

WEB SAYFASI TASARIMINDA KABA KÜME TEORİSİ TABANLI KANSEİ MÜHENDİSLİĞİ YAKLAŞIMI

Sevgi AYHAN, Şenol ERDOĞMUŞ*

*Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, İstatistik Bölümü
sayhan@ogu.edu.tr, senol@ogu.edu.tr*

*Geliş Tarihi: 16 Ağustos 2010; Kabul Ediliş Tarihi: 30 Eylül 2011
Bu makale 1 kez düzeltilmek üzere 90 gün yazarlarda kalmıştır.*

ÖZET

İnternet kullanımının yaygınlaşmasıyla birlikte web sayfalarının tasarımı en önemli araştırma konularındandır. Web sayfaları tasarlanırken teknik özellikler ve işlevselliğin yanı sıra sayfaların kullanıcılarda uyandırdığı algı/hislerin de dikkate alınması gerekir. Özel ve kamu kuruluşlarına ait web sayfaları, kalite imajının yansıtılmasında ve kullanıcılara etkili iletişim kurulmasında önemli iletişim araçlarından biridir. Bu nedenle web sayfaları hazırlanırken öncelikle hedef kitle açık bir şekilde tanımlanmalı ve onların beklenti/isteklerini karşılayacak şekilde web sayfaları tasarlanmalıdır. Bu amaçla kullanılacak yöntemlerden biri de kansei mühendisliğidir. Kansei mühendisliği, kullanıcıların bir ürüne ilişkin algı/hislerini tasarım elemanlarına dönüştüren bir yöntemdir. Bu çalışmada, bir üniversite web sayfasının tasarlanması problemi, kaba küme teorisi tabanlı kansei mühendisliği yaklaşımı kullanılarak çözülmüştür. Söz konusu yaklaşımın avantajları, doğrusallık, normallik gibi varsayımları gerektirmemesi ve ürün özellikleri etkileşimlerinin etkisini belirleyebilmesidir. Sonuç olarak, paydaş odaklı web tasarımı yapmak isteyen araştırmacı ve tasarımcıların kolaylıkla kullanabileceği bir algoritma geliştirilmiş ve detaylı tasarım önerileri sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Kansei mühendisliği, kaba küme teorisi, web sayfası tasarımı

ROUGH SET THEORY BASED KANSEI ENGINEERING APPROACH IN WEB PAGE DESIGN

ABSTRACT

With the widespread use of internet, web page design has been one of the most researched topics. In addition to the technical features and functionality, perceptions/feelings awakened by the pages should also be taken into account while designing web pages. The web page belonging to private and public organizations is one of the important communication tools to reflect the quality image and communicate to users effectively. Therefore, firstly, target audience should be clearly defined while designing the web pages and the web pages should be designed in order to meet their expectations/demands. One of the methods used for this purpose is kansei engineering. Kansei engineering is a method for translating the user's perceptions/feelings about a product into product design elements. In this study, a university web page design problem has been solved using rough set theory based kansei engineering approach. Advantages of the approach are that it does not need assumptions - linearity, normality, and determines the influence of interactions among design elements. As a result, an algorithm that can easily be used by the researchers and designers who want to do stakeholder-oriented web design was developed and detailed design proposals were presented.

Keywords: Kansei engineering, rough set theory, web page design

* İletişim yazarı

1. GİRİŞ

İnternet, günümüzde yaşamın tüm alanlarında bilgiye erişimi sağlayan bir teknolojidir. Bu teknolojinin en önemli unsurlarından biri de web sayfalarıdır. Gelişen teknolojiyle birlikte web sayfaları, sadece bireyleri değil paydaşlarıyla iletişim kurmak zorunda olan kuruluşları da etkilemiştir. Bu nedenle günümüzde web sayfalarının tasarımı daha da önem kazanmıştır. Son yıllarda tasarlanan web sayfalarında teknik özellikler ve işlevselliğin yanı sıra, sayfaların kullanıcılarda uyandırdığı algı/hislerin de dikkate alındığını görmekteyiz.

Üniversitelerin paydaşlarına açılan penceresi niteliğinde olan web sayfaları, kaliteli imajlarını yansıtmalarında ve paydaşlarıyla etkili iletişim kurmalarında önemli iletişim araçlarından biridir. Gersh (2001), insanların akademik web sayfalarına güvendiklerini ve aradıkları bilgileri öncelikle üniversite web sayfalarından bulmaya çalıştıklarını belirtmiştir (Gersh, 2001). Bu nedenle üniversite web sayfaları hazırlanırken öncelikle üniversitelerin paydaşları açık bir şekilde tanımlanmalı, daha sonra da, paydaşların beklenti/isteklerini karşılayacak web sayfaları tasarlanmalıdır.

Kullanıcı algı/hislerine ilişkin bilgileri üretmek ve bu bilgileri tasarım detaylarına yansıtmak, tasarımcılar için oldukça güçtür. Yirminci yüzyılın sonlarından itibaren bu alandaki çalışmalar hız kazanmıştır. Kullanıcıların/Müşterilerin algı/hislerini ölçmede ve onları ürün tasarımına yansıtmada kullanılan bir yöntem, Nagamachi'nin geliştirmiş olduğu Kansei mühendisliğidir. Bir ürün geliştirme yöntemi olan Kansei mühendisliği, kullanıcı algı/hislerini mevcut ürün tasarımlarının geliştirilmesine veya yeni ürünlerin tasarlanmasına dönüştürür (Nagamachi, 2002).

Kansei mühendisliğinde, kullanıcı algı/hislerinin ürün tasarım sürecine yansıtılmasında Hayashi'nin geliştirmiş olduğu Quantification Teori 1 (QT1) en sık kullanılan tekniklerden biridir. Literatürde QT1 tekniğine alternatif olarak son yıllarda sıralı lojistik regresyon analizi sıkça kullanılmaktadır (Lottum vd.,

2006; Koç, 2009; Erdoğan vd., (2008a, 2008b)). Sıralı lojistik regresyon analizinin kullanılmasının nedeni, Kansei mühendisliği çalışmalarında kullanıcı algı/hislerinin ölçülmesinde kullanılan ölçeklerin (anlamsal farklılıklar ya da Likert) sıralayıcı (ordinal) olmasıdır. Ayrıca bu tekniklere alternatif olarak genetik algoritmalar, yapay sinir ağları gibi sezgisel yaklaşımların da kullanıldığı görülmektedir. Bu tekniklerin tümü, kullanıcı algı/hisleri ile ürün özellikleri arasındaki ilişkinin doğrusal olduğu varsayımında geçerli olmaktadır. Ancak, Nagamachi (2006) çalışmasında, kullanıcı algı/hisleri ile ürün özellikleri arasındaki ilişkinin doğrusallıktan uzaklaştığını belirtmiştir (Nagamachi, 2006). Dolayısıyla, söz konusu varsayımın sağlanmaması sakıncası ortaya çıkabilmektedir.

