})}{2} + \frac{(b'^{(i)} - a'^{(i)})}{\sqrt{6}}$ $a'^{(i)} = M - b^{(i)}$ $b'^{(i)} = M - a^{(i)}$

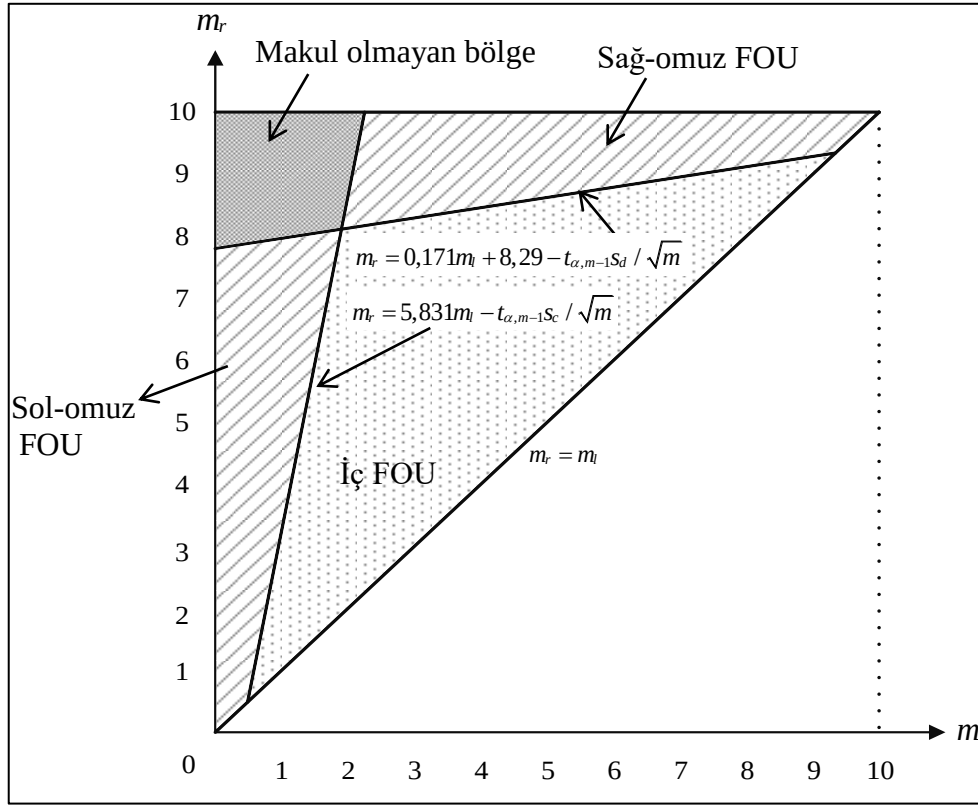
Adım 5: FOU'nun yapısının oluşturulması

Verilen m adet aralıklı verinin bir iç FOU, sol-omuz FOU ya da sağ-omuz FOU ile eşleştirilmesi gerekmektedir. Bu durum bir tür sınıflandırma problemi olarak ele alınmaktadır. Başlangıçta tüm aralıklı verilerin bir iç FOU ile eşleştirilebileceği varsayılmaktadır. Eğer bu mümkün değilse veri bir sol-omuz FOU ile eşleştirilir. Eğer bu da mümkün değilse son olarak sağ-omuz ile eşleştirilir. Bu algoritmayı aşağıdaki gibi bir “eğer-ise” yapısı ile özetlemek mümkündür [69].

- 1) EĞER $m_r \leq 5,831m_l - t_{\alpha, m-1} \frac{S_c}{\sqrt{m}}, m_r \leq 0,171m_l + 8,29 - t_{\alpha, m-1} \frac{S_d}{\sqrt{m}}$, ve $m_r \geq m_l$ İSE, FOU bir iç FOU’dur.
- 2) EĞER $m_r > 5,831m_l - t_{\alpha, m-1} \frac{S_c}{\sqrt{m}}$, ve $m_r < 0,171m_l + 8,29 - t_{\alpha, m-1} \frac{S_d}{\sqrt{m}}$ İSE, FOU bir sol-omuz FOU’dur.
- 3) EĞER $m_r < 5,831m_l - t_{\alpha, m-1} \frac{S_c}{\sqrt{m}}$, ve $m_r > 0,171m_l + 8,29 - t_{\alpha, m-1} \frac{S_d}{\sqrt{m}}$ İSE, FOU bir sağ-omuz FOU’dur.
- 4) EĞER $m_r > 5,831m_l - t_{\alpha, m-1} \frac{S_c}{\sqrt{m}}$, ve $m_r > 0,171m_l + 8,29 - t_{\alpha, m-1} \frac{S_d}{\sqrt{m}}$ İSE, FOU yoktur.

Yukarıdaki algoritmada yer alan m_l ve m_r değerleri sırasıyla $\{a^{(i)}\}_{i=1}^m$ ve $\{b^{(i)}\}_{i=1}^m$ olmak üzere aralıklı verilerin sol ve sağ uç değerlerinin ortalamasını ifade etmektedir. S_c ve S_d ise sırasıyla $\{b^{(i)} - 5,83a^{(i)}\}_{i=1}^m$ ve $\{b^{(i)} - 0,171a^{(i)} - 8,29\}_{i=1}^m$ olmak üzere standart sapma değerlerini ifade etmektedir. Şekil 4.8’de FOU karar bölgeleri gösterilmektedir.

Algoritmada t istatistiğinin hesaplanmasında kullanılan α değeri ilgili aralıklı verinin hangi FOU’ya tekabül ettiğinde belirleyici olmaktadır. α ’nın seçimi araştırmacıya bağlı olmakla birlikte, genellikle 0,05 alınmakta ve bu da %95 güven seviyesini ima etmektedir.



Şekil 4.8. FOU karar bölgeleri için sınıflandırma grafiği

Adım 6: Gömülü tip-1 bulanık kümelerin hesaplanması

Belirli bir dilsel ifade için FOU'nun türü belirlendikten sonra, her bir dilsel ifadenin kalan m adet aralıklı verisi ilgili tip-1 bulanık küme ile Çizelge 4.3 kullanılarak $(a^{(i)}, b^{(i)}) \rightarrow (a_{MF}^{(i)}, b_{MF}^{(i)})$, $i = 1, \dots, m$ olacak şekilde eşleştirilir.

Bu aşamada elde edilen tip-1 bulanık kümeler $A^{(i)}$ olarak ifade edilir ve gömülü tip-1 bulanık kümeler olarak adlandırılır. Gömülü tip-1 bulanık kümeler dilsel ifadeye ilişkin FOU'nun elde edilmesinde kullanılır.

Adım 7: Uygun olmayan tip-1 bulanık kümelerin silinmesi

m adet gömülü tip-1 bulanık kümeden bazılarının Eş. 4.20'de yer alan denklemleri sağlamaması mümkündür. Bu durumda olan tip-1 bulanık kümeler silinir ve $m^* \leq m$ olmak üzere m^* adet gömülü tip-1 bulanık küme kalır.

$$\left. \begin{array}{l} a_{MF}^{(i)} \geq 0 \\ b_{MF}^{(i)} \leq 10 \end{array} \right\}, \quad \forall i = 1, 2, \dots, m \quad (4.20)$$

Adım 8: Birleştirme operatörü kullanarak aralıklı tip-2 bulanık kümelerin elde edilmesi

Gömülü tip-1 bulanık kümelerin Eş. 4.21 aracılığıyla birleştirilmesi ile aralıklı tip-2 bulanık küme elde edilir ve bu küme $\tilde{A}$ olarak ifade edilir.

$$\tilde{A} = \bigcup_{i=1}^{m^*} A^{(i)} \quad (4.21)$$

Adım 9: FOU($\tilde{A}$) için matematiksel modelin oluşturulması

$FOU(\tilde{A})$ 'ye ilişkin matematiksel bir model hesaplamak için $UMF(\tilde{A})$ ve $LMF(\tilde{A})$ oluşturulmalıdır. Bunun yapılabilmesi için farklı yöntemler bulunmakla birlikte Liu ve Mendel [69] tarafından yapılan çalışmada m^* adet gömülü tip-1 bulanık kümenin tümünün $FOU(\tilde{A})$ tarafından içerildiğini garanti edecek oldukça kolay bir yaklaşıma başvurulmuştur. Bu yaklaşımda FOU türünden bağımsız olarak Eş. 4.22 ve Eş. 4.23'de yer alan formülasyonlar aracılığıyla $\underline{a}_{MF}$, $\bar{a}_{MF}$, $\underline{b}_{MF}$ ve $\bar{b}_{MF}$ hesaplanmalıdır.

$$\left. \begin{array}{l} \underline{a}_{MF} \equiv \min_{i=1, \dots, m^*} \{a_{MF}^{(i)}\} \\ \bar{a}_{MF} \equiv \max_{i=1, \dots, m^*} \{a_{MF}^{(i)}\} \end{array} \right\} \quad (4.22)$$

$$\left. \begin{array}{l} \underline{b}_{MF} \equiv \min_{i=1, \dots, m^*} \{b_{MF}^{(i)}\} \\ \bar{b}_{MF} \equiv \max_{i=1, \dots, m^*} \{b_{MF}^{(i)}\} \end{array} \right\} \quad (4.23)$$

Bu hesaplamalar yapıldıktan sonra iç, sol-omuz ve sağ-omuz FOU'lar için matematiksel modeller ayrı ayrı oluşturulmaktadır.

Bir iç FOU'da üst üyelik fonksiyonu olan $UMF(\tilde{A})$ 'yü oluşturmak için öncelikle Eş. 4.24 kullanılarak $C_{MF}^{(i)}$ hesaplanmalıdır.

$$C_{MF}^{(i)} = \frac{a_{MF}^{(i)} + b_{MF}^{(i)}}{2} \quad (4.24)$$

Sonrasında Eş. 4.25 ve Eş. 4.26 aracılığıyla $\underline{C}_{MF}$ ve $\bar{C}_{MF}$ değerleri hesaplanır.

$$\underline{C}_{MF} = \min\{C_{MF}^{(i)}\} \quad (4.25)$$

$$\bar{C}_{MF} = \max\{C_{MF}^{(i)}\} \quad (4.26)$$

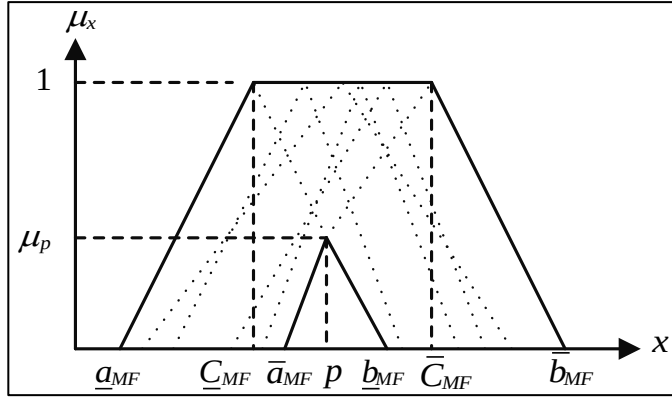
Sonrasında $(\underline{a}_{MF}, 0)$, $(\underline{C}_{MF}, 1)$, $(\bar{C}_{MF}, 1)$, $(\bar{b}_{MF}, 0)$ noktaları düz çizgiler ile birleştirilir ve ikizkenar yamuk şeklinde bir UMF ortaya çıkar.

FOU'da alt üyelik fonksiyonu $LMF(\tilde{A})$ 'yü oluşturmak için x ekseninde fonksiyonun tepe noktasına denk gelen değer olan p ve bu değere karşılık gelen üyelik derecesi olan μ_p Eş. 4.27 ve Eş. 4.28 kullanılarak hesaplanmalıdır.

$$p = \frac{\underline{b}_{MF}(\bar{C}_{MF} - \bar{a}_{MF}) + \bar{a}_{MF}(\underline{b}_{MF} - \underline{C}_{MF})}{(\bar{C}_{MF} - \bar{a}_{MF}) + (\underline{b}_{MF} - \underline{C}_{MF})} \quad (4.27)$$

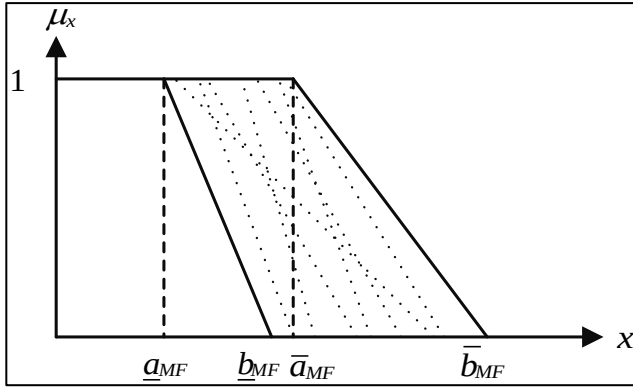
$$\mu_p = \frac{\underline{b}_{MF} - p}{\underline{b}_{MF} - \underline{C}_{MF}} \quad (4.28)$$

Sonrasında $(\underline{a}_{MF}, 0)$, $(\bar{a}_{MF}, 0)$, (p, μ_p) , $(\underline{b}_{MF}, 0)$ ve $(\bar{b}_{MF}, 0)$ noktaları düz çizgiler ile birleştirilir ve üçgensel şekilde bir LMF elde edilir. Tüm bu değerler hesaplanarak oluşturulan $UMF(\tilde{A})$ ve $LMF(\tilde{A})$ ile oluşturulan bir iç $FOU(\tilde{A})$ Şekil 4.9'da gösterilmektedir.