Son yıllarda, kansei mühendisliğinin modelleme aşamasında sistematik ve etkin bir yöntem olan kaba küme teorisi kullanılmaktadır. Kaba küme teorisi, kümeler teorisine dayalı ve doğrusallık varsayımı gerektirmeyen bir yöntemdir. Yöntemin bir başka üstünlüğü, ürün özelliklerinin etkileşimlerinin algı/hisler üzerindeki etkisini de ortaya çıkarmasıdır (Nagamachi vd., 2006; Nishino vd., 2007). Literatürde, Kansei mühendisliği ve kaba küme teorisinin birlikte yer aldığı çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu çalışmalarda, (i) Shimohara ve Shimazaki (2005) yürüyüş yolu, (ii) Nishino vd. (2007) otomobil zemin döşemesi, (iii) Ayas vd. (2008) bekleme salonu, (iv) Zhai vd., (2009a; 2009b) mobil telefon ve (v) Zhou vd. (2009) kamyon sürücü bölümü tasarımında kaba küme teorisi yaklaşımını kullanmışlardır.

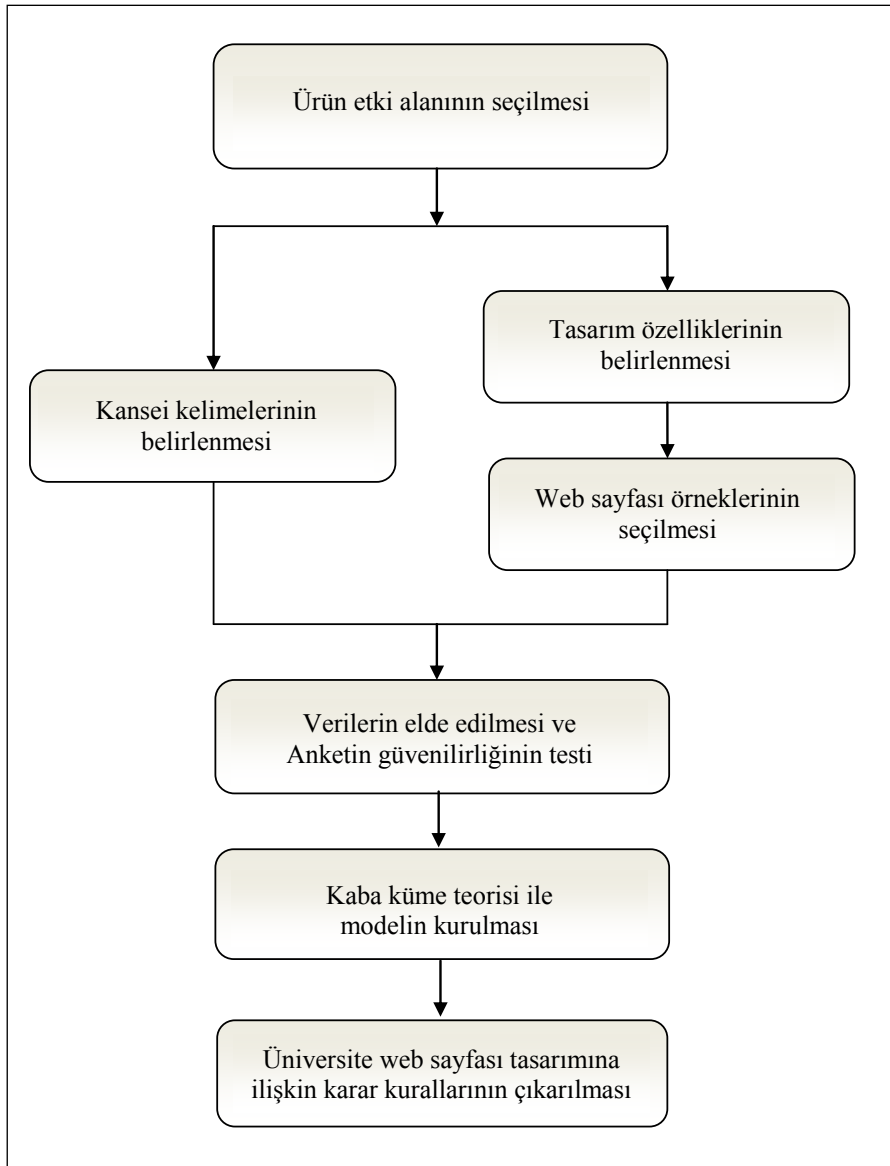
Bu çalışmada, bir üniversite web sayfasının tasarlanması problemi kaba küme teorisi tabanlı kansei mühendisliği yaklaşımı kullanılarak çözülmüştür. Paydaş algı/hisleri ile web sayfası tasarım özellikleri arasındaki ilişki kaba küme teorisi ile modellenmiştir. Bu yaklaşımla üniversite web sayfası tasarımında paydaş algı/hisleri üzerinde etkili olan tasarım özelliklerine ilişkin çok boyutlu karar kuralları çıkarılması amaçlanmıştır.

2. KANSEİ MÜHENDİSLİĞİ

Kansei mühendisliği, kullanıcıların/müşterilerin bir ürüne ilişkin algı/hislerini, hissedilebilir veya dokunulabilir tasarım detaylarına dönüştürülmesini sağlayan kullanıcı odaklı bir ürün/hizmet geliştirme sürecidir (Nagamachi, 1995). Kansei mühendisliği ile ilgili ilk çalışmalar 1970'lerde Nagamachi tarafından başlatılmıştır. Ancak ilk başarılı uygulaması 1986 yılında Mazda Motor Şirketi'nin ürettiği Miata MX5 model arabanın tasarımıdır (Grimsaeth, 2005). Bu

başarıdan sonra akademik çevrelerde ve sanayide sıkça kullanılmıştır.

Çalışmamızda önerilen kaba küme teorisi tabanlı kansei mühendisliği süreci Şekil 1'de gösterilmiştir. Sürecin ilk aşaması ürün etki alanının belirlenmesidir. Tasarlanan ürünün/hizmetin hedef kitlede uyandırması istenen temel algı/hisler ürün etki alanı olarak ifade edilir. Ürüne ilişkin etki alanı, hedef kitle ve uzmanlarla birlikte beyin fırtınası yapılarak veya pazar araştırmaları sonuçlarına dayanılarak belirlenebilir.



Şekil 1. Kaba Küme Teorisi Tabanlı Kansei Mühendisliği Süreci

Üniversite web sayfasına ilişkin ürün etki alanı diğer bir ifadeyle tasarım hedefi, beyin fırtınası tekniği kullanılarak belirlenmiştir. Üniversite web sayfası tasarım grubundan bir uzman, üniversite yönetiminde görevli bir personel ile birlikte toplantı düzenlenmiştir. Toplantı sonucunda kaliteli bir üniversite hissi uyandıran web sayfası tasarlanması planlanmış ve etki alanı “kaliteli üniversite hissi” olarak seçilmiştir.