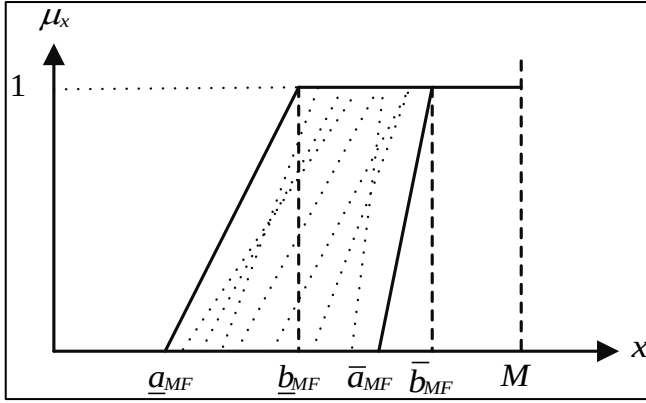
Şekil 4.9. Üçgensel tip-1 üyelik fonksiyonlarının (kesikli çizgiler) birleşimi ve iç FOU'ya ilişkin oluşan LMF ve UMF'ler (kalın çizgiler)

Sol-omuz FOU'ya ilişkin matematiksel modelinin geliştirilmesi için iç FOU'ya benzer biçimde $UMF(\tilde{A})$ ve $LMF(\tilde{A})$ 'nin oluşturulması gerekmektedir. $UMF(\tilde{A})$ 'nin oluşturulması için $(0,1)$, $(\bar{a}_{MF},1)$ ve $(\bar{b}_{MF},0)$ noktaları düz çizgiler ile birleştirilmelidir. $LMF(\tilde{A})$ için ise $(0,1)$, $(\underline{a}_{MF},1)$, $(\underline{b}_{MF},0)$ ve $(\bar{b}_{MF},0)$ noktaları düz çizgiler ile birleştirilmelidir. Bu işlemler sonucunda oluşan bir sol-omuz $FOU(\tilde{A})$ Şekil 4.10'da gösterilmektedir.



Şekil 4.10. Sol-omuz tip-1 üyelik fonksiyonlarının (kesikli çizgiler) birleşimi ve sol-omuz FOU'ya ilişkin oluşan LMF ve UMF'ler (kalın çizgiler)

Sağ-omuza ilişkin $UMF(\tilde{A})$ 'nin oluşturulması için $(\underline{a}_{MF},0)$, $(\underline{b}_{MF},1)$ ve $(M,1)$ noktaları düz çizgiler ile birleştirilmelidir. $LMF(\tilde{A})$ için ise $(\underline{a}_{MF},0)$, $(\bar{a}_{MF},0)$, $(\bar{b}_{MF},1)$ ve $(M,1)$ noktaları düz çizgiler ile birleştirilmelidir. Bu işlemler sonucunda oluşan bir sağ-omuz $FOU(\tilde{A})$ Şekil 4.11'de gösterilmektedir.



Şekil 4.11. Sağ-omuz tip-1 üyelik fonksiyonlarının (kesikli çizgiler) birleşimi ve sağ-omuz FOU'ya ilişkin oluşan LMF ve UMF'ler (kalın çizgiler)

Şekil 4.11'de yer alan M değeri çalışmada katılımcılardan hangi aralıkta değer belirtmeleri istendiğine göre değişiklik göstermektedir.

5. DOKUNSA L DUYULARA YÖNELİK ETİKETLİ DUYGUSAL BÜYÜKLÜK ÖLÇEĞİ VE BULANIK ÖLÇEK GELİŞTİRME

5.1. Araştırmanın Amacı ve Kapsamı

Çalışmanın ikinci bölümünde de bahsedildiği üzere firmalar arasında artan küresel rekabet nedeniyle müşteriye hitap eden başarılı yeni ürünler geliştirmek giderek daha zor bir görev haline gelmiştir. Ürünler arasındaki fiziksel kalite farklılıkları teknolojik gelişmelere bağlı olarak zaman içinde giderek azalmıştır. Şirketlerin başarılı ürünler üretmesi ve pazar paylarını koruması için müşterilerin duygu ve algılarına hitap eden ürünler tasarlaması zorunlu hale gelmiştir. Bu bağlamda, müşterilerin bir ürüne yönelik algı ve hislerini ortaya çıkarmak amacıyla ölçekler geliştirilmektedir. Tezin bu bölümünde duygusal tasarımda sıklıkla kullanılan dokunma duyusu ile ilgili dört sıfat çiftine ilişkin iki farklı duygusal ölçek geliştirmek ve bu ölçekleri istatistiksel olarak karşılaştırmak amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, çalışma kapsamında iki farklı deney gerçekleştirilmiştir.

5.2. Deneylere İlişkin Genel Prosedürler

Gerçekleştirilen deneylerde bir takım ortak varsayımlar ve prosedürler bulunmaktadır. Bu bölümde deneylere ilişkin ortak prosedürler anlatılmış olup deney detaylarına ilgili deney bölümünde yer verilmiştir.

Ürünlere dokunma esnasındaki hissin ölçümünü gerçekleştirebilmek amacıyla deney 1’de büyüklük tahmini yöntemine dayanan etiketli duygusal büyüklük ölçeği, deney 2’de ise bulanık küme teorisine dayanan bulanık dilsel ölçek geliştirmek amaçlanmıştır. Bu kapsamda, cinsiyet ve yaş olarak dengelenmiş olan katılımcılar rassal olarak iki farklı gruba bölünmüş ve her iki gruba da deneyler iki bölümde uygulanmıştır. Sürece ilişkin özet tablo Çizelge 5.1’de gösterilmektedir.

Çizelge 5.1. Deney süreci

	Bölüm 1	Bölüm 2
1.Grup	Deney 1	Deney 2
2.Grup	Deney 2	Deney 1

Deneylerde, dokunma duyusu ile ilgili çalışmalarda sıklıkla kullanılan “pürüzsüz – pürüzlü”, “sıcak – soğuk”, “yapışkan – kaygan” ve “yumuşak – sert” sıfat çiftleri tercih edilmiştir. Bahsi geçen sıfat çiftlerinden ilkinin pozitif duyguyu diğerinin ise negatif duyguyu ifade ettiği varsayılmış olup, bu varsayım hakkında katılımcılara deneye başlamadan önce bilgilendirme yapılmıştır. Ayrıca çalışmada sıfat çiftlerinden her birinin farklı seviyelerini tanımlamak için on bir adet dilsel etiket kullanılmış olup kullanılan dilsel etiketler Çizelge 5.2’de gösterilmektedir.

Çizelge 5.2. Deneylerde kullanılan sıfat çiftlerine ilişkin dilsel etiketler

Pürüzsüz-Pürüzlü	Sıcak-Soğuk
Hayal edilebilecek en pürüzsüz	Hayal edilebilecek en sıcak
Son derece pürüzsüz	Son derece sıcak
Çok pürüzsüz	Çok sıcak
Orta derecede pürüzsüz	Orta derecede sıcak
Kısmen pürüzsüz	Kısmen sıcak
Ne pürüzsüz ne de pürüzlü (veya nötr)	Ne sıcak ne de soğuk (veya nötr)
Kısmen pürüzlü	Kısmen soğuk
Orta derecede pürüzlü	Orta derecede soğuk
Çok pürüzlü	Çok soğuk
Son derece pürüzlü	Son derece soğuk
Hayal edilebilecek en pürüzlü	Hayal edilebilecek en soğuk
Yapışkan-Kaygan	Yumuşak-Sert
Hayal edilebilecek en yapışkan	Hayal edilebilecek en yumuşak
Son derece yapışkan	Son derece yumuşak
Çok yapışkan	Çok yumuşak
Orta derecede yapışkan	Orta derecede yumuşak
Kısmen yapışkan	Kısmen yumuşak
Ne yapışkan ne de kaygan (veya nötr)	Ne yumuşak ne de sert (veya nötr)
Kısmen kaygan	Kısmen sert
Orta derecede kaygan	Orta derecede sert
Çok kaygan	Çok sert
Son derece kaygan	Son derece sert
Hayal edilebilecek en kaygan	Hayal edilebilecek en sert

Çalışmada amaçlanan katılımcıların dokunsal duyu ile ilgili dilsel etiketler karşısındaki anlık tepkilerini ölçmektir. Bu kapsamda, deneylere başlamadan önce katılımcıların her sıfat çifti için kullanılan kavramlara aşina olmalarını sağlamak amacıyla farklı doku özelliklerine sahip olan otuz yedi adet uyaran temin edilmiştir. Söz konusu uyaranlar yirmi iki adedi karton, dokuz adedi kâğıt ve folyo, altı adedi ise laminat levha olmak üzere üç

kategoride gruplandırılmıştır. Karton, kâğıt ve folyo uyaranları ürünler için kullanılan ambalaj malzemeleri arasından seçilmiştir. Laminat levhalar ise tipik olarak ofis mobilyalarını üretmek için kullanılan malzemelere örnek teşkil etmekle birlikte, çalışmaya doku çeşitliliğini arttırmak için dâhil edilmiştir. Sonuç olarak otuz yedi adet uyarın, pürüzlülük, sertlik, kayganlık ve ısı iletkenlik gibi farklı fiziksel özelliklere sahip çeşitli dokuları içermektedir. Uyarınlar 10 x 8 cm²'lik dikdörtgenler halinde kesilmiş ve görülememeleri için bir tarafı beyaz perde ile kapatılan diğer tarafı açık tutulan kutularda rastgele sırada katılımcılara sunulmuştur. Her katılımcıdan elini beyaz perdenin altındaki kutuya sokarak uyarana dokunması ve dokulu yüzeyi keşfetmesi istenmiştir. Hangi elin kutuya sokulacağı, dokunma esnasında elin hangi kısımlarının kullanılabileceği ve uyarınlara ne kadar süre boyunca dokunulabileceği konusunda herhangi bir kısıtlama yapılmamıştır. Katılımcıların değerlendirme yapmadan önce farklı dokudaki malzemelere dokunmasının sağlanması ile hale etkisinin (halo effect) azaltılması amaçlanmıştır.

5.2.1. Dokunsal duylara ilişkin etiketli duygusal büyüklük ölçeği geliştirme (deney 1)

Büyüklük tahminine dayanan çalışmalarda katılımcıların büyüklük tahmini prosedürü hakkında bilgi sahibi olması gerekmektedir. Eğer katılımcılar herhangi bir tecrübeye sahip değilse örnek egzersiz yapılması dikkat edilmesi gereken bir noktadır. Böylelikle örnek egzersiz sırasında makul cevaplar verebilen katılımcıların teste devam etmesine izin verilmektedir. Bu çerçevede, deney prosedürü hakkında katılımcılara yazılı bir talimat sunulmuş, prosedürün detayları anlatılmış ve örnek egzersiz yapılmıştır. Etiketli duygusal büyüklük ölçeklerinin oluşturulmasında kullanılan testlere ilişkin bilgiler EK-2 ile EK-5 arasında yer almaktadır. Ayrıca, deneye başlamadan önce tüm katılımcıların soru sormalarına izin verilmiştir. Böylelikle test sonucunda sağlıklı bilgilerin elde edilmesi sağlanmıştır.

Deneylerde, kişilerin malzemelere dokundukları andaki hislerini tanımlamak için yaygın olarak kullandığı dokunma duylusu ile ilgili dört sıfat çiftine ilişkin dilsel etiketlerin anlamları hakkında fikir edinmek amaçlanmıştır. Bu kapsamda, bu deneyde katılımcılardan her bir dokunsal duyluyla ilgili hissin büyüklüğünü, dilsel etiketlere sayı atayarak tanımlamaları istenmiştir. Anket sayfalarında dokunsal duylara ilişkin hislerin büyüklüğünü tanımlamak amacıyla dilsel etiketlerin yanında aşağıdaki gibi bir boşluk

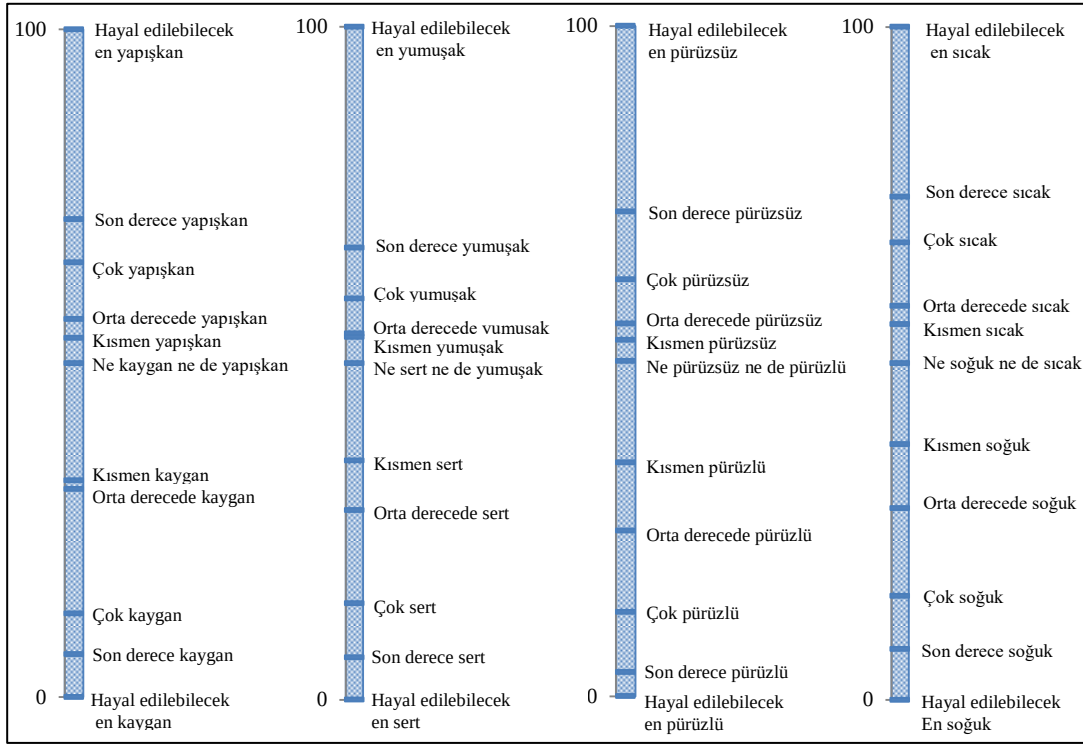
verilmiş ve katılımcının bu alanı doldurması istenmiştir. Her bir dilsel etiketli duyu katılımcılara ayrı sayfalarda yazılı şekilde sunulmuş ve böylece taşınma etkisi (carry-over effect) en aza indirilmiştir.

Örnek: Son derece pürüzsüz _____

Bu deneyde önemli olan nokta değerlendirmelerin oransal olarak yapılmasıdır. Diğer bir ifadeyle, her bir dilsel etiket için belirlenecek olan sayısal değer ilk dilsel etikete yapılan değerlendirmenin belirli bir oranı şeklinde belirtilmesi istenmektedir. Eğer ilk dilsel etiketin duygusal büyüklüğünü tanımlamak için 800 değeri kullanıldıysa ve ikinci dilsel etiketin duygusal büyüklüğü ilkinin iki katıysa bu dilsel etiketi tanımlamak için 1600 değeri kullanılmalıdır. Benzer biçimde, eğer ikinci dilsel etiketin duygusal büyüklüğü ilkinin onda biriyse bu dilsel etiketi tanımlamak için 80 değeri kullanılmalıdır.

Katılımcıların değerlendirdiği ilk dilsel etiket için sıfırdan büyük bir sayı yazması yeterlidir. Yazılan sayının tam sayı olma zorunluluğu bulunmamaktadır. Fakat katılımcıların ilk dilsel etiket için çok küçük bir sayı kullanmamaları gerekmektedir. Çünkü deney esnasında dilsel etiketler rassal sırada değerlendirilmekte olup, karşılaşılabilecek sonraki dilsel etiketin çok daha düşük seviyelerdeki duyguları yansıtabilme olasılığı mevcuttur. Belirtilen bu kısıtlama dışında katılımcı istediği herhangi bir sayıyı kullanabilmektedir. Deney esnasında katılımcıların hassas derecelendirme yapmak için çok fazla düşünmelerine gerek yoktur. Önemli olan her bir değerlendirmenin ilk değerlendirmeyle kıyaslanarak yapılmasıdır. Bu prosedürün tamamlanmasından sonra, katılımcılara dilsel etiketlere yaptıkları derecelendirmeler gösterilmekte ve dilsel etiketlere uygun olmadığını düşündükleri derecelendirmeleri revize etmelerine izin verilmektedir.

Anket sonucunda katılımcılardan her bir dilsel etiket için büyüklük tahminleri toplandıktan sonra pozitif ve negatif sıfatlar için LAM algoritması ayrı ayrı uygulanarak geometrik ortalamalar hesaplanmış ve daha sonra pozitif ve negatif sıfatlar dikey bir çizgi ölçeğe yerleştirilmek üzere birleştirilmiştir. Uygulanan bu adımlar sonrasında dört sıfat çifti için geliştirilen LAM ölçekleri Şekil 5.1’de gösterilmektedir.



Şekil 5.1. Dokunsal duylara ilişkin sıfat çiftleri için geliştirilen LAM ölçekleri

5.2.2. Dokunsal duylara ilişkin bulanık ölçek geliştirme (deney 2)

Deney 2'nin amacı, dokunma duyusu ile ilgili dört sıfat çifti için aralıklı tip-2 bulanık küme mantığına dayanarak bulanık dilsel ölçek oluşturmaktır. Bu kapsamda, deneyde dilsel etiketli sıfat çiftleri rassal sıra ile bir daire içine yerleştirilmiş ve değerlendirilmek üzere katılımcılara her bir dilsel etiketli sıfat ayrı sayfalarda yazılı olacak şekilde sunulmuştur. Deneye katılacak kişilerin bulanık küme hakkında herhangi bir bilgiye sahip olması gerekmemektedir. Bulanık ölçeğin oluşturulmasında kullanılan testlere ilişkin bilgiler EK-6 ile EK-9 arasında yer almaktadır. Bu deneyde, katılımcılardan dikkatli bir şekilde daire içerisindeki dilsel etiketli sıfatlara bakmaları ve her bir ifadeyi aralık olarak tanımlayıp aşağıdaki gibi bir alanı doldurmaları istenmiştir.

Örnek: Son derece pürüzsüz [,]

Diğer bir ifadeyle her bir dilsel etiketli sıfat için aralığın nerede başlayacağını ve nerede biteceğini 0-100 skalası kullanılarak belirtilmesi istenmiştir. Burada, pürüzsüz-pürüzlü sıfat çifti için 0 pürüzlü anlamına gelirken, 100 pürüzsüz anlamına gelmektedir. Örneğin, çok pürüzsüz [65, 84], kısmen pürüzlü [40-46]. Katılımcıların dilsel etiketler için aralık

belirlerken dikkat etmesi gereken iki husus vardır. Dilsel etiketli sıfatlar için tanımlanan aralıkların üst üste gelmesine izin verilmekte olup bir ifade için tanımlanan aralığın biterken diğer ifade için tanımlanan aralığın başlaması tercih edilmemektedir. Ayrıca dilsel etiketli sıfatlar için tanımlanan aralıkların eşit uzunlukta olmaması gerekmektedir. Verilen cevapların doğru ya da yanlış olarak değerlendirilmesi söz konusu olmamakla birlikte katılımcılardan kişisel algılarını ifade etmeleri istenmektedir. Katılımcıların her bir dilsel etiketli sıfatı, mevcutta değerlendirdiği sıfatlara verdiği cevaplara bakmaksızın ayrı ayrı değerlendirmesi gerekmektedir. Çünkü deneyde katılımcıların dilsel ifadelere verdiği anlık tepkinin ölçülmesi amaçlanmaktadır.

Katılımcıların her bir dilsel etiketli sıfat için belirttiği aralıklı değerler elde edildikten sonra, aralıklı tip-2 bulanık kümeler kişiler arası belirsizliği ele alan aralık yaklaşımı (interval approach) kullanılarak oluşturulmuştur. Bu yaklaşım Bölüm 4'te detaylı olarak anlatıldığı üzere veri bölümü ve bulanık küme bölümü olmak üzere iki adımda uygulanmıştır. Veri bölümünde, veriler dört farklı aşama ile önışlemeye tabi tutulmuş ve bu aşamalarda kabul edilmeyen veriler çalışmadan çıkarılmıştır. Çizelge 5.3, her bir dilsel etiketli sıfat için veri önışleme bölümünü geçen ve bulanık küme bölümünde kullanılacak olan aralık değerlerinin sayısını göstermektedir.

Bulanık küme bölümünde, dilsel etiketli sıfatların tip-1 üyelik fonksiyonu ile eşleştirilmesi için simetrik üçgensel iç tip-1 üyelik fonksiyonu, sol-omuz tip-1 üyelik fonksiyonu ve sağ-omuz tip-1 üyelik fonksiyonu kullanılmıştır. Bulanık küme bölümünde detaylı anlatıldığı üzere dilsel etiketli sıfatlar için oluşturulacak FOU'ların iç, sol-omuz ya da sağ-omuz olması ilgili formülasyonlar kullanılarak tespit edilmiştir. Veri önışleme aşaması ve uygun olmayan tip-1 bulanık kümelerin silinmesi sonrasında kalan aralıklı veriler (m^* adet) baz alınarak tüm dilsel etiketli sıfatlar için oluşturulacak FOU'lar için hesaplanan parametreler Çizelge 5.4'te gösterilmektedir.

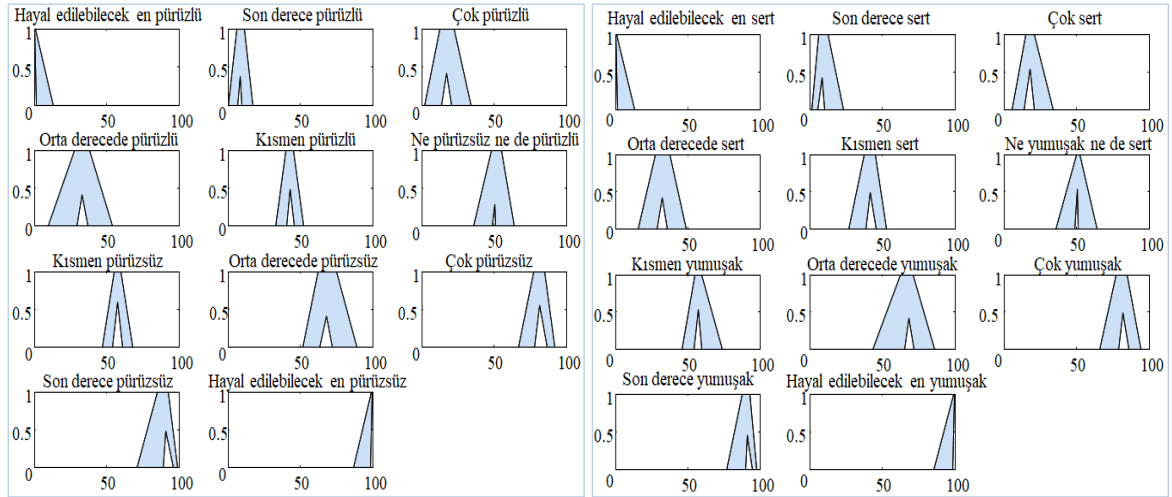
Oluşturulan gömülü tip-1 bulanık kümelerin birleştirme operatörü ile birleştirilmesiyle her bir dilsel etiketli ifadenin aralıklı tip-2 bulanık kümeleri oluşturulmuştur. Oluşturulan FOU'lar Şekil 5.2'de gösterilmektedir.

Çizelge 5.3. Veri ön işleme aşamalarına ait sonuçlar ve kalan m adet veri aralığına ilişkin uç nokta istatistikleri

	Dilsel Etiket	Veri Ön İşleme (Veri Bölümü)				Bulanık Küme Bölümü	Sol-Uç İstatistikleri		Sağ-Uç İstatistikleri	
		Aşama 1 n'	Aşama 2 m'	Aşama 3 m''	Aşama 4 m	m*	m _l	s _l	m _r	s _r
Pürüzsüz - Pürüzlü	Hayal edilebilecek en pürüzlü	31	25	25	23	23	0,00	0,00	6,77	3,01
	Son derece pürüzlü	31	31	30	18	11	3,10	2,63	11,33	2,80
	Çok pürüzlü	31	30	29	17	17	11,02	2,50	22,64	3,86
	Orta derecede pürüzlü	31	30	28	16	16	25,78	4,27	39,28	4,08
	Kısmen pürüzlü	31	26	24	20	20	39,50	1,97	47,79	2,32
	Ne pürüzsüz ne de pürüzlü	31	31	31	27	27	46,32	2,93	54,49	3,12
	Kısmen pürüzsüz	31	30	28	16	16	52,62	2,41	61,56	2,27
	Orta derecede pürüzsüz	31	27	27	18	18	61,69	2,93	73,78	3,89
	Çok pürüzsüz	31	31	30	16	14	77,82	3,03	89,82	4,34
	Son derece pürüzsüz	31	30	28	23	15	85,60	3,95	96,64	2,21
	Hayal edilebilecek en pürüzsüz	30	25	25	24	24	93,63	2,82	100,00	0,00
Yumuşak - Sert	Hayal edilebilecek en sert	31	25	25	23	23	0,00	0,00	5,42	2,96
	Son derece sert	31	31	29	20	9	2,51	2,36	13,14	3,90
	Çok sert	31	31	30	20	18	10,02	3,69	23,22	4,39
	Orta derecede sert	31	31	31	15	15	26,93	4,02	39,48	2,99
	Kısmen sert	30	29	27	17	17	38,53	2,94	48,60	2,12
	Ne yumuşak ne de sert	31	30	30	28	28	45,22	3,14	55,00	3,25
	Kısmen yumuşak	31	30	28	20	20	52,54	2,28	61,95	3,03
	Orta derecede yumuşak	31	30	28	18	18	60,40	4,27	72,60	3,17
	Çok yumuşak	31	30	30	16	14	76,27	4,34	89,35	4,56
	Son derece yumuşak	31	31	30	19	9	86,45	3,78	97,23	2,28
	Hayal edilebilecek en yumuşak	31	28	27	25	25	94,75	3,26	100,00	0,00
Yapışkan - Kaygan	Hayal edilebilecek en kaygan	25	18	18	17	17	0,00	0,00	5,97	2,85
	Son derece kaygan	25	25	22	17	8	2,21	2,32	12,68	3,04
	Çok kaygan	25	24	24	12	11	9,15	3,45	22,47	3,74
	Orta derecede kaygan	25	22	20	18	18	30,36	3,62	42,62	3,56
	Kısmen kaygan	25	24	24	20	20	38,65	3,03	48,14	2,17
	Ne yapışkan ne de kaygan	25	24	23	19	19	46,43	1,86	53,57	1,86
	Kısmen yapışkan	25	24	24	16	16	52,29	2,39	62,68	3,34
	Orta derecede yapışkan	25	25	24	12	12	60,25	2,18	73,78	4,13
	Çok yapışkan	25	25	24	13	11	73,55	5,20	90,32	4,44
	Son derece yapışkan	25	24	24	19	12	85,52	5,22	97,05	2,25
	Hayal edilebilecek en yapışkan	25	21	21	20	20	94,58	2,76	100,00	0,00
Sıcak - Soğuk	Hayal edilebilecek en soğuk	32	25	25	22	22	0,00	0,00	4,76	2,63
	Son derece soğuk	32	31	31	18	9	2,28	2,27	12,97	4,63
	Çok soğuk	32	32	32	16	14	7,82	4,30	21,56	2,84
	Orta derecede soğuk	32	32	31	17	17	26,81	4,49	39,37	3,73
	Kısmen soğuk	32	30	28	21	21	38,33	4,02	47,68	2,34
	Ne sıcak ne de soğuk	32	30	29	25	25	46,03	3,23	54,46	2,93
	Kısmen sıcak	32	28	27	22	22	52,38	2,36	61,63	2,82
	Orta derecede sıcak	31	28	26	18	18	58,07	5,66	70,77	2,19
	Çok sıcak	31	31	31	16	13	69,97	4,65	85,76	7,05
	Son derece sıcak	32	32	30	17	8	86,48	5,35	97,64	2,46
	Hayal edilebilecek en sıcak	32	27	26	23	23	94,79	2,77	100,00	0,00