Sürecin ikinci aşaması kansei kelimelerinin belirlenmesidir. Burada temel amaç, paydaş algı/hislerini ifade eden tüm sıfatlara ulaşmak ve bu sıfatlardan yola çıkarak kansei kelimelerini belirlemektir. Sıfatlar; internet, dergiler, kitaplar, ürün/hizmete ilişkin kılavuzlar, uzman görüşleri gibi çeşitli kaynaklardan toplanır (Schütte, 2005). Toplanan sıfatların sayısının ürün etki alanına bağlı olarak 50 ile 600 arasında olabileceği literatürde belirtilmektedir (Nagamachi, 2002). Bu aşamada elde edilen sıfatlardan bazıları benzer veya eş anlamlı olabilir. Ayrıca müşteri hislerini ölçmek için kullanılacak sıfat sayısının fazla olması, anketin uygulanmasını ve değerlendirme sürecini zorlaştırır. Bu nedenlerden dolayı sıfat sayısında indirgeme yapılır. Faktör analizi, kümeleme analizi ve yakınlık diyagramı literatürde indirgeme sürecinde kullanılan tekniklerdir (Lin vd., 2007).

Çalışmamızda üniversite web sayfası için 234 adet sıfat toplanmıştır. Yakınlık diyagramı tekniğiyle sıfat sayısı 12'ye indirgenmiş ve indirgeme sonucunda her bir sıfat grubunu en iyi temsil eden sıfatlar, çalışmada kullanılacak kansei kelimeleri olarak tanımlanıp Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Üniversite Web Sayfası Tasarımına İlişkin Belirlenen Kansei Kelimeleri

Kansei Kelimeleri	
1- Düzenli	7- Her kesime hitap eden
2- Geniş kapsamlı	8- Orijinal
3- Modern	9- Dinamik
4- Pozitif enerjili	10- Yararlı
5- Mükemmel	11- Kullanıcı dostu
6- Estetik	12- Profesyonel

Kansei mühendisliği sürecinin üçüncü aşaması, ürün/hizmete ilişkin tasarım özelliklerinin belirlenmesidir. Tasarım özelliklerinin belirlenmesinde uzman görüşleri, literatür, internet, ürüne/hizmete ilişkin kılavuzlar veya kullanıcı görüşleri gibi farklı kaynaklardan yararlanılabilir (Lindberg, 2004). Söz konusu özellikler, paydaş beklentileri ve tasarım hedefi göz önüne alınarak değerlendirilir. Bu sürecin sonunda belirlenen ürün tasarım özellikleri ve düzeylerine dayanılarak ürün örnekleri geliştirilir.

Çalışmamız için yapılan literatür incelemesi sonucunda, bir web sayfası tasarımında dikkate alınabilecek 21 tane tasarım özelliği bulunmuştur. Ancak kansei mühendisliği sürecinin ürün örneklerinin oluşturulması ve bu örneklerin paydaşlar tarafından değerlendirilmesi aşamasındaki karşılaşılabilecek zorluklar nedeniyle tasarım özelliklerinde indirgemeye gidilmiştir. Bu tasarım özelliklerinin her biri paydaşlarla birlikte beyin fırtınası yapılarak değerlendirilmiş ve en önemli bulunan altı tasarım özelliğinin çalışmada kullanılmasına karar verilmiştir. Paydaşlarla birlikte belirlenen tasarım özellikleri ve düzeyleri Tablo 2'de gösterilmiştir. Kansei mühendisliği literatürü incelendiğinde, tasarım özelliklerinin belirlenmesi aşamasında beyin fırtınası, odak grup çalışması, pareto analizi vb. tekniklerin kullanıldığı görülmektedir.

Tablo 2. Üniversite Web Sayfası Tasarım Özellikleri ve Düzeyleri

Tasarım Özellikleri	Düzeyler
Ekranda görünüm	Tek ekran, Tek ekran değil
Hareketli resim	Var, Yok
Menü gruplama	Var, Yok
Resim büyüklüğü	1/2, 1/4, 1/16
Ana renk	Temel renkler (kırmızı, sarı, mavi), pastel renkler
Arka plan rengi	Beyaz, Renkli

Tablo 2'de verilen web sayfası tasarım özellikleri ve düzeyleri aşağıda ayrıntılı olarak açıklanmıştır:

Ekranda Görünüm: Ana sayfanın tek ekran

penceresine sığıp sığmamasına ilişkin özelliştir. Bu özelliğin düzeylerinin, tek ekran ve tek ekran değil şeklinde olmasına karar verilmiştir.

Hareketli Resim: Ana sayfada hareketli resim ya da kayan yazı gibi hareketli öğelerin olup olmaması özelliğidir. Bu özellik var ve yok olmak üzere iki düzeyde ele alınmıştır.

Menü Gruplama: Birbiriyle ilişkili bilgilerin ortak bir başlık altında bir araya getirilmesi özelliğidir. Bu özellik menü gruplama özelliği var ve yok olarak iki düzeyde incelenmiştir.

Resim Büyüklüğü: Ana sayfada kullanılan resim, logo, vb. şekillerin büyüklüğünü temsil eden özelliştir. Bu özellik üç düzeye sahiptir. 1/2; ana sayfada kullanılan resim, logo, vb. şekillerin büyüklüğünün sayfanın yarısı kadar ya da daha fazla büyüklükte yer aldığını ifade eder. Sırasıyla 1/4 ve 1/16 ise, sayfanın dörtte biri ve on altıda biri kadar resim, logo vb. şekillerin yer aldığını gösterir.

Ana Renk: Web sayfasındaki yazılar ve menüler için kullanılan renklere ilişkin özelliştir. Bu özelliğe ilişkin çok sayıda renk seçeneği olduğu için düzeyler temel renkler ve pastel renkler olmak üzere iki grupta toplanmıştır.

Arka Plan Rengi: Ana sayfanın fon rengine ilişkin özelliştir. Bu özelliğe ilişkin düzeyler beyaz ve renkli olarak belirlenmiştir.

Kansei mühendisliği sürecinin dördüncü aşaması ürün örneklerinin oluşturulmasıdır. Çalışmamızda, altı tasarım özelliğinin sahip olduğu 13 düzeyi temsil edecek $2*2*2*3*2*2=96$ üniversite web sayfası örneğinin tasarlanması gerekmektedir. Ancak uygulamada bu web sayfalarının tümünü tasarlamak ve paydaşlardan tüm web sayfası örneklerini değerlendirmelerini istemek mümkün değildir. Bu nedenle çalışmada, web sayfası örneklerinin sayısını indirgelemek için ortogonal dizilerden yararlanılmıştır. Sonuç olarak çalışmada, L_8 ortogonal tasarımı kullanılmış ve 16 web sayfası için tasarım kombinasyonları elde edilmiştir. Yüksek Öğretim Kurumu web sitesinden (53 devlet, 25 vakıf, üç vakıf meslek yüksek okulu,

beş askeri yüksek öğretim kurumu, bir polis akademisi başkanlığı, beş Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti üniversitesi ve iki özel statülü devlet üniversitesi olmak üzere) toplam 94 üniversite web sayfası incelenmiştir. Bu web sayfaları arasından ortogonal tasarım sonucunda elde edilen 16 tasarım kombinasyonlarını temsil edecek web sayfaları seçilmiştir.