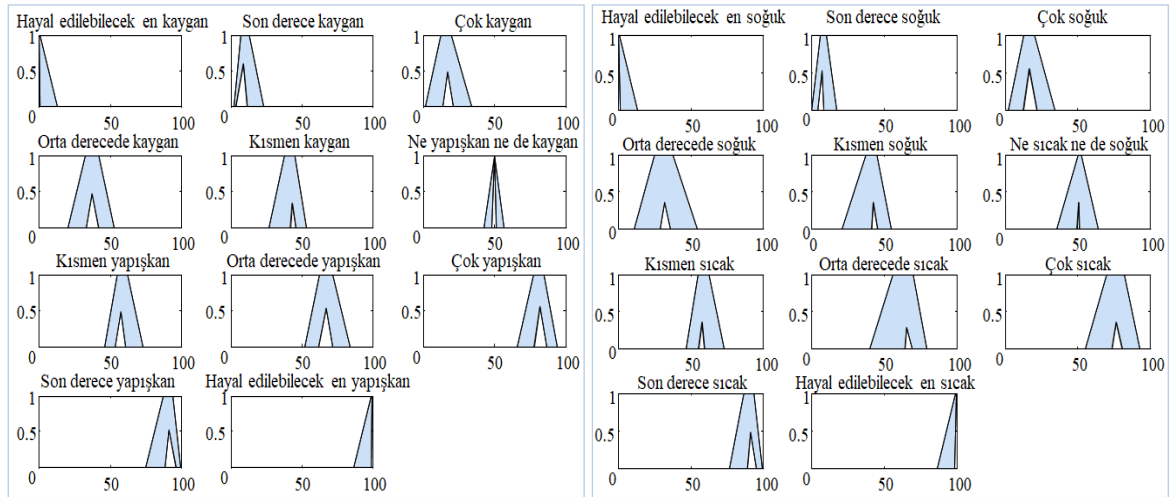
Çizelge 5.4. Dilsel etiketler için kalan m* adet veri aralığı ile oluşturulan FOU'lara ilişkin parametreler

	Dilsel Etiket	LMF	UMF
Pürüzsüz - Pürüzlü	Hayal edilebilecek en pürüzlü	(0,09; 0,92)	(1,32; 13,16)
	Son derece pürüzlü	(6,55; 8,40; 0,37; 9,83)	(0,34; 6,00; 11,50; 17,07)
	Çok pürüzlü	(13,96; 17,50; 0,41; 21,04)	(1,89; 12,50; 22,50; 34,14)
	Orta derecede pürüzlü	(29,31; 33,11; 0,41; 37,07)	(9,82; 27,50; 38,50; 53,97)
	Kısmen pürüzlü	(40,76; 43,03; 0,48; 45,83)	(32,93; 40,00; 45,50; 52,07)
	Ne pürüzsüz ne de pürüzlü	(48,96; 50,62; 0,27; 51,41)	(35,86; 48,50; 55,00; 64,14)
	Kısmen pürüzsüz	(53,96; 57,50; 0,59; 61,04)	(46,89; 55,00; 60,00; 68,11)
	Orta derecede pürüzsüz	(63,55; 68,19; 0,41; 72,07)	(51,89; 62,50; 75,00; 89,14)
	Çok pürüzsüz	(77,93; 81,81; 0,55; 87,07)	(66,89; 77,50; 85,00; 92,07)
	Son derece pürüzsüz	(88,96; 90,68; 0,49; 96,04)	(70,86; 85,00; 92,50; 99,14)
	Hayal edilebilecek en pürüzsüz	(99,08; 99,91)	(86,84; 98,68)
Yumuşak - Sert	Hayal edilebilecek en sert	(0,09; 0,92)	(1,32; 13,16)
	Son derece sert	(5,55; 8,46; 0,42; 10,24)	(1,76; 6,00; 12,50; 23,11)
	Çok sert	(13,96; 17,77; 0,54; 21,04)	(5,86; 15,00; 21,00; 34,14)
	Orta derecede sert	(28,96; 32,50; 0,41; 36,04)	(15,86; 27,50; 37,50; 49,14)
	Kısmen sert	(38,96; 41,89; 0,49; 46,04)	(26,89; 37,50; 45,00; 53,11)
	Ne yumuşak ne de sert	(48,59; 50,66; 0,53; 51,41)	(35,86; 50,00; 52,50; 64,14)
	Kısmen yumuşak	(54,17; 57,27; 0,53; 59,83)	(45,86; 55,00; 60,00; 74,14)
	Orta derecede yumuşak	(65,55; 68,05; 0,42; 72,07)	(43,79; 62,50; 71,50; 86,21)
	Çok yumuşak	(78,96; 81,89; 0,49; 86,04)	(65,86; 77,50; 85,00; 94,14)
	Son derece yumuşak	(90,17; 91,44; 0,45; 94,66)	(76,89; 87,50; 93,00; 98,11)
	Hayal edilebilecek en yumuşak	(98,99; 99,91)	(85,52; 98,68)
Yapışkan - Kaygan	Hayal edilebilecek en kaygan	(0,09; 0,92)	(1,32; 13,16)
	Son derece kaygan	(2,93; 8,55; 0,59; 11,45)	(1,55; 6,50; 12,50; 23,11)
	Çok kaygan	(13,96; 16,89; 0,49; 21,04)	(1,89; 12,50; 20,00; 34,14)
	Orta derecede kaygan	(33,72; 37,72; 0,46; 42,07)	(20,86; 32,50; 42,50; 53,11)
	Kısmen kaygan	(41,96; 43,16; 0,34; 46,04)	(26,89; 37,50; 45,50; 53,11)
	Ne yapışkan ne de kaygan	(48,59; 50,00; 1,00; 51,41)	(42,93; 50,00; 50,00; 57,07)
	Kısmen yapışkan	(53,96; 58,11; 0,49; 61,04)	(46,48; 55,00; 62,50; 73,11)
	Orta derecede yapışkan	(61,51; 66,90; 0,54; 72,07)	(51,89; 62,50; 71,50; 84,14)
	Çok yapışkan	(77,93; 81,81; 0,55; 87,07)	(65,86; 77,50; 85,00; 94,14)
	Son derece yapışkan	(88,96; 91,59; 0,52; 96,04)	(75,48; 87,50; 94,00; 99,66)
	Hayal edilebilecek en yapışkan	(99,08; 99,91)	(86,84; 98,68)
Sıcak - Soğuk	Hayal edilebilecek en soğuk	(0,09; 0,92)	(1,32; 13,16)
	Son derece soğuk	(4,38; 7,27; 0,51; 8,62)	(0,34; 6,00; 10,00; 17,07)
	Çok soğuk	(12,93; 16,81; 0,55; 22,07)	(1,89; 12,50; 20,00; 34,14)
	Orta derecede soğuk	(28,96; 32,15; 0,35; 36,04)	(10,86; 25,00; 38,00; 54,97)
	Kısmen soğuk	(41,38; 42,69; 0,36; 45,62)	(21,03; 37,50; 45,00; 54,97)
	Ne sıcak ne de soğuk	(49,79; 50,77; 0,36; 51,21)	(35,86; 50,00; 52,50; 64,14)
	Kısmen sıcak	(55,38; 57,95; 0,36; 59,62)	(46,89; 55,00; 62,50; 73,11)
	Orta derecede sıcak	(64,17; 65,85; 0,29; 69,83)	(40,44; 56,00; 70,00; 79,97)
	Çok sıcak	(73,96; 77,05; 0,36; 81,04)	(55,86; 70,00; 82,50; 93,11)
	Son derece sıcak	(88,96; 91,35; 0,47; 95,69)	(76,89; 86,50; 94,00; 96,66)
	Hayal edilebilecek en sıcak	(99,08; 99,91)	(86,84; 98,68)



(a) “pürüzlü-pürüzsüz”

(b) “sert-yumuşak”

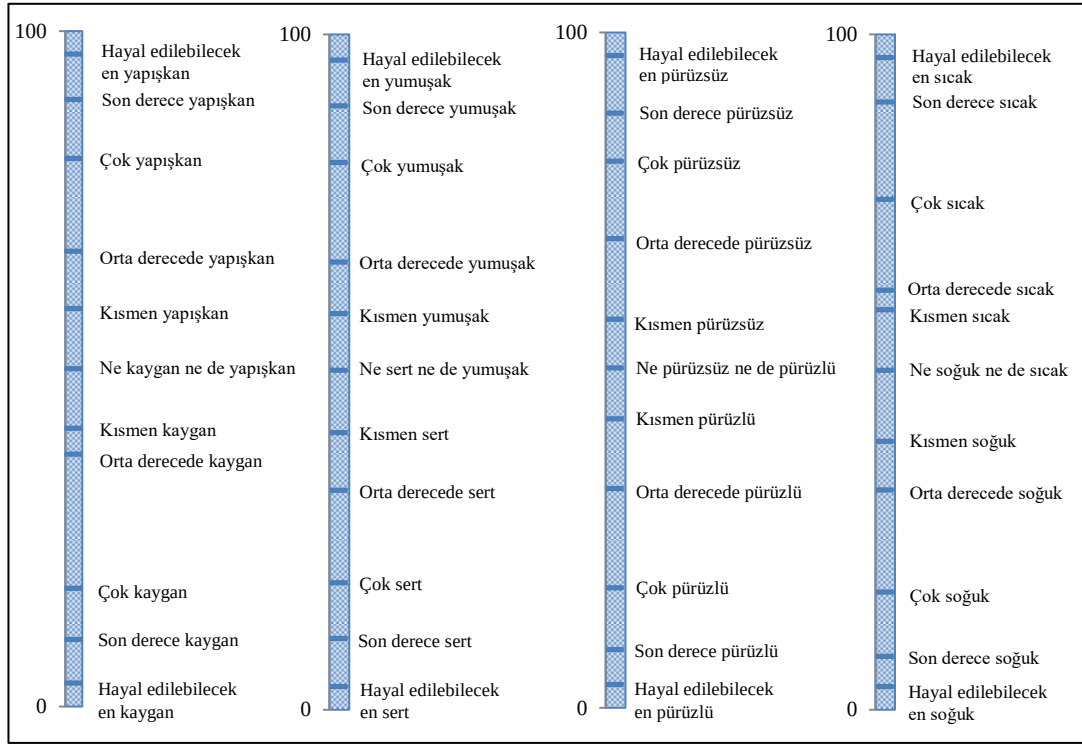


(c) “kaygan-yapışkan”

(d) “soğuk-sıcak”

Şekil 5.2. Sıfat çiftlerine ait dilsel etiketler için oluşturulan FOU’lar

Her bir dilsel etiket için ayrı ayrı oluşturulmuş olan aralıklı tip-2 bulanık kümelerin ağırlık merkezleri (centroid) KM algoritması kullanılarak hesaplanmıştır [103]. Yinelemeli (iterative) olarak çalışan algoritma sonucunda merkezlerin sınır değerleri aralıklı bir küme olarak elde edilmiştir. Sonrasında söz konusu sınır değerlerin ortalaması alınarak tek bir değer hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler dilsel etiketlerin dikey çizgi ölçek üzerindeki konumlarını göstermektedir. Tüm bu işlemler sonucunda sıfat çiftleri için geliştirilen bulanık dilsel ölçekler Şekil 5.3’te gösterilmektedir.



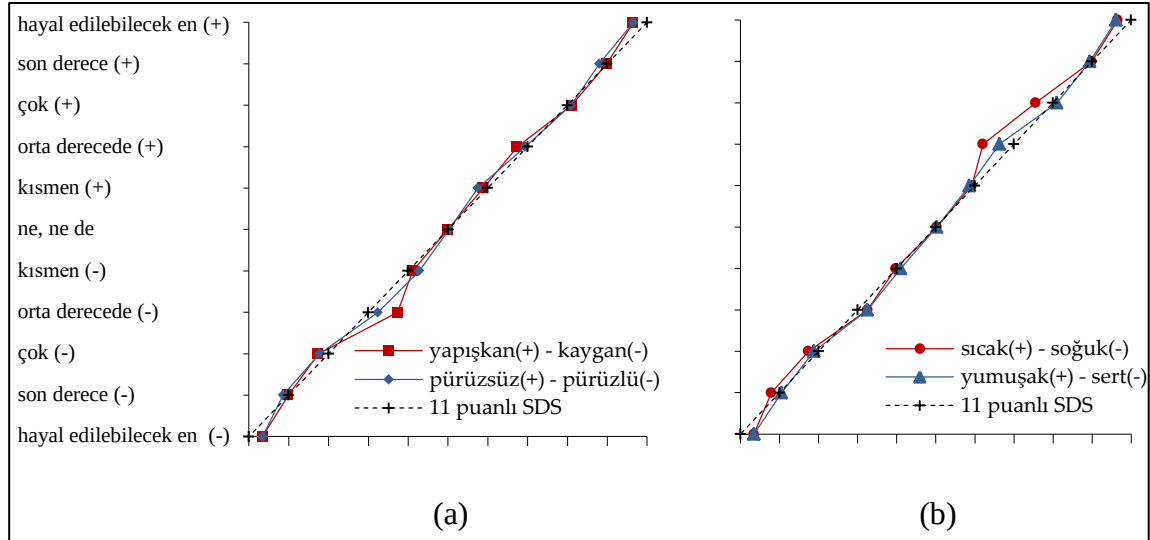
Şekil 5.3. Dokunsal duylara ilişkin sıfat çiftleri için geliştirilen bulanık dilsel ölçekler

5.3. Geliştirilen Ölçeklerin SDS ile Karşılaştırılması

Bu bölümde ölçekler, ürünlerin değerlendirilmesinde sıklıkla kullanılan SDS ile karşılaştırılmıştır. Ölçeklerin karşılaştırılması için Mann-Whitney U-Testine başvurulmuştur. Test, grupların merkezi eğilim ölçütlerini istatistiksel olarak karşılaştıran ve aralarında fark olup olmadığını değerlendiren, sıklıkla kullanılan parametrik olmayan bir analizdir [107]. Uygulanan testin parametrik olmaması analizde değişkenlerin dağılımı hakkında bir varsayım yapılma zorunluluğunu ortadan kaldırmaktadır [108]. Literatürde Mann-Whitney U-Testinin duysal ölçüm çalışmalarında özellikle sıralı ölçeklere verilen cevapları karşılaştırmak üzere kullanıldığı görülmektedir [109, 110].