Sürecin beşinci aşamasında, dördüncü aşamada belirlenen ürün örneklerinin paydaşlarda uyandırdığı algı/hisleri ölçmek gerekir. Bu amaçla bugüne kadar geliştirilen anketlerde Likert tipi ölçek veya Osgood tarafından geliştirilen anlamsal farklılıklar ölçeği kullanılmıştır (Choi ve Jun, 2007; Nakada, 1997). Bu ankette kullanıcıların her bir ürün örneğini, Kansei kelimelerini göz önüne alarak değerlendirmeleri istenir. Daha sonra da anketin güvenilirliği test edilir.

Çalışmada, web sayfalarının paydaşlarda uyandırdığı kaliteli üniversite hissini ölçmek amacıyla bir anket tasarlanmıştır. Paydaşlardan bir bütün olarak 16 web sayfasını 12 kansei kelimesi ve kaliteli üniversite hissi bakımından değerlendirmeleri istenmiştir. Paydaş algı/hislerine ilişkin daha detaylı veriye ve bilgiye ulaşmak amacıyla, paydaş algı/hisleri 7'li Likert ölçeği ile ölçülmüştür. Çalışmada hedef kitle, üniversite web sayfasını kullanan akademisyenler, öğrenciler, üniversite idari personeli, üniversite hazırlık öğrencileri ve öğrenci aileleri olarak belirlenmiştir. Anket çalışmasında, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi bünyesindeki akademik personel, idari personel, üniversite öğrencileri arasından 10'ar katılımcı, üniversite hazırlık öğrencileri ve bu öğrencilerin velileri arasından 10'ar katılımcı olmak üzere toplam 50 paydaş yer almıştır. Ankete katılan paydaşlara değerlendirmeye geçmeden önce, anketteki sorular ve Kansei mühendisliği ile ilgili bilgi verilmiştir. Verilerin elde edilmesi aşamasında zaman ve veri kaybının önlenmesi amacıyla C# programlama dili kullanılarak bir ara yüz geliştirilmiştir. Anketin güvenilirliği, iç tutarlılığın ölçütü olan Cronbach alfa katsayısı ile test edilmiştir (Janssen vd., 2004). Çalışmada Cronbach alfa katsayısı 0,966 olarak hesaplanmış ve ölçeğin güvenilir olduğu belirlenmiştir.

Kansei mühendisliği sürecinin son aşaması modelin kurulmasıdır. Bu adımda ürün/hizmet özellikleri ile Kansei kelimeleri arasındaki ilişki modellenir. Bu ilişkinin modellenmesinde amaç, kullanıcı algı ve hisleri üzerinde ürün özelliklerinin etkilerinin belirlenmesidir.

Bu çalışmada, paydaş algı/hisleri ile web sayfası tasarım özellikleri arasındaki ilişki kaba küme teorisi ile modellenmiştir. Çalışmada yer alan istatistiksel analizler için SPSS 17.0 paket programı ve kaba küme teorisi için ROSE 2 paket programı kullanılmıştır.

3. KABA KÜME TEORİSİ

Kaba küme teorisi, 1980'lerde Pawlak tarafından veri indirgeme, nitelik indirgeme, verideki gizli ilişkilerin ortaya çıkarılması ve karar kuralları oluşturmak amacıyla geliştirilmiş kümeler teorisine dayalı bir yöntemdir (Pawlak vd., 1995). Yöntem, özellikle makine öğrenmesi, karar analizi, veri tabanlarında bilgi keşfi, uzman sistemler, karar destek sistemleri, örüntü tanıma gibi yapay zekâ (AI) ve bilişim sistemlerinde geniş uygulama alanına sahiptir. Yöntemin diğer yaklaşım ve tekniklere göre en önemli avantajlarından biri, olasılık dağılımına uygunluk, üyelik fonksiyonu gibi veri seti ile ilgili ön veya ek bilgiye ihtiyaç duymamasıdır (Pawlak vd., 1995; Jaaman vd., 2009). Kaba küme teorisini diğer benzer yöntemlerden ayıran farkı, alt ve üst küme yaklaşımları kullanmasıdır (Yao, 1998; Zhai vd., 2009b). Kaba küme teorisi süreci beş temel adımdan oluşmaktadır (Jaaman vd., 2009).

- Bilgi sistemi/Karar sisteminin oluşturulması
- Ayırt edilemezlik ilişkilerinin belirlenmesi
- İndirgemelerin yapılması
- Karar kurallarının oluşturulması
- Yeni nesnelerin sınıflandırılması

Kaba küme teorisi ile ilgili temel kavramlar ve tanımlamalar izleyen kısımlarda incelenecektir.

3.1 Bilgi Sistemi

Bilgi sistemi, satırlarda birimlerin (örneklerin) ve sütunlarda birimlere ilişkin niteliklerin yer aldığı bir tablodur. Bilgi sistemi S ile ifade edilir ve $S = \langle U,$

$A, V \rangle$ formunda gösterilir. Bu formdaki U birimler kümesi, A koşullu nitelikler kümesini ve V ise her bir niteliğin alabildiği değerler kümesini ifade eder. Herhangi bir a niteliği ise;

$a : U \rightarrow V_a, \forall a \in A$ şeklinde tanımlanır (Lee ve Vatchsevanos, 2002). V_a kümesine, a 'nın değer kümesi denir.

3.2 Karar Sistemi

Karar sistemi, birimler ve koşullu niteliklerle birlikte karar niteliğinin de gösterildiği tablodur. Karar sistemi $D = (U, A \cup \{d\}, V)$ formunda gösterilir. Burada, d karar niteliği A koşullu nitelikler kümesinin elemanı değildir.

3.3 Ayırt Edilemezlik İlişkisi

$S = (U, A)$ bir bilgi sistemi, $B \subseteq A$ iken $IND_A(B)$ denklik bağıntısına, B ayırt edilemezlik bağıntısı denir. Bu bağıntı denklik ilişkisi olarak da ifade edilir ve $IND_A(B) = \{(x_i, x_j) \in U^2 \mid \forall a \in B, a(x_i) = a(x_j)\}$ ile gösterilir. Burada, $a \in B$ olmak üzere, x_i biriminin a niteliği için almış olduğu değer x_j biriminin a niteliği için almış olduğu değere eşit ise, x_i ve x_j birimleri a niteliği için birbirinden ayırt edilemezdir denir (Zhao vd., 2007). B ayırt edilemezlik bağıntısının denklik sınıfları $[x]_B$ olarak gösterilir. Ayırt edilemezlik bağıntısı, karar sisteminde çok sayıda birim olduğu durumda, birim sayısında indirgeme yapmak için kullanılır. Birim sayısındaki indirgeme, yöntemin daha kısa sürede çalışmasını sağlamaktadır.