Şekil 5.4'te, 11 puanlı SDS ile bulanık dilsel ölçeklerin karşılaştırılabilmesi amacıyla, SDS diyagonal kesikli çizgi şeklinde konumlandırılmış ve geliştirilen bulanık dilsel ölçeklerin SDS'den sapmaları gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde, katılımcılar tarafından yapılan derecelendirmeler sonucunda dilsel etiketler için ölçek üzerinde oluşan sıralamanın, dilsel etiketlerin genel olarak kabul edilen anlamları göz önüne alındığında beklendiği gibi olduğu görülmektedir. Ayrıca, dört sıfat çifti için geliştirilen bulanık dilsel ölçeklerin

hepsinde dilsel etiketlerin konumlarının 11 puanlı SDS ile oldukça benzer olduğu görülmektedir.



Şekil 5.4. Geliştirilen bulanık dilsel ölçekler ile 11 puanlı SDS'nin karşılaştırılması

Mann-Whitney U-Testi sonuçları Şekil 5.4'te gözlemlenen durumun bir kanıtı niteliğindedir. Sonuçlar dilsel etiketlerin konumları bakımından ölçekler arasında 0,05 anlamlılık seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir (yumuşak-sert için $p = 1,000$, pürüzsüz-pürüzlü için $p = 1,000$, yapışkan-kaygan için $p = 0,949$ ve sıcak-soğuk için $p = 0,898$, Bkz. Çizelge 5.5). Bu durumun, bir kişinin bir ürün hakkındaki duygusal hissini bir ölçekte pozitif bir dilsel etikete karşılık gelirken, diğer ölçekte negatif bir dilsel etikete karşılık gelecek şekilde sert bir şekilde değişmediğini gösterdiği söylenebilir.

Çizelge 5.5. Bulanık dilsel ölçekler ile 11 puanlı SDS için yapılan Mann-Whitney U-Testine ilişkin SPSS sonuçları

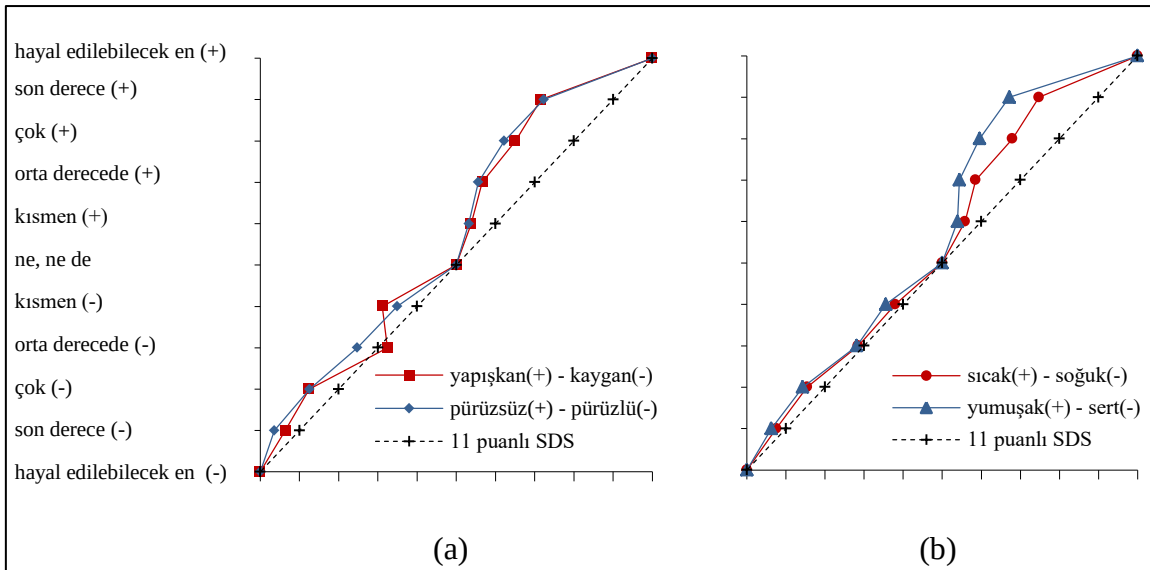
	Yumuşak Sert	Pürüzsüz Pürüzlü	Yapışkan Kaygan	Sıcak Soğuk
Mann-Whitney U	60,000	60,000	59,500	58,000
Wilcoxon W	126,000	126,000	125,500	124,000
Z	-,033	-,033	-,066	-,164
Asymp. Sig. (2-tailed)	,974	,974	,948	,870
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	1,000 ^b	1,000 ^b	,949 ^b	,898 ^b

^a Grouping variable: Ölçekler

^b Not corrected for ties

Ölçekler üzerinde yer alan dilsel etiketlerin konumları oldukça benzer olsa da geliştirilen yeni bulanık dilsel ölçekler SDS'nin sıralı yapısından kaynaklanan bilgi kaybı probleminin üstesinden gelmektedir. Bununla birlikte, ölçeklerin gerek bireyin içsel belirsizliğini gerekse de kişiler arası belirsizliği dikkate alan bir yaklaşıma dayalı oluşturulması nedeniyle bir ürün hakkındaki duyusal algıyı daha doğru ve güçlü bir şekilde yansıtabileceği değerlendirilmektedir. Tüm bu avantajları göz önünde bulundurulduğunda geliştirilen bulanık ölçeklerin ürün değerlendirmesinde ve tasarımında duyusal algıyı ölçmek için oldukça güçlü bir alternatif olarak kullanılabileceğini söylemek mümkündür.

Şekil 5.5'te yeni geliştirilen LAM ölçekleri ile 11 puanlı SDS'nin görsel karşılaştırması yapılmaktadır. Ölçekler arasında özellikle pozitif dilsel etiketlerde bir takım farklılıklar göze çarpmaktadır. Bu durum, katılımcıların pozitif dilsel etiketlere büyüklük tahmini atarken bu etiketleri daha düşük derecelerde değerlendirmesinden kaynaklı ortaya çıkmaktadır. Aslında, ölçeklerin insanların duyusal algısını yansıtmadaki gücü de bu ufak farklılıklardan gelmektedir.



Şekil 5.5. Geliştirilen LAM ölçekleri ile 11 puanlı SDS'nin karşılaştırılması

Diğer taraftan, Mann-Whitney U-Testi istatistikleri, ölçekleri karşılaştırmak için bütüncül bir bakış açısı sağlamaktadır (Bkz. Çizelge 5.6). Sonuçlar, bulanık dilsel ölçeklere benzer biçimde ölçekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını (yumuşak-sert için $p = 0,562$, pürüzsüz-pürüzlü için $p = 0,562$, yapışkan-kaygan için $p = 0,699$ ve sıcak-soğuk için $p = 0,652$) göstermektedir. Ölçekler görsel benzerliğe sahip olmasına rağmen, yeni

geliştirilen LAM ölçeklerinin kullanılması sonucu elde edilen verilerin oran özelliğine sahip olması, kullanıcılara gerek istatistiksel analiz yapma gerekse değerlendirmeleri yorumlama kolaylığı sağlamaktadır.

Çizelge 5.6. LAM ölçekleri ile 11 puanlı SDS için yapılan Mann-Whitney U-Testine ilişkin SPSS sonuçları

	Yumuşak Sert	Pürüzsüz Pürüzlü	Yapışkan Kaygan	Sıcak Soğuk
Mann-Whitney U	51,500	53,500	54,500	53,500
Wilcoxon W	117,500	119,500	120,500	119,500
Z	-,591	-,460	-,394	-,460
Asymp. Sig. (2-tailed)	,554	,645	,693	,645
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,562 ^b	,652 ^b	,699 ^b	,652 ^b

^a Grouping variable: Ölçekler

^b Not corrected for ties

Görsel karşılaştırma ve Mann-Whitney U-Testi sonuçlarına göre, bu çalışma kapsamında geliştirilen bulanık dilsel ölçekler ve LAM ölçekleri, dokunsal duyguları ölçmede SDS'ye alternatif olabilecek geçerli ölçekler olarak değerlendirilebilmektedir. Bulanık dilsel ölçekler ve LAM ölçeklerinin kavramsal olarak bir takım avantajları bulunmakla birlikte bu ölçekler ile elde edilen verilerin kullanımı araştırmacıların belirli bir uzmanlığa sahip olmasını gerektirebilmektedir. SDS'nin kullanımı ise sadece temel istatistik ve faktör analizi bilgisini gerektirmektedir. Bu çalışma sonucunda yeni geliştirilen ölçekler ile SDS arasında anlamsal bir farklılık bulunmaması ve SDS'nin görece kullanım basitliği göz önünde bulundurulduğunda, duygusal mühendislik uygulayıcılarının SDS'yi ve bu ölçekten elde edilen verileri kullanmaya devam etmeleri de makul görülebilmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüz rekabetçi koşullarında firmaların ayakta kalabilmek için müşterilerin algılarına/hislerine hitap eden ürünler üretmesi gerekmektedir. Müşteri memnuniyetini sağlamak için üründen beklenen fonksiyonel ihtiyaçların karşılanması kadar duygusal ihtiyaçların da karşılanması gerekmektedir. Bu süreçteki en zor aşamalardan biri müşterilerin bir ürüne yönelik algı/hislerini ölçmektir. Bu kapsamda, araştırmacılar ürün tasarım sürecinde kişilerin ürüne yönelik öznel duygularını ölçmek için yaygın olarak ölçekleri kullanmaktadır. Bu amaçla kullanılan ölçekler literatürde, nominal ölçek, sıralı ölçek, aralıklı ölçek ve oransal ölçek olarak sınıflandırılmaktadır.

SDS'nin de aralarında bulunduğu sıralı ölçeklerde eşit aralıklar ile yerleştirilen semantik etiketlerin aslında zihinde eşit olarak algılanmıyor olması bilgi kaybına sebep olmakta ve bu ölçekler ile toplanan veriler genellikle parametrik istatistiksel analizin gerektirdiği varsayımları karşılayamamaktadır. Bununla birlikte söz konusu ölçeklerin herhangi bir deneye bağlı olmaksızın oluşturulması bu ölçeklerin kullanılarak yapılan ürün değerlendirmelerinde, ürüne yönelik kullanıcı algısının tam olarak yansıtılamaması durumunu doğurmaktadır. Bu nedenle, kullanıcı algısının ölçek geliştirme sürecine dâhil edilmesi ve sıralı ölçeklerde yaşanan bilgi kaybının üstesinden gelinmesi için aralıklı veri veya oransal veri üreten farklı ölçeklerin geliştirilmesi ihtiyacı hâsıl olmuştur.

Bu çalışmada dokunma duyusu ile ilgili dört sıfat çifti için LAM ölçeği ve bulanık dilsel ölçek geliştirmek amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda çalışma kapsamında iki deney gerçekleştirilmiştir. Deneylerde katılımcıların “pürüzsüz – pürüzlü”, “sıcak – soğuk”, “yapışkan – kaygan” ve “yumuşak – sert” sıfat çiftleri için değerlendirme yapmaları istenmiştir. LAM ölçeklerinin geliştirilmesinde büyüklük tahmini, bulanık dilsel ölçeklerin geliştirilmesinde ise aralık yaklaşımı esas alınmıştır. Katılımcıların söz konusu sıfat çiftlerine ilişkin algı seviyelerini ifade etmeleri amacıyla on bir adet dilsel etiket kullanılmıştır. Deneylere başlamadan önce katılımcıların kullanılan kavramlara aşina olmalarını sağlamak amacıyla farklı doku özelliklerine sahip çeşitli uyarılara görmeden dokunması sağlanmıştır.

Deneyler aracılığıyla katılımcılardan toplanan değerlendirmeler sonucunda dilsel etiketlerin yerleri dikey çizgi ölçeğinde konumlandırılarak LAM ölçekleri ve bulanık dilsel ölçekler oluşturulmuştur. Oluşturulan bu ölçekler Mann-Whitney U-Test kullanılarak SDS ile karşılaştırılmış olup dilsel etiketlerin konumları bakımından SDS ile geliştirilen ölçekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Her ne kadar ölçekler görünüm olarak birbiri ile benzer olsa da yeni geliştirilen LAM ölçeklerinin oran özelliğine, bulanık dilsel ölçeklerin ise aralık özelliğine sahip olması en önemli avantajlarından biri olarak öne çıkmaktadır. Bununla birlikte bulanık dilsel ölçeklerin bireyin içsel belirsizliğini ve kişiler arası belirsizliği dikkate alan bir yaklaşım ile oluşturulması kullanıcı algısının daha sağlıklı bir şekilde ölçülmesini mümkün kılmaktadır. Ayrıca ölçeklerin deneye bağlı olarak oluşturulması da ürünler hakkındaki algıyı doğru tespit etme noktasında fayda sağlamaktadır. Diğer yandan, kavramsal olarak üstünlüğe sahip olan bu ölçeklerden elde edilen verilerin kullanımının daha fazla uzmanlık gerektirmesi dolayısıyla duygusal tasarım araştırmacılarının bu çalışmada oluşturulan ölçekler ile benzer dilsel etiket konumlarına sahip olduğu anlaşılan SDS ölçeğini kullanmaya devam etmesi de makul görülebilir.

Literatürde ürüne yönelik duygusal algının ölçülmesi amacıyla birçok çalışma bulunsa da söz konusu çalışmaların çok azı duygusal tasarımda kritik öneme sahip olan dokunma duyusu üzerine odaklanmıştır. Bu çalışmanın en büyük katkısı, bulanık küme teorisi ve büyüklük tahmini yaklaşımının dokunsal algının ölçülmesi amacıyla kullanılacak ölçeklerin geliştirilmesinde kullanılmasıdır.