3.4 Ayırt Edici Matris

S , n tane birimden oluşan bir bilgi sistemi olmak üzere, S 'nin ayırt edici matrisi, $n \times n$ 'lik simetrik bir c_{ij} matrisidir. c_{ij} matrisi (x_i ve x_j birimleri birbirinden farklı olmak üzere) nitelikler kümesinden oluşmaktadır.

$$c_{ij} = \{a \in A \mid a(x_i) \neq a(x_j)\} \quad i, j = 1, \dots, n$$

Ayırt edici matris, birimlerin ikili karşılaştırmaları sonucunda hangi nitelikler bakımından farklı değerler aldığı belirler. Belirlenen nitelikler, matriste ait olduğu hücreye yerleştirilir. Böylece ayırt edici matris oluşturulur.

3.5 Ayırt Edici Fonksiyon

Ayırt edici fonksiyon, S bilgi sisteminin, a_1^*, \dots, a_m^* gibi m tane niteliğinin oluşturduğu bir mantıksal fonksiyondur ve f_S ile gösterilir. Fonksiyon $c_j^* = \{a^* \mid a \in c_j\}$ ise $f_S(a_1^*, \dots, a_m^*) = \bigwedge \{ \bigvee c_{ij}^* \mid 1 \leq j \leq i \leq n, c_{ij} \neq \emptyset \}$ eşitliği ile gösterilir (Zhao vd., 2007). Ayırt edici fonksiyonu, ayırt edici matristeki her bir hücre içindeki niteliklere “ \vee ” mantıksal işlemi ve hücreler arasındaki niteliklere de “ \wedge ” mantıksal işlemi uygulanarak elde edilir. Ayırt edici matris yardımıyla çekirdek nitelik kümesi ve nitelik indirgemeleri elde edilir.

3.6 Küme Yaklaşımları

Birimler arasındaki ayırt edilemezlik ilişkilerinin kesin olarak tanımlanamadığı durumlarda iki yaklaşım kullanılmaktadır. Bu yaklaşımlar alt yaklaşım ve üst yaklaşımlardır (Magnani, 2003; Tsang vd., 2008).

$S = (U, A)$ bir bilgi sistemi ve $B \subseteq A$, $X \subseteq U$ ise “ $\underline{B}X$ ” alt yaklaşım olmak üzere $\underline{B}X = \{x \mid [x]_B \subseteq X\}$ eşitliği ile gösterilir. Alt yaklaşım kümesi, aldıkları nitelik değerleri açısından kesinlikle X kümesine ait olan birimlerin oluşturduğu kümedir. “ $\overline{B}X$ ” üst yaklaşım olmak üzere $\overline{B}X = \{x \mid [x]_B \cap X \neq \emptyset\}$ şeklinde tanımlanır. Üst yaklaşım kümesi, aldıkları nitelik değerleri açısından muhtemelen X kümesine ait olan birimlerin oluşturduğu kümedir.

$BN_B(X) = \overline{B}X - \underline{B}X$ olmak üzere, $BN_B(X)$ sınır bölgesidir. Bu küme X ’in elemanı olup olmadığına karar verilemeyen birimlerden oluşmaktadır. Eğer sınır bölgesi boş küme değilse kaba bir kümenin varlığı söz konusudur (Telçeken ve Doğan, 2004).

3.7 Tahmin Doğruluğu

Karar kurallarının doğruluğunun bir ölçüsü olan “tahmin doğruluğu”, $\alpha_B(x)$ kat sayısı ile gösterilir (Lee ve Vachtsevanos, 2002). $S = (U, A)$ bir bilgi sistemi ve $B \subseteq A$, $X \subseteq U$ olmak üzere tahmin doğruluğu $\alpha_B(x) = \frac{|\underline{B}X|}{|\overline{B}X|}$ formülü ile elde edilir.

3.8 Karar Sınıfları

$D = (U, A \cup \{d\}, V)$ karar sistemi olmak üzere

D ’nin derecesi $r(d)$ ile gösterilir. $r(d)$, d karar niteliğine ait değerler kümesinin eleman sayısına eşittir. d karar niteliğine ait değerler kümesi V_d olmak üzere; söz konusu karar niteliği değerler kümesi $\{V_d^1, \dots, V_d^{r(d)}\}$ şeklinde ifade edilir. d karar niteliği, U birimler kümesini $SINIF_A(d) = \{X_A^1, \dots, X_A^{r(d)}\}$ eşitliği ile tanımlar. Burada $X_A^k = \{x \in U \mid d(x) = V_d^k\}$, $1 \leq k \leq r(d)$ ’ bağıntısı ile tanımlanır. X_A^k , karar niteliğinin k . değerini alan birimler kümesidir ve “karar sınıfı” olarak tanımlanır. Aynı karar niteliği değerine sahip iki birim aynı karar sınıfına aittir ve U birimler kümesi $\{X_A^1 \cup \dots \cup X_A^{r(d)}\}$ ’dir.

Birimler kümesinin karar niteliğinin değerleri için bulunan alt yaklaşımlarının birleşimi pozitif bölgeyi verir ve $POS_A(d)$ ile gösterilir. $POS_A(d) = \underline{B}X^1 \cup \dots \cup \underline{B}X^{r(d)}$ eşitliği ile gösterilir. Eğer $POS_A(d) = U$ ise sistem belirleyicidir (tutarlıdır), aksi hâlde sistem belirleyici değildir (tutarsızdır).

3.9 Niteliklerin Bağımlılığı

Niteliklerin bağımlılığı, koşullu nitelikler kümesi A ile karar niteliği d arasındaki bağımlılık katsayısıdır ve $\gamma(A, d)$ ile gösterilir (Aydoğan ve Gencer, 2007).

$$\gamma(A, d) = \frac{|POS_A(d)|}{|U|}$$

$\gamma(A, d)$, 0 ile 1 arasında değerler alır. $\gamma(A, d) = 1$ ise d karar niteliğinin aldığı değerler A koşullu nitelikler kümesine bağımlıdır. Eğer $\gamma(A, d) \leq 1$ ise d karar niteliğinin aldığı değerler kısmen A koşullu nitelikler kümesine bağımlıdır.

3.10 İndirgemeler

$B \subseteq A$ olmak üzere, B koşullu nitelikler alt kümesi, $IND_A(B)$ ayırt edilemezlik bağıntısını koruyorsa B kümesine ait nitelikler işlemde çıkarılabilir. Çıkarılabilir nitelik içermeyen alt kümeler indirgenmiş nitelik kümeleri denir. $S = (U, A)$ bilgi sistemi olmak üzere indirgenmiş nitelik kümesi, $IND_A(B) = IND_A(A)$ ve $IND_A(B - \{a\}) \neq IND_A(A)$ olacak şekilde bir $B \subseteq A$, en küçük nitelikler kümesidir. İndirgeme yapabilmek için ilk olarak ayırt edici matris elde edilmelidir ve ayırt edici fonksiyon bulunduktan

sonra indirgeme yapılabilir. İkinci bir yol olarak ayırt edici matris ve fonksiyonu bulmadan da indirgemeler elde edilebilmektedir. Burada niteliklerin mümkün tüm kombinasyonlarına göre birimlerin her biri ayırt edilebilir olmalıdır. Bütün indirgenmiş nitelik kümelerinin kesişimi çekirdek (core) nitelik kümesini verir. Bir S bilgi sisteminin bütün indirgenmiş nitelik kümelerinin bileşim kümesi $RED(A)$ ile gösterilir (Tsang vd., 2008).