KAYNAKLAR

1. Khoo, L. P., Chen, C.-H. and Yan, W. (2002). An investigation on a prototype customer-oriented information system for product concept development. *Computers in Industry*, 49(2), 157-174.
2. Jiao, R. J., Xu, Q., Du, J., Zhang, Y., Helander, M., Khalid, H. M., Helo, P. and Ni, C. (2007). Analytical affective design with ambient intelligence for mass customization and personalization. *International Journal of Flexible Manufacturing Systems*, 19(4), 570-595.
3. Zuo, H., Hope, T. and Jones, M. (2014). Tactile aesthetics of materials and design. In E. Karana, O. Pedgley, and V. Rognoli (Eds.), *Materials Experience: Fundamentals of Materials and Design*. Oxford, UK: Butterworth-Heinemann, 27-37.
4. Elkharraz, G., Thumfart, S., Akay, D., Eitzinger, C. and Henson, B. (2014). Making tactile textures with predefined affective properties. *IEEE Transactions on Affective Computing*, 5(1), 57-70.
5. Koskinen, E., Kaaresoja, T. and Laitinen, P. (2008). *Feel-good touch: finding the most pleasant tactile feedback for a mobile touch screen button*. Proceedings of the 10th International Conference on Multimodal Interfaces, Chania, Crete, Greece, 297-304.
6. Urban, G. L. and Hauser, J. R. (1993). *Design and marketing of new products*. (Third edition). Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice hall, 222-253.
7. Jordon, P. W. (2000). *Designing pleasurable products*. London: Taylor & Francis, 1-10.
8. Song, Z., Howard, T. J., Achiche, S. and Özkil, A. G. (2012). *Kansei engineering and web site design*. ASME 2012 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference, Chicago, IL, USA, 591-601.
9. Jordan, P. W. (2001). *An introduction to usability*. London: Taylor & Francis, 5-8.
10. Jordan, P. W. (1998). Human factors for pleasure in product use. *Applied Ergonomics*, 29(1), 25-33.
11. Khalid, H. M. and Helander, M. G. (2004). A framework for affective customer needs in product design. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 5(1), 27-42.
12. Chen, X., Shao, F., Barnes, C., Childs, T. and Henson, B. (2009). Exploring relationships between touch perception and surface physical properties. *International Journal of Design*, 3(2), 67-76.
13. Nagamachi, M. (1996). *Introduction of Kansei engineering*. Tokyo: Japan Standard Association, 1-13.

14. Nagamachi, M. (2002). Kansei engineering as a powerful consumer-oriented technology for product development. *Applied Ergonomics*, 33(3), 289-294.
15. de Byl, P. (2015). A conceptual affective design framework for the use of emotions in computer game design. *Cyberpsychology: Journal of Psychosocial Research on Cyberspace*, 9(3), 1-19.
16. Gizvcka, B. and Nalepa, G. J. (2018). *Emotion in models meets emotion in design: building true affective games*. IEEE Games, Entertainment and Media Conference (GEM), Galway, Ireland, 1-5.
17. Taharim, N. F., Zainal, N. K. and Lim, W. X. (2018). *An Affective Design Guideline to Optimize Higher Institution Websites*. International Conference on Kansei Engineering & Emotion Research, Kuching, Sarawak, Malaysia, 771-780.
18. Pieroni, A., Scarpato, N. and Scorza, M. (2018). Affective Agile Design a Proposal for a New Software Development Model. *Journal of Theoretical & Applied Information Technology*, 96(1), 68-79.
19. GhasemAghaei, R., Arya, A. and Biddle, R. (2016). *Evaluating software for affective education: a case study of the affective walkthrough*. International Conference on Human-Computer Interaction, Toronto, Canada, 226-231.
20. Park, D., Lee, J., Lee, Y. and Song, S. (2018). *Affective Design Approach to Mobile Security Authentication*. International Conference on Human Systems Engineering and Design: Future Trends and Applications, Ardenne, France, 554-559.
21. Desmet, P. and Hekkert, P. (2007). Framework of product experience. *International Journal of Design*, 1(1), 13-23.
22. Norman, D. A. (2004). *Emotional design: Why we love (or hate) everyday things*. New York, NY: Basic Civitas Books, 3-17.
23. Schütte, S. and Eklund, J. (2005). Design of rocker switches for work-vehicles—an application of Kansei Engineering. *Applied Ergonomics*, 36(5), 557-567.
24. Nagasawa, S. (2002). Kansei and business. *Kansei Engineering International*, 3(3), 3-12.
25. Schütte, S. (2005). *Engineering emotional values in product design: Kansei engineering in development*, Doctoral Dissertation, Department of Mechanical Engineering, Linköpings Universitet, Linköping, 35-55.
26. Jenkins, S., Brown, R. and Rutterford, N. (2009). Comparing thermographic, EEG, and subjective measures of affective experience during simulated product interactions. *International Journal of Design*, 3(2), 53-65.
27. Knutson, B., Rick, S., Wimmer, G. E., Prelec, D. and Loewenstein, G. (2007). Neural predictors of purchases. *Neuron*, 53(1), 147-156.

28. Tomico, O., Mizutani, N., Levy, P., Yokoi, T., Cho, Y. and Yamanaka, T. (2008). *Kansei physiological measurements and constructivist psychological explorations for approaching user subjective experience*. Proceedings DESIGN 2008, the 10th International Design Conference, Dubrovnik, Croatia, 529-536.
29. Zhang, J., LEI, S., Harada, A. and Yamanaka, T. (2006). Driver's comfortableness and vehicle's characteristics in linear movement. *Kansei Engineering International*, 6(2), 51-60.
30. Krippendorff, K. and Butter, R. (1984). Product Semantics: Exploring the Symbolic Qualities of Form. *Innovation*, 3(2), 4-9.
31. Hayes, J. E., Allen, A. L. and Bennett, S. M. (2013). Direct comparison of the generalized visual analog scale (gVAS) and general labeled magnitude scale (gLMS). *Food Quality and Preference*, 28(1), 36-44.
32. Cardello, A. V., Lawless, H. T. and Schutz, H. G. (2008). Effects of extreme anchors and interior label spacing on labeled affective magnitude scales. *Food Quality and Preference*, 19(5), 473-480.
33. Osgood, C. E., Suci, G. J. and Tannenbaum, P. H. (1957). *The measurement of meaning*. Urbana: University of Illinois Press, 76-124.
34. Kong, X. and Yang, Y. (2009). *Measuring emotions in interactive contexts*. IEEE 10th International Conference on Computer-Aided Industrial Design & Conceptual Design, Wenzhou, China, 526-530.
35. Osgood, C. E. (1964). Semantic differential technique in the comparative study of cultures. *American Anthropologist*, 66(3), 171-200.
36. Maurer, C., Overbeeke, C. J. and Smets, G. (1992). The semantics of street furniture. In S. Vihma (Eds.), *Objects and Images: Studies in Design and Advertising*. Helsinki: University of Industrial Arts, 86-93.
37. Nagamachi, M. (1994). *Implication of Kansei engineering and its application to automotive design consultation*. Proceedings of the 3rd Pan-Pacific Conference on Occupational Ergonomics, Seoul, Korea, 171-175.
38. Jindo, T. and Hirasago, K. (1997). Application studies to car interior of Kansei engineering. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 19(2), 105-114.
39. Matsubara, Y. and Nagamachi, M. (1997). Hybrid Kansei engineering system and design support. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 19(2), 81-92.
40. Chuang, M.-C. and Ma, Y.-C. (2001). Expressing the expected product images in product design of micro-electronic products. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 27(4), 233-245.
41. Chuang, M.-C., Chang, C. C. and Hsu, S. H. (2001). Perceptual factors underlying user preferences toward product form of mobile phones. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 27(4), 247-258.

42. Jindo, T., Hirasago, K. and Nagamachi, M. (1995). Development of a design support system for office chairs using 3-D graphics. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 15(1), 49-62.
43. Hsiao, S.-W. and Huang, H.-C. (2002). A neural network based approach for product form design. *Design Studies*, 23(1), 67-84.
44. Chang, W.-c. and Van, Y.-t. (2003). Researching design trends for the redesign of product form. *Design Studies*, 24(2), 173-180.
45. Petiot, J.-F. and Yannou, B. (2004). Measuring consumer perceptions for a better comprehension, specification and assessment of product semantics. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 33(6), 507-525.
46. Alcántara, E., Artacho, M., González, J. and Garcia, A. C. (2005). Application of product semantics to footwear design. Part I—Identification of footwear semantic space applying differential semantics. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 35(8), 713-725.
47. Huang, X., Chen, D., Han, X.-H. and Chen, Y.-W. (2013). *Global and local features for accurate impression estimation of cloth fabric images*. System Integration (SII), IEEE/SICE International Symposium on System Integration, Kobe, Japan, 486-489.
48. Mamaghani, N. K., Rahimian, E. and Mortezaei, S.-R. (2014). *Kansei engineering approach for consumer's perception of the ketchup sauce bottle*. Proceedings of the 5th Kansei Engineering and Emotion Research, Linköping, Sweden, 1487-1494.
49. Bevan, N., Liu, Z., Barnes, C., Hassenzahl, M. and Wei, W. (2016). *Comparison of Kansei Engineering and AttrakDiff to evaluate kitchen products*. Proceedings of the 2016 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, San Jose, California, USA, 2999-3005.
50. De Bondt, C., Van Kerckhove, A. and Geuens, M. (2018). Look at that body! How anthropomorphic package shapes systematically appeal to consumers. *International Journal of Advertising*, 35(5), 698-717.
51. Stevens, S. S. and Galanter, E. H. (1957). Ratio scales and category scales for a dozen perceptual continua. *Journal of Experimental Psychology*, 54(6), 377.
52. De La Rosa De Sáa, S., Gil, M. A., González-Rodríguez, G., López, M. T. and Lubiano, M. A. (2015). Fuzzy rating scale-based questionnaires and their statistical analysis. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 23(1), 111-126.
53. Schutz, H. G. and Cardello, A. V. (2001). A labeled affective magnitude (LAM) scale for assessing food liking/disliking. *Journal of Sensory Studies*, 16(2), 117-159.
54. Moskowitz, H. R. (1977). Magnitude Estimation: Notes on What, How, When, and Why to Use It. *Journal of Food Quality*, 1(3), 195-227.
55. Guest, S., Essick, G., Patel, A., Prajapati, R., and McGlone, F. (2007). Labeled magnitude scales for oral sensations of wetness, dryness, pleasantness and unpleasantness. *Food Quality and Preference*, 18(2), 342-352.

56. Borg, G. (1982). A category scale with ratio properties for intermodal and inter individual comparisons. In H.-G. Geissler and P. Petzold (Eds.), *Psychophysical judgment and the process of perception*. New York: North Holland Publishing Company, 25–34.
57. Green, B. G., Dalton, P., Cowart, B., Shaffer, G., Rankin, K. and Higgins, J. (1996). Evaluating the ‘Labeled Magnitude Scale’ for measuring sensations of taste and smell. *Chemical Senses*, 21(3), 323-334.
58. Green, B. G., Shaffer, G. S. and Gilmore, M. M. (1993). Derivation and evaluation of a semantic scale of oral sensation magnitude with apparent ratio properties. *Chemical Senses*, 18(6), 683-702.
59. Jaeger, S. R. and Cardello, A. V. (2009). Direct and indirect hedonic scaling methods: A comparison of the labeled affective magnitude (LAM) scale and best-worst scaling. *Food Quality and Preference*, 20(3), 249-258.
60. Forde, C. and Delahunty, C. (2004). Understanding the role cross-modal sensory interactions play in food acceptability in younger and older consumers. *Food Quality and Preference*, 15(7-8), 715-727.
61. Chung, S.-J. and Vickers, Z. (2007). Long-term acceptability and choice of teas differing in sweetness. *Food Quality and Preference*, 18(7), 963-974.
62. Cardello, A. V., Meiselman, H. L., Schutz, H. G., Craig, C., Given, Z., Leshner, L. L. and Eicher, S. (2012). Measuring emotional responses to foods and food names using questionnaires. *Food Quality and Preference*, 24(2), 243-250.
63. Keskitalo, K., Knaapila, A., Kallela, M., Palotie, A., Wessman, M., Sammalisto, S., Peltonen, L., Tuorila, H. and Perola, M. (2007). Sweet taste preferences are partly genetically determined: identification of a trait locus on chromosome 16. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 86(1), 55-63.
64. Tuorila, H., Keskitalo-Vuokko, K., Perola, M., Spector, T. and Kaprio, J. (2017). Affective responses to sweet products and sweet solution in British and Finnish adults. *Food Quality and Preference*, 62, 128-136.
65. Bobowski, N., Rendahl, A. and Vickers, Z. (2015). Preference for salt in a food may be alterable without a low sodium diet. *Food Quality and Preference*, 39, 40-45.
66. Laureati, M., Spinelli, S., Monteleone, E., Dinnella, C., Prescott, J., Cattaneo, C., Proserpio, C., De Toffoli, A., Gasperi, F. and Endrizzi, I. (2018). Associations between food neophobia and responsiveness to “warning” chemosensory sensations in food products in a large population sample. *Food Quality and Preference*, 68, 113-124.
67. Türkşen, I. B. (2015). *Dereceli (bulanık) sistem modelleri*. İstanbul: Abaküs, 1-16.
68. Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8(3), 338-353.
69. Liu, F. and Mendel, J. M. (2008). Encoding words into interval type-2 fuzzy sets using an interval approach. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 16(6), 1503-1521.

70. Herrera, F. and Herrera-Viedma, E. (2000). Linguistic decision analysis: steps for solving decision problems under linguistic information. *Fuzzy Sets and Systems*, 115(1), 67-82.
71. Pedrycz, W. and Gomide, F. (2007). *Fuzzy systems engineering: toward human-centric computing*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 27-45.
72. Ross, T. J. (2010). *Fuzzy logic with engineering applications*. (Third edition). United Kingdom: John Wiley & Sons, 1-48.
73. Dubois, D. J. and Prade, H. (1980). *Fuzzy sets and systems: theory and applications*. New York: Academic Press, 9-34.
74. Mendel, J. M. (2007). Advances in type-2 fuzzy sets and systems. *Information Sciences*, 177(1), 84-110.
75. Mendel, J. M. and John, R. B. (2002). Type-2 fuzzy sets made simple. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 10(2), 117-127.
76. Mendel, J. M., John, R. I. and Liu, F. (2006). Interval type-2 fuzzy logic systems made simple. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 14(6), 808-821.
77. Brouwer, R. K. (2006). Fuzzy set covering of a set of ordinal attributes without parameter sharing. *Fuzzy Sets and Systems*, 157(13), 1775-1786.
78. Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63(2), 81.
79. Klir, G. J. and Yuan, B. (1995). *Fuzzy sets and fuzzy logic: theory and applications*. River, NJ, USA: Prentice Hall, 1-55.
80. Türkşen, İ. B. (2006). *An ontological and epistemological perspective of fuzzy set theory*. Amsterdam: Elsevier, 111-123.
81. Bilgiç, T. and Türkşen, İ. B. (2008). Measurement and elicitation of membership functions. In W. Pedrycz, A. Skowron, and V. Kreinovich (Eds.), *Handbook of Granular Computing*. John Wiley & Sons, 141-149.
82. Mendel, J. M. (2001). *Uncertain rule-based fuzzy logic systems: Introductions and new directions*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 259-383.
83. Pedrycz, W. (2008). Semantics and perception of fuzzy sets and fuzzy mappings. In J. Fulcher and L. C. Jain (Eds.), *Computational Intelligence: A Compendium*. Berlin Heidelberg: Springer, 597-637.
84. Hu, H.-Y., Lee, Y.-C. and Yen, T.-M. (2010). Service quality gaps analysis based on fuzzy linguistic SERVQUAL with a case study in hospital out-patient services. *The TQM Journal*, 22(5), 499-515.
85. Chou, C.-C., Liu, L.-J., Huang, S.-F., Yih, J.-M. and Han, T.-C. (2011). An evaluation of airline service quality using the fuzzy weighted SERVQUAL method. *Applied Soft Computing*, 11(2), 2117-2128.