4. KABA KÜME TEORİSİ TABANLI KANSEİ MÜHENDİSLİĞİ YAKLAŞIMI İLE ÜNİVERSİTE WEB SAYFASININ TASARLAMASI

4.1 Veri Hazırlama

Kaba küme teorisinde elde edilen bilginin doğruluğu ve tekniğin performansının artırılması açısından verilerin kategorik olması önemlidir (Jin vd., 2007). Dolayısıyla tüm koşullu niteliklerin ve karar niteliğinin kategorik değerler alması gerekir (Pawlak vd., 1995). Söz konusu nitelik değerlerinin bölümlendirilmesi amacıyla, literatürde, eşit frekans bölümlendirmesi, entropiye dayalı bölümlendirme, eşit aralıklı bölümlendirme, boolean reasoning, naive ve semi naive gibi teknikler kullanılmaktadır (Ahmad vd., 2009).

Bu çalışmada, web sayfalarının paydaşlarda uyandırdığı “kaliteli üniversite hissi” karar niteliği olarak belirlenmiş ve 7li likert ölçeğiyle ölçülmüştür. Daha sonra 50 paydaşın 16 web sayfasıyla ilgili kaliteli üniversite hissi için verdikleri puanların ortalaması alınmıştır. Söz konusu puan ortalamaları, web sayfalarının kaliteli üniversite hissi düzeylerini temsil etmektedir. Kaba küme teorisinin uygulanabilirliği açısından söz konusu değerler üç kategoride toplanmıştır.

Çalışmamızda karar niteliğinin kategorikleştirilmesinde uygulama kolaylığı ve sınıfların doğruluğu açısından “eşit aralıklı” bölümlendirme tekniği kullanılmıştır. Eşit aralıklı bölümlendirme tekniğinde, ilk olarak veri setinde yer alan niteliğin sürekli değerleri küçükten büyüğe sıralanır. Maksimum değer ile minimum değer arasındaki fark alınır. Karar verici tarafından nitelik değerlerinin kaç kategoride (k) toplanılacağına karar

verilir. Fark değerini k değerine bölerek kategorilerin aralık genişliği, $w = \frac{x_{max} - x_{min}}{k}$ şeklinde belirlenir. Kategori aralıklarının sınırları ise

$x_{min} + w, x_{min} + 2w, \dots, x_{min} + (N - 1)w$ ile hesaplanır.

Sonuç olarak çalışmamızda, kaliteli üniversite hissi karar niteliği düşük kaliteli üniversite hissi, orta dereceli kaliteli üniversite hissi ve yüksek kaliteli üniversite hissi olarak üç kategoriye ayrılmıştır.

4.2 Kansei Bilgi Sistemi/Karar Sistemi

Kaba küme teorisi tabanlı kansei mühendisliği yaklaşımında web sayfası tasarım örnekleri birimlere, tasarım özellikleri koşullu niteliklere ve karar niteliği de kansei kelimelerine karşılık gelmektedir. Kullanıcı algı/hisleri olarak belirlediğimiz her bir kansei kelimesi karar niteliği olarak değerlendirilebilmektedir. Dolayısıyla her bir kansei kelimesi için ayrı kansei bilgi tablosu oluşturmak ve kaba küme teorisi yaklaşımıyla analiz etmek gerekmektedir. Böylece, her bir kansei kelimesi ile özellikler arasındaki ilişki, farklı karar kurallarıyla belirlenebilmektedir. Ancak çalışmada, her bir kansei kelimesine ilişkin kansei bilgi tablolarının ve analiz sonuçlarının verilmesi mümkün olamamaktadır. Sonuç olarak, bu çalışmada, web sayfalarının kullanıcılar da uyandırdığı “kaliteli hissi” karar niteliği olarak ele alınmıştır. Tablo 3’te çalışmamıza ilişkin kansei karar tablosu gösterilmiştir.

Çalışmada ilk olarak, karar niteliğinin kategorilerine (karar sınıflarına) ilişkin alt ve üst yaklaşımlar ve karar kurallarının doğruluğunun ve sınıflandırmanın kalitesinin bir ölçüsü olan tahmin doğruluğu hesaplanmıştır. Tahmin doğruluğu tüm karar niteliği kategorileri için 1,0000 olarak elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre, web sayfaları taşıdıkları tasarım özellikleri itibarıyla kesinlikle yüksek, orta veya düşük kaliteli üniversite hissi uyandıran web sayfası sınıflarından bir tanesine ait olacaktır. Söz konusu sonuçlar Tablo 4’te verilmiştir.

İkinci olarak kansei karar tablosundan ayırt edilebilirlik matrisi ve bu matrise göre ayırt edici fonksiyon elde edilmiştir. Ayırt edici fonksiyon mantıksal işlemlere tabi tutulmuş ve web sayfalarının sınıflandırmasında

Tablo 3. Kansei Bilgi Tablosu

Tasarım no	Koşullu Nitelikler						Karar niteliği
	Ekran boyutu	Hareketli resim	Menü gruplama	Resim büyüklüğü	Ana renk	Arka plan rengi	
1	Tek	Var	Var	¼	Pastel	Renkli	Orta
2	Tek değil	Yok	Var	1/16	Pastel	Renkli	Orta
3	Tek değil	Yok	Var	½	Temel	Beyaz	Düşük
4	Tek	Yok	Yok	1/16	Pastel	Beyaz	Orta
5	Tek değil	Var	Yok	1/16	Temel	Renkli	Düşük
6	Tek	Yok	Var	1/16	Temel	Beyaz	Yüksek
7	Tek değil	Var	Var	1/16	Pastel	Renkli	Düşük
8	Tek değil	Yok	Yok	1/16	Temel	Renkli	Düşük
9	Tek değil	Yok	Yok	¼	Pastel	Beyaz	Düşük
10	Tek	Var	Yok	1/16	Pastel	Beyaz	Orta
11	Tek değil	Var	Yok	½	Pastel	Beyaz	Düşük
12	Tek	Yok	Yok	¼	Temel	Renkli	Orta
13	Tek	Var	Yok	½	Temel	Renkli	Düşük
14	Tek	Yok	Var	½	Pastel	Renkli	Yüksek
15	Tek değil	Var	Var	¼	Temel	Beyaz	Orta
16	Tek	Var	Var	1/16	Temel	Beyaz	Yüksek