86. Li, Q. (2013). A novel Likert scale based on fuzzy sets theory. *Expert Systems with Applications*, 40(5), 1609-1618.
87. Navarro, J., Wagner, C., Aickelin, U., Green, L. and Ashford, R. (2016). *Measuring agreement on linguistic expressions in medical treatment scenarios*. 2016 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence (SSCI), Athens, Greece, 1-8.
88. Massanet, S., Riera, J. V., Torrens, J. and Herrera-Viedma, E. (2014). A new linguistic computational model based on discrete fuzzy numbers for computing with words. *Information Sciences*, 258, 277-290.
89. Guajardo, A. B. R., Lopez, M. J. G. and Ruiz, I. G. (2015). *Analysis of the reliability of the fuzzy scale for assessing the students' learning styles in Mathematics*. Proceedings of the 2015 Conference of the International Fuzzy Systems Association and the European Society for Fuzzy Logic and Technology, Gijón, Spain, 727-733.
90. Gil, M. Á., Lubiano, M. A., de la Rosa de Saa, S. and Sinova, B. (2015). Analyzing data from a fuzzy rating scale-based questionnaire. A case study. *Psicothema*, 27(2), 182-191.
91. Lubiano, M. A., de Saa, S. D., Montenegro, M., Sinova, B. and Gil, M. A. (2016). Descriptive analysis of responses to items in questionnaires. Why not using a fuzzy rating scale? *Information Sciences*, 360, 131-148.
92. Lubiano, M. A., Salas, A., De Saa, S. R., Montenegro, M. and Gil, M. Á. (2016). *An empirical analysis of the coherence between fuzzy rating scale-and likert scale-based responses to questionnaires*. International Conference on Soft Methods in Probability and Statistics, Rome, Italy, 329-337.
93. Marasini, D., Quatto, P. and Ripamonti, E. (2016). Intuitionistic fuzzy sets in questionnaire analysis. *Quality and Quantity*, 50(2), 767-790.
94. Shimizu, Y. and Jindo, T. (1995). A fuzzy logic analysis method for evaluating human sensitivities. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 15(1), 39-47.
95. Turksen, I. B. and Willson, I. A. (1994). A fuzzy set preference model for consumer choice. *Fuzzy Sets and Systems*, 68(3), 253-266.
96. Cheng, C. H. and Lin, Y. (2002). Evaluating the best main battle tank using fuzzy decision theory with linguistic criteria evaluation. *European Journal of Operational Research*, 142(1), 174-186.
97. Cheng, C.-H. and Mon, D.-L. (1994). Evaluating weapon system by analytical hierarchy process based on fuzzy scales. *Fuzzy Sets and Systems*, 63(1), 1-10.
98. Park, J. and Han, S. H. (2004). A fuzzy rule-based approach to modeling affective user satisfaction towards office chair design. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 34(1), 31-47.
99. Lin, Y.-C., Lai, H.-H. and Yeh, C.-H. (2007). Consumer-oriented product form design based on fuzzy logic: A case study of mobile phones. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 37(6), 531-543.

100. Chou, J. R. (2016). A Kansei evaluation approach based on the technique of computing with words. *Advanced Engineering Informatics*, 30(1), 1-15.
101. Quirós, P., Alonso, J. M. and Pancho, D. P. (2016). Descriptive and Comparative Analysis of Human Perceptions expressed through Fuzzy Rating Scale-based Questionnaires. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 9(3), 450-467.
102. Solanke, S., Jaybhaye, R. and Jadhav, S. (2018). Sensory Evaluation of Pearl Millet based Snack Food (Kharodi) using Fuzzy Logic. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(4), 2144-2154.
103. Karnik, N. N. and Mendel, J. M. (2001). Centroid of a type-2 fuzzy set. *Information Sciences*, 132(1-4), 195-220.
104. Walpole, R. E., Myers, R. H., Myers, S. L. and Ye, K. (2007). *Probability & Statistics for Engineers & Scientists*. Upper Saddle River, NJ.: Prentice-Hall, 231-761.
105. Dubois, D., Foulloy, L., Mauris, G. and Prade, H. (2004). Probability-possibility transformations, triangular fuzzy sets, and probabilistic inequalities. *Reliable Computing*, 10(4), 273-297.
106. Liu, F. and Mendel, J. M. (2007). *An interval approach to fuzzistics for interval type-2 fuzzy sets*. IEEE International Fuzzy Systems Conference, London, UK, 1-6.
107. Rosner, B. and Grove, D. (1999). Use of the Mann–Whitney U-test for clustered data. *Statistics in Medicine*, 18(11), 1387-1400.
108. Stone, H. (2012). *Sensory evaluation practices*. (Fourth edition). United States of America: Academic press, 131.
109. Forslund, K., Karlsson, M. and Söderberg, R. (2013). Impacts of geometrical manufacturing quality on the visual product experience. *International Journal of Design*, 7(1), 69-84.
110. Karasawa, Y., Uemae, M. and Kamijo, M. (2017). *Investigation of factors for evaluating skin-touch comfort sensation of cloth used for cosmetic face masks*. International Conference on Biometrics and Kansei Engineering (ICBAKE), Kyoto, Japan, 18-22.

EKLER

EK-1. Anketlere ilişkin genel talimatlar

No :

Cinsiyet :

Yaş :

GENEL TALİMATLAR

Dört dokunsal duyuyla ilgili çeşitli dilsel etiketleri değerlendirmek için tasarlanmış bir ankete katılmaya gönüllü oldunuz:

- Pürüzsüz-Pürüzlü
- Sıcak-Soğuk
- Yapışkan-Kaygan
- Yumuşak-Sert

Ankete başlamadan önce, kavramlara aşina olmanız amacıyla her dokunsal duyu için farklı fiziksel özelliklere sahip olan çeşitli uyaranlar temin edilecektir. <uyaranı şimdi dağıt>.

Deney sırasında, her dokunsal duyu için belirlenmiş on bir dilsel etiketi değerlendirmeniz istenecektir. Her birinde iki derecelendirme yönteminden birini kullanacağınız iki farklı anket yapılacaktır. Her ankette, derecelendirme yöntemi ve değerlendirmelerinizi nasıl yapacağınız konusunda özel talimatlar verilecektir. Her bir testte benzer gözüküyor olmalarına rağmen, tüm talimatları dikkatlice okuyunuz.

Katılım genellikle 40-60 dakika arasında sürmektedir.

Katılımınız ve bu çalışmayı yürütmede yardımcı olduğunuz için teşekkür ederiz.

EK-2. “Pürüzsüz-pürüzlü” duyuları için büyüklük tahmini talimatı

ANKET 1
“PÜRÜZSÜZ-PÜRÜZLÜ” DUYULARI İÇİN
BÜYÜKLÜK TAHMİNİ TALİMATI

Bu ankette, dokunsal malzemelere ilişkin sıcak-soğuk duyularını açıklamak amacıyla yaygın olarak kullanılan on bir ifadenin anlamı hakkında düşüncenizi almak istiyoruz. Bu ifadeler hakkında düşüncelerinizi elde edebilmek için her bir ifadeye ilişkin duyunun büyüklüğünü, onlara sayı atayarak belirtebilmenizi sağlayan özel bir yöntem kullanacağız. **Ankette pürüzsüz duyusunun pürüzlü duyusuna tercih edildiği varsayılmaktadır.** Takip eden sayfaların her birinde, dokunsal malzemelere karşı duyumu tarif etmek için kullanılan bir ifade bulacaksınız. İfadenin yanında aşağıdaki örnekte olduğu gibi bir boşluk görünecektir:

İfade	Ne Kadar
son derece pürüzsüz	_____

İfade tarafından yansıtılan duyunun gücünü veya büyüklüğünü değerlendireceksiniz. Bunu boş satırda ("Ne Kadar"ın altında) bir sayı yazarak yapacaksınız. Değerlendirdiğiniz ilk ifade için, istediğiniz numarayı (tamsayı olmayan sayıları da içeren ve sıfırdan büyük) yazabilirsiniz. Bu ifade için çok düşük bir sayı kullanmamanızı öneririz. Bunun nedeni, sonraki ifadelerin daha düşük duyu seviyelerini yansıtabilme ihtimalinin olmasıdır. Bu kısıtlamanın dışında istediğiniz herhangi bir sayıyı kullanabilirsiniz. Her bir sonraki ifade için vereceğiniz sayısal kararınız ilk ifadeye göre orantılı olarak yapılmalıdır. Yani, ilk ifade ile belirtilen duyunun gücünü indekslemek için 800 sayısını atadıysanız ve ikinci ifade ile belirtilen duyunun gücü iki kat büyükse, bu ifadeye 1600 sayısını atayacaksınız. Üç kat daha büyük olsaydı, atanan sayı 2400 olacaktı. Benzer şekilde, ikinci ifade ilk ifadede belirtilen duyu büyüklüğünün sadece 1/10'unu ifade ediyorsa, ikinci ifadeye 80 sayısını atayacaksınız. Hassas derecelendirmeler yapmak için çok fazla düşünmenize gerek yoktur. Ayrıca, derecelendirmeler arasındaki tutarlılık konusunda endişelenmeyin, sadece her ifadeyi ilk ifadeyle karşılaştırarak derecelendirin.

Şimdi değerlendirmeye başlayabilirsiniz. On bir ifade birer birer olmak üzere rastgele sırayla sunulacaktır.

EK-3. “Sıcak-soğuk” duyuları için büyüklük tahmini talimatı

ANKET 1
“SICAK-SOĞUK” DUYULARI İÇİN
BÜYÜKLÜK TAHMİNİ TALİMATI

Bu ankette, dokunsal malzemelere ilişkin sıcak-soğuk duyularını açıklamak amacıyla yaygın olarak kullanılan on bir ifadenin anlamı hakkında düşüncenizi almak istiyoruz. Bu ifadeler hakkında düşüncelerinizi elde edebilmek için her bir ifadeye ilişkin duyunun büyüklüğünü, onlara sayı atayarak belirtebilmenizi sağlayan özel bir yöntem kullanacağız. **Ankette sıcak duyusunun soğuk duyusuna tercih edildiği varsayılmaktadır.** Takip eden sayfaların her birinde, dokunsal malzemelere karşı duyumu tarif etmek için kullanılan bir ifade bulacaksınız. İfadenin yanında aşağıdaki örnekte olduğu gibi bir boşluk görünecektir:

İfade	Ne Kadar
son derece sıcak	_____

İfade tarafından yansıtılan duyunun gücünü veya büyüklüğünü değerlendireceksiniz. Bunu boş satırda ("Ne Kadar"ın altında) bir sayı yazarak yapacaksınız. Değerlendirdiğiniz ilk ifade için, istediğiniz numarayı (tamsayı olmayan sayıları da içeren ve sıfırdan büyük) yazabilirsiniz. Bu ifade için çok düşük bir sayı kullanmamanızı öneririz. Bunun nedeni, sonraki ifadelerin daha düşük duyu seviyelerini yansıtabilme ihtimalinin olmasıdır. Bu kısıtlamanın dışında istediğiniz herhangi bir sayıyı kullanabilirsiniz. Her bir sonraki ifade için vereceğiniz sayısal kararınız ilk ifadeye göre orantılı olarak yapılmalıdır. Yani, ilk ifade ile belirtilen duyunun gücünü indekslemek için 800 sayısını atadıysanız ve ikinci ifade ile belirtilen duyunun gücü iki kat büyükse, bu ifadeye 1600 sayısını atayacaksınız. Üç kat daha büyük olsaydı, atanan sayı 2400 olacaktı. Benzer şekilde, ikinci ifade ilk ifadede belirtilen duyu büyüklüğünün sadece 1/10'unu ifade ediyorsa, ikinci ifadeye 80 sayısını atayacaksınız. Hassas derecelendirmeler yapmak için çok fazla düşünmenize gerek yoktur. Ayrıca, derecelendirmeler arasındaki tutarlılık konusunda endişelenmeyin, sadece her ifadeyi ilk ifadeyle karşılaştırarak derecelendirin.

Şimdi değerlendirmeye başlayabilirsiniz. On bir ifade birer birer olmak üzere rastgele sırayla sunulacaktır.