Tablo 4. Elde Edilen Alt ve Üst Yaklaşımlara İlişkin Elde Edilen Sonuçlar

Sınıflandırmanın kalitesi: 1,0000			
Sınıf	Alt yaklaşım kümesindeki birim sayısı	Üst yaklaşım kümesindeki birim sayısı	Doğruluk yüzdesi
Yüksek dereceli kaliteli üniversite hissi	4	4	1,0000
Orta dereceli kaliteli üniversite hissi	6	6	1,0000
Düşük dereceli kaliteli üniversite hissi	6	6	1,0000

etkisiz/önemsiz olan koşullu nitelikler indirgemeler yapılarak çekirdek nitelikler kümesi elde edilmiştir. Çekirdek nitelik kümesinde boyut, hareketli resim,

menü gruplama ve ana renk nitelikleri yer almıştır. Tüm karar kuralları, söz konusu çekirdek kümesinde yer alan koşullu niteliklerin kategorileri dikkate alın-

Tablo 5. Çekirdek Nitelik Kümesi ve Sınıflandırma Doğruluğu Sonuçları

<i>Sınıflandırma doğruluğu</i>	<i>Tüm nitelikler için: 1,0000</i> <i>Çekirdek kümesi için: 1,0000</i>	<i>Bilgi kaybı</i>
<i>Çekirdek nitelikler kümesi</i>	Boyut	1,0000
	Hareketli resim	0,5000
	Menü gruplama	0,5000
	Ana renk	0,5000

rak belirlenmiştir. Tablo 5'te tüm koşullu nitelikler ve çekirdek nitelikler için ayrı ayrı sınıflandırma doğruluk katsayıları hesaplanmış ve her iki nitelik kümesi için de 1,0000 değeri elde edilmiştir. Ayrıca söz konusu çekirdek nitelik kümesinde yer alan nitelikler dikkate alınmadığında kaybedilen bilgi miktarına ilişkin değerler de elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre boyut niteliğinin dikkate alınmaması durumunda kaybedilecek bilgi miktarı %100 olarak elde edilmiştir.

Tablo 5 incelendiğinde en önemli ve en fazla bilgi kazancını sağlayan niteliğin boyut niteliği olduğu görülmektedir. Hareketli resim, menü gruplama ve ana renk nitelikleri daha az bilgi kazancı sağlarken, önemleri birbirlerine eşittir. Dolayısıyla boyut niteliği mutlaka karar kuralları oluşturulurken dikkate alınmalıdır.

Çalışmamızda web sayfalarının sınıflandırılmasına ilişkin 11 tane karar kuralı elde edilmiştir. Söz konusu karar kurallarının veriyi açıklama gücü %16 ile %66 arasında değişmektedir. Elde edilen 11 karar kuralından kaliteli üniversite hissini en iyi ifade eden en güçlü altı kural seçilmiştir. Bu kurallar Tablo 6'da verilmiştir. Tablo 6'daki en güçlü kural, "bir üniversite web sayfası tek ekran değilse ve menü gruplama özelliği yoksa paydaşlarda uyandırdığı kaliteli üniversite hissi düşük olacaktır" şeklinde yorumlanmaktadır. Söz konusu kuralın gücünün 0,66 olması, bir üniversite web sayfasının tek ekran olmaması ve menü gruplama özelliğinin olmaması durumunda %66 olasılıkla paydaşlarda düşük kaliteli üniversite hissi uyandırması anlamına gelmektedir. Diğer tüm kurallar benzer şekilde yorumlanabilir.

Tablo 6. Üniversite Web Sayfası Tasarımına İlişkin Elde Edilen Karar Kuralları

Kural No	Karar kuralları	Kuralın gücü
1	(boyut = tek_ekran_değil) & (menu_gruplama = yok) => (kaliteli üniversite hissi = düşük)	0,66
2	(boyut = tek_ekran) & (hareketli_resim = yok) & (ana_renk = temel_renk) => (kaliteli üniversite hissi = yüksek)	0,50
3	(boyut = tek_ekran) & (hareketli_resim = yok) & (menu_gruplama = var) => (kaliteli üniversite hissi = yüksek)	0,50
4	(boyut = tek_ekran) & (hareketli_resim = var) & (ana_renk = pastel_renk) => (kaliteli üniversite hissi = orta)	0,33
5	(boyut = tek_ekran) & (hareketli_resim = var) & (menu_gruplama = yok) => (kaliteli üniversite hissi = orta)	0,33
6	(boyut = tek_ekran_değil) & (hareketli_resim = var) & (ana_renk = pastel_renk) => (kaliteli üniversite hissi = düşük)	0,33

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışmada, üniversite web sayfası tasarım problemi ele alınmıştır. Söz konusu problemin çözümü için veri setiyle ilgili ön veya ek bilgiye ihtiyaç duymayan ve herhangi bir varsayıma dayanmayan kaba küme teorisi tabanlı kansei mühendisliği yaklaşımı önerilmiştir. Tasarım özelliklerinin etkileşimlerinin algı/hisler üzerindeki etkisi ortaya çıkarılabilmeye ve dolayısıyla web sayfası tasarımına ilişkin daha detaylı sonuçlara ulaşılmıştır.

Kaba küme teorisi ile elde edilen sonuçlara göre en önemli tasarım özelliği olarak web sayfasının ekran boyutu bulunmuştur. Sayfanın gruplama özelliği, hareketli resim içerip içermemesi ve ana renk özelliği ikinci sırada en önemli nitelikler olarak belirlenmiştir. Üniversite web sayfası tasarımında önemli olduğunu düşündüğümüz web sayfasındaki resim büyüklüğü ve arka renk özellikleri önemsiz özellikler olarak belirlenmiş ve indirgemeler sonucunda modelden çıkarılmıştır.

Web sayfası tasarımına ilişkin karar kuralları incelendiğinde, bir üniversite web sayfasının tek ekran olması, menü gruplama özelliğinin olması ve hareketli resim içermemesi paydaşlar yüksek derecede kaliteli üniversite hissi uyandıracak sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, üniversite web sayfasının yazı rengi ana renklerden oluşursa paydaşların kaliteli üniversite hissini arttıracak yargısına varılmaktadır.

Sonuç olarak, paydaş odaklı web tasarımı yapmak isteyen araştırmacı ve tasarımcıların kolaylıkla kullanabileceği bir algoritma geliştirilmiş ve detaylı tasarım önerileri sunulmuştur. Bu çalışma, kansei mühendisliği literatürüne ve gelecekte yapılacak ürün tasarımı uygulamalarına ışık tutacaktır.