EK-4. “Yapışkan-kaygan” duyuları için büyüklük tahmini talimatı

ANKET 1
“YAPIŞKAN-KAYGAN” DUYULARI İÇİN
BÜYÜKLÜK TAHMİNİ TALİMATI

Bu ankette, dokunsal malzemelere ilişkin sıcak-soğuk duyularını açıklamak amacıyla yaygın olarak kullanılan on bir ifadenin anlamı hakkında düşüncenizi almak istiyoruz. Bu ifadeler hakkında düşüncelerinizi elde edebilmek için her bir ifadeye ilişkin duyunun büyüklüğünü, onlara sayı atayarak belirtebilmenizi sağlayan özel bir yöntem kullanacağız. **Ankette yapışkan duyusunun kaygan duyusuna tercih edildiği varsayılmaktadır.** Takip eden sayfaların her birinde, dokunsal malzemelere karşı duyumu tarif etmek için kullanılan bir ifade bulacaksınız. İfadenin yanında aşağıdaki örnekte olduğu gibi bir boşluk görünecektir:

İfade	Ne Kadar
son derece yapışkan	_____

İfade tarafından yansıtılan duyunun gücünü veya büyüklüğünü değerlendireceksiniz. Bunu boş satırda ("Ne Kadar"ın altında) bir sayı yazarak yapacaksınız. Değerlendirdiğiniz ilk ifade için, istediğiniz numarayı (tamsayı olmayan sayıları da içeren ve sıfırdan büyük) yazabilirsiniz. Bu ifade için çok düşük bir sayı kullanmamanızı öneririz. Bunun nedeni, sonraki ifadelerin daha düşük duyu seviyelerini yansıtabilme ihtimalinin olmasıdır. Bu kısıtlamanın dışında istediğiniz herhangi bir sayıyı kullanabilirsiniz. Her bir sonraki ifade için vereceğiniz sayısal kararınız ilk ifadeye göre orantılı olarak yapılmalıdır. Yani, ilk ifade ile belirtilen duyunun gücünü indekslemek için 800 sayısını atadıysanız ve ikinci ifade ile belirtilen duyunun gücü iki kat büyükse, bu ifadeye 1600 sayısını atayacaksınız. Üç kat daha büyük olsaydı, atanan sayı 2400 olacaktı. Benzer şekilde, ikinci ifade ilk ifadede belirtilen duyu büyüklüğünün sadece 1/10'unu ifade ediyorsa, ikinci ifadeye 80 sayısını atayacaksınız. Hassas derecelendirmeler yapmak için çok fazla düşünmenize gerek yoktur. Ayrıca, derecelendirmeler arasındaki tutarlılık konusunda endişelenmeyin, sadece her ifadeyi ilk ifadeyle karşılaştırarak derecelendirin.

Şimdi değerlendirmeye başlayabilirsiniz. On bir ifade birer birer olmak üzere rastgele sırayla sunulacaktır.

EK-5. “Yumuşak-sert” duyuları için büyüklük tahmini talimatı

ANKET 1
“YUMUŞAK-SERT” DUYULARI İÇİN
BÜYÜKLÜK TAHMİNİ TALİMATI

Bu ankette, dokunsal malzemelere ilişkin sıcak-soğuk duyularını açıklamak amacıyla yaygın olarak kullanılan on bir ifadenin anlamı hakkında düşüncenizi almak istiyoruz. Bu ifadeler hakkında düşüncelerinizi elde edebilmek için her bir ifadeye ilişkin duyunun büyüklüğünü, onlara sayı atayarak belirtebilmenizi sağlayan özel bir yöntem kullanacağız. **Ankette yumuşak duyusunun sert duyusuna tercih edildiği varsayılmaktadır.** Takip eden sayfaların her birinde, dokunsal malzemelere karşı duyumu tarif etmek için kullanılan bir ifade bulacaksınız. İfadenin yanında aşağıdaki örnekte olduğu gibi bir boşluk görünecektir:

İfade	Ne Kadar
son derece yumuşak	_____

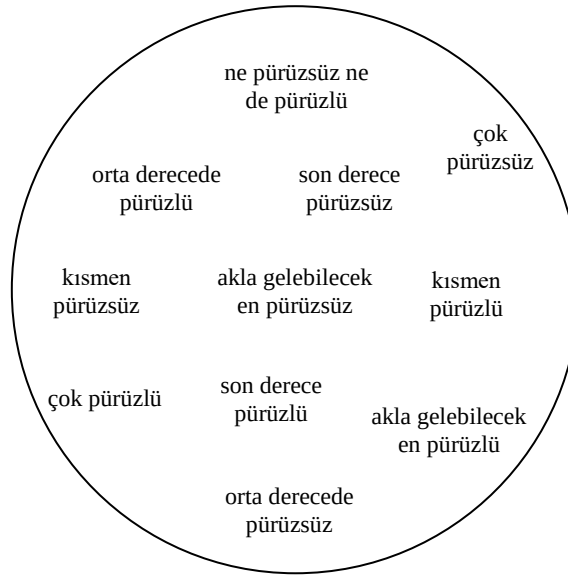
İfade tarafından yansıtılan duyunun gücünü veya büyüklüğünü değerlendireceksiniz. Bunu boş satırda ("Ne Kadar"ın altında) bir sayı yazarak yapacaksınız. Değerlendirdiğiniz ilk ifade için, istediğiniz numarayı (tamsayı olmayan sayıları da içeren ve sıfırdan büyük) yazabilirsiniz. Bu ifade için çok düşük bir sayı kullanmamanızı öneririz. Bunun nedeni, sonraki ifadelerin daha düşük duyu seviyelerini yansıtabilme ihtimalinin olmasıdır. Bu kısıtlamanın dışında istediğiniz herhangi bir sayıyı kullanabilirsiniz. Her bir sonraki ifade için vereceğiniz sayısal kararınız ilk ifadeye göre orantılı olarak yapılmalıdır. Yani, ilk ifade ile belirtilen duyunun gücünü indekslemek için 800 sayısını atadıysanız ve ikinci ifade ile belirtilen duyunun gücü iki kat büyükse, bu ifadeye 1600 sayısını atayacaksınız. Üç kat daha büyük olsaydı, atanan sayı 2400 olacaktı. Benzer şekilde, ikinci ifade ilk ifadede belirtilen duyu büyüklüğünün sadece 1/10'unu ifade ediyorsa, ikinci ifadeye 80 sayısını atayacaksınız. Hassas derecelendirmeler yapmak için çok fazla düşünmenize gerek yoktur. Ayrıca, derecelendirmeler arasındaki tutarlılık konusunda endişelenmeyin, sadece her ifadeyi ilk ifadeyle karşılaştırarak derecelendirin.

Şimdi değerlendirmeye başlayabilirsiniz. On bir ifade birer birer olmak üzere rastgele sırayla sunulacaktır.

EK-6. “Pürüzsüz-pürüzlü” duyuları için aralık değerlendirme talimatı

ANKET 2
“PÜRÜZSÜZ-PÜRÜZLÜ” DUYULARI İÇİN
ARALIK DEĞERLENDİRME TALİMATI

Aşağıda bir daire içinde rastgele sunulan on bir ifade vardır. Bu ifadeler, dokunsal malzemelere temas edildiğinde “pürüzlü-pürüzsüz” duyusunu ölçmeyi amaçlamaktadır.



Şimdi, tekrar tüm ifadelere hızlı bir şekilde bakın. Bu ifadelerin her birinin 0 ile 100 arasında bir yerde bir aralık olarak tanımlanabileceği varsayılmaktadır. Her bir ifade için lütfen bu aralığın nereden başlayacağını ve nerede biteceğini belirtin. Başka bir deyişle, ifadeyi en iyi tanımladığına inandığınız biri alt sınır diğeri ise üst sınır olmak üzere iki farklı sayı sağlayın. Örneğin; çok pürüzsüz [75 - 82] ve kısmen pürüzlü [39 - 45]. **Ölçekte, 0 pürüzlü olan bir şey anlamına gelirken, 100 ise pürüzsüz bir şey anlamına gelir.** İfadeler için belirlenecek aralıkların hepsinin aynı boyutta olması **GEREKMEZ**. Ayrıca aralıkların üst üste gelmesine izin verilir. Doğru ya da yanlış cevap yoktur, sadece kişisel düşüncelerinizi sağlayın.

Şimdi değerlendirmeye başlayabilirsiniz. On bir ifade birer birer olmak üzere rastgele sırayla sunulacaktır. Lütfen yazılı ifade için takip eden sayfalardaki boşluğu doldurunuz.

EK-7. “Sıcak-soğuk” duyuları için aralık değerlendirme talimatı

ANKET 2
“SICAK-SOĞUK” DUYULARI İÇİN
ARALIK DEĞERLENDİRME TALİMATI

Aşağıda bir daire içinde rastgele sunulan on bir ifade vardır. Bu ifadeler, dokunsal malzemelere temas edildiğinde “sıcak-soğuk” duyusunu ölçmeyi amaçlamaktadır.



Şimdi, tekrar tüm ifadelere hızlı bir şekilde bakın. Bu ifadelerin her birinin 0 ile 100 arasında bir yerde bir aralık olarak tanımlanabileceği varsayılmaktadır. Her bir ifade için lütfen bu aralığın nereden başlayacağını ve nerede biteceğini belirtin. Başka bir deyişle, ifadeyi en iyi tanımladığına inandığınız biri alt sınır diğeri ise üst sınır olmak üzere iki farklı sayı sağlayın. Örneğin; çok sıcak [75 - 82] ve kısmen soğuk [39 - 45]. **Ölçekte, 0 soğuk olan bir şey anlamına gelirken, 100 ise sıcak bir şey anlamına gelir.** İfadeler için belirlenecek aralıkların hepsinin aynı boyutta olması **GEREKMEZ**. Ayrıca aralıkların üst üste gelmesine izin verilir. Doğru ya da yanlış cevap yoktur, sadece kişisel düşüncelerinizi sağlayın.

Şimdi değerlendirmeye başlayabilirsiniz. On bir ifade birer birer olmak üzere rastgele sırayla sunulacaktır. Lütfen yazılı ifade için takip eden sayfalardaki boşluğu doldurunuz.

EK-8. “Yapışkan-kaygan” duyuları için aralık değerlendirme talimatı

ANKET 2
“YAPIŞKAN-KAYGAN” DUYULARI İÇİN
ARALIK DEĞERLENDİRME TALİMATI

Aşağıda bir daire içinde rastgele sunulan on bir ifade vardır. Bu ifadeler, dokunsal malzemelere temas edildiğinde “yapışkan-kaygan” duyusunu ölçmeyi amaçlamaktadır.



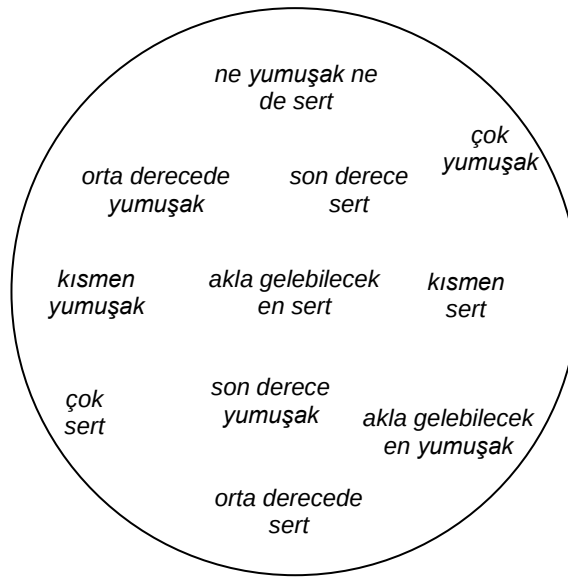
Şimdi, tekrar tüm ifadelere hızlı bir şekilde bakın. Bu ifadelerin her birinin 0 ile 100 arasında bir yerde bir aralık olarak tanımlanabileceği varsayılmaktadır. Her bir ifade için lütfen bu aralığın nereden başlayacağını ve nerede biteceğini belirtin. Başka bir deyişle, ifadeyi en iyi tanımladığını inandığınız biri alt sınır diğeri ise üst sınır olmak üzere iki farklı sayı sağlayın. Örneğin; çok yapışkan [75 - 82] ve kısmen kaygan [39 - 45]. **Ölçekte, 0 kaygan olan bir şey anlamına gelirken, 100 ise yapışkan bir şey anlamına gelir.** İfadeler için belirlenecek aralıkların hepsinin aynı boyutta olması **GEREKMEZ**. Ayrıca aralıkların üst üste gelmesine izin verilir. Doğru ya da yanlış cevap yoktur, sadece kişisel düşüncelerinizi sağlayın.

Şimdi değerlendirmeye başlayabilirsiniz. On bir ifade birer birer olmak üzere rastgele sırayla sunulacaktır. Lütfen yazılı ifade için takip eden sayfalardaki boşluğu doldurunuz.

EK-9. “Yumuşak-sert” duyuları için aralık değerlendirme talimatı

ANKET 2
“YUMUŞAK-SERT” DUYULARI İÇİN
ARALIK DEĞERLENDİRME TALİMATI

Aşağıda bir daire içinde rastgele sunulan on bir ifade vardır. Bu ifadeler, dokunsal malzemelere temas edildiğinde “yumuşak-sert” duyusunu ölçmeyi amaçlamaktadır.



Şimdi, tekrar tüm ifadelere hızlı bir şekilde bakın. Bu ifadelerin her birinin 0 ile 100 arasında bir yerde bir aralık olarak tanımlanabileceği varsayılmaktadır. Her bir ifade için lütfen bu aralığın nereden başlayacağını ve nerede biteceğini belirtin. Başka bir deyişle, ifadeyi en iyi tanımladığını inandığınız biri alt sınır diğeri ise üst sınır olmak üzere iki farklı sayı sağlayın. Örneğin; çok yumuşak [75 - 82] ve kısmen sert [39 - 45]. **Ölçekte, 0 sert olan bir şey anlamına gelirken, 100 ise yumuşak bir şey anlamına gelir.** İfadeler için belirlenecek aralıkların hepsinin aynı boyutta olması **GEREKMEZ**. Ayrıca aralıkların üst üste gelmesine izin verilir. Doğru ya da yanlış cevap yoktur, sadece kişisel düşüncelerinizi sağlayın.

Şimdi değerlendirmeye başlayabilirsiniz. On bir ifade birer birer olmak üzere rastgele sırayla sunulacaktır. Lütfen yazılı ifade için takip eden sayfalardaki boşluğu doldurunuz.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : UZGUR DURAN, Burcu
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 07.06.1989, Fethiye
Medeni hali : Evli
Telefon : 0 (505) 562 71 17
e-mail : uzgurburcu@gmail.com



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi /Endüstri Mühendisliği	2019
Lisans	Gazi Üniversitesi /Endüstri Mühendisliği	2012
Lise	Çankırı Süleyman Demirel Fen Lisesi	2007

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2014-Halen	T.C. Başbakanlık Hazine Müsteşarlığı	Hazine Uzmanı

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Yüzmek, Doğa Yürüyüşü Yapmak

Yayınlar

-



GAZİ GELECEKTİR..