KAYNAKÇA

1. Ayas, E., Eklund, J., Ishihara, S. 2008. "Affective Design of Waiting Areas in Primary Healthcare," *The TOM Journal*, 20 (4), 389-408.
2. Aydoğan, E., Gencer, C. 2007. "Kaba Küme Yaklaşımı Kullanılarak Veri Madenciliği Problemlerinde Sınıflandırma Amaçlı Yapılmış Olan Çalışmalar," http://w3.gazi.edu.tr/~ctemel/aydogan&gencer_2007.doc. Son Erişim Tarihi: 11 Mart 2010.
3. Ahmad, F., Bakar, A. A., Hamdan A. C. 2009. "Extracting Interesting Financial Indicators Through Rough Set Approach," *International Journal of Computer Science and Network Security*, 9 (9).
4. Choi, K., Jun, C. 2007. "A Systematic Approach to the Kansei Factors of Tactile Sense Regarding the Surface Roughness," *Applied Ergonomics*, 38, 53-63.
5. Erdoğan, Ş., Koç, E., Ayhan, S. 2008a. "Bir Otel Web Sayfasının Kansei Mühendisliği Kullanılarak Değerlendirilmesi," VI. İstatistik Günleri Sempozyumu, 27-30 Ağustos 2008, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
6. Erdoğan, Ş., Koç, E., Ayhan, S. 2008b. Türkiye'de Yaygın Kullanılan Web Portallarının Kullanıcı Hislerine Dayanarak Kansei Mühendisliği ile Değerlendirilmesi. Ulusal Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu. 28-30 Mayıs 2008, Dokuz Eylül Üniversitesi, Kuşadası.
7. Gersh, S. O. 2001. "Technology's Role in Creating the Shared Learning Environment," *Dissertation, Multimedia schools*, 8, 5.
8. Grimsaeth, K. 2005. "Kansei Engineering-linking Emotions and Product Features," *Norwegian University of Science and Technology, Yüksek Lisans Tezi*, 45 s.
9. Janssen, P.P.M., Peeters, M.C.W., Jonge, J., Houkes, I., Tummers, G.E.R. 2004. "Specific Relationships Between Job Demands, Job Resources and Psychological Outcomes and the Mediating Role of Negative Work-home Interference," *Journal of Vocational Behavior*, 65, 411-429.
10. Jaaman, S. H., Shamsuddin, S. M., Yusob, B., Ismail, B. 2009. "A Predictive Model Construction Applying Rough Set Methodology for Malaysian Stock Market Returns," *International Research Journal of Finance and Economics*, 30, 211-218.
11. Jin, R., Breitbart, Y., Muoh, C. 2007. "Data Discretization Unification," *Kent State University, Kent, USA*, www.cs.kent.edu/~jin/Papers/ICDM07_Jin.ppt. Son Erişim Tarihi: 1 Nisan 2010.
12. Koç, E., 2009. "Kansei Mühendisliği Kullanılarak Müşteri Odaklı Ürün Tasarımı: Web Sayfası Tasarımında Uygulanması," *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Doktora Tezi*, 183 s.
13. Lee, S., Vachtsevanos, G. 2002. "An Application of Rough Set Theory to Defect Detection of Automotive Glass,"

- Mathematics and Computers in Simulation, 60, 225-231.
14. Lin, Y. C., Lai, H. H., 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, 531-543.
 15. Lindberg, A. 2004. "First Impressions Last- A Kansei Engineering Study on Laminate Flooring at Pergo," Department of Technology, Linköping, Linköping University, 148s.
 16. Lottum, C. V., Pearce, K., Coleman, S. 2006. "Features of Kansei Engineering Characterizing Its Use in Two Studies: Men's Everyday Footwear and Historic Footwear", *Quality and Reliability Engineering International*, 22, 629-650.
 17. Magnani, M. 2003. "Technical Report on Rough Set Theory for Knowledge Discovery in Data Bases," <http://www.citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.10.10>. Son Erişim Tarihi: 11 Mart 2010.
 18. Nagamachi M. 1995. "Kansei Engineering: A New Ergonomic Consumer-oriented Technology For Product Development," *International Journal of Industrial Ergonomics*, 15, 1, 3-11.
 19. Nagamachi, M. 2002. "Kansei Engineering As A Powerful Consumer-oriented Technology For Product Development," *Applied Ergonomics*, 33, 289-294.
 20. Nagamachi, M. 2006. "Kansei Engineering and Rough Sets Model," Springer-Verlag Berlin Heidelberg, LNAI 4259, 27-37.
 21. Nagamachi, M., Okazaki, Y., Ishikawa, M. 2006. "Kansei Engineering and Application of the Rough Sets Model," *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part I, Journal of System & Control Engineering*, 220, 8, 763-768.
 22. Nakada, K. 1997. "Kansei Engineering Research on the Design of Construction Machinery," *International Journal of Industrial Ergonomics*, 19, 129-146.
 23. Nishino, T., Satsuta R., Nagamachi, M. 2007. "Identification of Customers' Latent Kansei Needs and Product Design By Rough Set Based Approach," www.ep.liu.se/ecp/033/029/ecp0803329.pdf. Son Erişim Tarihi: 11 Mart 2010.
 24. Pawlak, Z., Grzymala-Busse, J., Slowinski, R., Ziarko, W. 1995. "Rough Sets," *Communications of ACM- Emerging Technologies- AI*, 38 (11).
 25. Schütte, S. 2005. "Engineering Emotional Values in Product Design- Kansei Engineering in Development," Linköping University, Doktora Tezi, 309 s.
 26. Shimihara, S., Shimazaki, T. 2005. "Evaluation of Walking Space by Rough Set Model," *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 5, 2114 – 2122.
 27. Telçeken S., Doğan M. 2004. "Kaba Kümeler Teorisi Yardımı ile Büyük Veri Topluluklarının Analizi," *Eleco2004, Cilt1*, 410-414.
 28. Tsang, E. C. C., Yang, W., Chen, D. 2008. "The Relationships Between the Inclusion Degree and Measures on Rough Set Data Analysis Based on Regular Probability Spaces," *Proceedings of the Seventh International Conference on Machine Learning and Cybernetics, Kunming, 12-15 Temmuz 2008*.
 29. Yao, Y.Y. 1998. "Generalized Rough Set Models, Rough Sets in Knowledge Discovery," *Physica-Verlag, Heidelberg*, 286-318.
 30. Zhai, L. Y., Khoo, L., P., Zhong, Z. W. 2009a. "A Rough Set Based Decision Support Approach to Improving Consumer Affective Satisfaction in Product Design," *International Journal of Industrial Ergonomics*, 39, 295-302.
 31. Zhai, L. Y., Khoo, L., P., Zhong, Z. W. 2009b. "A Dominance Based Rough Set Approach to Kansei Engineering in Product Development," *Expert Systems with Applications*, 36, 393-402.
 32. Zhao, Y., Yao, Y.Y., Luo, L. 2007. "Data Analysis Based on Discernibility and Indiscernibility," *Information Sciences*, 177, 4959-4976.
 33. Zhou, F., Jiao, J., Schaefer, D., Chen, S. 2009. "Rough Set Rule Mining For Affective Design," *International Conference on Engineering Design, Stanford Üniversitesi, Stanford, CA, ABD*.